

REPORT  
2017/2019

# Information Processing and Telecommunications Center



ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)

## TABLE OF CONTENTS

---

### **PREFACE, 5**

### **ABOUT US, 9**

The Foundation: Mission and Vision, 9

Strategic Areas, 9

### **RESEARCH ACTIVITY, 15**

Electronics and systems, 15

Technology highlight, 15

The future of Artificial Intelligence is HW, 15

Featured research outcome, 16

Reliable RRAM read and write operations  
for neuromorphic computing, 16

Radio and wireless, 17

Technology highlight, 18

Additive Manufacturing (AM) of 3D  
Printed Microwave Passive Components, 18

Featured research outcomes, 19

Technological developments  
for millimeter-wave radars in security, 19  
Antenna for UAV telemetry and remote control, 21

Multimedia technologies  
and human-computer interaction, 22

Technology highlight, 22

Deep machine learning for speech processing, 22

Featured research outcomes, 24

Multiview perceptual disparity model  
for super multiview video, 24  
A novel system for object pose estimation  
using fused vision and inertial data, 24  
A model to analyze Web aesthetics  
in an objective manner, 27

Networks and applications, 28

Technology highlight, 28

The future of networking is 5G,  
function virtualization  
together with the Internet evolution, 28



**Featured research outcomes, 29**

New Generation interactive video (VINTAGE), 29

A methodology for designing and evaluating cloud scheduling strategies in distributed videoconferencing systems, 31

5G networks: the challenge of building net neutrality, 32

An agile container-based approach to TaaS, 32

**Secure society, 33****Technology highlight, 33**

Proactive response to intrusions based on Markov models and neural networks, 33

**Featured research outcomes, 34**

Use a Hidden Markov Model (HMM) for each multistep attack scenario to predict intrusions, 34

**Software and data science, 35****Technology highlight, 36**

Software and Data Science for Digital Transformation, 36

**Featured research outcomes, 37**

Smart CEI Moncloa, 38

Cloud4Drones, 39

**FACILITIES, 43****Radiofrequency measurement and fabrication facilities, 43**

Anechoic / semianechoic chambers, 43

Infrastructures for measuring propagation effects and ancillary meteorological instruments, 45

Infrastructures for RF circuits fabrication, 45

Infrastructures for RF and microwave measurements, 47

**Big Data Processing and virtualization facilities, 48****Living Labs and Multimedia Production Services, 49**

Experience Lab of Spaces of the Future, 49

Dem3DTV, 50

**PARTNER OF THE INDUSTRY, 53****PEOPLE, 59**

Researchers and supporting staff, 59

Research groups, 66

**APPENDIX. IPTC NEWSLETTERS**

*In fact, we are on the way now,  
and somehow this Report  
exhibits the first and long steps  
of a roadmap.*





## Preface

The Information Processing and Telecommunications Research Center (IP&T Center, IPTC) was created in 2016 by Universidad Politécnica de Madrid (UPM), following the initiative of a number of highly competitive and recognized research groups working in the fields of Electronics, Communications, Networks, Computing and Data Science and Engineering, with a strong vocation for innovation and internationalization.

In the short term, the basic objective was to consolidate the many successes achieved from the 80s in a new demanding scenario, through multidisciplinary cooperation. The envisaged mission was (and is) to grow as a strategic research and development joint unit in ICT, capable of addressing major scientific and technological challenges, by looking at the problems with a different disruptive view, and getting prepared to cooperate in a complex environment with other strong R&D stakeholders, to generate services with a high economic and social value.

During these few years, some hidden things became apparent, not least the collective awareness of the relevance of our activity and the understanding of the enormous, sometimes unsurmountable, difficulties of standing up a project like this. A lot of energy had to be devoted to define and implement the basic governance rules and bodies, the communication and dissemination tools and channels, from the web and the social network channels to the newsletters; and also, the construction of a wide consensus and the practical set-up of a focused cooperative environment.

Meanwhile, in the course of time, and doing things more than less as usual, and in spite of the difficulties of the period, our scientific and technological results proved to be excellent, both academically and from the innovation point of view: yearly, more than 100 competitive research projects and more than 60 non-competitive active ones, around 20 Ph.D. theses completed, 10 patents, with a research force of around 160 researchers on the average. We head the official rankings, year by year, among all the R&D Centers and Institutes of the UPM in Global Valuation, Fund Raising and Diffusion/Impact of Scientific Research Outcomes.

We, undoubtedly, have margin for improvement, singularly to keep up in the mid-term in a good comparative situation with respect to other Centers, in the international arena, working in the same thematic field. And also to stay internationally relevant in the technologies and industrial sectors which have traditionally been in the core of our activity, and in some others which had not been in the past so much in our scope, but that they are now, such as the Fintech or the Manufacturing industries.

In order to extend our technological presence and prominence, we possibly would need to adopt a more disruptive attitude in relation with how and what we, successfully, already produce and deliver under the actual model of R&D Groups and the whole UPM model. The IPTC should serve to convey a number of strategic

collective undertakings. In fact, we are on the way now, and somehow this Report exhibits the first and long steps of a roadmap. On the one hand, the R&D Groups in IPTC have been improving their knowledge creation and transfer and renewed their partner networks around their traditional areas of Radio, Signal, Image, Data, Networks, Computing or Electronics, among others. The reported activities in this Memory, relative to publications, access to competitive financing or contracts with industries in the sectors of Defense, Space, Multimedia & Comms or ATM, just to name a few, show the health of our “traditional” competences and relationships.

But, at the same time, in the last two or three years, we have started a journey through a number of new (or not so new) promising horizontal/vertical initiatives which will probably shape part of our strategic roadmap. Principally, Digital Transformation, Future Telecoms and Data Science:

- *Technologies for Digital Transformation of the Industry*, which encompass from the Cloud to the IoT, and from the smart sensor-based diagnostics to the full XaaS. This panoply of enabling technologies, together with data-based industry and business operations management tools, is framing a picture of new approaches, augmented products and new business models.
- *Future Telecoms*, and in particular the world of 5G and beyond, where extra wide band for mobile communications, very low latency and high reliability for critical applications are envisaged. We are not only expecting improved performance in existing services but rather a new set of scenarios, where some brand-new concepts will be made practical. Technologies that leverage on virtualization, slicing concepts and openness and interoperability of hardware will probably compose a part of the IPTC’ focus.
- *Data Science and Engineering* and the spill-out of Data Analytics and Artificial Intelligence, which is an area in which not less than 8 Groups in IPTC have a proven record of more than 30 years (in the 90s we published as pioneers in the area of neural networks -today, Deep Learning- and we were a national reference in what it was called then adaptive-learning systems, which would soon converge semantically in the term Machine Learning). The IPTC has collectively reinforced its R&D stakes in Big Data & Artificial Intelligence, with more than 50 financed projects in the last three years, in several basic and applied areas, including Telecommunications, Defense, Health, Smart Cities, Fintech or Transport.

The focus on these three and in some other emerging areas does not imply by no means that in the future we will progressively forget about e.g. Signals, Radio or Devices. On the contrary, integrative multidisciplinary, from the basics to the service and from the algorithm to the machine, is our main distinctive asset and value.

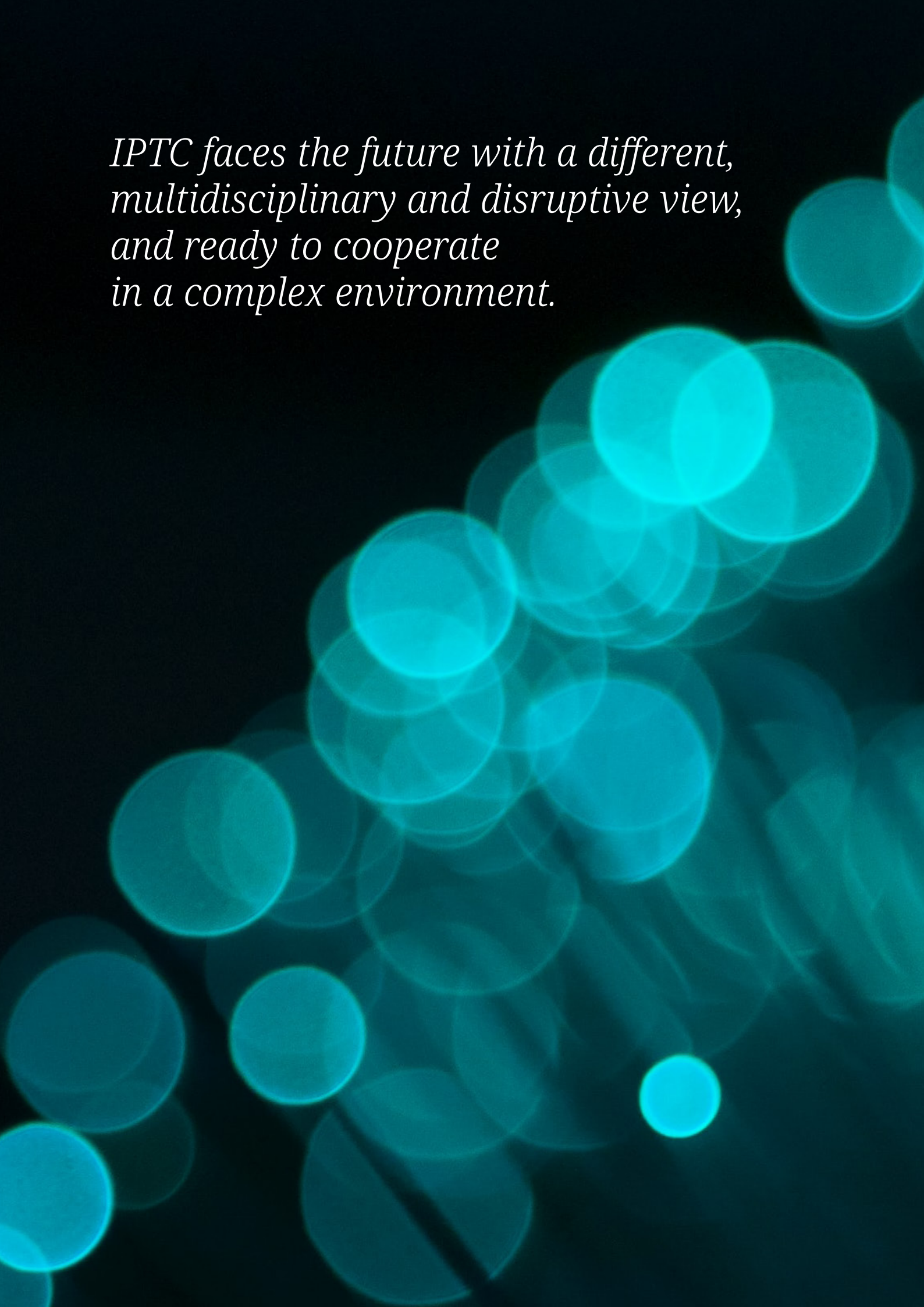


This Memory intends to be only a partial compilation of some of the results obtained in the period. Although the irruption of COVID-19 prevented us from conclude it in a calm and collected way, we feel that it still contains a good summary of our activity in this taking-off period.

To finish this long preface, and not least, I would like to acknowledge the enormous amount of work devoted to this Memory by all the members of the Management Team, and the generous effort of the Academic Secretary.

**José Ramón Casar Corredera**  
**Director**

*IPTC faces the future with a different,  
multidisciplinary and disruptive view,  
and ready to cooperate  
in a complex environment.*



## About us

### The Foundation: Mission and Vision

The Information Processing and Telecommunications Center was founded in 2016 by the Universidad Politécnica de Madrid, bringing together the vision of recognized research groups working in different areas of ICT, such as Electronics, Communications, Networks, Computing, Software and Data Science and Engineering.

The envisaged mission was to grow as a strategic research and development unit in ICT, capable of addressing major scientific and technological challenges, by looking at the problems with a different, multidisciplinary and disruptive view, and prepared to cooperate in a complex environment with other strong R&D stakeholders, to generate advanced research assets, products and services with a high economic and social value.

The Center connects and leverages the skills and experience of researchers and teams in a variety of ICT areas, with the main objective of facing the new challenges of research, innovation and education brought by emerging ICT technologies and ecosystems.

The IPTC strategy is built around three mission pillars that aim at strengthening the Center potential as:

- An excellent stakeholder in the national and european research ecosystem.
- A reliable research, technology and education reference and knowledge provider for national industry.
- A sound structure for young and senior researchers to develop their careers.

### Strategic Areas

The Center gathers the skills and experience of a number of researchers and 16 research teams with a long and sustained track in ICT. IPTC researchers work in different strategic areas, in particular in:

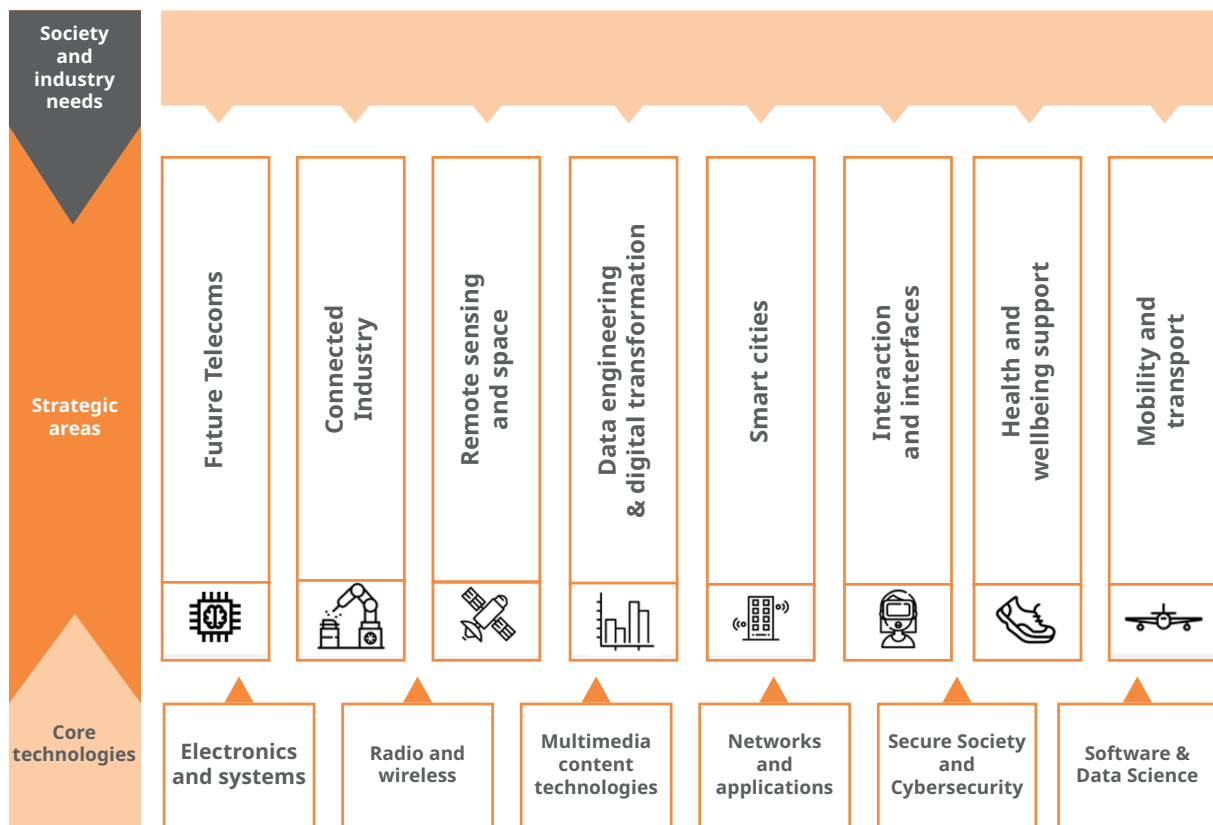
- **Mobility and Transport:** Information and Communications Technologies for enhanced, efficient and friendly transport. The area includes the development of techniques for specific challenges of different means of transport and multimodality management. Emphasis is in communications systems and infrastructure design, and in accurate tracking, planning, navigation and optimization technologies. In air transport, the focus of research is in Air Traffic Control and Management and Unmanned Traffic Management Systems, including Remotely Piloted and Auto Piloted Platforms and the airport ecosystem (both for airlines and passengers). In ground transport, the main focus is on the Smart and Connected car and train.



- **Connected Industry:** The IPTC is aligned with the objectives of the EC initiative of Digitising European Industry (the manufacturing sector in the EU accounts for two million enterprises and 60% of productivity growth). The Center has an outstanding activity in most of the core technologies to advance the concept of Smart Industry and Connected Industry, including world-class research in IoT, robotics, cloud technologies and data analytics.
- **Data Engineering and Digital Transformation:** The IPTC has a long record of activity in Data Science and Engineering and in the full set of technologies and concepts to ease and push the advanced digital transformation of several niche sectors. Big Data techniques and technologies, Business Intelligence tools, Very Advanced Simulation and Visualization, Artificial Intelligence, Large-Scale Platform Design and Cloud technologies are some of the fields of activity of the Center. Some of the target sectors of application are: Finance, Cities, Health, Telecomms, Industry and Retail.
- **Future Telecoms:** The IPTC has a strong focus in all aspects of the Telecommunications of the Future, from the device and the signal to the media, the network and the social and security facets. The key areas of the Center are advanced electronics and circuit design (up to millimeter waves), 5G core technologies and subsystems, including Open RAN, advanced array and data processing, next generation media and next generation internet, including prominently the internet of things. Social networks analyzed from the service and social point of views and the full chain of issues and aspects in Cybersecurity are also areas of activity in the Center.
- **Health and Wellbeing Support:** A number of ICT-based concepts are being developed to support health care and wellbeing in general. These include a panoply of technologies, which range from biomedical image processing, recording and communication or wearables' design to intelligent ubiquitous monitoring and remote care infrastructure design. The key drivers of the area are independent ageing, advanced diagnosis and personal health services.
- **Interaction and Interfaces:** Augmented, Virtual and Natural Interfaces are key for many applications at IPTC that aim at providing the users with enriched experiences. Core and supporting technologies in HCI (Human-Computer Interaction) include localization, multimedia, speech, gesture and biometric recognition, 3-D reconstruction, advanced graphics and visualization, sound processing, holographics, etc., combined with other smart spaces technologies (such as actuators, lighting, personalization or smart objects). Application fields range from accessibility to leisure and from design to rehabilitation.
- **Defense, Remote Sensing and Space:** Remote sensing, in its broadest meaning, i.e. as the field which deals with the acquisition and processing of information of non-contact sensors, is one of the major areas of activity in the IPTC.

It includes e.g. device-level research, such as special-purpose circuits and antennas, algorithm-level research, including signal processing and detection and enhancement, and complete working systems, based on multispectral, infrared, ultrasound and radar technologies. Applications are, for example, systems for Defense, Air Traffic Control, Meteorology and Earth Observation.

- **Smart Cities:** The Smart City concept, in the IPTC view, includes not only the technologies to make the city services management more efficient and sustainable, but also those that allow to provide its citizens and visitors with more and richer personal and social experiences. Thus, the Smart City concept extends permeates to the Smart Spaces, including specific indoor, public and private, leisure and workspaces, and the Urban Smart Services. The Center is mainly focused on technologies of the Internet of Things (such as Sensors, Actuators, Communications Big Data Processing and Cloud Infrastructures), and also on technologies for Mobility and Personalization.



**Figure 1.** IPTC strategic areas and core technologies.

IPTC strategic areas (Figure 1) combine the advances and research in different core technologies, in particular Electronics and Systems, Radio and Wireless, Multimedia Content Technologies, Networks and Applications, Cybersecurity and Software and Data Science. IPTC outcomes in these enabling technologies are exemplified in the next Section.

## Mobility and Transport

Air, surface, multimodal

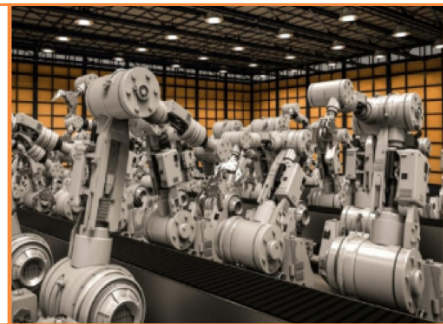
ICT for improved, efficient and friendly transport are one of the privileged fields of work in the IPTC. The area includes the development of the techniques for all means of transport and form multimodality management. Emphasis is in communications systems and infrastructure design, and in accurate positioning, planning, and guidance.



## Connected Industry

Data-driven, cognitive computation, Big Data, IoT

Aligned with the objectives of the EC initiative of Digitising European Industry (the manufacturing sector in the EU accounts for 2 million enterprises and 60% of productivity growth). Outstanding activity in the core technologies to advance the concept of Smart Industry, including world-class research in IoT and data analytics.



## Data Engineering & Digital Transformation

Target sector orientation, data exploitation, advanced modelling

Focused on digital transformation of several niche sectors. Big Data techniques and technologies, Business Intelligence tools, Very Advanced Simulation and Visualization, Artificial Intelligence, Large-Scale Platform Design and Cloud technologies



## Future Telecoms

Signals, media, networks and security

Key areas are advanced electronics and circuit design (up to millimeter waves), 5G core technologies, advanced array and data processing, next generation media and next generation internet, including prominently the internet of things. Social networks and the full chain of issues and aspects in Cybersecurity are also areas of activity in the Center.





## Health and Wellbeing Support

Biomedical imaging, behaviour analytics, mobile health, ambient assisted living

IPTC works on e.g. technologies to improve diagnostics, such as advanced biomedical imaging or tailored wearable devices; data processing for behavior modeling, gait or speech analysis for early detection of disease episodes; communications and infrastructures to deliver secured and interoperable health data intensive services; co-creation with practitioners and patients of mobile health tools.



## Interaction and Interfaces

Augmented, virtual, natural and smart

Augmented, Virtual and Natural Interfaces are the key focus of part of the IPTC. Combined with other smart spaces concepts, one of the basic challenges is to provide enriched experiences to the user. Application fields range from accessibility to leisure and from design to rehabilitation.



## Defense, Remote Sensing & Space

Device, algorithms, systems and applications

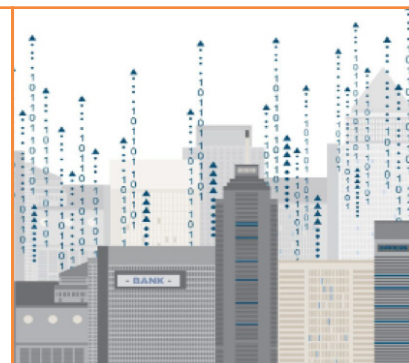
Research at the device-level, such as special-purpose circuits and antennas, algorithm-level, including signal processing and detection and enhancement, and complete working systems, based on multispectral, infrared, ultrasound and radar technologies.



## Smart Cities

Spaces resources, citizens

The Smart City concept, in the IPCT view, includes not only the technologies to make the city services management more efficient and sustainable, but also those that allow to provide its citizens and visitors more and richer personal and social experiences. Thus the Smart City concept extends itself into the Smart Spaces, including specific indoor, public and private, leisure and work spaces.



*IPTC leverages research outcomes  
in electronics, radio and wireless,  
multimedia and HCI, networks,  
cybersecurity, SW and data science.*



## Research activity

Within its strategic areas mentioned in the previous Section, IPTC researchers leverage and apply outcomes in different domains, in particular:

- Electronics and Systems,
- Radio and Wireless,
- Multimedia Technologies and Human Interaction,
- Networks and Applications,
- Secure Society,
- Software and Data Science.

In the next pages we gather, per research domain, an introduction to IPTC activity, some technologies highlights and some examples of research outcomes. The compilation does not aim to be exhaustive, but representative in terms of the diversity of the Center activity.

## Electronics and systems

The remarkable progress in ICT has a key substrate in the development of system-level technologies based on the continuous miniaturization and integration of heterogeneous technologies and components, which enable the development of optimal HW/SW systems and complex computer systems to support the implementation of applications and advanced services.

In regard of this fundamental knowledge for ICT, IPTC focuses specifically on:

- Hardware systems design, using both application-specific integrated circuits and programmable circuits (FPGA, GPU, etc.) or advanced processors -high performance massively parallel architectures- for different applications including systems up to the level of complexity of Data Processing Centres.
- Software technology and support tools. This activity covers a broad spectrum of topics ranging from operating systems to Computer Aided Engineering tools.
- Auto-deployable and advanced intelligent systems that integrate all the above items (HW/SW/Communications), including interfaces between the analog and digital worlds (sensors and actuators) for various fields of application (internet of things, e-health, digital society, infrastructure management, transport, etc.).

## Technology highlight

### *The future of Artificial Intelligence is HW*

Brain-inspired computing includes programs, algorithms and hardware architectures that mimic the functioning of biological neural networks. In the human brain, neurons communicate with each other forming a dense neural network through weighted connections or synapses. By changing the weight of each of its



1014-1015 synapses, the brain can learn, process information and store memories. This establishes a paradigm of parallel, distributed, adaptive and fault-tolerant computing that contrasts with the classic von Neumann model and is the key to the current revolution in artificial intelligence (AI) applications.

The scientific and technological areas that can benefit from this type of computing are extended every year: classification of images, location and detection of objects, segmentation of images, video surveillance, recognition of actions, speech recognition, natural language processing, generation audio, detection of various types of cancer, genomics, reinforcement learning for games, robotic arms control, movement planning for terrestrial robots, visual navigation, autonomous vehicle control, financial operations, financial risk assessment, weather forecast, etc.

In this area, IPTC researchers work, for example, on the delivery of optimizing operations for neuromorphic computing systems.

## Featured research outcome

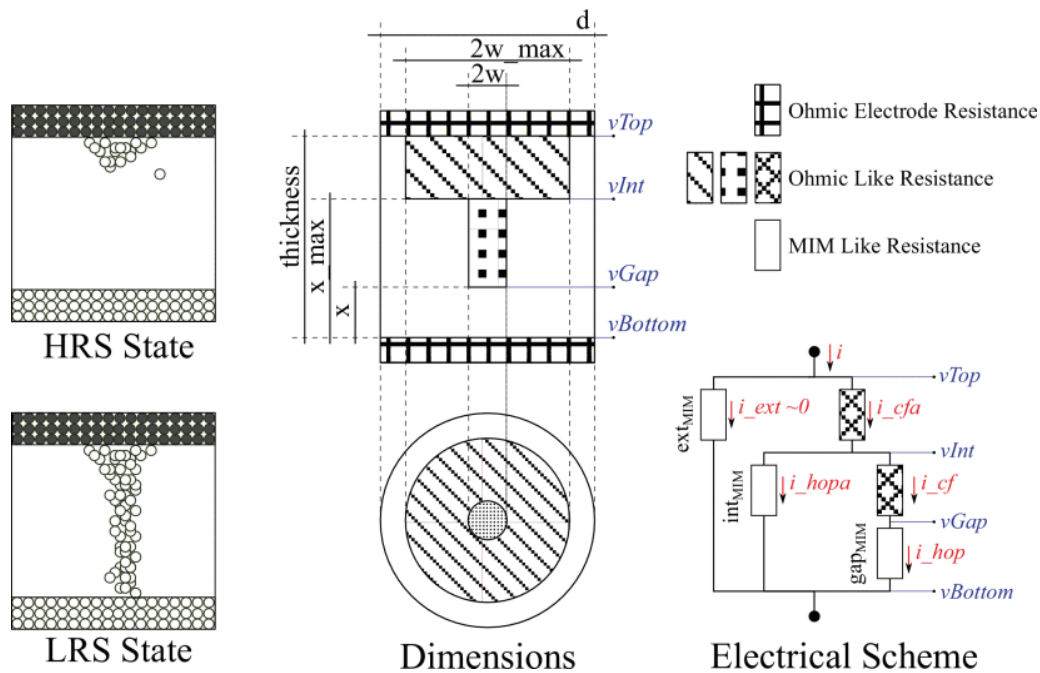
### *Reliable RRAM read and write operations for neuromorphic computing*

Resistive switching memories or resistive RAM (RRAM) are an attractive alternative to nonvolatile storage and neuromorphic computing systems. However, their behavior strongly depends on the cell features, driver circuit, and working conditions. In particular, the circuit temperature and writing voltage schemes become critical issues, determining resistive switching memories performance. These dependencies usually force a design time tradeoff among reliability, device endurance, and power consumption, thereby imposing nonflexible functioning schemes and limiting the system performance.

Standard CMOS reliability analyses do not take into account RRAM related misbehaviors. Consequently, new and more thorough characterization approaches are needed. Even more important, as RRAM is proposed to become a key piece in multiple solutions, new radiation and temperature analyses should also be considered in reliability-oriented methodologies. It is therefore necessary a unified solution that completely characterizes RRAM and CMOS hybrid circuits under the combined effects of both technology and environmental error sources. In [1], variability simulation is carried out based on three pillars: the definition of suitable models, the application of user-defined metrics to measure both circuit reliability and performance, and the efficient definition of the design space. These concepts are used by a powerful simulation framework, achieving automatic characterization of RRAM-based circuits by simultaneously considering multiple error sources. As a case of study, a thorough analysis of an RRAM read driver, including RRAM lifetime, circuit temperature, CMOS and RRAM variability, and radiation—both accumulated dose and single particle impacts—highlights the proposed approach capabilities.

Once the design framework is set, it is time to design. The reliable operation of RRAM requires accurate design of reading and writing architectures that ensure

their correct operation no matter the external conditions (working temperature). It could be also of great interest to define different of application-oriented writing profiles that could be dynamically loaded. This way, taking advantage of more efficient configurations, the system can be dynamically adapted to overcome RRAM intrinsic challenges. In [2], several profiles (Figure 2) are analyzed regarding power consumption, temperature variations protection, and operation speed, showing speedups near 700× compared to other published drivers.



**Figure 2.** HRS and LRS state representations and used compact model in [2].

- [1] On the Design and Analysis of Reliable RRAM-CMOS Hybrid Circuits. Fernando García-Redondo; Marisa López-Vallejo. IEEE Transactions on Nanotechnology. Volume: 16, Issue: 3, Pages 514-522. July 2017. García-Redondo, F., Royer, P., López-Vallejo, M., Aparicio, H., Ituero, P., & López-Barrio, C. A. (2016). Reconfigurable writing architecture for reliable RRAM operation in wide temperature ranges. IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, 25(4), 1224-1235.
- [2] Reconfigurable Writing Architecture for Reliable RRAM Operation in Wide Temperature Ranges, F. García-Redondo; P. Royer; M. López-Vallejo; H. Aparicio; P. Ituero; C. A. López-Barrio, in IEEE Trans. on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, Volume: 25, Issue: 4, April 2017. Impact Factor (2014): 1.245.

## Radio and wireless

Many applications and services rely on the use of radio waves to meet the operational requirements of mobility, ubiquity, access, etc., thus making the radio spectrum a scarce resource, subject to the pressure of an ever-increasing efficiency of its use. As a consequence, hot research areas in radio and wireless are the use of new frequency bands, techniques, and standards intended to exploit the data transmission capacity of the communication systems and the performance of radio systems in general, and the development of technologies that support them.

IPTC activity in this field is organized around two main lines:

- Development of technologies and subsystems (antennas, transceivers, processors, etc.), to implement new flexible architectures adapted to operate in new frequency bands, with higher bandwidths and high levels of integration. Radio architectures for 5G, SDR, cognitive radio and ad-hoc networks.
- Development of specific applications in various fields (mobile communications, wireless communications, internet of things, sensor networks, localization and traffic control, systems for security and defense, guided platforms, etc.), including characterization techniques of propagation, modelling, planning, specification and characterization of the aforementioned systems.

IPTC has a long track of sustainable activity both with industry and administrations in this area.

## Technology highlight

### *Additive Manufacturing (AM) of 3D Printed Microwave Passive Components*

3D printing and its low-cost version are used in a great variety of fields and also by the microwave engineer to get the maximum throughput. When microwave or RF engineering is considered, it is mainly referred to passive waveguide devices. In this way, two main applications can be distinguished: prototyping and manufacturing. Since the material used to build the device is plastic, a subsequent metallization process may be conducted. In the former case, the device would remain as a model; whereas in the latter it can be used for real applications.

When 3D printing for prototyping is considered, the main goal is to reach a clearer communication in the discussion between the microwave designer and the professionals of the manufacturing workshop. There is a saying that an image is worth a thousand words, with the AM taking this a step further by considering that a 3D physical model is worth a thousand 2D representations.

The microwave engineer may sometimes design some difficult geometries and then another party may take care of the manufacturing. If an initial prototype is available for discussion, it may be easier for the mechanical engineer to identify the main structural challenges as well as having a global vision of the whole device itself. The engineer may also realize that some parts of the design could be improved or modified. Of course, computational 3D models are normally used, but with low-cost 3D printing, a full-scale model is available almost instantly. AM becomes a tool to gain a deeper understanding throughout the design process. Besides, the availability of real models may be useful for another application full of potential: education. Models provide outstanding intuition without replacing theoretical results.

Students have started to use computational tools to complement their academic training, and AM brings that to a whole new level. After studying the theory, the students are capable of handling state-of-the-art filters, antennas, orthogonal mode transducers (OMTs), or power combiners in the laboratory.



For these prototyping applications, the designed devices are not intended to work, that is, the model can remain a dummy with no further utility. However, in order to obtain a device with proper electrical response, it is mandatory to include metal in the process. When metal is the raw material used to 3D print the model, many advantages of AM appear more evident.

For instance, unfeasible geometries by traditional means such as computer numerical control (CNC) milling may be achieved. Besides, there is a saving in consumed material, making the whole process more sustainable. Yet to combine those advantages with plastic 3D printing represents a bigger challenge, that is, low-cost.

## Featured research outcomes

### *Technological developments for millimeter-wave radars in security*

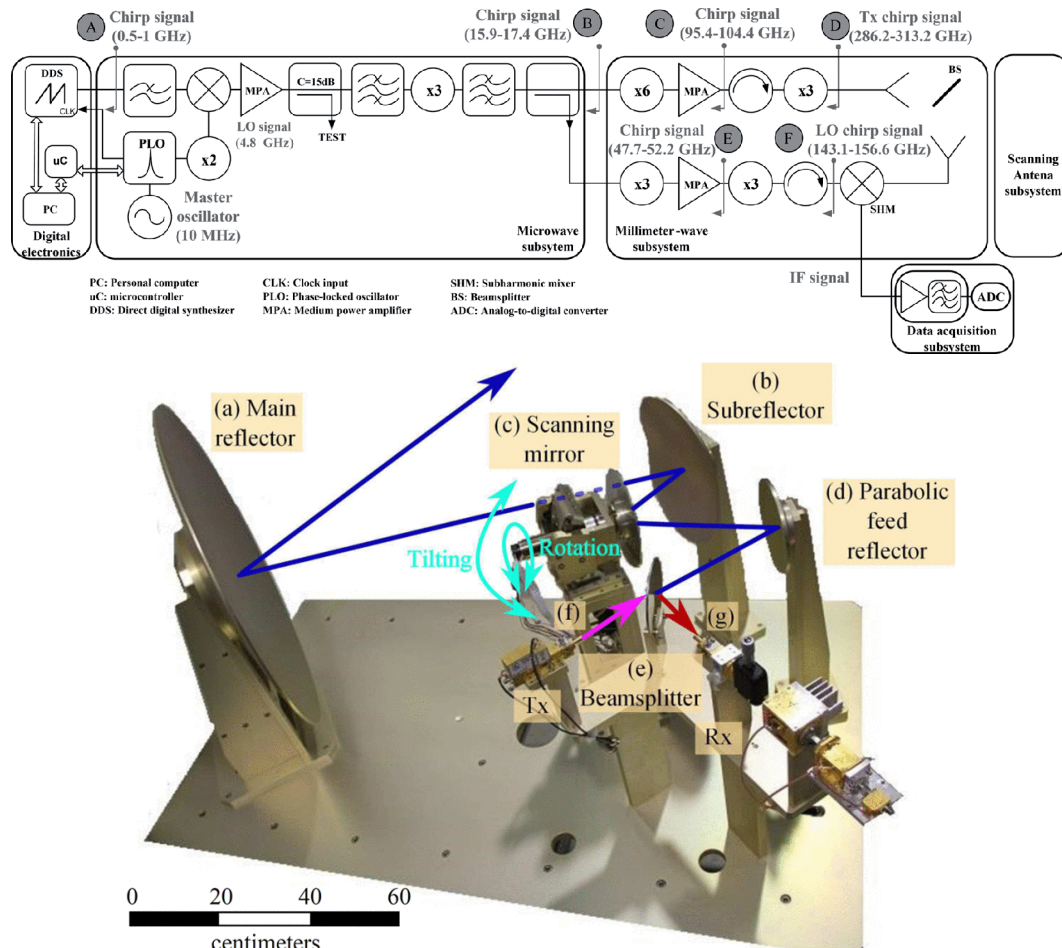
The technological developments in the millimeter-wave band (30 GHz to 300 GHz, wavelength region from 10 mm to 1 mm) have seen a rapid progress recently, owing to the increasing availability of signal-generation sources and detectors at this band, which offer high bandwidths that are of interest for applications such as spectroscopy, security and radioastronomy. Furthermore, the development of technology at this band is expected to play an important role in the creation of new industrial fields that meet society needs. While the development of technology for millimeter-wave band is an interesting topic itself, the development of technology is more effective when it is considered within the context of a certain application. The requirements of security applications demand innovative solutions for which millimeter-wave band radar technology can yield considerable benefits compared to other technologies. Active radar sensors at millimeter-wave band are a competing technology for the detection of concealed objects under clothes without the targets being aware of their scanning in risk public areas in contrast to portal systems which increase the system vulnerability. Furthermore, as opposed to X-ray technology, the radiation at millimeter-wave band is non-ionizing and therefore, raise safety concerns.

The work carried out at IPTC in this topic includes, for example, three hardware modifications to stand-off and through-the-wall surveillance CW-LFM radars previously designed that improve the radar performance with different alternatives of radar-signal generation, the use of the phase information and the evaluation of polarimetry techniques [3].

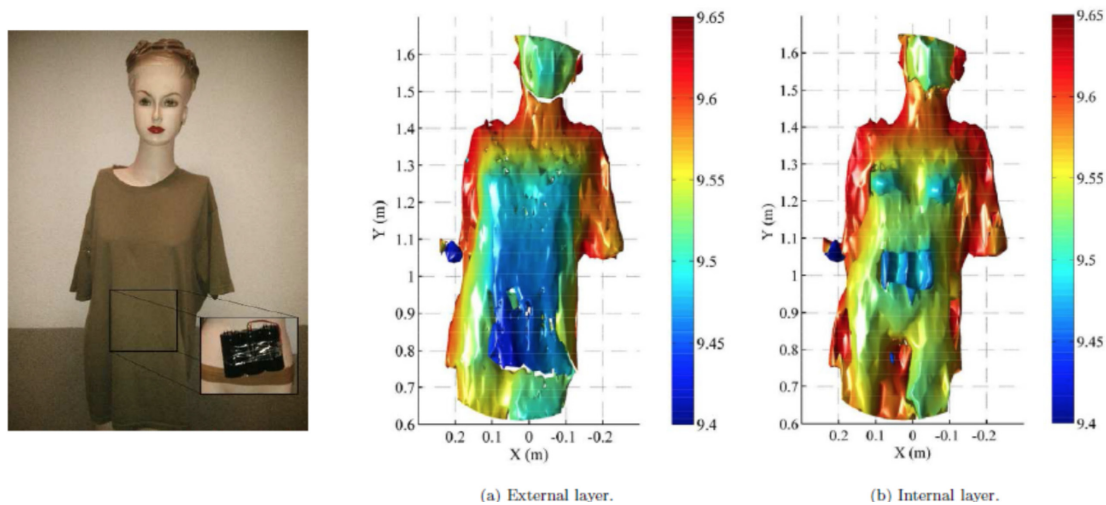
The imaging radar (Figure 3a) designed to obtain a 27 GHz instantaneous bandwidth at 300 GHz includes a scanning antenna subsystem consists of a bifocal ellipsoidal Gregorian reflector [4] as shown in Figure 3b with the complete assembly. This configuration ensures a spot size of about 1.6 cm at 300 GHz on the field of view of 50×90 cm<sup>2</sup> at a standoff distance of 8 m.

Figure 4 shows the mannequin with threats under clothing used to test the system and the results of the imaging radar for the external and internal layers.

- [3] Cidre, G. R. (2017). Technological Developments for Millimeter-Wave Radars. Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid.
- [4] García-Pino, A., Gonzalez-Valdes, B., Rubiños, O., Grajal, J., Badolato, A., Mencia-Oliva, B., García, P. & Besada-Sanmartín, J. L. (2014). Bifocal reflector antenna for a standoff radar imaging system with enhanced field of view. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 62(10), 4997-5006.



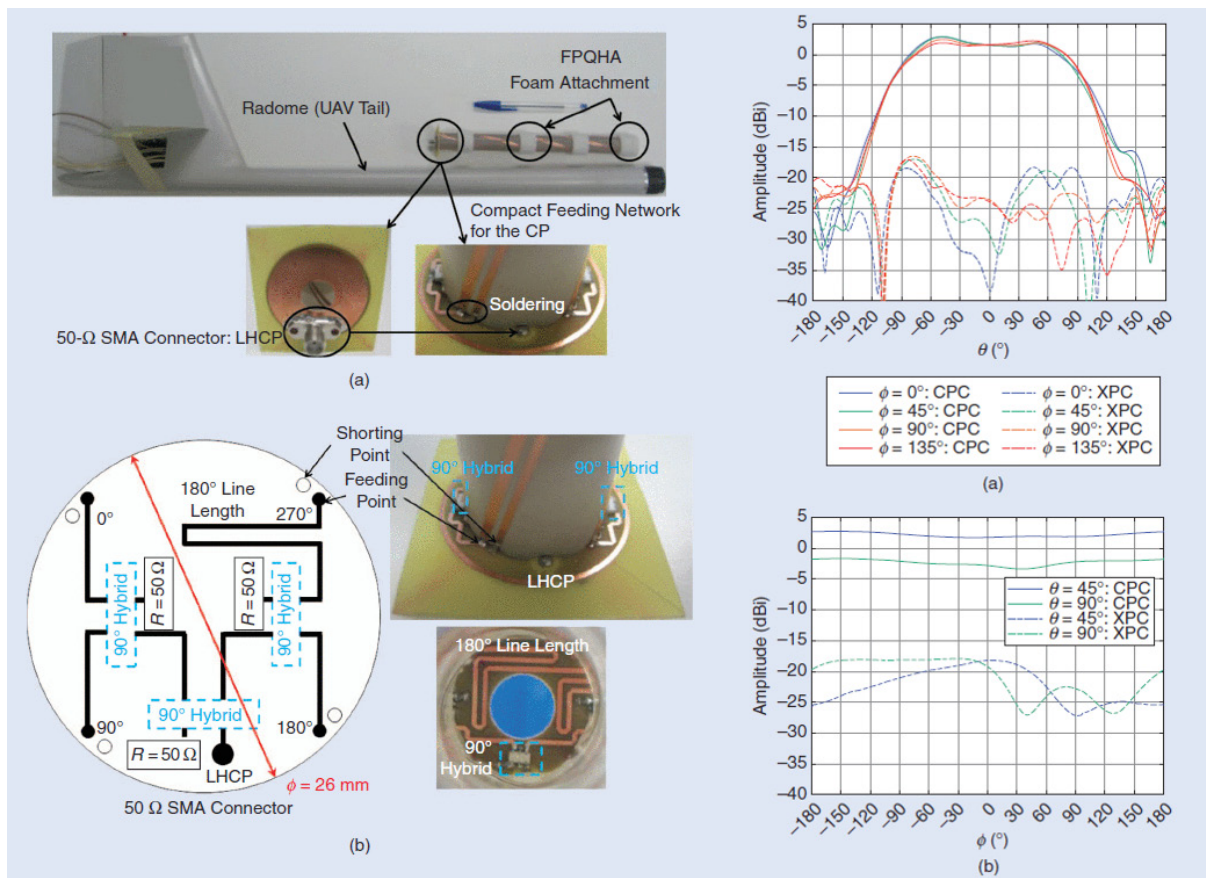
**Figure 3.** a) Block diagram of the imaging radar designed to obtain a 27 GHz instantaneous bandwidth at 300 GHz. b) Complete assembly.



**Figure 4.** Mannequin and imaging radar results.

## Antenna for UAV telemetry and remote control

The recent advances in wireless communication systems regarding either the radiating terminals or the radio frequency devices in the transmission and reception systems have enabled new possible applications and services. One of these new applications is the development of communication systems for UAVs. A UAV refers to any aircraft that is capable of flying in an autonomous way and operating in a wide range of missions and emergency scenarios. The UAVs can either be remotely controlled from a ground base station, or they may have no necessity of human intervention, being piloted by an embedded computer (a flight control system). Whatever the nature of the UAV, its elements, such as its sensors, global positioning system (GPS), servos, and communication systems, are vital to its remote or autonomous operation. After many years of development, UAVs are reaching the crucial moment in which they could be applied in a civil or military scenario for a huge amount of potential applications and services.



**Figure 5.** FPQHA prototype with UAV tail fiberglass fuselage. Measured radiation pattern for the FPQHA prototype inside the UAV tail fuselage at 868 MHz for LHCP polarization.

- [5] González, J. M. F., Padilla, P., Valenzuela-Valdes, J. F., Padilla, J. L., & Sierra-Perez, M. (2017). An Embedded Light-weight Folded Printed Quadrifilar Helix Antenna: UAV telemetry and remote control systems. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 59(3), 69-76.



In IPTC, an embedded folded printed quadrifilar helix antennas (FPQHA) with a wide-angle coverage for Unmanned Aerial Vehicles (UAV) telemetry and remote-control systems has been designed (Figure 5). The novelty of this design [5] is that the FPQHA needs to be carefully designed due to UAV tail dimensions and weight constraints while maintaining a high performance to be integrated in the inner part of the UAV tail fuselage to reduce aerodynamic drag. The radiating terminal, formed by a folded printed four-helix radiating section and a compact feeding network, is designed to provide left-handed circular polarization (LHCP). The complete design offers a very homogeneous pattern in azimuth with a very good axial ratio level over a wide range of elevation angles. The use of low-loss and lightweight materials is also an advantage of this design. The wide radiation pattern favors its use for multi-element communication systems. Finally, the antenna performance results are obtained mounted inside a UAV tail platform.

## Multimedia technologies and human-computer interaction

The area of technologies for production, management and analysis of content and, in particular, the exploitation of resources and systems based on video, images, voice, audio and multimedia is, in general, one of the critical enabling areas for a countless number of modern ICT applications and systems. In this field, IPTC conducts research within two main aspects:

- *Tools and technologies for the creative and media industries*, including production, transmission, analysis, fusion and management of video, images, voice, audio and multimedia. The main challenges addressed are the advancement of technologies for the production of high-quality content and the design of new user experiences, especially for ubiquitous and broadband internet and on mobile and portable devices.
- *Multimodal-responsive systems*, i.e technology enablers of natural interfaces and interaction, including gesture, face and speech recognition and augmented-mixed reality systems.

## Technology highlight

### *Deep machine learning for speech processing*

Deep learning is the reissue, corrected and augmented, of the idea of neural networks that already had a first period of use in the last decades of the XX century, but that now takes advantage of the current growth in computational capacity (multicore CPUs, GPUs - Graphics Processing Units, TPUs - Tensor Processing Units) for the implementation of new architectural ideas of neural network unthinkable in those times, as well as the parallel processing of huge amounts of data to enable the training of such architectures. Thus, the new neural networks are designed in architectures of many more layers and many more neurons per layer than the old architectures.

But even more, the capacity of contextual processing is remarkably developed with new architectures that are capable of processing a greater window of information over time for audio signals (theoretically unlimited, in architectures such as BLSTM - Bidirectional Long Short Term Memory) or in image (also supported by the concept CNN - Contextual Neural Network with neuronal subsystems that analyze fundamental characteristics of parts of the image, later integrated by superior layers of the neuronal architecture). Also noteworthy is the ability of the new neural architectures to perform what is called multimodal fusion, being able to process, for example, audio and video inputs in parallel to perform some intelligent application (such as tagging who and when involved in a television debate). and what specifically said or even develop a summary-script of the debate that allows indexing the content).

Another paradigm with increasing interest within deep learning is the end-to-end processing in which the neural network is able to process directly in its input, for example, audio samples to emit in its output the spoken text transcribed by emitting directly, character to character, the solution and also without the preparation or intervention of the explicit models of support that were typically needed in traditional automatic speech recognizers (vocabularies, inventory of allophones - acoustic realization of phonemes), grapheme-allophone transcriptions, models of language, etc.). In these new end-to-end strategies, the neural architecture implicitly acquires and codifies all that knowledge after having learned automatically with a huge set of examples in which the audio signal is offered along with the text of what is there spoken.

In speech technology and in many other fields, the use of deep learning is providing previously unseen performances that allow the successful application of this technology to the development of solutions for very diverse industrial sectors.

Some systems already enjoy broad social permeability, such as systems such as Apple's Siri, Google Assistant, Microsoft Cortana, Amazon Alexa and others that allow us to use voice as a command interface and Internet searches. These assistants not only have speech recognition systems based on deep learning but also some of their answers are returned spoken thanks to speech synthesis systems (TTS - *Text To Speech*) that have also evolved with the use of end-to-end deep learning. Behind these interfaces with the person through speech, are the systems actuators and search engines on the internet that also benefit from machine learning with elaborate text and multimedia processing techniques to increase user satisfaction with obtaining the requested information.

IPTC personnel conduct research, consulting and training services, as well as technology transfer both in the application of speech technology to the interaction spoken in intelligent environments, including animated, indexed and information retrieval agents, such as in the application of machine learning to other sectors such as technical aids for disability, diagnosis and rehabilitation of pathological

speech, forensic applications, monitoring of human activities through inertial sensors (detection of motor anomalies and physical exercise evaluation), analysis of multimedia content and its application to the modeling of human perception (automatic inference of interest and emotions aroused in a spectator), as well as decision-making systems in various industrial applications.

## Featured research outcomes

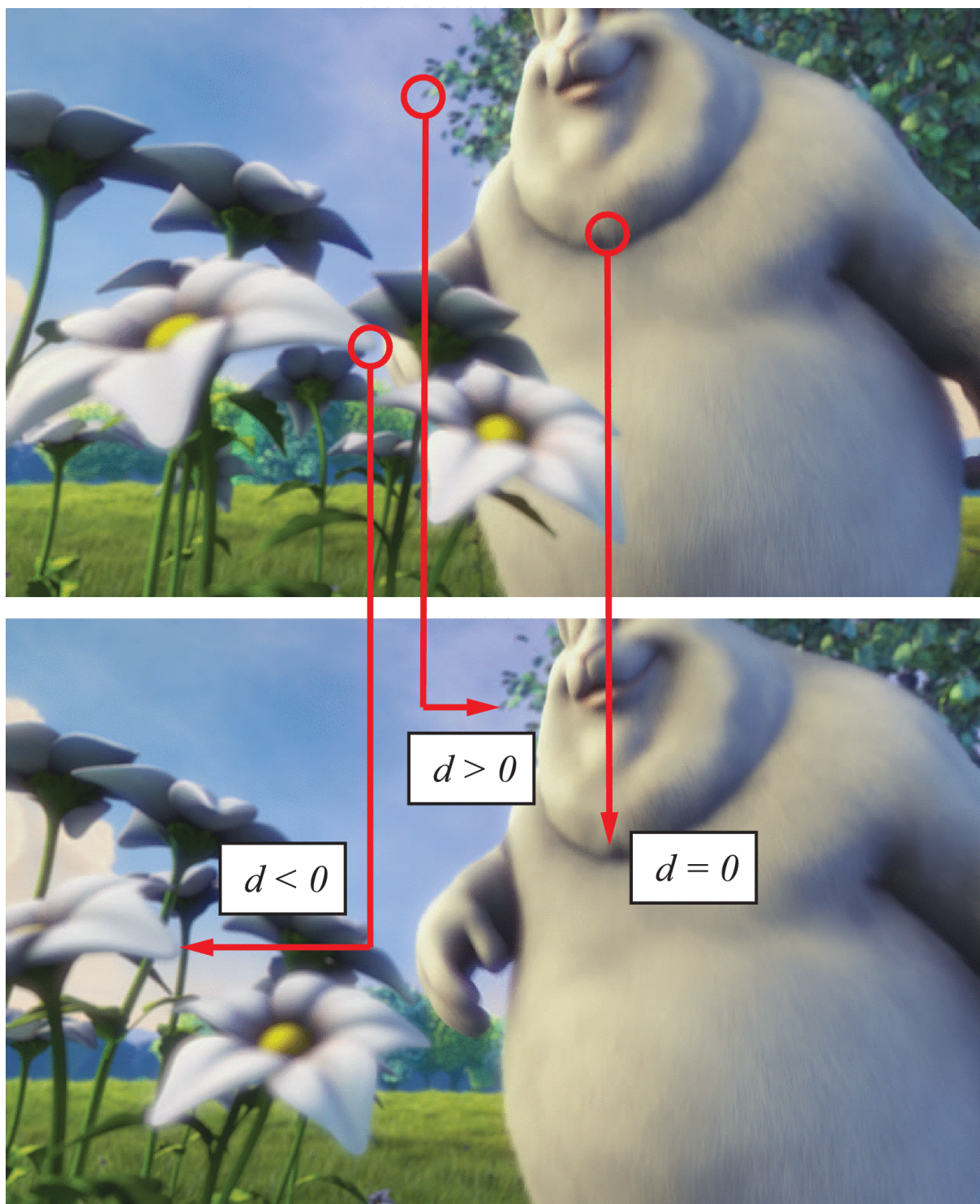
### *Multiview perceptual disparity model for super multiview video*

Super MultiView (SMV) video display is the most promising technology for 3D glasses-free visualization [6]. Although only a few prototypes are currently available, the research on technical and perceptual factors related to this approach is crucial. IPTC researchers have developed a novel model to capture the subjective perception of SMV, called the MultiView Perceptual Disparity Model (MVPDM), by means of a parametrization of the relationship between 1) capture and scene settings, and 2) perception of speed comfort and smoothness in the viewpoint transition. The MVPDM is based on a novel parameter: the perceptual disparity, that captures appropriately the perceptual cues specific to SMV visualization. The model has been validated using the results of subjective tests on realistic SMV content (Figure 6) as benchmark. On the one hand, the subjective results show a high correlation with the MVPDM parametrization, outperforming previous approaches. On the other hand, this test provides useful information about the parameters of the SMV sequences that should be used to guarantee satisfactory visual experience. Thus, the MVPDM constitutes a valuable tool for the design of subjective evaluation and content creation of SMV.

### *A novel system for object pose estimation using fused vision and inertial data*

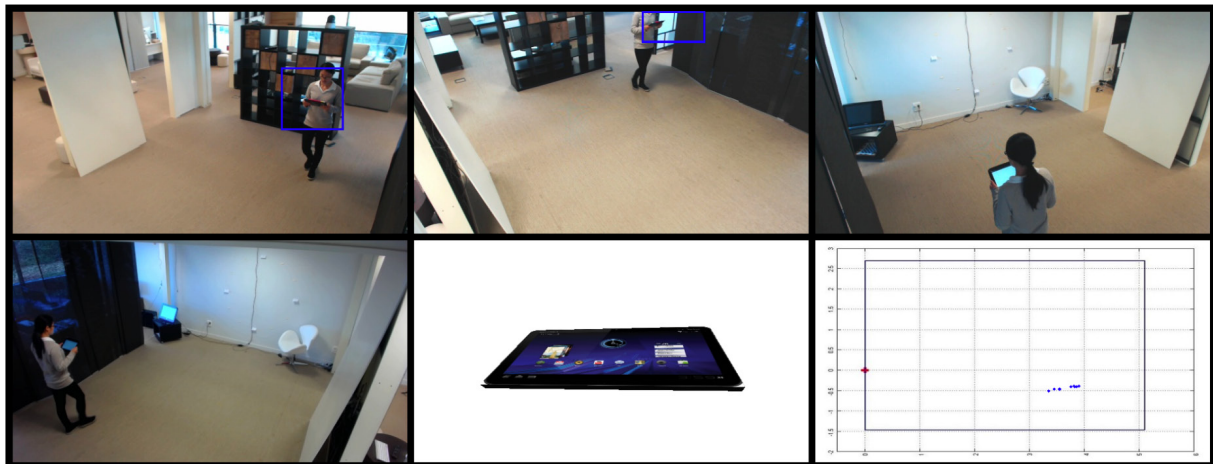
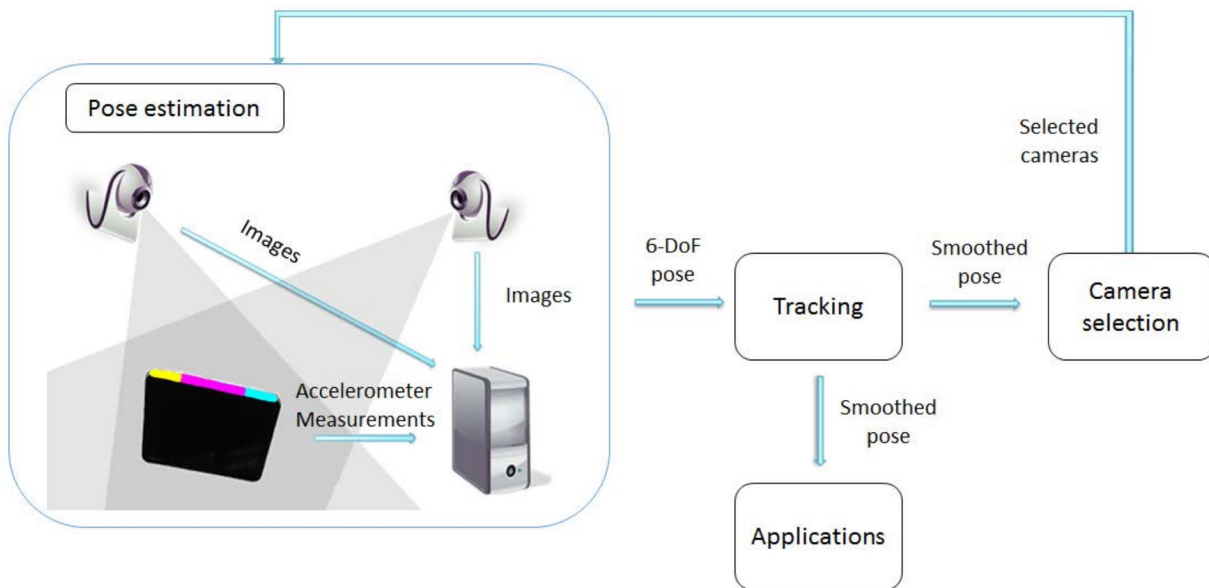
Six-degree-of-freedom (6-DoF) pose estimation is of fundamental importance to many applications, such as robotics, indoor tracking and Augmented Reality. Although a number of pose estimation solutions have been proposed, it remains a critical challenge to provide a low-cost, real-time, accurate and easy-to-deploy solution. Addressing this issue, IPTC researchers have designed and prototyped a multisensor system for accurate pose estimation that relies on low-cost technologies [7], in particular on a combination of webcams, inertial sensors and a printable colored fiducial (Figure 7a). With the aid of inertial sensors, the system can estimate full pose both with monocular and stereo vision. The system error propagation has been analyzed and validated by simulations and experimental tests. Our error analysis and experimental (Figure 7b) data demonstrate that the proposed system has great potential in practical applications, as it achieves high accuracy (in the order of centimeters for the position estimation and few degrees for the orientation estimation) using the mentioned low-cost sensors, while satisfying tight real-time requirements.





**Figure 6.** Relation between disparity and depth for convergent cameras.

- [6] Carballeira, P., Gutiérrez, J., Moran, F., Cabrera, J., Jaureguizar, F., & García, N. (2016). Multiview perceptual disparity model for super multiview video. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 11(1), 113-124.

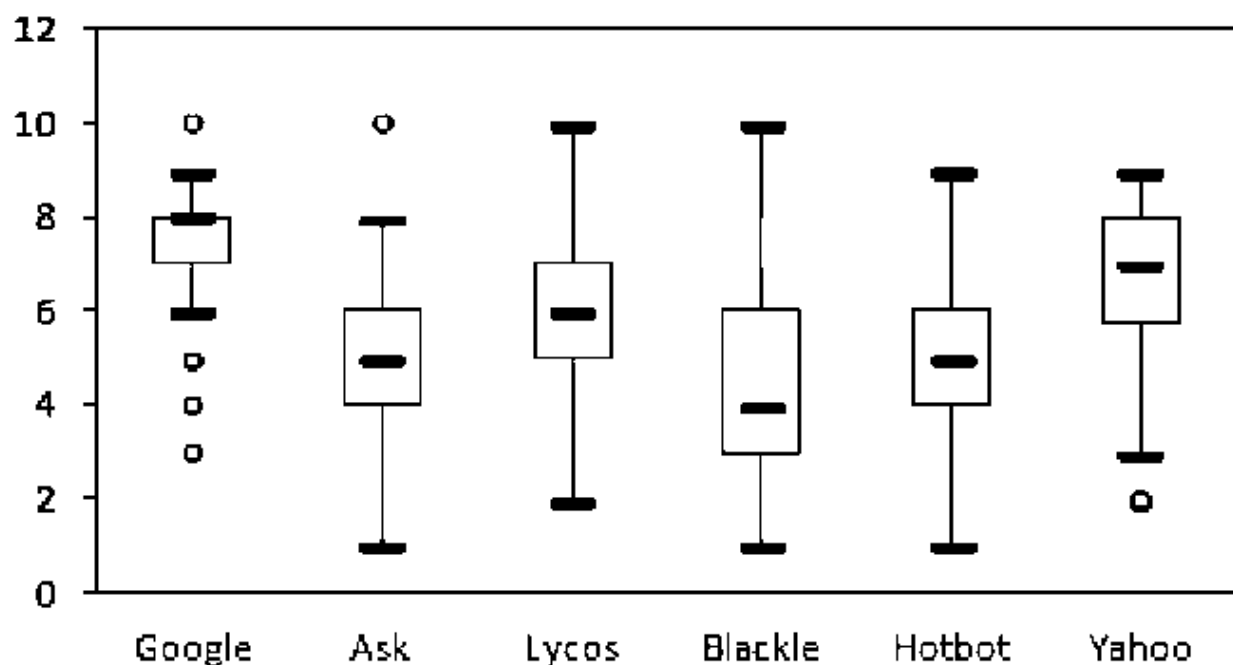


**Figure 7.** a) Pose tracking system architecture. b) The pose estimation system interface. Camera views are displayed. The estimated orientation is represented by the 3D model of the tablet and the position is shown in the room map.

- [7] Li, J., Besada, J. A., Bernardos, A. M., Tarrío, P., & Casar, J. R. (2017). A novel system for object pose estimation using fused vision and inertial data. *Information Fusion*, 33, 15-28.

### *A model to analyze Web aesthetics in an objective manner*

Analyzing a user's first impression of a Web site is essential for interface designers, as it is tightly related to their overall opinion of a site. In fact, this early evaluation affects user navigation behavior. Perceived usability and user interest (e.g., revisiting and recommending the site) are parameters influenced by first opinions. Thus, predicting the latter when creating a Web site is vital to ensure users' acceptance. In this regard, Web aesthetics is one of the most influential factors in this early perception. IPTC researchers use low-level image parameters for modeling Web aesthetics in an objective manner. The model, obtained by applying a stepwise multiple regression algorithm, infers a user's first impression by analyzing three different visual characteristics of Web site screenshots—texture, luminance, and color—which are directly derived from MPEG-7 descriptors. The results obtained (Figure 8) over three wide Web site datasets reveal a high correlation between low-level parameters and the users' evaluation, thus allowing a more precise and objective prediction of users' opinion than previous models that are based on other image characteristics with fewer predictors. Therefore, the model is meant to support a rapid assessment of Web sites in early stages of the design process to maximize the likelihood of the users' final approval.



**Figure 8.** Search engine aesthetics evaluation.

- [8] Uribe, S., Alvarez, F., & Menéndez, J. M. (2017). User's Web Page Aesthetics Opinion: A Matter of Low-Level Image Descriptors Based on MPEG-7. *ACM Transactions on the Web (TWEB)*, 11(1), 5.



## Networks and applications

Knowledge in telecommunication networks, services and applications are in the core of the expertise of IPTC. In particular, the Center is very active in:

- 5G, from radio to edge computing and function virtualization.
- Internet evolution, covering a wide set of topics, from the basic Internet protocols to the efficient support of challenging services and applications, such as those demanding high interactivity and broadband media transmission. In particular, architectures and technologies for Next generation Internet, cloud infrastructures and software defined networking.
- Network infrastructure for the Internet of Things.
- Multimedia Quality of Experience estimation and monitoring, broadcasting and multimedia distribution over 5G.
- Application of telecommunications to fields with specific needs, such as network industries (e.g. energy distribution), transport systems and digitalization of the industry.

A number of projects have been and are being developed at IPTC in the area of 5G technologies, applications and use cases in cooperation with industry. Two examples are 5G-STB and ARIADNE.

5GSTB- 5G Mobile Video Receiver was a research project developed in the framework of a long and wide cooperation with Nokia Spain, which objective is to design, develop and prototype a mobile device of the Set-Top-Box (SOB) type for the reception and decodification of video transmitted through adaptive streaming with support to 5G networks.

ARIADNE stands for ARtificial Intelligence Aided D-band Network for 5G Long term EvolutionIP is a project developed in the H2020 framework and under the IPTC strategic agreement with Telefónica. The objective of ARIADNE is to analyse, design, develop, and showcase in a proof of concept demonstrator, an innovative wireless communications concept addressing networks beyond 5G, in which ultra-high spectrally efficient and reliable communications in the bandwidth-rich D-band can be dynamically established and re-configured by Machine Learning (ML)-based design and intelligent network management.

### Technology highlight

#### *The future of networking is 5G, function virtualization together with the Internet evolution*

Among those technologies that are shaping the future of telecommunications networks, services and applications, two main technological areas are addressed in IPTC with the highest priority.



First, IPTC carries out research on 5G future network and applications. From a technological point of view, this includes a wide range of activities, such as new radio architecture, support of new multimedia applications taking benefit of network function virtualization, identification of the cost elements of network deployment and deployment of 5G for transport scenarios. In particular, network functions virtualization (NFV) pursues the virtualization of network services traditionally run on dedicated (and usually proprietary) hardware, so functions like routing, load balancing and firewalls are bundled as virtual machines.

The second area focuses on Internet evolution. IPTC is involved in the development of technologies that will configure the evolution of the present Internet in a secured environment of high bandwidth, high capacity routing, QoS enabling mechanism. Again, virtualization and cloud computing play a significant role in the Internet evolution, together with other technologies such as blockchain, technologies for accessibility and language equality, immersive environments or media convergence.

## Featured research outcomes

### *New Generation interactive video (VINTAGE)*

A research line that is relevant for topics analyzed before is the use of a very low latency coding-decoding scheme: this has specifically been the result of the VINTAGE project.

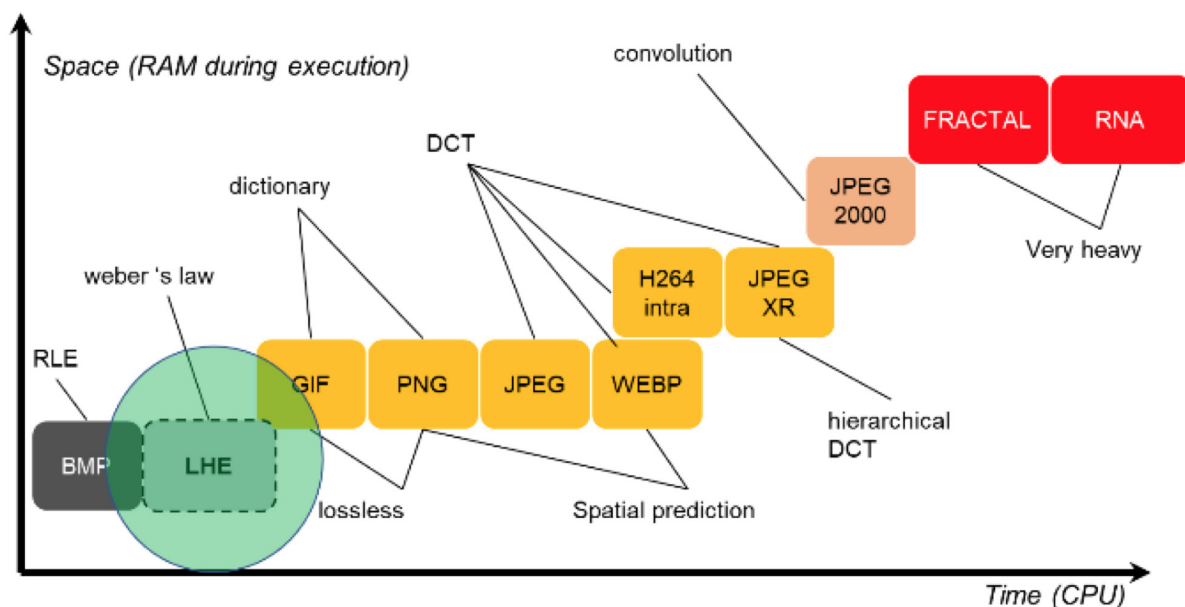


Figure 9. Codecs complexity.

Figure 9 gathers the current codec-decoder state of the art. VINTAGE codec pursues allowing the development of highly interactive broadband applications such as online gaming. For concept validation scenario set up and test (Figure 10), the GamingAnywhere platform has been used, with encouraging final results (Figure 11).

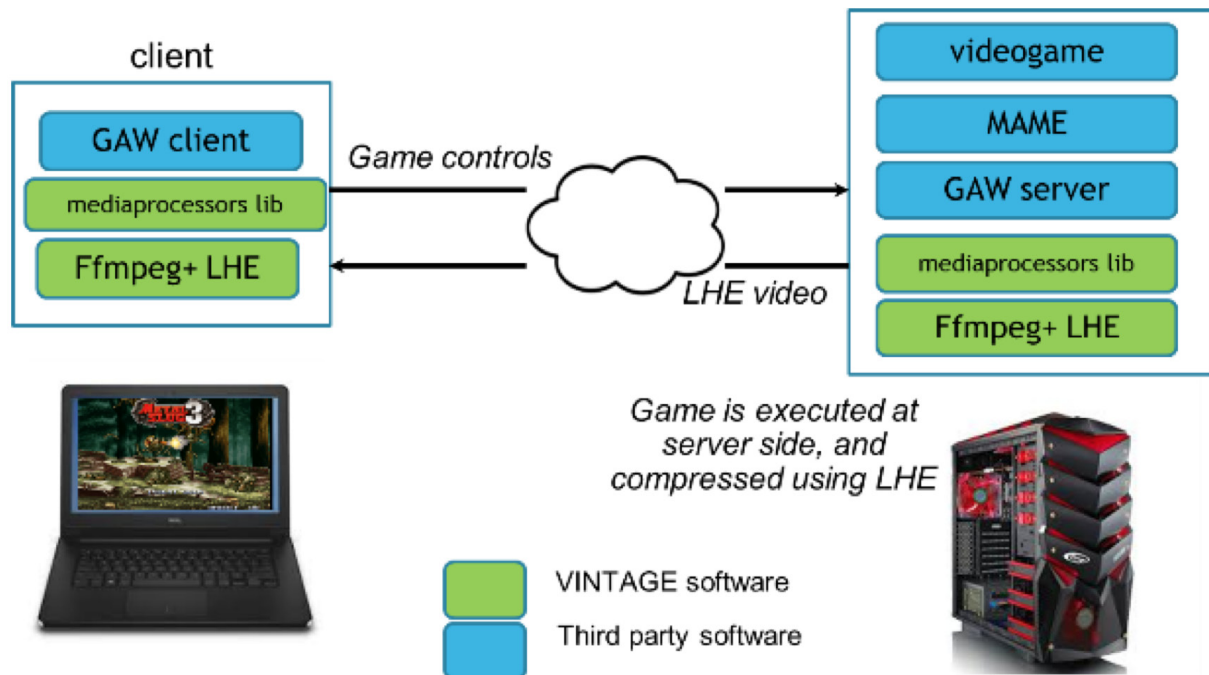
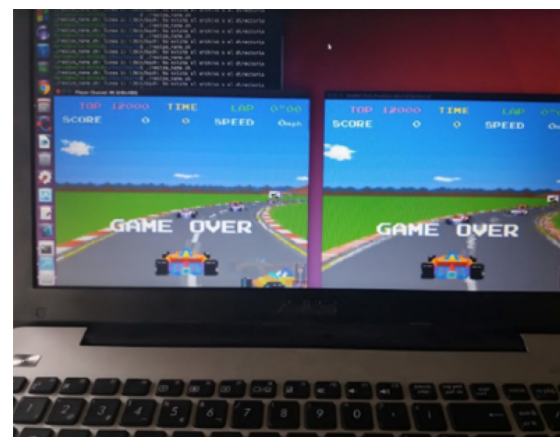
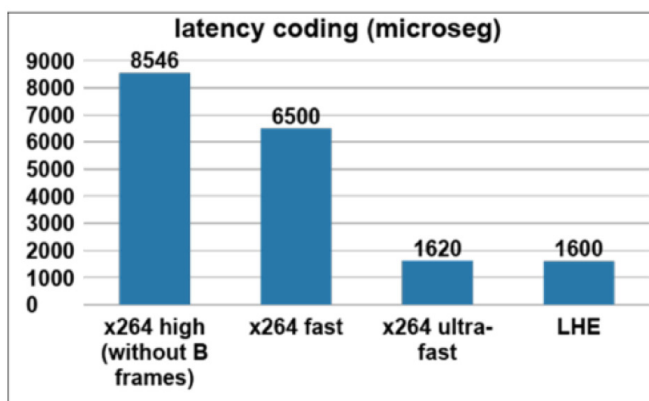


Figure 10. VINTAGE project testing scenario.



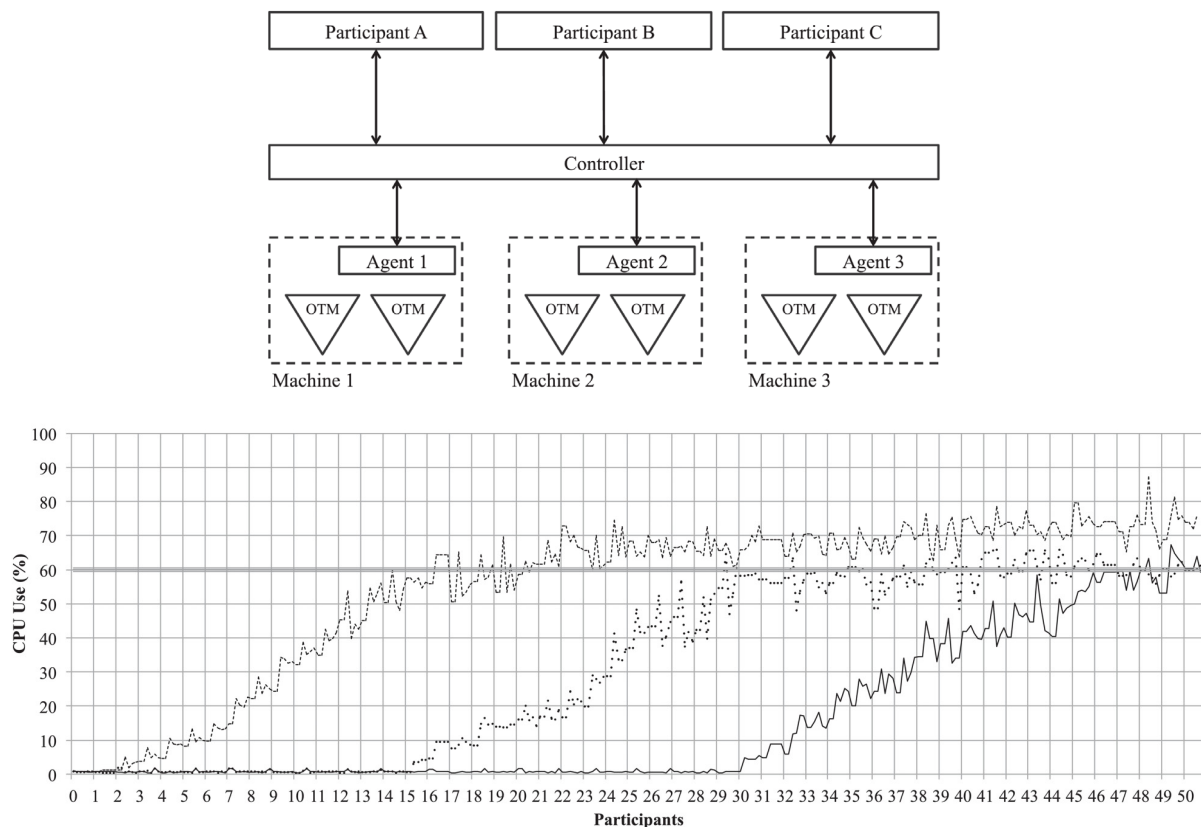
*H264 high with B frames : 800 ms, not represented*

*Mpeg2 : 35ms , not represented*

Figure 11. VINTAGE project preliminary results. Encoding latency tests 352 x 288 under same conditions (no B frames="zero-latency"="faststart").

## *A methodology for designing and evaluating cloud scheduling strategies in distributed videoconferencing systems*

Over the last few years, videoconferencing systems have experienced several changes that enable videoconferencing applications in personal devices to a high number of users. To efficiently attend this high and variable demand, deploying distributed videoconferencing servers in cloud-based infrastructures is highly recommended. However, videoconferencing systems have particular characteristics that impede the application of regular resource scheduling solutions used in other kinds of distributed environments. IPTC researchers have proposed a methodology to design and evaluate scheduling strategies adapted to the necessities of each specific scenario. It involves using a new metric to estimate the resource consumption of each connection and provides a set of coefficients to evaluate the efficiency of the strategy. After testing it in a real setup and comparing the behavior and performance of three scheduling algorithms (Figure 12), the conclusion is that the methodology allows to configure decision policies adapted to the requirements and necessities of a range of use cases. Thereby, globally achieving a more efficient way of using cloud resources, improving the service performance and saving costs.



**Figure 12.** a) dOTMs architecture. b) CPU Use for the Full Agent exploitation strategy. [9]

- [9] Alonso, Á., Aguado, I., Salvachúa, J., & Rodríguez, P. (2017). A methodology for designing and evaluating cloud scheduling strategies in distributed videoconferencing systems. *IEEE Transactions on Multimedia*, 19(10), 2282-2292.

### *5G networks: the challenge of building net neutrality*

Despite being still under development, it is envisaged that 5G networks will provide a ‘fibre-like’ experience to mobile users. As such, they are expected to accommodate services with very different requirements in terms of latency, bandwidth and reliability, among others, for the vertical sectors. However, the European Union has just approved the Telecommunications Single Market Regulation, which enshrines the network neutrality principle and guarantees that ‘all traffic through the Internet is treated equally’. IPTC researchers have explored the potential conflict between net neutrality regulation and future 5G services, particularly regarding network virtualisation. In this context, the challenges of building net neutrality upon judgements on whether traffic optimisation is objectively necessary. This proves complex in a technological environment that envisions network ‘slices’ created and priced on-demand according to the Quality of Service (QoS) required by specific applications at any given time. It is noteworthy to also consider that the ‘anything-as-a-service’ paradigm might turn into an important source of innovation for the future Internet infrastructure layer, and thus for the ecosystem as a whole.

[10] Frias, Z., & Martínez, J. P. (2018). 5G networks: Will technology and policy collide? *Telecommunications policy*, 42(8), 612-621.

### *An agile container-based approach to TaaS*

Current cloud deployment scenarios imply a need for fast testing of user-oriented software in diverse, heterogeneous and often unknown hardware and network environments, making it difficult to ensure optimal or reproducible in-site testing. It is feasible to use container based lightweight virtualization with a ready-to-run, just-in-time deployment strategy in order to minimize time and resources needed for streamlined multicomponent prototyping in PaaS systems. To that end, IPTC researchers have studied a specific case of use consisting of providing end users with pre-tested custom prepackaged and preconfigured software, guaranteeing the viability of the aforementioned custom software, the syntactical integrity of the provided deployment system, the availability of needed dependencies as well as the sanity check of the already deployed and running software. From an architectural standpoint, by using standard, common use deployment packages as Chef or Puppet hosted in parallellizable workloads over ready-to-run Docker images, it is possible to minimize the time required for full-deployment multicomponent systems testing and validation, as well as wrap the commonly provided features via a user-accessible RESTful API. The proposed infrastructure is currently available and freely accessible as part of the FIWARE EU initiative, being open to third party collaboration and extension from a FOSS perspective.

[11] Verdugo, P., Salvachúa, J., & Huecas, G. (2017, September). An agile container-based approach to TaaS. In 2017 56th FITCE Congress (pp. 10-15). IEEE.



## Secure Society

Technologies for a secure society is one of the ICT areas which has received more attention in recent years due to the increased rate of threats, vulnerabilities and risks in all type of systems. Both from government bodies and companies, a number of initiatives have appeared to promote research, development and innovation in this area, in particular to enhance Network security, Digital identity, Privacy, Trust, Data protection, Cryptography, Blockchain, Cyberdefence and Cybersecurity governance.

The goal of IPTC in this domain is to provide solutions to ensure end-to-end security in systems, networks, applications and services, including aspects such as risk management, data privacy, access control. IPTC addresses issues such as distributed risk analysis and dynamic adaptation of the behavior of security systems, information infrastructure discovery, reputation techniques, detection of anomalous behavior, formal modelling of the evolution of cyberattacks and electronic communications for defense and security.

A significant part of IPTC research activity in this area has to do with the application of these technologies to the special needs of industries such as health, education, transport, or energy and, in particular, critical infrastructures, under the considerations of Security and Privacy by design.

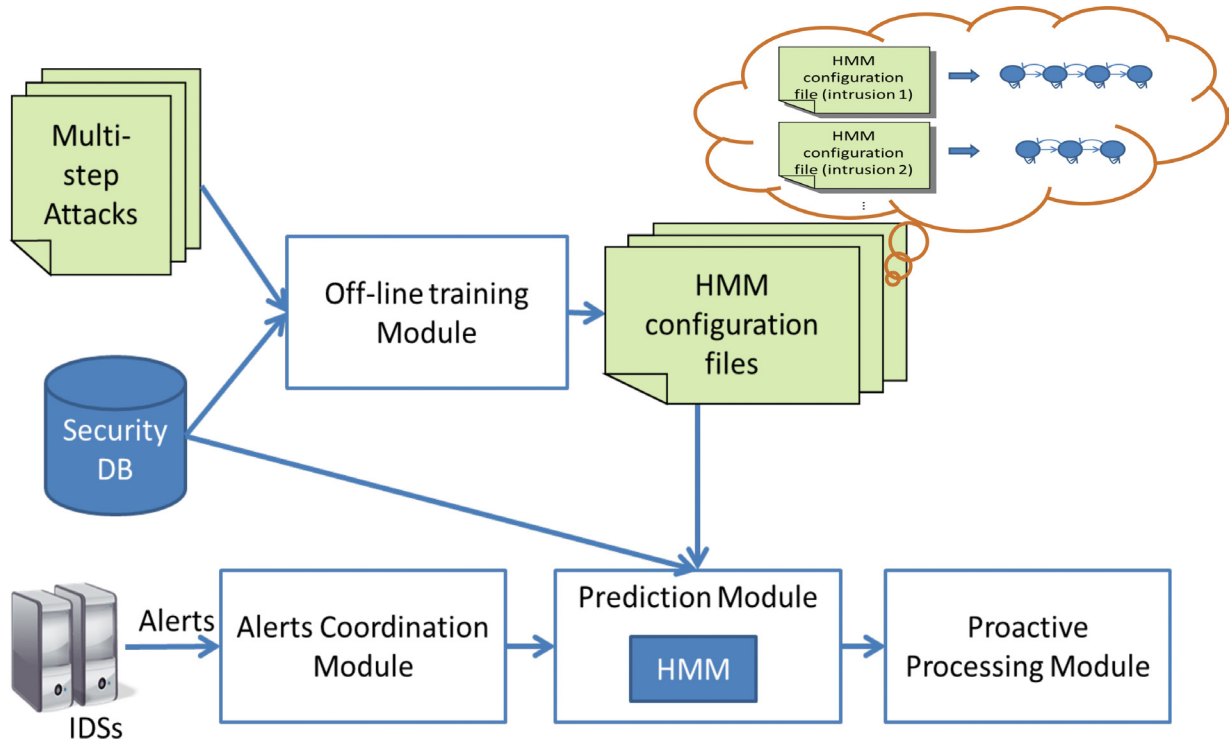
## Technology highlight

### *Proactive response to intrusions based on Markov models and neural networks*

As the number of security incidents increases, becoming more sophisticated and widespread, Intrusion Detection Systems (IDS) have evolved rapidly and there are now very mature tools based on different paradigms. Intrusion Prevention Systems have also been developed by combining IDS with a basic reactive response, such as resetting a connection. IRSs (Intrusion Response Systems) leverage the concept of IPSs and provide the means to achieve specific responses according to some predefined rules.

Nowadays, Intrusion Response Systems are playing an important role in the security architecture. These systems mitigate the impact of attacks in order to keep integrity, confidentiality and availability of the resources. Automated Intrusion Response Systems (AIRS) provide the best possible defense, as well as shortening the delay before administrators come into play, improving the automated reactions against intrusions using machine learning methods.

Artificial Intelligence plays a significant role in new AIRS. IPTC researchers have developed an architecture (Figure 13) to detect multisteps attack and foresee the next steps of a given attack that relies on Hidden Markov models and neural



**Figure 13.** Architecture for proactive response to intrusions based on Markov models and neural networks.

networks. It can be applied to, for example, analyze the phases of DDoS (Distributed Denial of Service). DDoS is a great problem in all Internet services. Currently, there is no way to prevent a possible server crash. To achieve this goal, a preliminary off-line training phase based on observations will be required. These observations are obtained by matching the IDS alert information with a database previously built for this purpose using a clusterization method from the Common Vulnerabilities and Exposures (CVE) global database to avoid overfitting. The training model is obtained by using both unsupervised and supervised algorithms. Once the training is completed, actual IDS alerts will trigger the prediction module by finding the best state sequence using the Viterbi algorithm. The state probability for each step of the multi-step attack in progress is based on the Viterbi and forward-backward algorithms. The training model includes the mean number of alerts and the number of alerts in progress to assist in obtaining the final intrusion probability.

## Featured research outcomes

### *Use a Hidden Markov Model (HMM) for each multistep attack scenario to predict intrusions*

HMMs have two stochastic processes: an underlying stochastic process that is not observable (it is hidden), but which can be observed through another set of

stochastic processes that produce the sequence of observations. IPTC researchers propose a model in which the hidden stochastic process represents a chain composed of the different attack steps, while the alerts produced by attackers are the observations.

Intrusion detection systems (IDSs) send the detected alerts to the system. These alerts are formatted as an IDMEF structure (Intrusion Detection Message Exchange Format), a format that provides a common language to represent alerts that may identify suspicious events. However, these IDS alerts must be turned into observations that would match an HMM-observable stochastic process. To transform these IDS alerts into observations, we propose and define a specific clusterization process, in which the observations contain a tag and a severity. The tag will be inferred by matching the significant words in the alert description with the words occurrence frequency in the Common Vulnerabilities and Exposures (CVE) reports. The observation severity corresponds to the severity parameter of IDS alerts.

Moreover, an extended HMM definition is proposed to store the mean number of alerts for each state (this vector is needed to calculate the final attack probability).

Once the parameters of this model are defined, HMM needs a training process to learn the steps of the attack. After that, HMM is ready to predict the state probability of the multistep attack. Thus, the attack probability is calculated taking into account the phase of attack. In addition, it can be used to detect or improve the false negatives or positives ratio, discover new attack scenarios, or even aid in forensic analysis after intrusion. The early prediction of attacks can be used in different security systems, such as a Dynamic Risk Management System or an Intrusion Response System (IRS). In particular, the proposed prediction method can be included in an autonomous IRS (AIRS) to trigger proactive responses before the attack reaches the most dangerous final steps. In the other case, a dynamic risk management system could modify the risk level based on our prediction value and reinforce risk level according to current situation of a company. Details of the strategy are available at [12].

[12] Holgado, P., Villagrà, V. A., & Vazquez, L. (2020). Real-time multistep attack prediction based on hidden markov models. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, vol. 17, no. 1, pp. 134-147.

## Software and data science

Software and data processing technologies are pervasive in our daily live and play a key role in our efforts to address societal, economic and technological challenges. Currently, they are key to build a technology-driven industrial leadership, and to deliver applications that provide solutions to societal challenges, being a prime industrial differentiator and basis for innovation.

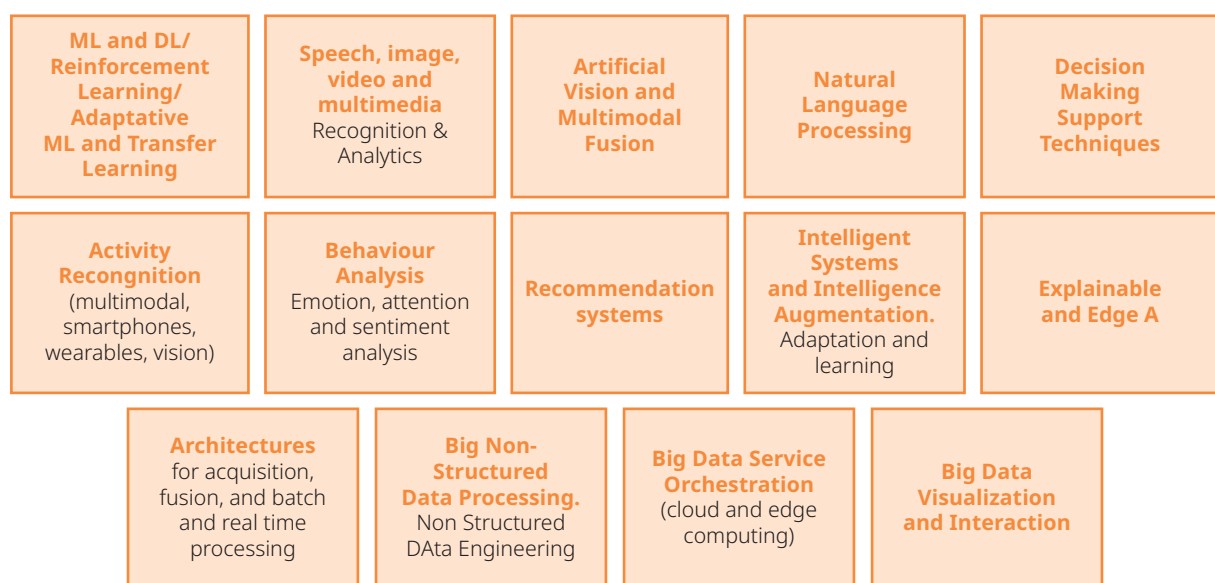
IPTC has an extensive experience in data-centric applications, big data infrastructures and data analytics (machine learning, deep learning, transfer learning) and, in particular, personal data management. This fact, combined with extensive knowledge in cloud and virtualisation infrastructures, Internet services, real-time distributed applications and agile and lean approaches to software development makes possible to build holistic innovative systems to capitalize the power of data for industries and economic sectors.

## Technology highlight

### *Software and Data Science for Digital Transformation*

Digital transformation is the application of digital capabilities to processes, products, and assets to improve efficiency, enhance customer value, manage risk, and discover new revenue-generating opportunities. Stakeholders pursuing digital transformation may need to integrate within their workflows the benefits of using technologies such as Internet of Things and connected objects, cloud / fog / edge and virtualization infrastructures, machine learning and cognitive computing, advanced communications, visualization and interaction technologies, cybersecurity and blockchain, collaborative robotics, additive manufacturing or simulation and operations management. These technologies should reinforce their existing value chains, improving their performance and reducing costs.

IPTC researchers work in some of the most promising technological trends (Figure 14) in the field of business innovation for the short and medium term, such as the design of microservices architectures, service ecosystems based on APIs and platforms, data analysis technologies, cybersecurity and technologies for industry 4.0, such as IoT, robotics and blockchain.



**Figure 14.** IPTC research areas in BD/ML/AI.



Data Science and Engineering has been one of the prominent activities in this period, with more than 50 financed projects, many of them of the H2020 Program, in several basic and applied areas, including Defense, Health, Smart Cities or Telecommunications.

A huge amount of effort is also devoted to advance fundamentals and techniques, including Deep Learning and Reinforcement Learning, ML Vision, Natural Language Processing and Explainable AI, among others.

## **Featured research outcomes**

### ***Fake News Discovery from Big Data Analysis and Artificial Intelligence Operations***

The aim of FANDANGO (fandango.news, H2020) is to enable the aggregation and validation of different typologies of news (e.g. scientific data, media sources, on-line social networks, governmental open data) and to provide AI services to support Data Journalists in detecting potential fake news. The project contributes to breaking data interoperability barriers, and it provides an integrated easy-to-use platform to support all relevant stakeholders. This approach and the related tools will be validated in three domains (Climate change, Refugees and Migration, and European policy) where misinformation tends to create major contrast in the citizens and society. FANDANGO includes Media Industries, SMEs, Universities, and Research Centres challenged to provide solutions based on the exploitation of big data and artificial intelligence to address the fake news phenomena. The research group GATV from IPTC works actively in the multimedia data gathering and data lake model, besides developing tools based on machine learning and data analytics towards detecting image/video forgery and detection of source in fake news activities.

### ***Deep learning for speech technologies and image and gesture recognition for man-machine interaction***

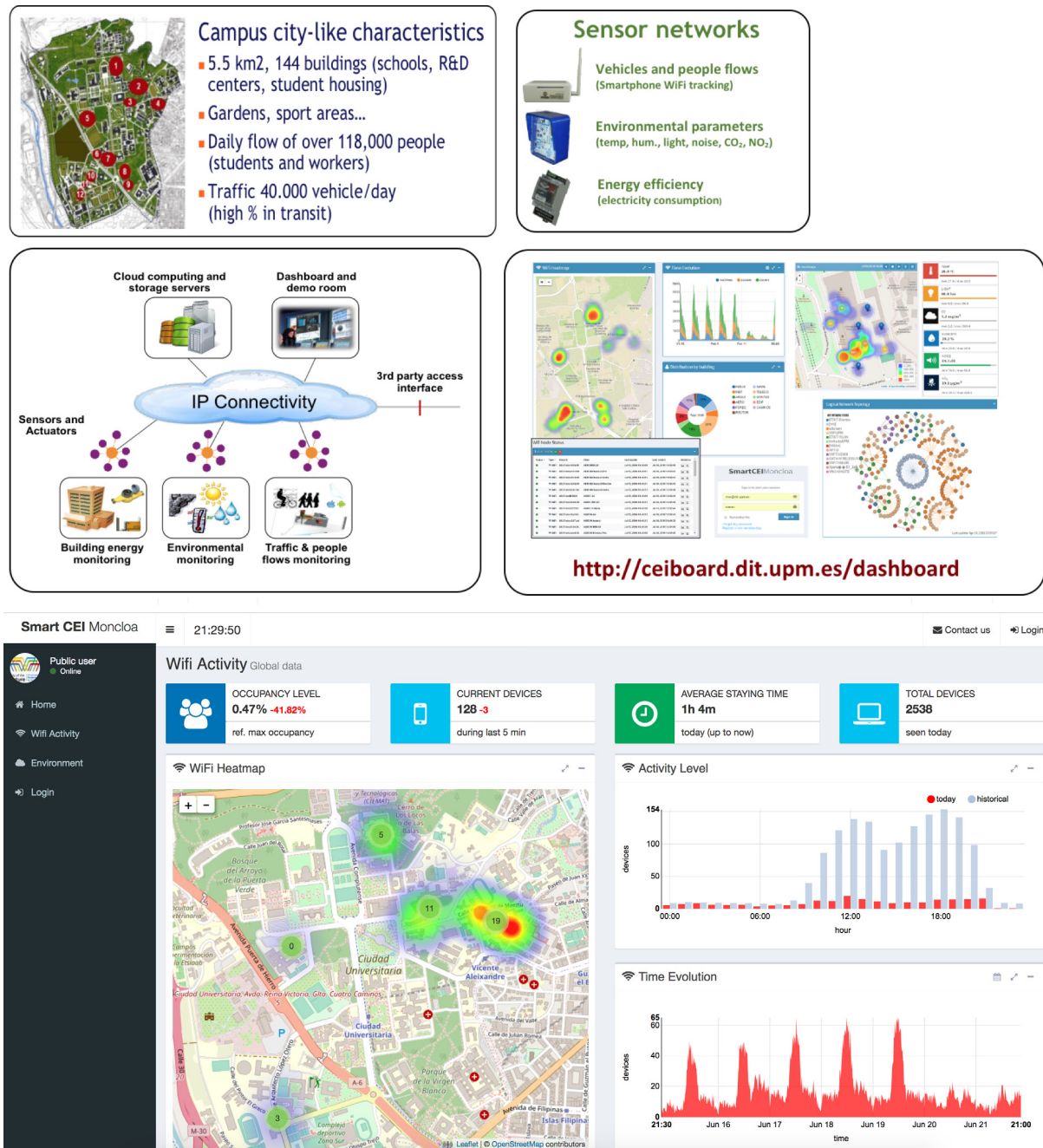
Several research groups at IPTC perform research and innovation in deep learning technologies for a variety of applications including Speech and Natural Language Processing and Video Recognition.

For example, the Speech Technologies Group considers among other: i) interaction in smart environment, including conversational agents, indexing and information recovery, and ii) technical aids, diagnosis and rehab of pathological speech, forensics, iii) sensor-based human behavior monitoring and human perception modelling.

As another example, The Image Processing Group deals with Image and Video Recognition technologies and Applications. Recently have devoted a successful effort to the problem of gesture recognition using several visual information sources and deep learning (CNN). The same set of technologies has been applied to TV control, video surveillance or interaction with drones.

## Smart CEI Moncloa

**Smart CEI Moncloa** is an open experimentation platform for Smart City services located in the Madrid Moncloa Campus of International Excellence (CEI Moncloa). The Campus has around 150 buildings in an area of 5.5 square kilometers,



**Figure 15.** a) Sensors and architecture of Smart CEI Moncloa. b) Snapshot during COVID-19.

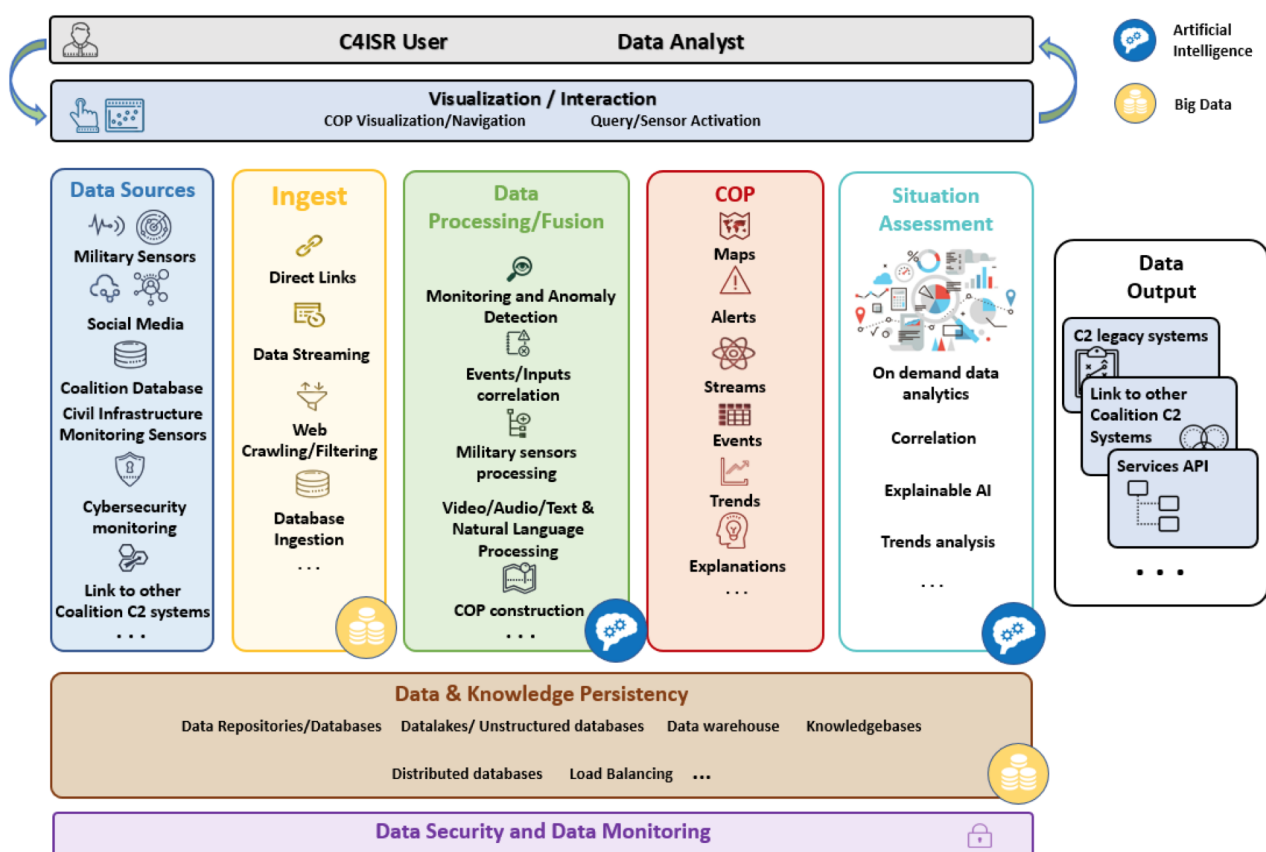
- [14] Alvarez-Campana, M., López, G., Vázquez, E., Villagrà, V. A., & Berrocal, J. (2017). Smart CEI moncloa: An iot-based platform for people flow and environmental monitoring on a Smart University Campus. *Sensors*, 17(12), 2856.

including schools, research centers, and student housing, plus three sport areas and large green spaces. Tens of thousands of cars use the Campus roads every day. The Campus has a public transport service with two subway lines and thirteen bus lines.

The platform offers an initial set of pilot services, to be extended with additional ones in the future. Currently, there are two sensor networks deployed across the campus providing basic information (Figure 15) about people activity and environmental parameters both indoor and outdoor.

### *ABIDE: Artificial Intelligence and Big Data for Decision Making in C4ISR*

Artificial Intelligence and Big Data technologies may play significant role on future C4ISR systems (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance). In particular, the current security environment in the



**Figure 16.** ABIDE C4ISR System Logical Architecture and BD/AI application.

EU scenario requires a comprehensive approach and the systematic development of command and control networks that ensure the information available to all participants in an operation is consistent. Artificial Intelligence methods may improve C4ISR at different stages, to help detect Hybrid Warfare attacks, by fusing a great variety of civilian, military and dark heterogeneous data. Explainable AI algorithms and codified expert knowledge techniques may be required for specific functions. Additionally, security and ownership are key aspects of the Big Data infrastructures needed to handle data. IPTC, together with GMV, has analyzed for the European Defense Agency the impact of AI and BD technologies on C4ISR systems for political, strategic and operational/tactical levels. A determined strategy is needed to build operating AI and BD enhanced C4ISR products (Figure 16) that may modify defense workflows at different levels: ABIDE gathers a roadmap proposal, with a focus on data acquisition and management.

### ***RETAILS: Research on pervasive Technologies for Advanced Interaction in smart public Living Spaces***

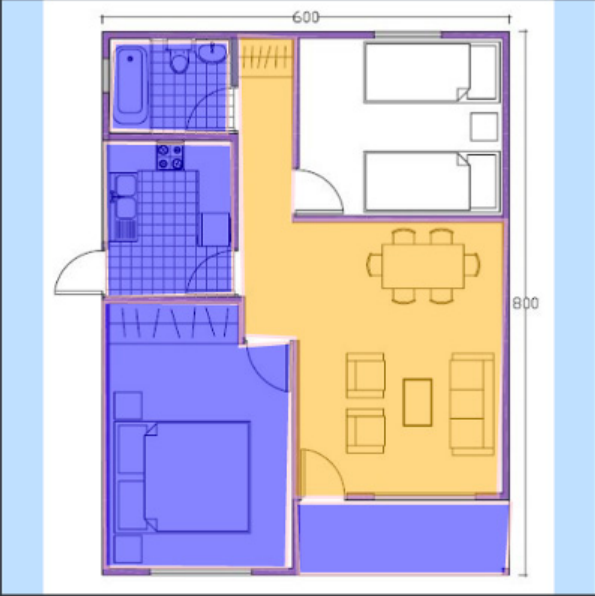
RETAILS bundles together a group of technologies that facilitate personalization and interaction, with advanced service experiences in multiuser spaces. In particular, RETAILS is a platform to develop novel models, design algorithms and integrate systems that allow, first of all, to better estimate the user's context when in a public space. Through RETAILS, it is possible improve the interaction with the resources in the space in a natural way (through gestures, pose and gaze tracking) and/or using tools that are integrated in our everyday life (such as personal devices or smart objects). A complementary result, MOBILOC (Figure 17), enables integrating new processing and fusion systems to efficiently combine data from multiple sensors (cameras, position and proximity sensors, pressure sensors, inertial sensors, etc.); through them, it is possible to address relevant research issues such as accurate positioning, activity estimation, collaborative track analysis, identification also 'on-the-move', robust gesture recognition and pose interpretation. Results enable to e.g. explore the role of public displays as shared elements to access to information. A multimodal-multitechnology view is provided, from an approach yet little considered in the existing literature, which will enable to port interaction models between spaces. On these consolidated technological components, different user-controlled interactive 'journeys' are configured for different applications ('smart retailing', tourism and transport).



## Define zones

**Information**

Use this tool to create zones.  
Click on "New zone" to start setting points. Once this is done, click on "close zone" to save it.  
You can click the zones in order to establish their names or to delete them.



New Zone

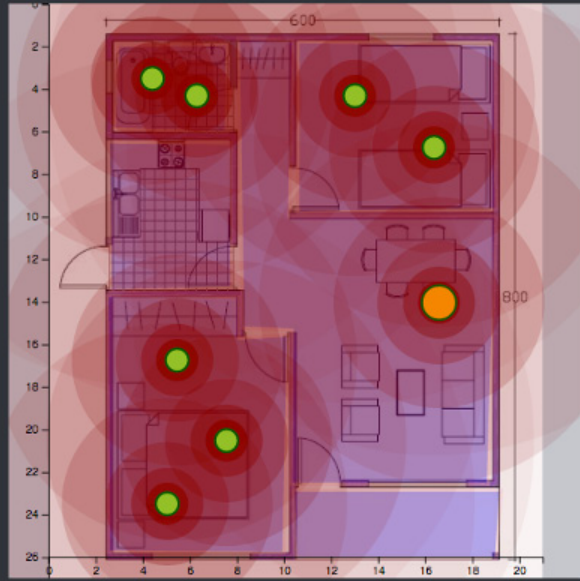
Save all

---

## Define beacons

**Information**

The next step is to add the beacons.  
Click on the map where you want to add the beacon. Fill the beacon's information and click "create" to save it.  
You can relocate a beacon by selecting it and dragging to the desired location.  
Remember to save the changes by clicking "Save changes"



**Beacon details**

**Beacon type**

- ☒ Presence
- ☐ Proximity

**UUID**

550e8400-e29b-41d4-a716-4466554

**Major**

1000

**Minor**

100

Delete

Close

(0.79,0.52)

Figure 17. Tool to plan the deployment of RETAILS BTLE indoor location system (MOBILOC).

*RF measurement and fabrication,  
integrated circuits characterization,  
Big Data capabilities, Living Labs  
and multimedia production assets  
are available for R&D at IPTC.*



## Facilities

IPTC has outstanding technical infrastructures, laboratories, and state-of-the-art equipment for excellent competence in research and development. The major R&D infrastructures of IPTC include 1) Radiofrequency measurement and fabrication facilities, 2) Integrated Circuits fabrication and characterization, 3) Big Data processing and virtualization facilities, and 4) Living Labs and Multimedia Production.

These technological facilities are updated continuously, so that the Center can always achieve research and development projects according to the most recent state-of-the-art.

### Radiofrequency measurement and fabrication facilities

IPTC has several laboratories devoted to radiofrequency systems measurement, characterization and fabrication, taking up a total of 400 sq. meters, excluding the Antenna Homologation and Test Laboratory facilities.

#### Anechoic / semianechoic chambers

LEHA (Antenna Homologation and Test Laboratory) has performed Antenna Measurement Systems since 1980s. The facility is accredited by ISO 17025 quality systems for antenna laboratories consultancy and test, being a member of the Madrid Laboratory Network.

In LEHA, it has been carried out the characterization of antennas in very diverse domains, such as satellite antennas measurement (CASA-EADS, RYMSA, TTI: Hispasat satellites, ASAR panels for Envisat, antennas for several satellites), Cellular Telephony Systems (Telefónica Móviles Homologation), Laboratory for antennas and radome structures, design and measurement of Earth stations for satellite communications for INDRA, design and measurement of focalization systems for radio telescopes, RCS measurements and antennas on ship's models. Additionally, a number of Antenna Measurement Test Systems (including both hardware and software) for different companies and institutions (EADS-CASA, INDRA, Universities of Oviedo, Sevilla, Alcalá, among others) have been carried out.

LEHA facilities include anechoic and semianechoic chambers for different systems.

---

#### Spherical System. 7.3 x 4.3 x 4.3 m

- Frequency range: 0.66 – 110 GHz
- Positioners and orbit controller
- Vector Network Analyzer for fully automatic measurements HP8530A
- Vector Network Analyzer E8362B PNA

---

#### Compact Range

- Test of antennas and radar cross section
  - Main chamber: 15.2 x 7.9 x 7.3 m
  - Subreflector chamber: 6 x 3 x 2.4 m
  - Frequency range: 6 – 110 GHz
-

### Planar and cylindrical system

- Plane can area; 4.75 m x 4.75 m. Error < 0.24 mm
- Frequency range: 0.66 – 110 GHz
- AUT in Roll over azimuth for cylindrical and spherical measurements

### System in arc. Semianechoic system for measurements of antennas on ship models. Models 1:50 y 1:100

- Dimensions: 6.5 x 5.5 x 2.7 m
- Frequency range: 200 MHz – 3 GHz

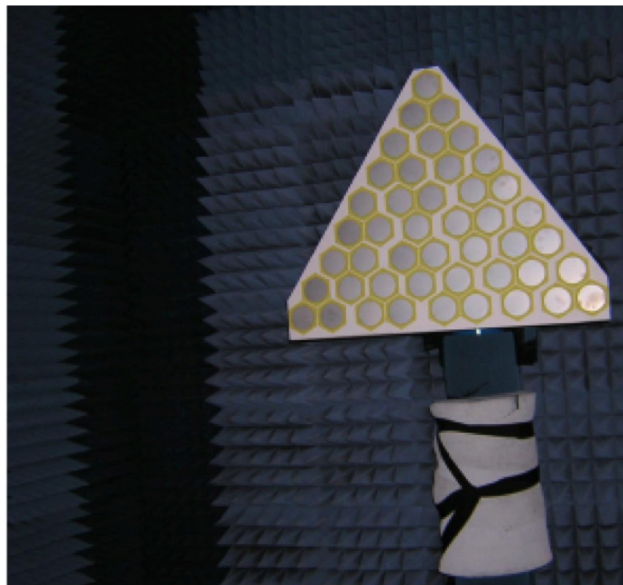


Figure 18. LEHA Facilities. Spherical system.

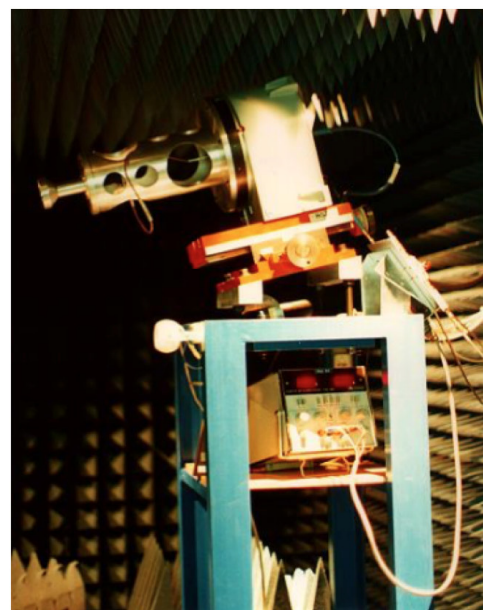
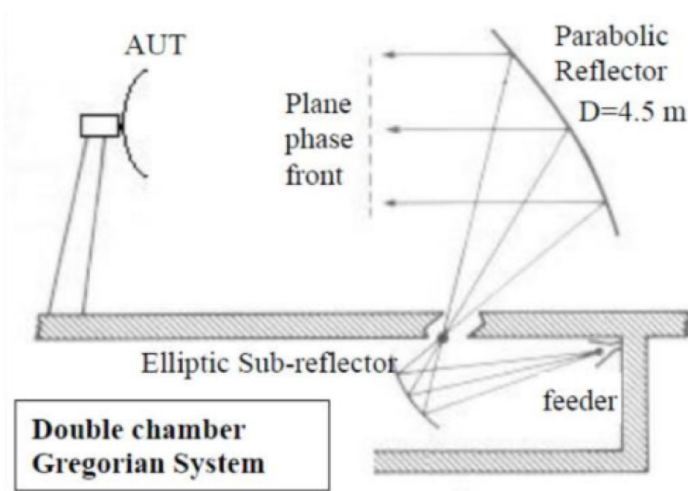
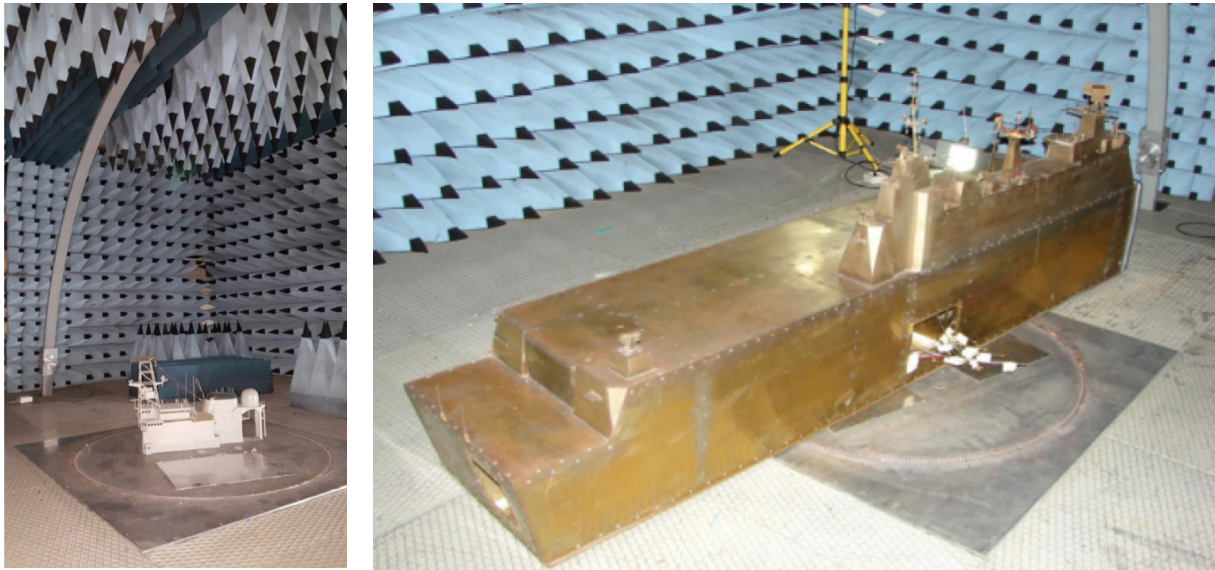


Figure 19. LEHA Facilities. Compact range system.





**Figure 20.** LEHA Facilities. System in arc.

## Infrastructures for measuring propagation effects and ancillary meteorological instruments

Two satellite receivers are available at IPTC, allowing the characterization of atmospheric attenuation in the Ka and Q frequency bands. Three specialized meteorological instruments allow a complete characterization of rain, regarding its rainfall rate (weighing rain gauge) and the drop size distributions (DSD) both at surface level (optical disdrometer) and their vertical profile (K-band Doppler radar).

## Infrastructures for RF circuits fabrication

### Photoetching Manufacturing and Dimensional Measurements Facilities

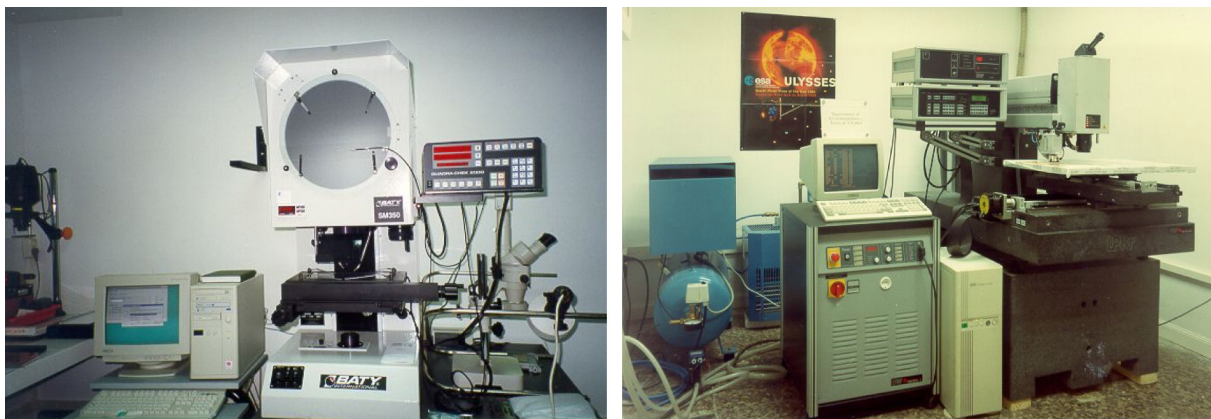
- Baty Shadomaster SM350 (profile projector) with the GXL-E measuring options.
- LPKF Multifunction Laser system for manufacturing electronic circuitry and moderated size printed circuit and antennas.
- Dual Side Vacuum UV exposure Unit [927x520 mm]. This gives the capability of making dual side big boards, like arrays.
- Laminating system dual side 610 mm wide.
- Cut and milling Computer Numerical Control machine Bungard CCD2. High resolution ( $\pm 2.54 \mu\text{m}$ ). "2.5 D control and work definition software". Working volume: 270x327x37 mm.
- Cut and milling Computer Numerical Control machine Alarsis FR150. High volume Resolution ( $\pm 10 \mu\text{m}$ ) "2.5 D and 3D control and work definition software". Working volume: 1000x520x80 mm.

### Photolithography laboratory

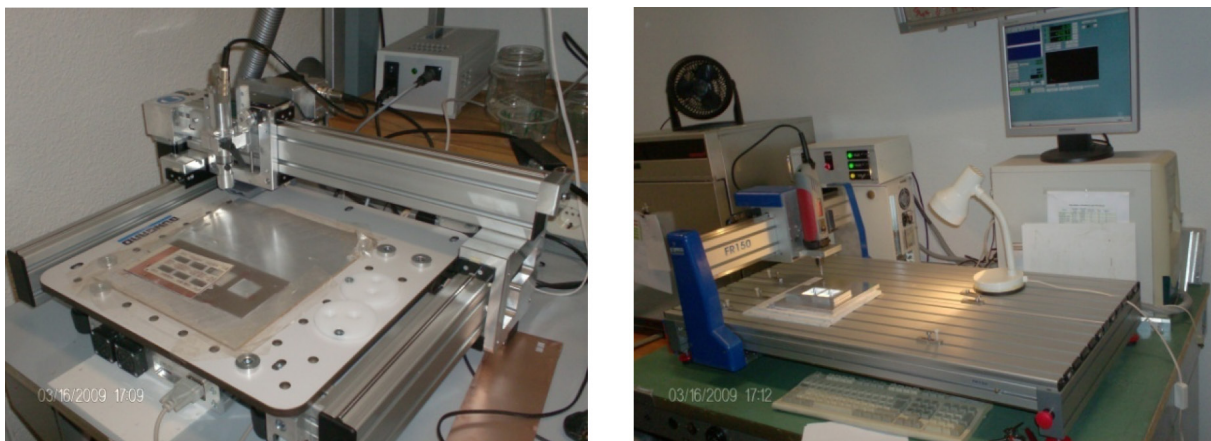
- Mask photo reducer. Scale 10X. Resolution  $10 \mu\text{m}$ . 150x150 mm.
- Photoplotter FilmStar-PLUS. 365x375 mm. Resolution 10/20  $\mu\text{m}$
- PTFE-based, semirigid and ceramic substrates.

### Wire (Al and Au) and ribbon (Au) bonding machines.

TPT HB100, Kulicke&Soffa 4526, Kulicke&Soffa 4124.



**Figure 21.** RF Facilities. Profile projector and Multifunction Laser System.



**Bungard CCD2**

**Alarsis FR150**

**Figure 22.** RF Facilities. Profile projector and Multifunction Laser System.



**Figure 23.** RF Facilities. Wire & ribbon bonding. Kulicke&Soffa 4526.

## Infrastructures for RF and microwave measurements

### Vector Network Analyzers

A variety of instruments with different frequency ranges and capabilities. Among others: Agilent E8362B (up to 20 GHz), Agilent PNA N5230A (10 MHz-40 GHz), Agilent 8722ES (40 GHz), Agilent E8364A (up to 50 GHz), Anritsu MS4647B + 3743A (up to 110 GHz), N9917A FieldFox Handheld Microwave Analyzer (up to 18 GHz).

### RF Signal generators

A large variety of instruments with different frequency ranges and capabilities. Standard synthesizers, Vector signal generators and Arbitrary waveform generators. Among others: Agilent 83752A (up to 20 GHz), Agilent E8257D PSG (up to 50 GHz), Agilent MXG N5182A VSG (up to 3 GHz), Agilent E4438C AWG (up to 6 GHz).

### Spectrum and Signal analyzers

A large variety of instruments with different frequency ranges and capabilities. Among others: R&S FSQ3 (3.6 GHz), MXA M9020A (16 GHz), R&S FPC1000, Agilent EXA N9010A (44 GHz), Keysight N9917A FieldFox Handheld Microwave Analyzer (up to 18 GHz), VSA Agilent E8408 (up to 6 GHz, 100 MHz Bandwidth).

### Mixers, harmonic mixers, frequency multipliers

Used in conjunction with instruments above, allow the frequency range expansion. A variety of units covering up to 300 GHz. Among others: Active Frequency Multiplier AFM6 50-75 GHz (Rohde Schwarz), Armonic Mixer w/Diplexor, V Band 50-75GHz QMH-FB09BVD2 (Quinstar), Harmonic Mixer WR19 40-60 GHz HP 11970U, X4 multiplier 40-60GHz SAGE WR-19, Harmonic mixer 75-110 GHz Agilent MY25210465, RPG AFM6 75-110 GHz Active Multiplier, RPG FM3 220-330 GHz tripler.

### Power meters

Bolometric, peak and CW meters (HP436A, Boonton 4542, Keysight U2022XA (up to 40 GHz). Calorimeter, Erickson Power Meter PM4 (75 GHz – 2 THz).

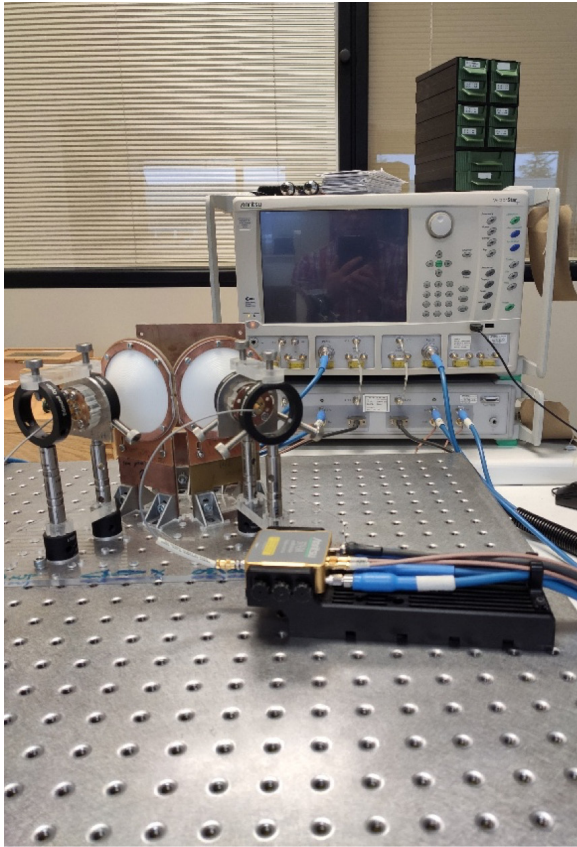
### Auxiliary equipment

- Quasi-Optical Test Bench for mm and sub-mm wave testing: Table+Lenses + Reflectors
- Amplifiers. A large variety of low noise and high gain. From small signal to 100 W CW. Up to 70 GHz.
- Couplers. A large variety up to 300 GHz
- Fixed and variable attenuators and phase shifters up to 110 GHz
- Electro-optical delay lines
- Microscopes
- Noise sources (up to 50 GHz)
- Drying ovens
- Votsch 4010 Temperature Test Chamber (-40 to 110 degrees). 400x450x500 mm.
- Oscilloscopes (a variety up to 4 Gsps)
- On-wafer Probe Station Cascade Microtech Summit 9000

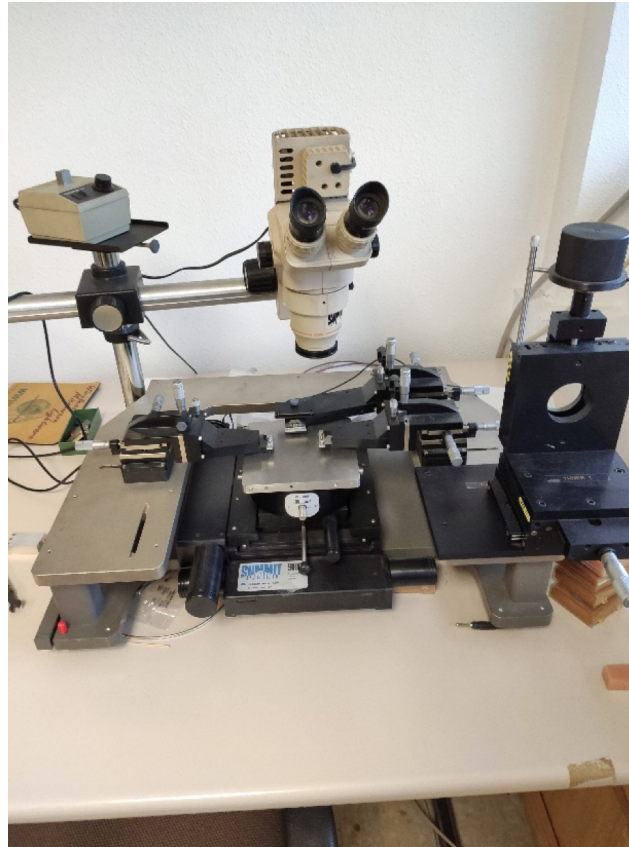
### Simulation Software

- 2D & 3D Electromagnetic Simulators: 3D CST Studio Suite, ANSYS HFSS, Keysight ADS (momentum and FEM), Empire XCcel, In-House FEM simulators
- Circuit and systems simulators: Keysight ADS, AWR Microwave Office, Keysight Genesys, Keysight SystemVue





**Figure 24.** RF facilities. VNA Anritsu MS4647B.



**Figure 25.** RF facilities. Probe Station Cascade Microtech Summit 9000.

## Big Data Processing and virtualization facilities

IPTC activity in data-driven applications, computer vision and speech recognition (Figure 26) are powered by a distributed architecture of computing platforms. A number of state-of-the-art Graphic Processing Units (more than 30 Nvidia Titan RTX, GeForce GTX, RTX, TITAN X...) and computation servers are available. Additionally, a number of datasets and databases for video, behavior and speech recognition are available.

Moreover, IPTC hosts a Big Data Processing Cloud based on Kubernetes and Openstack for both Apache Flink and Spark Scala with the GE of FIWARE. It is a platform for the use of startups together with the accelerators associated with the project, as well as for citizen science projects.

Additionally, IPTC has facilities for speech-related tasks, in particular a deaf space with equipment for database recording, high quality auditive tests (e.g. for synthesis), high quality audio equipment (with diverse arrays for beamforming), and control room. More than 200 hours of multi-language speech, dialog datasets both in Spanish and English are available.



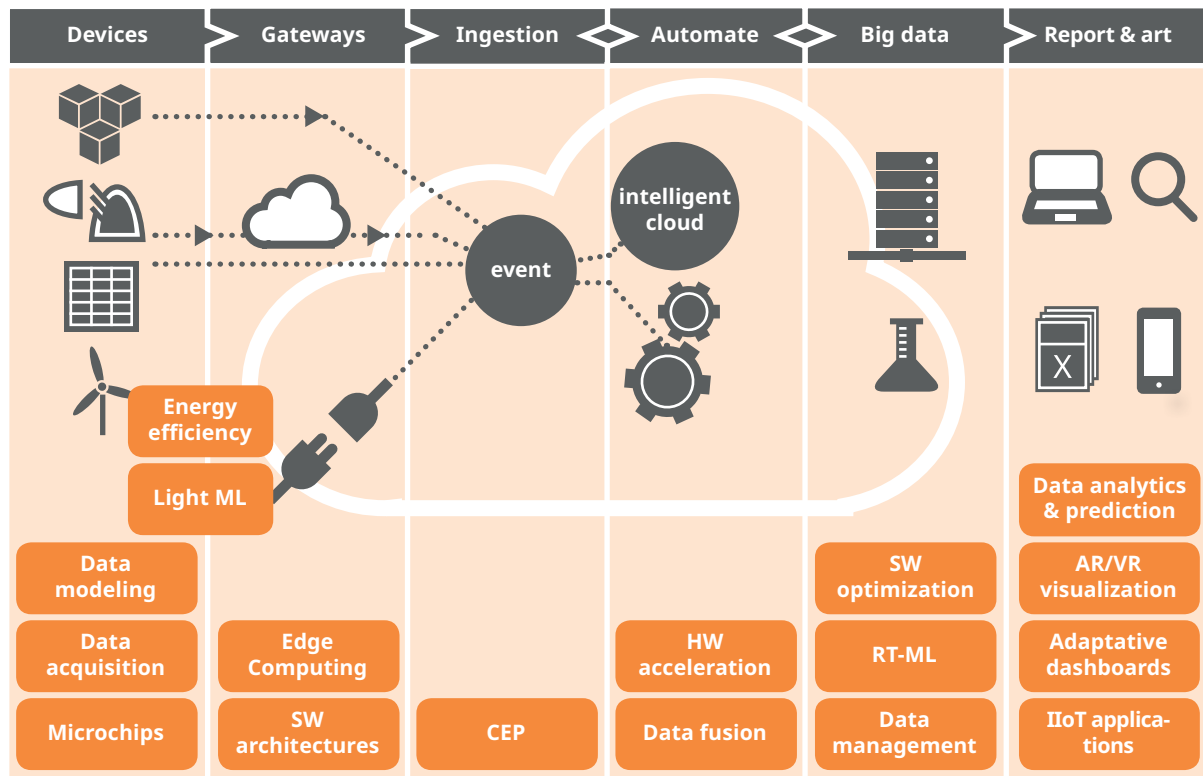


Figure 26. IPTC in Data-driven decision-making value chain.

## Living Labs and Multimedia Production Services

### Experience Lab of Spaces of the Future

The Experience Lab of Spaces of the Future (Figure 27) is a 160 sq.m. spaces at the UPM *Centro de Apoyo a la Innovación Tecnológica* Building in Montegancedo Campus, ready to deploy technology and service experiences in a realistic setting. It is designed as a smart space, a physical space which may react and adapt, somehow automatically and non-intrusively, to the needs, characteristics and contexts of its inhabitants, to deliver experiences (a different way of performing or perceiving activities through the seamless use of computation, sensing or actuator technologies). The Experience Lab is equipped with technologies to manage smart spaces (sensor networks, indoor positioning systems, event-based software platforms, etc.), personalization technologies (augmented objects, mobile-mediated space configuration, monitoring interfaces, recommendation systems, machine learning systems for behavior, attention and emotion recognition) and technologies for Human-Space Interaction (graspable and natural interfaces, gesture-based and pointing interaction, wearable and multidevice augmented reality interfaces, gaze-based interaction, interaction models for public displays and control centers, haptics). Additionally, it also serves as control center for to supervise drone management services.



**Figure 27.** Smart Windows prototype at the Experience Lab of Spaces of the Future.

## Dem-3DTV

The Dem-3DTV (Figure 28) is a space at the UPM Centro de Apoyo a la Innovación Tecnológica Building in Montegancedo Campus. It was created as an innovation, experimentation and co-creation environment in the fields of Digital Image and Video Processing, Video Coding, Audiovisual Communications, 3DTV, Machine Vision, Multimedia or 3D Graphics. In it, researchers, companies, standardization bodies and public institutions work together, searching for new solutions, products or services, involving real users in all the research process. The Ministry of Industry, in collaboration with the public company Red.es and UPM, established a Digital Content Production and Experimentation center within the Dem-3DTV, whose goal is the creation of educational programs for students and professionals.



**Figure 28.** View of Dem-3DTV Lab.



The background is a dark, almost black, space filled with vibrant, glowing lines in shades of blue and green. These lines radiate from a large, translucent blue sphere that occupies the upper half of the frame. The lines extend downwards and outwards, some appearing as thin, sharp beams while others are thicker and more diffuse. The overall effect is one of dynamic energy and interconnectedness, suggesting a network or a complex system.

*IPTC aims at collaborating  
with industry and administrations  
to foster innovation.*



## Partner of the industry

IPTC aims at collaborating with industry and administrations as key stakeholder to foster innovation and research, and also as reliable training partner for specialized knowledge (e.g. smart cities, cybersecurity, big data, radar and defense, etc.). In particular, IPTC provides:

- Strategic partnerships for R&D and innovation, being able to provide technology watch services, specialized analysis and leadership and contribution to cooperative projects focused on medium- and short-term innovation actions.
- Support to digital transformation, to facilitate diagnosis and definition of technology needs and strategy, provide tailored R&D to extend existing products and services to the digital world and help with workflow analysis and process improvement for organizational change.
- Consultancy and technology transfer. Access to experts in the field. Licensing.
- Continuous education for companies and public and private institutions, identification of training needs, delivery of specialized sessions and seminars on key technologies and made-to-measure online or live training pills and courses.



**Figure 29.** Event on Innovation and R&D in Emergent Technologies for Digital Transformation, January 2019.



**Figure 30.** IPTC Professional Course on Deep Learning, July 2019.

Both as R&D or education partner, IPTC has a long record of collaboration with Small and Medium Enterprises, Large Companies and Administrations. For each of these key stakeholders, the Center adapts its folder of services:

- *Small and Medium Enterprises:* Collaboration for the diagnosis and definition of technology needs and strategy, support on digital transformation processes, tailored R&D to extend existing products and services through competitive funding, specialized sessions and seminars on target technologies, technology licensing for business improvement.
- *Large Companies:* Technology watch services, consultancy for specific technology challenges, cooperative research projects focused on long-term strategies, technology brokerage, made-to-measure courses, technology transfer and licensing for product deployment.
- *Public and private organizations:* Workflow analysis and process improvement for organizational change, technology counselling, partner search and cooperative R&D and innovation projects, participation in conferences and dissemination.





**Figure 31.** Signature Event of the Joint IPTC UPM - Telefonica Research Unit on “ICT and 5G”, March 2019.



**Figure 32.** Signature Event of the Joint Agreement IPTC UPM - FENIN (Spanish Federation of Healthcare Technology Companies), February, 2020.

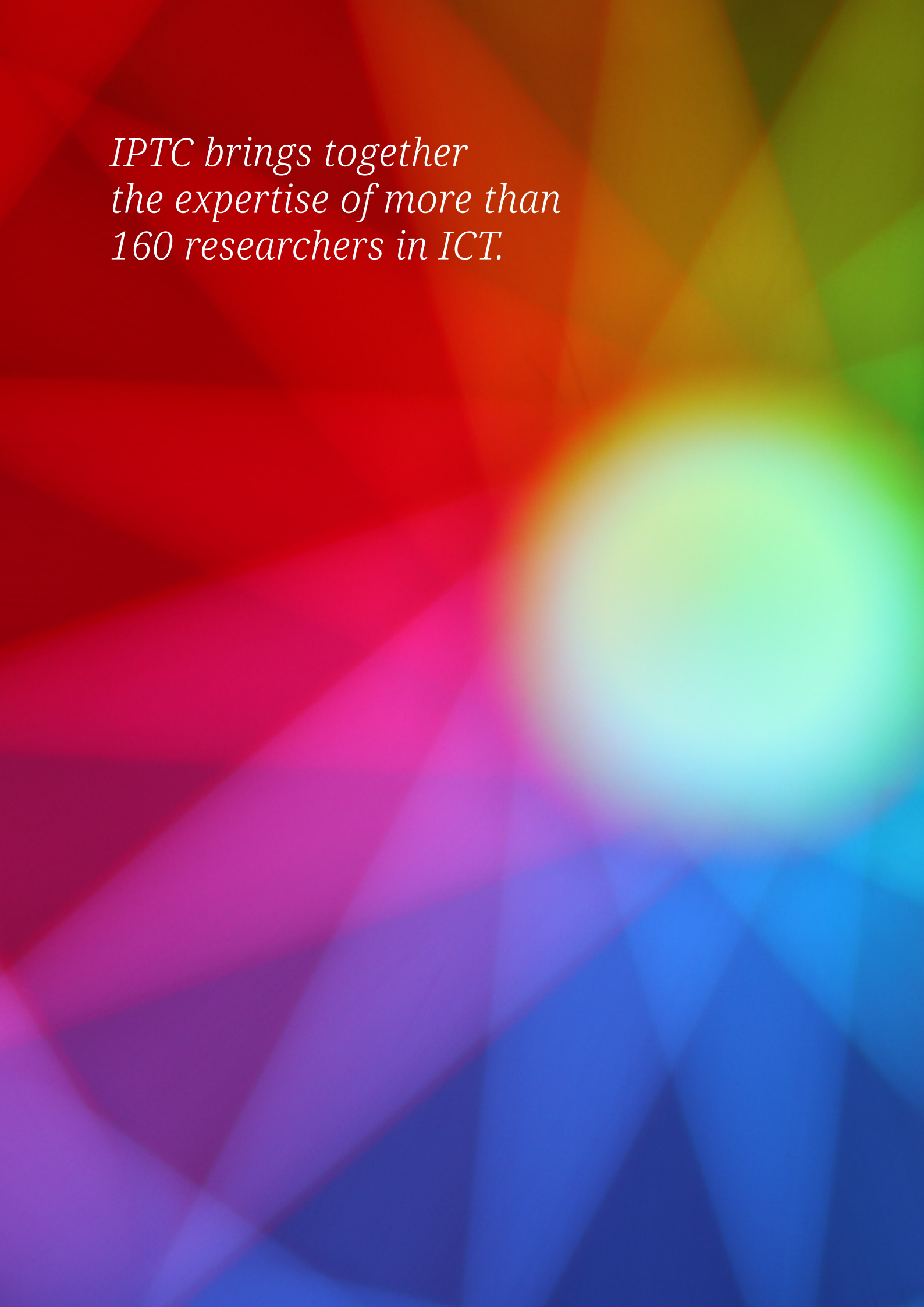
During the considered period, IPTC has been introduced in industry by face-to-face meetings with relevant stakeholders in ICT technologies, such as telcos, consultancy firms, service providers and administrations. Effectively, IPTC researchers have collaborated in competitive projects, contracted research and continuous training programmes with more than 100 companies and administrations, some of them are next compiled.

- Agencia de Certificación en Innovación Española ACIE
- Advanced Radar Technologies
- AENOR
- Agencia Espacial Europea
- Agencia Española de Protección de Datos
- AICOX Soluciones, S.A.
- AIRBUS
- AIRBUS Defence and Space, S.A.U.
- ALARZEL Products, S.L..
- Alcatel Lucent
- Aptica
- Asociación Española



- de la Economía Digital
- AXA
- Brigham and Women
- Cadena SER
- CADMIA Technologies
- CAF I+D, S.L.
- Carrefour
- Celtic-Plus + AEESD
- Centro de Estudios Adams Ediciones Valbuena
- Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial
- CIRES21
- Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación
- Comisión Europea
- Comunidad de Madrid
- Consorcio Centro de Investigación Biomédica en Red
- CRIDA
- DEMAC
- Dermalumics SL
- Dirección General de Tráfico
- EADS
- EIT Digital
- EIT RAW Materials GmbH
- Empresa ELDA
- ENAC
- Energía y Sociedad
- Erasmus+
- Estudios y Soluciones Avanzadas de Ingeniería
- European Institute of Innovation and Technology
- European Union
- EVERIS
- FACEBOOK
- FENIN
- Fujitsu España, S.A.
- Fundacio Instituto Hospital del Mar
- Fundación BBVA
- Fundación CENATIC y UNIVERSIA
- Fundación INNOVA
- Fundación para la Innovación y Prospectiva en Salud en España
- Fundación QUIRÓNSALUD
- Fundación Telefónica
- GMV Aerospace and Defence, S.A.U.
- Hispasat
- Huawei
- iClaves
- IECISA (Informática el Corte Inglés, S.A.)
- Ikusi Electrónica
- INCIBE
- INDRA SISTEMAS, S.A.
- INECO
- INMEPRE, S.A.
- Instituto de Estudios Bursátiles
- Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca
- Instituto de Patrimonio Cultural de España
- Iriscene Engineering Corporation
- ISDEFE, S.A.
- ISGlobal
- KUNVENO DIGITAL, S.L.
- Madrid Foro Empresarial
- Massachusetts Institute of Technology
- Media Planning Group
- METAWAVE Corporation
- Microwave Vision Italy
- Milimeter Wave Imaging Technologies
- MINECO
- Ministerio de Ciencia e Innovación
- Ministerio de Defensa
- Ministerio de Economía y Competitividad
- Ministerio de Educación
- Ministerio de Industria
- ORANGE
- Radio Popular, S.A.
- COPE
- RETEVISIÓN I, S.A.U.
- RYMSA

- SANRAY Consulting, S.L.
- Sanz Clima, S.L.
- SENER Ingeniería y Sistemas, S.A.
- SES Engineering
- SGAE
- Sociedad de Ciencias Aranzadi
- Space Systems Finland Ltd
- Stratix B
- Taubox
- Telefónica
- Telefónica I+D, S.A.U.
- Telefónica Móviles España
- Thales Alenia Espacio
- Transfesa
- TRYO
- Unión Europea
- Unmanned Solutions
- Visiona Ingeniería de Proyectos
- Wemob
- Xeridia
- XFERA Móviles, S.A.U.
- YOCTO Technologies, S.L.



*IPTC brings together  
the expertise of more than  
160 researchers in ICT.*



## People

### Researchers and supporting staff

The affiliated researchers and support personnel next are listed, together with former members.

| Surname                            | Name               |
|------------------------------------|--------------------|
| Agustín Saenz                      | Javier             |
| Alfonso Kurano                     | Jorge              |
| Almendra Sánchez                   | Alberto            |
| Alonso González                    | Álvaro             |
| Alonso Montes                      | José Ignacio       |
| Alonso Muñoz                       | Alejandro          |
| Alós Serrano                       | Alberto            |
| Álvarez García                     | Federico           |
| Álvarez-Campana Fernández-Corredor | Manuel             |
| Antolinos García                   | Elías              |
| Asensio López                      | Alberto            |
| Babón Sanz                         | Dolores            |
| Bahramali                          | Asghar             |
| Barra Arias                        | Enrique            |
| Bell Navas                         | Andrés             |
| Belmonte Hernández                 | Alberto            |
| Bergesio                           | Luca               |
| Berjón Díez                        | Daniel             |
| Bernardos Barbolla                 | Ana M <sup>a</sup> |
| Berrocal Colmenarejo               | Julio J.           |
| Besada Portas                      | Juan A.            |
| Blanco Murillo                     | José Luis          |
| Blázquez García                    | Rodrigo            |
| Bojanic Antonijevic                | Slobodan           |
| Buesa Zubiria                      | Ana María          |
| Burgos García                      | Mateo              |
| Cabrera Quesada                    | Julián             |
| Calvo Ramón                        | Miguel             |

| Surname                    | Name              |
|----------------------------|-------------------|
| Campaña Ramos              | Iván              |
| Carballeira López          | Pablo             |
| Carmona Vázquez            | Carlos            |
| Carrasco Yépez             | Francisco Eduardo |
| Carreras Vaquer            | Carlos            |
| Carril Fuentetaja          | Abel              |
| Casajús Quirós             | Franciso Javier   |
| Casar Corredera            | José Ramón        |
| Castejón Martín            | Luis              |
| Castillo López             | Ángela            |
| Chas Alonso                | Pedro Luis        |
| Cisneros Pérez             | Guillermo         |
| Conti                      | Giuseppe          |
| Cortés Sánchez             | Carlos            |
| Coucheiro Limeres          | Alejandro         |
| Cuevas Rodríguez           | Carlos            |
| D'Haro Enríquez            | Luis Fernando     |
| de Córdoba Herralde        | Ricardo           |
| de Gracia Herranz          | Amadeo            |
| de la Puente Alfaro        | Juan Antonio      |
| de Miguel Cabello          | Miguel Ángel      |
| de Miguel Vela             | Gonzalo           |
| del Álamo Ramiro           | José María        |
| del Blanco Adán            | Carlos Roberto    |
| Díaz Martín                | César             |
| Dueñas López               | Juan Carlos       |
| Duque de Quevedo           | Álvaro            |
| Encinar Garcinuño          | José Antonio      |
| Escobar Riosalido          | Javier            |
| Esteban Marzo              | Jaime             |
| Faúndez-Carrasco Población | Ricardo           |
| Fernández González         | José Manuel       |
| Fernández Jambrina         | José Luis         |
| Fernández Martínez         | Fernando          |

| Surname                  | Name                 |
|--------------------------|----------------------|
| Ferreiros López          | Javier               |
| Ferreras Mayo            | Marta                |
| Fraile Ardanuy           | José Jesús           |
| Fratilescu               | Patricia             |
| Frías Barroso            | Zoraida              |
| Galocha Iragüen          | Belén                |
| García del Pino          | Pedro                |
| García Izquierdo         | Miguel A.            |
| García Jiménez           | Jesús                |
| García Muñiz             | Félix                |
| García Otero             | Mariano              |
| García Ruano             | Sergio               |
| García Santos            | Narciso              |
| Garrido Balaguer         | Jorge                |
| Gil Gil                  | José M <sup>a</sup>  |
| Gil Martín               | Manuel               |
| Gismero Menoyo           | Javier               |
| Gómez Valverde           | Juan José            |
| González de Aza          | Miguel Ángel         |
| Gordillo Méndez          | Aldo                 |
| Grajal de la Fuente      | Jesús                |
| Hernández Gómez          | Luis A.              |
| Hernández Medina         | Miguel Ángel         |
| Hernández Peñaloza       | Gustavo Adolfo       |
| Huecas Fernández-Toribio | Gabriel              |
| Ibáñez Urzaiz            | Fernando             |
| Ituero Herrero           | Pablo                |
| Jaureguizar Nuñez        | Fernando             |
| Jiménez Bermejo          | David                |
| Jiménez Leube            | Francisco Javier     |
| Kontaxakis Antoniadis    | Georgios             |
| Lambea Olgado            | Manuel María         |
| Ledesma Carbayo          | M <sup>a</sup> Jesús |
| López Asunción           | Samuel               |



| Surname                    | Name              |
|----------------------------|-------------------|
| López Barrio               | Carlos            |
| López Gonzalo              | Eduardo           |
| López Martín               | Juan Antonio      |
| López Pernas               | Sonsoles          |
| López Vallejo              | María Luisa       |
| Madejón López              | Esther            |
| Mantecón del Valle         | Tomás             |
| Martín Núñez               | José Luis         |
| Martínez de Rioja del Nido | Eduardo           |
| Martínez de Rioja del Nido | José Daniel       |
| Martínez Rodríguez-Osorio  | Ramón             |
| Mayor Perea                | María Jesús       |
| Mendo Tomás                | Luis              |
| Menéndez García            | José Manuel       |
| Montejo Garai              | José Ramón        |
| Montero Martínez           | Juan Manuel       |
| Morán Burgos               | Francisco         |
| Moreno García              | Francisco         |
| Muñoz Arcentales           | José Andrés       |
| Muñoz Pérez                | Carlos M.         |
| Muriel Barrado             | Alfonso Tomás     |
| Orduna Cortillas           | Marta             |
| Ortíz Gómez                | Flor de Guadalupe |
| Pardo Muñoz                | José Manuel       |
| Parera Bermúdez            | José F.           |
| Pavón Gómez                | Santiago          |
| Pérez Martínez             | Félix             |
| Pérez Martínez             | Jorge             |
| Pérez Moreno               | Carlos Gustavo    |
| Pérez Palomino             | Gerardo           |
| Pimienta del Valle         | Domingo           |
| Portal Ruiz                | Alberto           |
| Portillo García            | Javier Ignacio    |
| Pozo Huertas               | Alejandro         |

| Surname                      | Name             |
|------------------------------|------------------|
| Quemada Vives                | Juan             |
| Rebollar Machain             | Jesús María      |
| Riaza Rodríguez              | Ricardo          |
| Riera Salís                  | José Manuel      |
| Rodrigo Ferrán               | Juan Antonio     |
| Rodríguez Domínguez          | Andrés           |
| Rodríguez Varela             | Fernando         |
| Rodríguez-Palmero Flores     | Ana Belén        |
| Ronda Prieto                 | José Ignacio     |
| Salas Natera                 | Miguel Alejandro |
| Salgado Álvarez de Sotomayor | Luis             |
| Salvachúa Rodríguez          | Joaquín          |
| San Segundo Hernández        | Rubén            |
| Sánchez Olivares             | Pablo            |
| Santos Lleó                  | Andrés           |
| Sanz Maudes                  | Jesús            |
| Sierra Castañer              | Manuel           |
| Sun                          | Xiaoliang        |
| Tamayo Domínguez             | Adrián           |
| Tena Sánchez                 | Rubén            |
| Uribe Mayoral                | Silvia Alba      |
| Vallejo Martín               | Concepción       |
| Vaquero Melchor              | Diego            |
| Vásquez Peralvo              | Juan Andrés      |
| Vázquez Gallo                | Enrique          |
| Vega Barbas                  | Mario            |
| Verdecia Peña                | Randy            |
| Verdugo                      | Pedro M.         |
| Villagrà González            | Victor A.        |
| Yelmo García                 | Juan Carlos      |
| Zamorano Flores              | Juan             |
| Zazo Bello                   | Santiago         |
| Zufiria Zatarain             | Pedro J.         |

| FORMER MEMBERS          |                  |
|-------------------------|------------------|
| Surname                 | Name             |
| Arnaldo Duarte          | Sergio           |
| Barba Gea               | Mariano          |
| Barea López             | José Francisco   |
| Carruana Martín         | Adrián           |
| Corregidor Luna         | Daniel           |
| Doblado Marcos          | Carmen           |
| Estrada Martos          | Ana              |
| García Rial             | Federico         |
| González Bris           | Carlos           |
| González Casquete       | Marina           |
| González Lanceros       | Andrés Pedro     |
| González Vidal          | Francisco        |
| Holgado Ortiz           | Pilar            |
| Jarama Pellico          | Ángel Joaquín    |
| Koblents Lapteva        | Eugenia          |
| López López             | Gregorio Ignacio |
| López Morales           | Manuel José      |
| López Velasco           | Juan Pedro       |
| López-Araquistain López | Jaime            |
| Lozano Martín           | Juan Diego       |
| Maqueda Nieto           | Ana Isabel       |
| Marcos González         | David            |
| Martín Parejo           | María del Mar    |
| Page de la Vega         | Juan E.          |
| Quintana González       | Marcos           |
| Ramírez Torres          | Mario            |
| Riera García            | Juan Bautista    |
| Rodríguez Rodríguez     | Tomás            |
| Romero Hernández        | Irene            |
| Ruano Sainz             | Susana           |
| Saras Pazos             | Juan Antonio     |
| Sempere González        | Teresa           |

| Surname       | Name         |
|---------------|--------------|
| Serrano Calle | Silvia       |
| Sierra Pérez  | Manuel       |
| Tomé Alonso   | Adrián       |
| Úbeda Medina  | Luis Antonio |
| Vinyes Sanz   | Joan         |
| Zapata Ferrer | Juan         |



## Research groups

IPTC brings together the expertise of a number of research groups with a long trajectory in different research fields of ICT. Following there is a brief description of the expertise and activity of each of them.

### Visual telecommunications applications

- Computer Vision
  - Digital video processing, Monocular and stereo 3D reconstruction, Advanced video-based sensing in uncontrolled environments (road ITS and cooperative services, security applications, smart cities, etc.).
- Emerging Media Engineering
  - Audiovisual technology, Professional media engineering workflow. Media asset management, production and description, Added value media applications: user profiling, content recommendation, accessibility, etc.
- Visual Media Centric Networks and Communications
  - User and network adapted audiovisual communications, Video coding, QoE and QoS monitoring, Future Internet, Internet of Things.

### Applications of signal processing

- Signal Processing.
  - Advanced Digital Signal Processing and Applications. Audio and acoustics, Speech Technology, Wireless communications, Multimedia Coding.
  - Real-time signal processing. Digital signal processors, Massive Parallel Architectures.
- Wireless sensor networks
  - Cooperative positioning, Security in ad-hoc networks.
- Electronic Communication for Defense and Security.
  - HF communications, Signal Intelligence, ECM and EPM, Cryptography.
- Person-technology interaction.
  - Support for special education, Intelligent Interfaces.

### Connectivity

- Smart Sensor Networks.
  - Wireless Sensors, Low Power Systems, Energy Scavenging in WSN, Wireless Personal Area Networks and Wireless Body Area Networks.
- Nanotechnology and Nanomaterials for Sensing Devices
  - SiGe nanowires: Devices and Sensors.

## **Computational electromagnetism applied to antennas and microwaves (merged in 2019 with Applied Electromagnetism)**

- Radio and Wireless:
  - Development of software for passive microwave circuits and antenna design based on Finite Elements (FEM), Method of Moments (MoM), Mode Matching (MM).
  - Design of antennas, arrays of antennas and reflectarrays.
  - Optimization of radiation patterns of arrays of antennas.
  - Design of passive microwave circuits.
  - Computer Aided Tuning of microwave filters.
- Reduced order model.
- Frequency sweep.

## **Next generation internet**

- Next Web and Internet service architectures: ROA, HTML5, WebRTC, REST, P2P, event-based design, Message oriented design, multi-device and multi-screen design, mobility multimedia, ...
- Cloud Computing: Future Internet, Internet of Things, ICTs and living-labs, OpenStack, Software defined architectures, Software defined storage, Big Data analysis, SNA analysis.
- Social and Collaborative Software: Social graph analysis, proactive recommendation, behavior prediction, synchronous and asynchronous collaboration, mobile application and services, ...
- Technology Enhanced Learning: Use of multimedia in education, use of social and collaborative software in education, micro-learning, “Old story telling”, MOOCs.

## **Laboratory of integrated systems**

- Microelectronics: System on Chip, variations – aware and rad – hard VLSI design.
- High performance digital architectures and HW acceleration
- EDA tools
- Embedded systems: wireless sensor networks and cognitive radio.
- Energy optimization of data Centres.

## Microwaves and radar

- Microwaves and millimeters systems:
  - Design, development and experimental characterization of circuits, subsystems and full systems in the microwaves, millimeterwaves and sub-millimeterwaves frequency bands.
  - Analysis, simulation and characterization techniques, Modeling and characterization of active and passive devices, Components and subsystems, Data links and mobile communications, Image sensor and electronic warfare.
- Radar systems:
  - Analysis, simulation, specification and performance estimation of radar and radio-communication systems.
  - Analysis, simulation and evaluation, Signal Processing, Solid State Transmitters, High resolution and image radar, CW-radar applications.
- Defense and security:
  - Applications of RF and signal processing into the defense and security sectors: surveillance radars, IFF systems, imaging radars, passive sensing and imaging, detection of concealed objects, through-wall surveillance, solid-state power amplifiers, proximity sensors, electronic warfare, etc.
  - Applications of RF and signal processing technologies and techniques into the space and transportation sectors: equipment for radio-navigation systems and Air Traffic Control (ATC), GPS, radar sensors for intelligent roads, TT&C transponders, data links for Unmanned Air Systems (UAS), LTE communication systems for railway environments, indoor localization and navigation, etc.

## Data processing and simulation

- Smart Spaces, Ubiquitous Computing, Localization and Position-based Services, Sensor Networks, Mobile Devices and Services, Context-Aware Systems and Personalization, Intelligent Human-Machine Interaction.
- Air Traffic Control and Management. Detection, Tracking and Guidance, Trajectory Estimation, Tracking and Optimization, Data Fusion, Conflict Detection, Algorithms for Airport Management.
- Drone applications: UTM, guidance, detection and control.

## Radiation

- Design of Reflector Antennas, Array and Smart Antenna.
- MIMO and Signal Processing.

- RF, Microwave and Millimeter Wave Circuits.
- Antenna and Circuit Measurement Techniques.
- Numerical Methods in Electromagnetism.
- Performance evaluation of Communication Systems.

## **Telecommunication and internet networks and services**

- Network technologies:
  - Protocol Engineering, Network Design, Traffic Monitoring, Network Simulation, Network Virtualization.
  - Automated Intrusion Response Systems, Security Ontologies, Honeynets, Cybersecurity, Security Training
- Multimedia Applications over the Internet: IP Multimedia Subsystem, Next Generation Networks, Over-the-Top Services, User Traffic Modeling, Network Dimensioning, Quality of Service / Quality of Experience.
- Mobile Networks and Applications: Wireless Access Networks, Always Best Connected, Communication Middleware, Smart City Applications, Open Data Applications.

## **Real time systems and architecture for telematic services**

- Cyber-physical systems
- High-integrity systems
- Telematic Services Engineering in the corporate environment
- Machine learning for systems and networks management
- Digital identity, privacy and trust in service engineering
- Distributed applications and middleware
- Lean and agile methodologies in service engineering
- Safety critical software development
- Industry 4.0: predictability, configuration and deployment

## **Dynamic systems, learning and control**

- Dynamical systems: Control and Fault Diagnosis, Differential Algebraic Equations, Electric Circuits.
- Intelligent Data Processing: Machine Learning, Complex Networks, Energy Management and Electric Vehicles, Big Data.



## Biomedical imaging technologies

- Biomedical image processing.
- Image registration, Image segmentation, Image fusion, Image-guided surgery and therapy.
- Biomedical image acquisition.
- Programmable data acquisition, Tomographic image reconstruction.

## Information and communication technologies

- Modelling, characterization and development of infrastructures and advanced telecommunication services and IS.
- Regulation of the Telecommunication Sector.
- Tools for know-how transfer from university to the corporate sector.
- Internet mobile over IP services.
- Radiowave propagation.
- Troposphere effects in microwaves and millimeter waves.
- Regulation, Normative and Planning of radiocommunication systems.
- Simulation of advanced mobile systems: 4G, 5G.
- Mobile radiocommunication systems planning.
- Technical-Economical Prospective of ICT sector.
- Coordination and support to expert groups in prospective (technology, market, regulation and public policies).
- Radiocommunication Systems: satellite communications and radiobroadcasting.

## Speech technology

- Automatic speech recognition.
- Speaker identification and verification.
- Automatic speech segmentation.
- Language recognition.
- Natural language comprehension.
- Text to speech conversion including emotions.
- Advanced machine-human dialogue systems in smart environments.
- Language translation systems.
- Applications to help disabled people.
- Multisensor Human Behaviour Modelling.

## Image processing

- Image and video analysis to extract characteristics.
- Television, 3D television and ultra high definition television (UHD, 4K).
- 3D graphics and augmented reality.
- Cameras autocalibration.
- Theory and methods for image digital processing.
- Visual information coding and transmission.
- Three-dimensional information extraction.

## Applied electromagnetism

- Development of efficient analysis methods and CAD tools for microwave and millimeter wave passive devices and circuits.
- Design and prototyping of reconfigurable and electronic steered antennas up to 300 GHz.
- Biological effects of electromagnetic fields.
- Periodic structures and transmission means based on metamaterials.
- Design of waveguide circuits for space applications (filters, multiplexers, couplers, ortomodes, polarizers, loads).
- Analysis, design and prototyping of printed antennas: arrays, reflectarrays and transmitarrays.

**Photographers:**

[Shahadat Rahman](#), pages 1, 74. Unsplash

[Nasa](#), page 4. Unsplash

[Umberto](#), pages 8, 42, Unsplash

[Ramón Salinero](#), page 14. Unsplash

[Moritz Kindler](#), page 52. Unsplash

[Meagan Carsience](#), page 58. Unsplash

**Graphic designer:**

[Cristina Rico](#)

# APPENDIX

---

## IPTC Newsletters

March 2018 / April 2020



This Appendix compiles the newsletters edited by the IPTC-UPM since March 2018 until April 2020. The “IPTC Review” series globally contains a limited but representative sample of the activity of our Center in these years.

Full IPTC yearly reports can be found at the UPM R&D and Innovation Observatory.  
**R&D and Innovation Observatory**

# IPTC - UPM

Information Processing and Telecommunications Center



ESTE BOLETÍN CONTIENE

## DESTACADO DE MARZO

### Centro de I+D de referencia

*José Ramón Casar*

En futuros números de este boletín, esta sección se dedicará a analizar o reseñar brevemente algún acontecimiento destacado o algún aspecto singular de la actividad del Centro y de sus miembros.

En este número cero, hemos optado por que la sección se refiera a la etapa de despegue de la actividad del Centro en 2018, una vez asentados (aunque no del todo, ni definitivamente) los procesos básicos y disponible el material corporativo y de presentación mínimos, incluida la web.

 Sigue...

- ARTÍCULOS Y NOTICIAS
- PROYECTOS
- TECNOLOGÍA DEL MES
- EVENTOS IPTC

### ESTRENAMOS NUEVA WEB Y LINKEDIN

Nuestra nueva página web ya está activa ([www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)). Para acceder al área de miembros, podréis hacerlo con el usuario y la contraseña de la UPM.

También hemos creado una cuenta de Twitter y una página de LinkedIn, IPTC - Information Processing and Telecommunication Center.



IPTC - Information Processing and Telecommunications Center



IPTCrtld

Recientemente, hemos sido evaluados con los criterios del Plan de Calidad de la UPM y hemos resultado ocupar el primer puesto en la comparación general de la actividad de 2016 con los otros 17 Centros o Institutos de la UPM. Tenemos, obviamente, mucho margen de mejora para llegar a situarnos a medio plazo en una buena situación de comparación internacional con Centros de nuestro ámbito temático y dimensión. Algunos de los datos de nuestra actividad que queremos mencionar en esta reseña son (todos referidos a 2016): hemos publicado 225 artículos y comunicaciones en congresos internacionales y defendido 20 tesis doctorales, han estado activos 100 proyectos competitivos y 60 contratos o proyectos no competitivos.

Tenemos algunas deficiencias evidentes, especialmente en movilidad internacional en general, y en protección y explotación de la propiedad intelectual (patentes). Y una, que no desvelan los datos, de presencia y de imagen común, que creemos que es la que debiéramos acometer a partir de este año.

Creemos que debemos aspirar a convertirnos en una unidad estratégica de I+D en Tecnologías y Servicios de Procesado de la Información y Comunicaciones, capaz de abordar retos científicos y tecnológicos realmente importantes, más allá de lo que hacemos bien ahora. Y convertirnos en un Centro de Referencia en un futuro no muy lejano, principalmente en y desde la ETSI de Telecomunicación de la UPM, pero abierto sin prejuicios a quienes pueden aportar valor a nuestros proyectos.

No sé si la clave puede estar en plantearnos un horizonte verdaderamente multidisciplinar y disruptivo y con una fuerte componente internacional. Obviamente, tendremos que ser los Grupos y las personas quienes asumamos esta visión (u otra). Declarar la intención sólo no nos moverá lejos.



Algunas de las actividades que, a nuestro juicio, debiéramos poner en marcha o reforzar en los próximos meses son:

- Una estrategia de comunicación eficaz: probablemente esto implicará el cuidado minucioso de los medios utilizados (desde este boletín hasta las redes sociales), la identificación de los públicos objetivo, y la selección de los foros en los que deseamos estar institucionalmente.
- La elaboración de una oferta conjunta de tecnologías y capacidades (multidisciplinares) adecuadamente organizada por temas estratégicos u oportunidades de I+D, que pueden ir desde las comunicaciones 5G o *Data Analytics* hasta planteamientos más sectoriales o generales como la *Smart City* o la Industria 4.0.
- La identificación y fidelización mutua de socios de referencia, con los que establecer alianzas de medio plazo que nos permitan abordar los grandes retos en determinados sectores con continuidad y perspectiva.
- La elaboración de un plan de apoyo a la internacionalización (con recursos), que, junto con nuestros planes de comunicación y actividades, constituya el tercer eje estratégico horizontal de nuestro planteamiento como Centro de I+D en los próximos años.

Y todo ello perfectamente alineado con los planes y objetivos de la Escuela y la Universidad. Porque, creemos, sólo con esa suma podremos tener éxito todos.

### RESULTADOS "RETOS INVESTIGACIÓN" CONVOCATORIA 2017

El Ministerio de Economía, Industria y Competitividad ha publicado recientemente la adjudicación de proyectos correspondientes al "Programa Estatal de investigación, desarrollo e innovación orientada a los retos de la sociedad, en el marco del plan estatal de investigación científica y técnica y de innovación 2013-2016, convocatoria 2017".

El IPTC, Information Processing and Telecommunications Center, ha recibido seis de los siete proyectos que presentó con un presupuesto total de 854.018 €



## TECNOLOGÍA DE MARZO

En Diciembre de 2015 el Consejo de Ministros autorizó al Ministerio de Industria, Energía y Turismo la celebración de un convenio de colaboración con la UTE denominada PROTEC 110 (constituida por Navantia, S.A., e Indra Sistemas, S.A.), para financiar la ejecución de los programas tecnológicos de desarrollo e integración de sensores en mástil y del sistema de combate SCOMBA de las futuras Fragatas F-110. Se prevé que estas nuevas fragatas empiecen a reemplazar a las de clase F-80 a partir de 2024.

Una de las principales novedades tecnológicas de la serie de fragatas F-110 será su mástil integrado. En esta superestructura se integran los radares multifunción en Banda S y Banda X, sistemas de comunicaciones, sistemas de defensa electrónica y contramedidas, sistemas optrónicos y el sistema de identificación amigo-enemigo (IFF). Los diferentes sensores están basados en elementos radiantes planos y arquitecturas de barrido electrónico, eliminando la necesidad de elementos de exploración mecánica y mástiles, lo que reduce notablemente la sección radar del buque dificultando su detección. En Diciembre de 2016 Indra cerró un acuerdo para incorporar a la Universidad Politécnica de Madrid al Plan Industrial del Programa PROTEC 110. El conjunto de investigadores del IPTC que participan en este acuerdo han venido realizando desde entonces tareas en las siguientes áreas:

### 1.- Radar de Banda X:

- Diseño preliminar de las columnas de la matriz de elementos radiantes (red de alimentación y desfases). Se prevé ampliar el convenio en breve para iniciar el desarrollo de los procedimientos de medida de dicha antena.
- Desarrollo de un simulador con capacidad para estimar y generar las señales recibidas por el radar

en un entorno complejo que incluye la presencia de otros radares, jammers, blancos y zonas de clutter. Asimismo se podrán evaluar las características del radar inmerso en este entorno.

### 2.- Sistema de Identificación IFF:

- Análisis de especificaciones operativas de un sistema IFF con antena activa de apuntamiento electrónico. Diseño de alto nivel de la arquitectura del sistema y módulos T/R. Análisis de la integración del sistema radiante con el equipo interrogador.
- Asesoría técnica para el diseño de los elementos radiantes de una antena cilíndrica con apuntamiento electrónico y características monopulso. Análisis de los diagramas de radiación.
- Plan de pruebas y sistemas de medida sobre agrupaciones parciales de elementos radiantes y sobre el sistema radiante completo. Software de medida.
- Estudio y análisis de la funcionalidad de seguimiento de blancos IFF en una plataforma móvil.



### 3.- Subsistemas de defensa electrónica:

- Desarrollo de receptores digitales de guerra electrónica con capacidad de análisis intrapulso en tiempo real.
- Implementación de los algoritmos desarrollados en FPGAs de última generación.

## EVENTOS IPTC

### Algunos eventos organizados por miembros del IPTC

#### PATMOS 2018 Workshop, July 2-4 th 2018 in Platja D'Aro, Spain. 28th

International Symposium on Power and Timing Modeling, Optimization and Simulation.

PATMOS has a history of almost 30 years, being one of the first conferences focusing on low power. The traditional scope of PATMOS has mainly been about the design of circuits and architectures optimized for highest performance at lowest power consumption.



Event website

**IMPACT Workshop, May 21 st at New York, US:** Improving healthcare through service design and patient empowerment technologies. Co-located with Pervasive Health Conference 2018.



Event website

#### The European Microwave Week 2018, September 23-28th 2018, Madrid IFEMA,

Spain, provides the opportunity to attend conferences, workshops, short courses, and special sessions. EyMW 2018 consists of three conferences:

- The European Microwave Conference.
- The European Microwave Integrated Circuits Conference.
- The European Radar Conferences. In addition, the EuMW 2018 will include The Forum on Defence, Security and Space.



Event website



## PROYECTOS DEL IPTC - SELECCIÓN MARZO

### NEW PROJECT UNDER H2020

#### H2020 - FANDANGO: FAKE NEWS DISCOVERY AND PROPAGATION FROM BIG DATA ANALYSIS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE OPERATIONS

The fake news phenomena is a well-known issue both in traditional printed news as well as in modern broadcast news and it has increased its negative impact in the era of on-line social networks.

In the era of social networks and digital citizenships the use of on-line media to spread deliberate misinformation and hoaxes may have a great negative impact in the society, in Europe as well as in any other country.

A potential approach to fight fake news and address the post-truth effect is to systematically share knowledge and data across organizations: the emergence of Big Data tools and Data Science methods could tackle this problem and mitigate its societal impacts. New forms of business could be also generated involving several stakeholders: Media Companies, such as news agencies, broadcasters, publisher, etc., governmental institutions and public organisations, the industry ecosystem, the whole society.

The aim of FANDANGO (fandango.news) is to enable the aggregation and validation of different typologies of news (e.g. scientific data, media sources, on-line social networks, governmental open data) and to provide AI services to support Data Journalists in detecting potential fake news.

The project will contribute in breaking data interoperability barriers, and it will provide an integrated easy-to-use platform to support all relevant stakeholders. This approach and the related tools will be validated in three domains (Climate change, Refugees and Migration, and European policy) where misinformation tends to create major contrast in the citizens and society.

FANDANGO, led by Engineering, includes Media Industries, SMEs, Universities, and Research centres challenged to provide solutions based on the exploitation of big data and artificial intelligence to address the fake news phenomena.

UPM ([www.upm.es](http://www.upm.es)) through the research group GATV ([www.gatv.ssr.upm.es](http://www.gatv.ssr.upm.es)) from the INFORMATION PROCESSING AND TELECOMMUNICATIONS CENTER ([www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)), is leading the multimedia data gathering and data lake model workpackage, besides developing tools based on machine learning and data analytics towards detecting image/video forgery and detection of source in fake news activities.



### UNIVERSITY-INDUSTRY PROJECT COMPLETED

#### FREE VIEW POINT VIDEO SYSTEM FOR VIDEOCONFERENCING (FTV - WEI)

The Free View Point Video system for videoconferencing (FTV-Wei) project has been completed with the design and development of a complete real time system. The project has been carried out by the members of the Grupo de Tratamiento de Imágenes (GTI) from the INFORMATION PROCESSING AND TELECOMMUNICATIONS CENTER under a contract with Huawei Software Technologies, Nanjing, China.

This project aimed for a scheme based on sparse camera configuration and consumer electronics equipment. So, the researchers of the GTI have devised lightweight schemes for video acquisition, transmission, and rendering. Linear and planar camera configurations have been used and rules on the relative advantages of those scenarios have been achieved. Depth information has been obtained combining depth stereo vision and

multiview stereo. New schemes for lossless and lossy transmission allow for the delivery of the multiview plus depth information to a remote receiver where free viewpoint video is generated. Minimizing the motion to photon latency, the video corresponding to virtual viewpoint chosen by the user is rendered. New algorithms combining texture and depth achieve a better subjective quality.

Comparing this outcome with those of leading-edge research teams, the real time operation and the ability to work with a sparse camera array are outstanding achievements.



# INFORMES Y NOTICIAS

## BLOCKCHAIN, TECNOLOGÍA DISRUPTIVA TAMBIÉN EN LAS CIUDADES INTELIGENTES.

Fuente: EsMarCity.es

Hasta la fecha, conocemos las ventajas de Blockchain en su aplicación a las monedas virtuales, pero la tecnología puede ir un paso más, y algunos plantean esta tecnología como el modo del futuro para establecer relaciones de intercambio seguras en diversas actividades de la vida cotidiana. En particular, este artículo nos habla de la importancia que tiene Blockchain para el desarrollo de las ciudades inteligentes, pues facilita la confianza, trazabilidad y seguridad.

Lo que se plantea como un nuevo modelo de negocio, está avalado por la Comisión Europea, a través de su observatorio de Blockchain, en el que están financiando diversos proyectos para su aplicación en distintos sectores.

A través de esta tecnología, se plantea un nuevo modelo de ciudad inteligente interconectada, mucho más eficiente. Algunas ciudades, como Londres, Tel Aviv, Toronto o Milán, ya están realizando grandes inversiones para promover una gestión urbana integrada en Blockchain. Aunque, sin duda, es Dubai la ciudad que más está apostando por este nuevo modelo, donde han manifestado la intención de implantar Blockchain para convertirse en el modelo mundial de ciudades inteligentes para el año 2020.

## CIUDADES DEL FUTURO

Fuente: Cities in Motion, IESE; Hacia la ciudad 4.0, KPMG.

En los próximos años el tamaño de las grandes ciudades se incrementará, acogiendo al 70% de la población mundial. Este es el motivo principal de la creciente inversión en el desarrollo de ciudades inteligentes que va más allá del objetivo europeo 2020. Un informe publicado recientemente por KPMG presenta, como una oportunidad de negocio, el desarrollo de la tecnología de la Internet de las Cosas (IoT), la cual va ligada al desarrollo de 5G. Se prevé que el desarrollo de esta tecnología en las ciudades inteligentes genere un valor que superará los 23.000 millones de euros en el año 2020.

El informe de Cities in Motion realizado por la Escuela de negocios IESE sitúa como ciudades a la cabeza en el desarrollo de las smart cities a Londres, París, Nueva York o Dubai. En España, tampoco salimos mal parados, si atendemos al ranking de Cities in Motion, en el que 7 ciudades españolas aparecen en las más de 200 ciudades analizadas. Los indicadores que utilizan para evaluar a las ciudades, son entre otros, Gestión Pública, Tecnología o Transporte. Barcelona, seguida de Madrid son las dos ciudades mejor puntuadas en España. El puesto 34 lo ocupa la ciudad de Madrid en este ranking, precedido por Barcelona, con la posición 33.

Nos encontramos ante un reto que tendremos que afrontar en los próximos años para ir, poco a poco, adaptando las ciudades al crecimiento socio-demográfico que se está produciendo. La participación pública y privada y las distintas inversiones para el desarrollo de una ciudad más eficiente, medioambientalmente más sostenible y con unas redes de comunicación, entre la ciudadanía y los servicios, óptimas, harán que mejore la esperanza y calidad de vida de la población.



## Blockchain y Smart Cities



**IPTC - Information Processing and Telecommunications Center**  
**E.T.S.I. Telecomunicación - UPM**  
**Avenida Complutense, 30 28040, Madrid.**





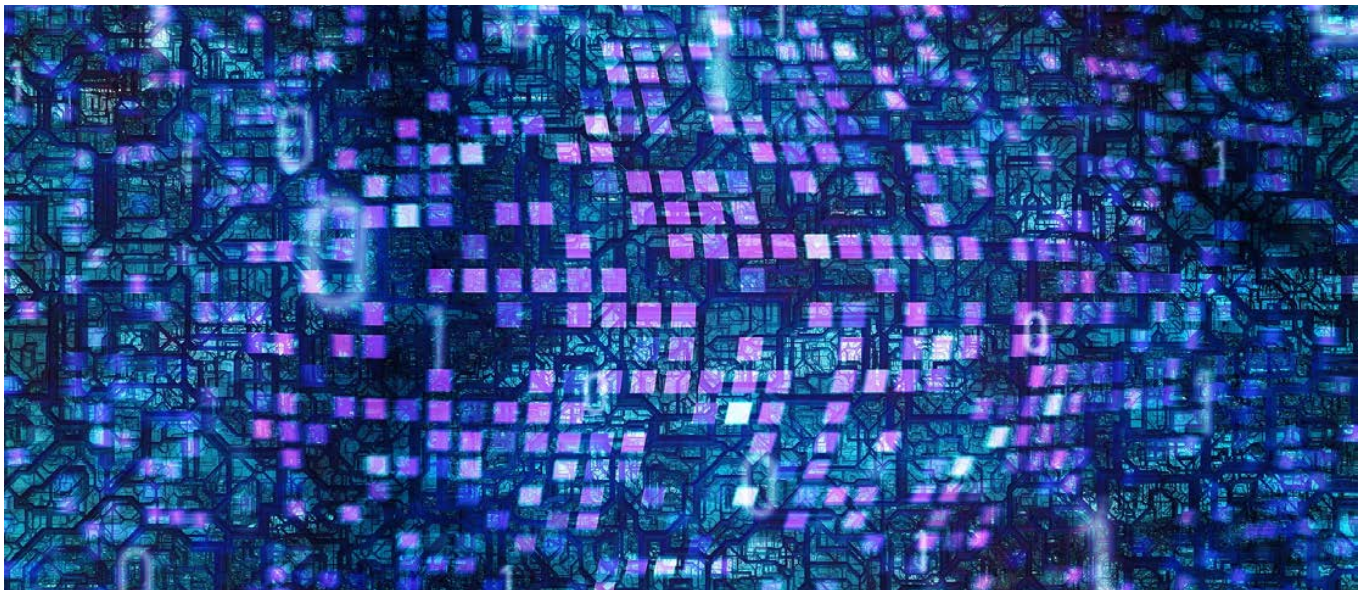
POLITÉCNICA

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30

www.iptc.upm.es

# IPTC - UPM

Information Processing and Telecommunications Center



## DESTACADO DE ABRIL COMUNICACIONES 5G

**José Manuel Riera**

A finales de noviembre de 2017, el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital anunciaba la puesta en marcha de un Plan Nacional de 5G para el periodo 2018-2020, con el objetivo declarado de situar a nuestro país entre los países más avanzados en el desarrollo de esta nueva tecnología, de manera que, cuando la 5G alcance su madurez tecnológica y comercial, España esté preparada para aprovechar al máximo las oportunidades de este paradigma tecnológico. El Plan Nacional recoge los resultados de la Consulta Pública sobre 5G realizada por el Ministerio unos meses antes, y se relaciona con el Plan de Acción para 5G elaborado por la Comisión Europea en 2016.

5G es el acrónimo de la quinta generación de comunicaciones móviles, pero también es mucho más que eso, ya que representa la evolución actual de las redes de telecomunicaciones, provocando un salto disruptivo que se espera tenga un gran impacto en la mayoría de los sectores económicos y sociales. Será un



Sigue...

ESTE BOLETÍN CONTIENE

- ARTÍCULOS Y NOTICIAS
- PROYECTOS
- TECNOLOGÍA DEL MES
- EVENTOS TIC

### PROCESAMIENTO DE DATOS MASIVOS PARA DESARROLLO SOSTENIBLE

El profesor Pedro J. Zufiria, del IPTC, ha liderado un trabajo junto con el laboratorio de innovación de UN Global Pulse en Kampala y el Programa Mundial de Alimentos, en el que integran y analizan datos de telefonía (CDRs) para caracterizar patrones socio-económicos, con el fin de monitorizar migraciones y seguridad alimentaria para mitigar la pobreza y el hambre en Senegal causadas por condiciones externas que se vienen agudizando debido al cambio climático. Este trabajo se publicará en la revista PLOS ONE. Una versión preliminar fue presentada en el Challenge de Data For Development D4D (Senegal, 2015), galardonada con uno de los premios otorgados por la Fundación Bill & Melinda Gates.



componente tecnológico esencial en el proceso de transformación digital que se está ya experimentando en todos ellos. Por este motivo, resulta plenamente justificado que tanto la Comisión Europea como el Gobierno de España dediquen Planes específicos para favorecer su implantación y el aprovechamiento pleno de las oportunidades que se abren.

Desde el punto de vista técnico, la estandarización de 5G en el seno del 3GPP se ha orientado en relación a tres casos de uso representativos, todos ellos con requisitos muy avanzados no cubiertos por las actuales redes:

- Enhanced Mobile BroadBand (eMBB): Comunicaciones de banda ancha con velocidades de pico de 1 Gbit/s, con posibilidad de ofrecer contenidos en ultra alta definición o experiencias de realidad virtual. Calidad de servicio mejorada en escenarios difíciles: bordes de celda, vehículos de alta velocidad, estadios, etc...
- Ultra-Reliable and Low Latency Communications (uRLLC): El objetivo es proporcionar servicios con fiabilidad superior al 99,999% y latencia inferior a 1 ms, lo que los haría útiles en aplicaciones críticas el vehículo conectado o el vehículo autónomo, servicios de telemedicina, sistemas de seguridad y control en tiempo real y otros como la fabricación inteligente.
- Massive Machine-Type Communications (mMTC): Orientado a la Internet de las Cosas (IoT) y en general a las comunicaciones máquina a máquina (M2M). Se incrementará la capacidad para gestionar gran cantidad de conexiones simultáneas, con requisitos específicos en cuanto a la gestión de la energía.

Las primeras especificaciones técnicas publicadas por el 3GPP a finales de 2017 definen una nueva interfaz radio denominada New Radio (NR) que, en esta primera versión, se utiliza para aplicaciones eMBB en redes Non StandAlone (NSA) que no pueden funcionar de manera independiente sino que deben conectarse a redes LTE. En la próxima publicación, prevista para mediados de 2018, se completarán las especificaciones para el caso de uso uRLLC, hasta el momento sólo iniciadas, y para la operación como redes independientes StandAlone (SA). Las especificaciones se completarán en 2019 con lo necesario para el caso de uso mMTC.

Cada uno de estos casos de uso abre la puerta a un gran número de servicios y aplicaciones, facilitados además por el uso de nuevas bandas de frecuencias, incluyendo algunas de ondas milimétricas, y la incorporación de nuevas tecnologías de capa física como modulaciones más avanzadas (256-QAM), técnicas de codificación de canal y multi-acceso más eficientes, MIMO masivo y otras. Más allá de la capa física, las técnicas de virtualización, network slicing y aplicación de procesamiento cloud y procesado masivo de información big data ofrecen oportunidades tecnológicas y de negocio a empresas de todo tipo y centros de investigación.

El Plan Nacional de 5G incluye una serie de actuaciones y medidas ordenadas de acuerdo con los siguientes ejes:

- Gestión y Planificación del Espectro Radioeléctrico. Se han iniciado ya los procesos de licitación de frecuencias en las bandas de 1,5 GHz y 3,5 GHz, a los que seguirá la banda de 700 MHz (segundo dividendo digital) y en el medio plazo algunas bandas de ondas milimétricas, como la de 26 GHz. Promoción de la armonización de bandas a nivel europeo y global.

- Impulso a la tecnología 5G: Pilotos de Redes y Servicios 5G y Apoyo a la I+D+i. Se facilitará el despliegue de pilotos que utilicen esta tecnología, apoyándoles mediante convocatorias para promover la formación de consorcios entre operadores, fabricantes, empresas que desarrollen aplicaciones, universidades y centros de investigación, con el objetivo de validar el uso de estas tecnologías y experimentar el desarrollo de aplicaciones innovadoras en diversos sectores. Apoyo a acciones de I+D+i relacionadas con 5G.

- Aspectos regulatorios: Promover regulación en los ámbitos de despliegue, seguridad, calidad de servicio, derechos de usuarios, etc.. y su armonización a nivel europeo, además de facilitar la compartición voluntaria de infraestructuras.

- Coordinación y cooperación internacional. Coordinación de las actividades del plan y participación en organismos internacionales de estandarización, con seguimiento estrecho de sus actividades.

En la actualidad, en IPTC se llevan a cabo decenas de proyectos de I+D+i relacionados con 5G, por lo que se la considera una tecnología de importancia estratégica para el Centro, en la que IPTC tiene una clara vocación de estar presente en los próximos años.

## RETORNO H2020 2014-2016

**La Universidad Politécnica de Madrid es una de las entidades españolas principales en retorno de H2020 en el bienio 2014-2016, según los datos facilitados por la Unión Europea y CDTI en marzo de 2017.**

**En el cuadro que se muestra a continuación, aparecen las entidades de la Comunidad de Madrid que han obtenido un mayor retorno en los fondos de Horizonte 2020 de la Unión Europea.**

**La UPM se encuentra en la tercera posición con mayor retorno en la Comunidad de Madrid, y la quinta en el conjunto de España.**

**Del mismo modo, la UPM se presenta como la universidad española con mayor número de proyectos obtenidos, con un total de 77.**

**En la Comunidad de Madrid le sigue la Universidad Carlos III, con 29 proyectos y la Universidad Complutense de Madrid, con 25.**

| Entidades Destacadas ordenadas por retorno obtenido             | Actividades |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                                                                 | Nº          | Lideradas |
| Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas | 80          | 31        |
| Atos Spain, S.A                                                 | 74          | 21        |
| Universidad Politécnica de Madrid                               | 77          | 12        |
| Acciona Construcción, S.A                                       | 42          | 4         |
| Universidad Carlos III de Madrid                                | 29          | 8         |
| Universidad Autónoma de Madrid                                  | 21          | 11        |
| Fund. Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas Carlos III | 10          | 5         |
| Telefónica Investigación y Desarrollo, S.A                      | 33          | 1         |
| Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial                | 27          | 0         |
| Universidad Complutense de Madrid                               | 25          | 5         |

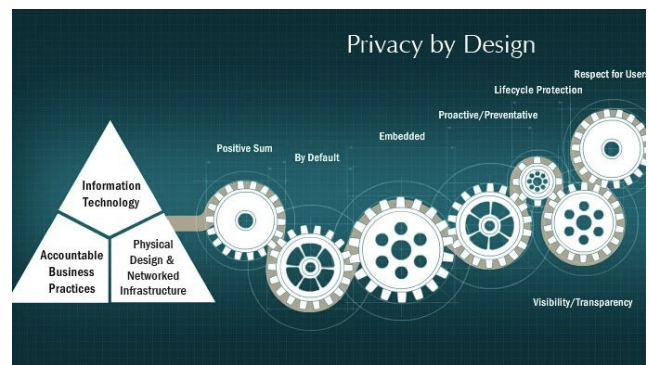
Fuente: CDTI

## TECNOLOGÍA DE ABRIL

La mayor parte de los servicios disponibles en la red y las aplicaciones de negocio requieren que los usuarios se autentiquen para verificar su identidad, sea por ofrecer un servicio personalizado, por proteger datos de carácter personal o por permitir el uso de recursos de acceso restringido. El diseño, despliegue y operación de una infraestructura de autenticación y autorización es una disciplina compleja y costosa para proveedores de servicio y una cesión de control y soberanía sobre la información personal para los usuarios, además de un problema de usabilidad para usuarios no técnicos. La identidad digital y sus diferentes modelos de ciclo de vida son la piedra angular en que se apoya la mayoría de las disciplinas que solemos agrupar en el concepto de ciberseguridad: autenticación, autorización, confidencialidad, integridad, no repudio, etc. En esta línea de investigación se trabaja en dos disciplinas fundamentales en el contexto de la seguridad de la información en la prestación de servicios telemáticos: la privacidad y la confianza en servicios de la sociedad de la información.

La privacidad trata de la protección de los atributos asociados con una identidad digital para que no sean diseminados más allá de las necesidades de un sujeto en una transacción. Esta disciplina está muy vinculada a la protección de datos de carácter personal a que hace referencia el Reglamento Europeo de Protección de Datos (GDPR) personales actualmente en fase de implantación, siendo un tema de enorme actualidad. Baste mencionar en este sentido el reciente caso de fuga masiva de datos de Facebook con la intervención de la empresa Cambridge Analytica.

La ingeniería de privacidad es una disciplina emergente en el ámbito de la ingeniería del software y los servicios telemáticos que utiliza metodologías, herramientas y técnicas para asegurar por diseño el cumplimiento de los requisitos de privacidad de un sistema o servicio respecto de una determinada política (USA) o respecto de la legislación sobre privacidad y protección de datos (EU).



El concepto de confianza hace referencia a la creencia firme en la veracidad, buena fe y honestidad de la otra parte involucrada en una transacción que representa algún riesgo, pudiendo representar las partes involucradas en las transacciones a personas, servicios y entidades. En el ámbito de los servicios de la sociedad de la información, las infraestructuras de gestión de la identidad resultan imprescindibles para establecer comunidades de confianza. El proceso de transformación digital es imparable y va a cambiar radicalmente nuestro entorno económico, social y productivo, pero a la vez el proceso tiene que ser ordenado y controlado para resultar exitoso. Uno de los elementos llamado a regular y equilibrar la explosión digital es el de la confianza en sus vertientes técnica y legal para proporcionar a usuarios y empresas compromisos de seguridad, privacidad, cumplimiento, transparencia y disponibilidad.

El grupo de investigación Sistemas de Tiempo Real y Arquitecturas de Servicios Telemáticos (STRAT) del IPTC tiene una línea de investigación activa sobre identidad digital, privacidad y confianza en ingeniería de servicios. Esta línea está consolidada en base a numerosos proyectos de I+D con empresas y con financiación pública competitiva de ámbito nacional e internacional, con varios proyectos activos del programa H2020. En estos proyectos se trabaja en los siguientes ámbitos tecnológicos:

- Modelos y ecosistemas de gestión de la identidad digital. Modelos, tecnologías, herramientas y ecosistemas para el ciclo de vida de la identidad digital y su soporte a la prestación de servicios telemáticos.

- Tecnologías para la protección de la privacidad. Modelos de tratamiento de datos personales y protección de la privacidad y las tecnologías, metodologías de desarrollo, técnicas de análisis de riesgo e impacto y enfoques técnicos y legales asociados.

- Modelos para la definición y gestión de la confianza y la confiabilidad en servicios telemáticos. Modelos, tecnologías, herramientas, sellos y evaluaciones de confianza en servicios, personas y entidades que actúan como partícipes en la prestación de servicios telemáticos. La actividad del IPTC en esta línea cuenta con pilotos de validación y actividades de transferencia de tecnología en diferentes sectores de actividad empresarial: Fintech, Regtech, Transformación digital, Transporte y logística, Telecomunicaciones, IoT, Smart grid, Salud, etc.

### EVENTOS TIC

22 - 24 May 2018

Digital Business World Congress

Madrid IFEMA

<https://www.des-madrid.com/>



DIGITAL BUSINESS  
WORLD CONGRESS



IEEE 5G

9 - 11 Jul 2018

IEEE 5G World Forum

Santa Clara, California

<http://ieee-wf-5g.org/>

## PROYECTOS DEL IPTC - SELECCIÓN ABRIL

### NEW PROJECT. PDP4E. METHODS AND TOOLS FOR GDPR COMPLIANCE THROUGH PRIVACY AND DATA PROTECTION ENGINEERING

PDP4E is an innovation action that will provide software and system engineers with methods and software tools to systematically apply data protection principles in the projects they carry out, so that the products they create comply with the General Data Protection Regulation (GDPR), thus bringing the principles of Privacy and Data Protection by Design to practice. PDP4E will integrate privacy and data protection engineering functionalities into existent, mainstream software tools that are already in use by engineers, focusing on open-source tools that will be integrated in the Eclipse ecosystem. The approach will integrate methods proposed by the privacy engineering community (e.g. LINDDUN, ISO/IEC 27550 Privacy engineering), and the industry of software and system engineering tools (e.g. MUSE, PAPYRUS or OpenCert) using a model driven engineering (MDE) approach. PDP4E will

introduce privacy and data protection into software and system engineering disciplines (Risk Management, Requirements Engineering, Model-Driven Design, and Assurance), which drive the everyday activities of engineers. Results of PDP4E will be assessed by two demonstration pilots on industries where privacy and data protection are especially relevant, one on novel financial applications and services (fintech application domain) and one on big data on smart grid (smart grid application domain). PDP4E will promote its results in engineering communities, as Eclipse (community of software developers) or IPEN (community of stakeholders with an interest on privacy engineering). An open Alliance for Privacy and Data Protection Engineering is planned as a follow-up of the project, building on that community and the synergies among partners. PDP4E includes 8 partners and has a 33-month duration. IPTC (<http://www.iptc.upm.es/>) participates in PDP4E through the STRAST (<http://www.dit.upm.es/~str/>) research group and takes the role of technical coordinator of the project. The kick-off meeting of the project will take place at IPTC-ETSIT on May 3-4 2018.

### DRIVIES APP

Investigadores del IPTC – UPM llevan participando desde 2013 en el desarrollo de Drivies, una innovadora aplicación móvil, disponible para iOS y Android ([www.driviesapp.com](http://www.driviesapp.com)), que analiza los hábitos de conducción buscando tanto fomentar los buenos hábitos y la seguridad al volante, como ofrecer descuentos en el seguro del coche.

Drivies detecta automáticamente el inicio y fin de cada trayecto de conducción, y analiza varios aspectos relevantes para la conducción segura: excesos de velocidad, aceleraciones, frenazos y giros bruscos, manipulación del móvil mientras se conduce, etc. También ofrece al conductor información sobre cada trayecto y estadísticas de interés, desde la estimación de consumo medio de combustible hasta la duración, recorrido y kms de cada trayecto.

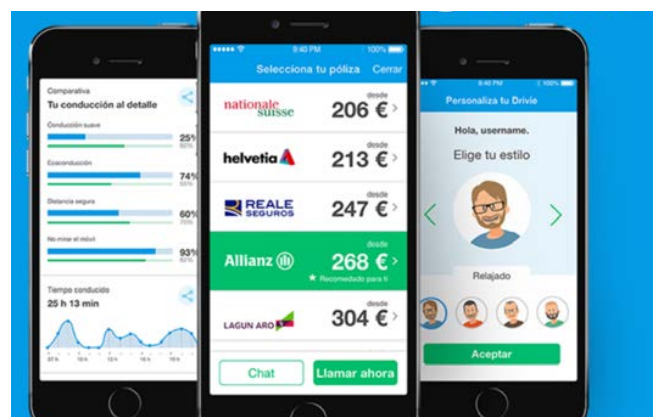
Para fomentar los buenos hábitos al volante, Drivies recompensa a los conductores con puntos que pueden canjear por premios, dinero de Amazon y descuentos en gasolineras o talleres. Drivies también ofrece descuentos en el seguro de coche. Con cada buena conducción, el usuario acumula puntos que puede canjear por dinero real al contratar un seguro a través de la aplicación, aprovechando así su buena conducción también en lo económico. La aplicación compara las tarifas de múltiples aseguradoras y ofrece el mejor precio al usuario. Drivies garantiza la privacidad de los datos de conducción del usuario y sólo comparte información con las aseguradoras cuando lo autoriza el usuario al pedir una oferta de seguro.

Durante el periodo 2013-2018 IPCT-UPM ha contribuido en la investigación y desarrollo de los dos pilares fundamentales de Drivies: la combinación de técnicas de Machine Learning y Procesado de Señal avanzado aplicada a los sensores en los smartphones, y el desarrollo de modelos de predicción de riesgo basado en grandes cantidades de datos (o Big Data). Un aspecto clave de la tecnología desarrollada ha sido minimizar el uso del GPS para así reducir al mínimo el consumo de la batería del móvil. Para ello la investigación desarrollada por IPTC – UPM se ha focalizado en técnicas

avanzadas de Procesado de Señal y Machine Learning, tales como Deep Learning, aplicadas sobre las señales capturadas por sensores de bajo consumo: acelerómetros y giróscopos de teléfonos móviles. Esta actividad de investigación ha dado lugar a la presentación de 5 patentes.

El desarrollo de Drivies ha sido realizado dentro de un marco de colaboración multidisciplinar, en el que los investigadores del IPCT-UPM han colaborado tanto con las áreas científicas y de desarrollo de Telefónica como con expertos en Experiencia de Uso (UX).

La idea de Drivies surgió como resultado de una convocatoria de innovación a los empleados de Telefónica en busca de ideas de nuevos negocios. La iniciativa fue incubada con técnicas lean startup (método de desarrollo y creación de un producto en una startup aplicado a la gran empresa, intraemprendimiento) hasta la generación de un producto probado y con madurez para constituirse como empresa independiente. En la actualidad Drivies es una empresa independiente y el objetivo para 2018 es incrementar los 50.000 conductores registrados desde su salida de Telefónica en julio de 2017, hasta los 150.000 usuarios.





# INFORMES Y NOTICIAS

## 5G

*Fuente: IEEE 5G and beyond. Technology Roadmap. White paper ; 5G Empowering Vertical Industries. PPP.eu*

La tecnología 5G pretende revolucionar el mundo de las TIC para pasar a una sociedad hiperconectada que proporcione más eficacia y eficiencia en un nuevo desarrollo económico y social.

Las grandes empresas y entidades investigadoras ya están trabajando a través de numerosos proyectos piloto que se han puesto en marcha para conseguir el propósito de la quinta generación, mayor banda ancha y menor latencia con respecto a la actual 4G, lo que conseguirá la conectividad de millones de dispositivos.

Desde el comienzo del 2G ha habido una transformación en el uso y servicios que ofrecen los dispositivos móviles, dejando la que comenzó siendo su utilidad principal, envío y recepción de llamadas de voz, a un segundo plano. Este cambio se percibe de forma expresa en la evolución al 4G, con la introducción de smartphones y tablets.

Este nuevo cambio, que se empieza a percibir no como una evolución del 4G sino como una revolución tecnológica, propone mejoras en diversos sectores:

- Automoción y movilidad: Existen muchos avances que no se pueden implementar con la tecnología actual, de aquí la revolución que supondrá el coche conectado por ejemplo, o la digitalización del transporte y la logística.

- Fábricas del futuro: Un mayor control en la producción, recolección y fabricación de bienes de consumo a través de la automatización especializada, comunicación y bienes conectados que tendrá un mayor control para el desarrollo de las economías de escala.

- Salud: Con el desarrollo de la e-health y m-health, la tecnología apoyará a la prevención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento sanitario (e-health), y en consecuencia de desarrollarán nuevos sistemas de atención sanitaria a través de dispositivos móviles (m-health).

- Energía: Se desarrollarán modelos de energía renovable que permitan el mantenimiento continuo de dispositivos interconectados.

- Ocio y entretenimiento: Mejora de la tecnología ligada al ocio para dar un mejor servicio a los media.

Unido a estos avances, se prevé una auténtica transformación de la economía y nuevos modelos de negocio ligados a las mejoras en los distintos ámbitos a los que el 5G pretende dar un giro de 180 grados.

En definitiva, la iniciativa de 5G está llevando a numerosos sectores profesionales a realizar investigaciones conjuntas para su implantación. Se prevé que lleve un desarrollo en distintas fases para conseguir los resultados esperados. Las expectativas son muy elevadas, y hay algunos autores que empiezan a definir ya la tecnología como una commodity en el futuro.



## 5G y Plan Nacional de Drones

### PLAN NACIONAL DE DRONES

*Fuente: Plan Nacional de Drones. Ministerio de Fomento.*

En el mes de marzo se publicó el nuevo plan estratégico en materia de drones para los años 2018 – 2021, realizado por el Ministerio de Fomento.

Supone un nuevo sector en auge que ya no sólo implica al sector militar, sino al civil. Por esto, desde la Unión Europea y sus Estados Miembro se ha impulsado un nuevo plan estratégico, donde se pretende desarrollar una regulación profesionalizada de la utilización de drones.

Para poder experimentar un desarrollo exitoso en la implantación de drones en España, plantean 4 ejes estratégicos que permitan acceder a todos los actores sociales para su correcto impulso.

1. Marco normativo. Desarrollo de un marco normativo presente y futuro en materia de seguridad aérea, protección de los enlaces de comunicaciones y la protección de los derechos individuales.
2. Impulso al desarrollo empresarial y a la I+D+i del sector.
3. Divulgación de información sobre el sector. Teniendo en cuenta la participación activa en foros y congresos del sector, así como conferencias informativas en universidades.
4. Coordinación entre Administraciones. Coordinación eficaz y ordenada entre administraciones que permitan un crecimiento eficiente del sector.

El Plan Nacional de Drones, plantea diversas líneas de financiación para poder desarrollar esta nueva aplicación en distintos sectores que apuesten por el desarrollo económico.

Los sectores a los que beneficiará esta nueva regulación son, entre otros, Agricultura, Energía, Seguridad y salvamento, Comercio electrónico y paquetería, Construcción y minería, Telecomunicaciones, sector asegurador e inmobiliario, y Movilidad.



**IPTC - Information Processing and Telecommunications Center**

**E.T.S.I. Telecomunicación - UPM**

**Avenida Complutense, 30 28040, Madrid.**







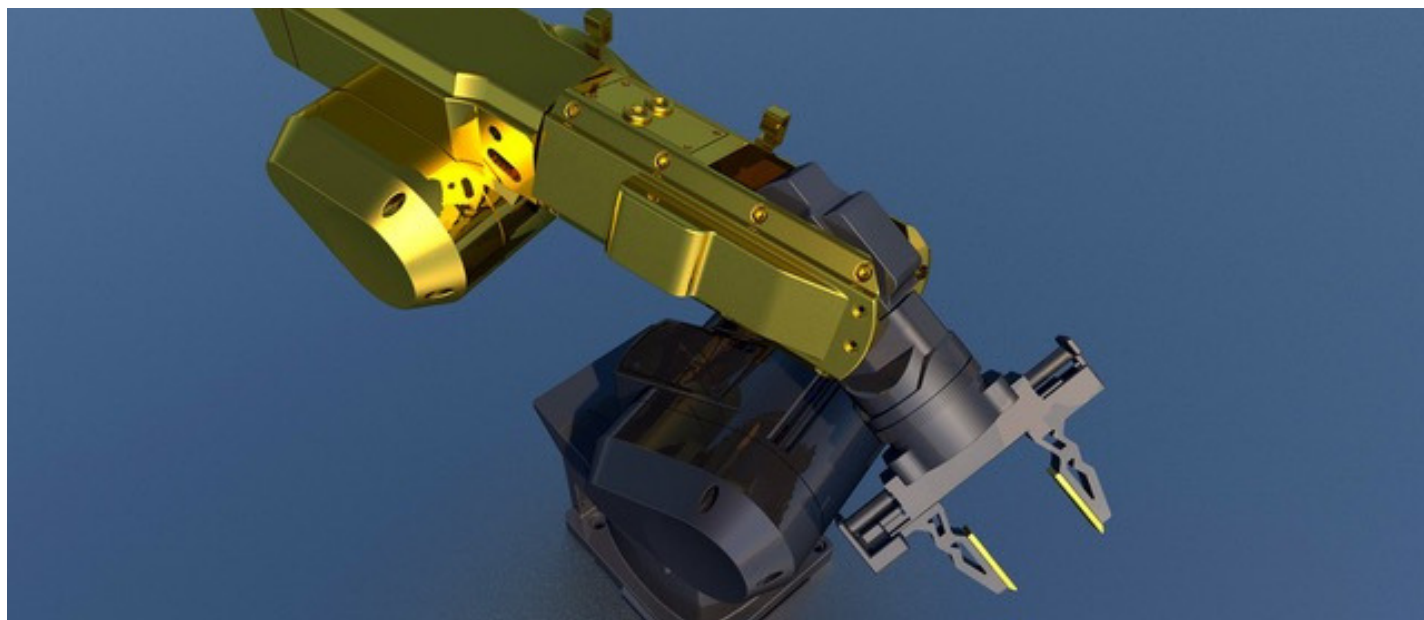
POLITÉCNICA

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30

www.iptc.upm.es

# IPTC - UPM

Information Processing and Telecommunications Center



## DESTACADO DE MAYO TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL

**José Ramón Casar**

Es sabido que el peso de la industria manufacturera en el VAB (valor añadido bruto) es la mitad de lo que era en los años 70; y a mayor renta per cápita de cada país, más evidente este hecho. En particular, en la UE-28, desde el año 2000 al 2015, el peso sobre el VAB tanto de la industria en general como de la industria de manufacturas cayó 2,7 puntos (aunque a partir de ese año ha empezado a repuntar).

Si comparamos las regiones europeas recogidas en el nomenclátor de regiones europeas, Madrid ocupa el puesto 21 en términos absolutos de VAB Industrial (datos de 2015; Cataluña ocupa el 6º lugar), aunque, en términos relativos, resulta que en el 85% de las regiones europeas la industria y las manufacturas tienen más importancia relativa que en la Comunidad de Madrid. El dato no nos asombra, puesto que es sabido que Madrid es una región de servicios (comercio, hostelería, comunicaciones, finanzas, inmobiliarias, administración, etc.), en la que la industria alcanza sólo el 11% (datos de 2017) y de ellas,

ESTE BOLETÍN CONTIENE

- ARTÍCULOS Y NOTICIAS
- PROYECTOS
- TECNOLOGÍA DEL MES
- EVENTOS TIC

### HORIZON EUROPE

El pasado 2 de mayo, la Comisión Europea publicó en su página web los primeros datos sobre el siguiente Programa Marco 2021-2027.

Previsiblemente renombrado como "Horizon Europe", presenta el mejor de los escenarios posibles con un presupuesto de 97,9 billones de euros, el mayor de los presupuestos de la historia de la Comisión Europea para invertir en Investigación Desarrollo e Innovación.

las manufacturas sólo alrededor del 7,5%. En España apenas supera el 14%. Datos muy lejos del objetivo global del 20% establecido en la estrategia europea para 2020.

En todo caso, al margen de que compartamos (o no) el objetivo de aumentar el peso relativo de la aportación de la industria en Madrid, atendiendo a sus ventajas estadísticas de calidad y estabilidad de empleo o de generación de PIB, lo que no se puede dejar de compartir es el diagnóstico de "mejorable" para la productividad de nuestro sistema industrial. Son varias las razones: una, sin duda, es el escaso tamaño de nuestra empresa: en Madrid, en los sectores manufactureros, el 85% de las empresas (alrededor de 20.000) o no tienen asalariados o son micropymes. Esa falta de dimensión hace literalmente imposibles determinadas economías. Otra es la falta de inversión en activos intangibles: I+D, innovación, formación, etc. Merece la pena notar que mientras otros países de nuestro entorno han salido de la crisis invirtiendo más en I+D, nosotros hemos ido reduciendo obstinadamente esa aportación. O como dice el Informe COTEC 2018, con un circunloquio: "La política de I+D ha tenido una contribución excesiva en el proceso de consolidación fiscal de España".

En cuanto al eje de Innovación en Industria es inevitable hacer referencia a ese paradigma que se ha dado en denominar Industria 4.0, que representa la convergencia, el encuentro, entre el sistema industrial global y los sistemas de computación avanzada, y que según todas las estimaciones podría contribuir con varios trillones anuales al PIB europeo en los próximos años. Un concepto habilitado principalmente por las nuevas propiedades de ubicuidad y capacidad de los sensores y las comunicaciones y los nuevos métodos para comprender y explotar los datos.

Esa transformación digital (con el nombre de Industria 4.0 o con cualquier otro que se le quiera dar) tiene varias perspectivas, todas igualmente valiosas:

-La primera se corresponde con el apalancamiento de los habilitadores tecnológicos para mejorar la eficiencia en la producción, la distribución y el mantenimiento. Podríamos resumir simplificadaamente que se correspondería esta fase con el objetivo de fabricar mejor los productos de siempre.

-La segunda se correspondería con el objetivo de producir productos aumentados (o conectados), capaces de captar, almacenar y comunicar datos, y con ello mejorar la eficiencia en la cadena de suministro o habilitar estrategias de mantenimiento predictivo.

-La tercera se correspondería con el desarrollo de nuevos modelos de negocio, principalmente basados en una mejor comprensión de las necesidades de los clientes y en ofrecer servicios sobre los productos ("servitización"), y obtener así mayores estabilización de ingresos, fidelización y ventaja competitiva por pura diferenciación.

Estas formas imprescindibles de transformación industrial no deben hacer que dejemos de pensar en las oportunidades de una nueva industria, la que resultará de aprovechar disruptivamente determinadas tecnologías cuando son una oportunidad en ciernes. Las comunicaciones 5G, la internet de las cosas o esa industria de lo intangible, de lo inmaterial que representa la industria de los datos son algunos ejemplos que los emprendedores y los agentes empresariales nacionales deberían considerar.

En particular, Madrid debería trascender esos proyectos ideológicos y discutibles en los que se enreda de vez en cuando, para sumar en grandes proyectos de valor, con la contribución de los que tienen que aportar: instituciones, empresas y universidades.

Entre los habilitadores clave están las tecnologías de transformación digital: la Nube, la Internet de las Cosas, el Análisis de los Datos, la Inteligencia Artificial, las nuevas comunicaciones de gran ancho de banda móvil y bajísima latencia, etc.

La Universidad Politécnica de Madrid y nuestro Centro IPTC, como exponente de competencias, experiencias y vocaciones en las tecnologías por la transformación y la disrupción digital e industrial, deberían plantearse protagonizar alguna de esas transiciones necesarias, en colaboración con otros actores importantes con los que hemos de ponernos a trabajar.

### CÁTEDRA HUAWEI - UPM

El pasado jueves 24 de mayo se firmó en el Rectorado de la Universidad Politécnica de Madrid la primera Cátedra 5G en España entre la UPM y Huawei.

La cátedra ha quedado fijada tras un período de 5 años de colaboración entre personal de la Escuela Técnica Superior de Telecomunicación y el gigante chino.

El director de la cátedra es José Manuel Riera, investigador del Centro IPTC. En el desarrollo de esta colaboración se esperan obtener grandes acuerdos entre ambas organizaciones para la implantación y desarrollo de 5G en España.

### PREMIO DE INTERNET 2018

El pasado jueves 17 de mayo, "Día Mundial de Internet", Jorge Pérez, miembro del Centro IPTC, y Director del Observatorio Nacional de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información en Red.es, recibió el premio de Internet 2018 por su trayectoria profesional.

Este acto, celebrado en el Senado, reconoció al prof. Jorge Pérez toda su carrera profesional. Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid y Licenciado en Ciencias Políticas y Sociología por la Universidad Complutense, cuenta con innumerables publicaciones de carácter internacional. Ha sido consejero en Consejos de Administración de CDTI y Red.es, asesor de la Secretaría General del Estado de Telecomunicaciones y Para el Desarrollo de la Sociedad de la Información en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, entre otros.

## TECNOLOGÍA DE MAYO

### Drones en las ciudades: El nuevo reto de los sistemas de gestión de tráfico aéreo

Las aplicaciones y servicios basados en UAV (drones) en la ciudad y en otros entornos han dejado de representar una posibilidad remota, para ser una oportunidad de corto plazo y de largo alcance económico y social. La atención y coordinación de emergencias, la monitorización de infraestructuras urbanas públicas y privadas, la supervisión de flujos de personas y vehículos, la logística de bienes o el apoyo a los sistemas inteligentes de transporte son algunos de los múltiples dominios de interés.

A modo de ejemplo del impacto social y económico esperado, según datos del "European Drones Outlook Study" (CE, Eurocontrol, nov. 2016), la demanda alcanzará una valoración superior a los 10.000 M€ anuales, en términos nominales, para 2035, y más de 15.000 M€ anuales para 2050. Las aplicaciones civiles generarán aproximadamente la mitad de este valor. Se espera que una flota de 400.000 drones sea utilizada para misiones comerciales y gubernamentales en 2050. El desarrollo de estas aplicaciones civiles depende de la capacidad de los UAV para operar con seguridad y autónomamente en cotas muy bajas (<150 metros), más allá de la línea de visión, y tanto en zonas rurales como urbanas.

En todos estos escenarios es imprescindible, por un lado, coordinar la operación eficiente y segura de flotas de vehículos no tripulados, en lo que es una extensión de gran alcance en el ámbito de la gestión de tráfico aéreo, denominada UTM (de Unmanned Aircraft System - UAS - Traffic Management). En Europa, los esfuerzos de investigación en esta área están englobados en lo que se denomina el concepto U-Space, desarrollado por SESAR, asociación público-privada para la investigación en los sistemas de gestión de tráfico aéreo en Europa, que engloba a la CE, Eurocontrol, y a la industria. Por otro lado, hay que permitir la adquisición precisa, transmisión segura, interpretación correcta y control efectivo de la información captada, para el buen fin de la misión. Este segundo aspecto, relativo a la explotación de la



Mission definition tool screenshot  
Fuente: Cloud4Drones Project, IPTC

información de la misión de manera integrada con datos provenientes de infraestructuras de la ciudad inteligente, es crítico para la puesta en operación de nuevas aplicaciones y modelos de negocio.

Tanto para los aspectos más relacionados con la seguridad como para los relativos a la explotación de la información para aplicaciones en tiempo real, la implantación a corto y medio plazo de las tecnologías 5G aparece como un importante catalizador de este tipo de aplicaciones, debido a que habilitará una operación remota más segura, por su menor latencia y mayor ancho de banda; esto permitirá arquitecturas distribuidas de gestión, comunicaciones entre drones para garantizar su operación coordinada, etc. El Grupo de Procesado de Datos y Simulación (GPDS) del IPTC, apoyándose en su larga experiencia en el diseño de algunos de los sistemas de gestión de tráfico aéreo prevalentes a nivel mundial, ha comenzado a desarrollar en los últimos años una línea de investigación en sistemas UTM y de gestión de flotas de drones. Esta línea se articula en proyectos del plan Estatal de I+D+i, y en proyectos europeos (financiados por la KIC EIT-Digital), así como en el establecimiento de colaboraciones de investigación y transferencia con algunos de los principales socios industriales en el ámbito de la gestión de tráfico aéreo. El objetivo de estos proyectos y colaboraciones es tener un impacto notable y a largo plazo en el área del diseño e implementación de los sistemas UTM europeos (dentro del concepto de U-Space), así como facilitar el desarrollo de aplicaciones de todo tipo apoyado en estas tecnologías. En estos proyectos se trabaja en los siguientes ámbitos tecnológicos:

- Definición e implementación de prototipos de sistemas UTM, alineados con el roadmap de U-Space, y que puedan servir como base de futuros desarrollos industriales en esta área.
- Definición de métodos y servicios de valor añadido basados en drones. Se está trabajando en el diseño de sistemas de especificación automatizada de misiones y de explotación y gestión automatizada de información (imágenes, videos, otros sensores) para maximizar el valor que se puede extraer de estas tecnologías en diversas aplicaciones: monitorización de infraestructuras, soporte a emergencias, etc.

La actividad del IPTC en esta línea ya cuenta con pilotos de validación y actividades de transferencia de tecnología en diferentes escenarios como los descritos anteriormente.

## EVENTOS TIC

**13-15 Junio 2018 Donostia-San Sebastián**  
**JNIC Jornadas Nacionales de Investigación en Ciberseguridad.**

El IPTC participa en JNIC con una ponencia titulada "Plataforma de gestión de escenarios de ciberseguridad para aprendizaje y entrenamiento", en la que se mostrará el diseño y evaluación de una plataforma en la nube para la realización de ejercicios de formación en Ciberseguridad para estudiantes y profesionales, comúnmente conocidos como competiciones CTF (Capture The Flag).  
<http://2018.jnic.es/sesiones.html>

**5-7 Septiembre 2018 Granada**  
**XXXIII Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI)**  
<https://congresos.ugr.es/congreso/xxxiii-simposium-nacional-de-la-union-cientifica-internacional-de-radio-ursi-2018/>



## PROYECTOS DEL IPTC - SELECCIÓN ABRIL

### DRONES 112

Civilian drones are an important tool in the cities, for both emergency and prevention tasks. For instance, the eye of the drone can soar ahead of congested roads to reach accidents and evaluate the scene before emergency services arrive, or drones fitted with infrared sensors can help firefighters spotting people trapped in blazes or missing individuals. Drones112 is a competitive innovation project cofinanced by EIT-Digital KIC, which tackles the complexity of coordinated drones operations allowing an effective use (drones, pilots) of resources at the city or regional level. To streamline drones deployment and harness the benefits of this technology, Drones112 solution includes mission-planning tools, checklists and priority management, real-time monitoring and control tools and an application for in-field operators. Drones112 solution will work with heterogeneous fleets from different owners and operators, supporting drone-sharing between various parties. The solution will provide a flexible platform (accommodating new types of

sensors, and operating with drones from different manufacturers) and will deliver automatic assessment of emergency area and data collection over large distance through LTE. The Project includes experimentation and demonstration activities and aims at the development of commercial products to reach market in the short term. Drones112 brings together 6 partners for 12-month project (2018). IPTC participates in Drones112 through the GPDS (<http://www.grpss.ssr.upm.es/>) research group, in charge of the design of mission planning and fleet monitoring systems.



Mission monitoring tool in a control center.  
Source: Drones 112 Project, IPTC



### SPADERADAR-CM. Radar para detección de basura espacial

El uso creciente del espacio tanto para aplicaciones civiles como militares ha creado una considerable dependencia de sistemas embarcados en satélites: navegación por satélite, detección remota, comunicaciones.

Uno de los mayores peligros para la supervivencia de infraestructuras en el espacio es la basura espacial (space debris). Está formada por objetos artificiales que orbitan alrededor de la Tierra y que ya no son útiles. Se sabe que existen más de 11.000 objetos de un diámetro mayor de 10 cm. Se estima que la población de partículas entre 1 y 10 cm es mayor de 100.000. El número de partículas de tamaño menor de 1 cm probablemente sobrepasa las decenas de millones.

La mayor parte de esta basura espacial está en órbitas entre 300 y 2000 km alrededor de la Tierra (ver figura adjunta). La velocidad de impacto de la basura espacial contra otro objeto es aproximadamente de 10 Km/s, lo que implica que partículas de 1 cm de diámetro pueden causar serios daños a cualquier satélite o, incluso, destruirlo. Por tanto, la basura espacial es una de las principales amenazas para satélites y otras infraestructuras como la Estación Espacial Internacional (ISS). Para muchas misiones se estima que el riesgo de fallo en la misión por posible impacto con basura espacial es el tercero, tras el lanzamiento y el despliegue. Mantener la seguridad en el espacio es una tarea de importancia creciente para la comunidad internacional. Este objetivo es básico para las agencias espaciales nacionales e internacionales. Es, además, un objetivo prioritario para la Unión Europea, que ha lanzado el programa "European Space Situational Awareness System" (ESSAS). El propósito principal de este sistema consiste en detectar las situaciones de peligro para los vehículos espaciales y proporcionar la información necesaria en caso de un peligro concreto. La detección, catalogación y seguimiento de la basura espacial se consigue a través de sensores tales como radares en tierra, radares en el espacio y sensores ópticos.

Los sensores ópticos pueden detectar objetos a largas distancias, pero no son muy frecuentes debido a las restricciones de iluminación. Por el contrario, los radares no tienen problemas de iluminación.

Los sistemas radar juegan un papel fundamental en la observación de basura espacial porque proporcionan altas probabilidades de detección con gran alcance. Frente a la alternativa de utilizar radares en tierra de gran tamaño, el proyecto SPADERADAR-CM –financiado por la Comunidad de Madrid a través del programa Tecnologías 2013- se centra en el desarrollo de radares embarcados para evitar la colisión con objetos peligrosos que se aproximan a la infraestructura que se pretende proteger.

Un consorcio de Universidades de la Comunidad de Madrid formado por la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad Carlos III y la Universidad Autónoma desarrollan un radar en banda W (94 GHz) capaz de detectar objetos de tamaños comprendidos entre 1 y 10 cm de diámetro, a decenas de Km de distancia. El desarrollo de este radar supone un reto en sí mismo, pero también una oportunidad para desarrollar tecnología en banda W para otras aplicaciones: Sistemas de comunicaciones vía satélite en banda W, radiómetros para observación terrestre, estudios de propagación utilizando radiobalizas en satélites.

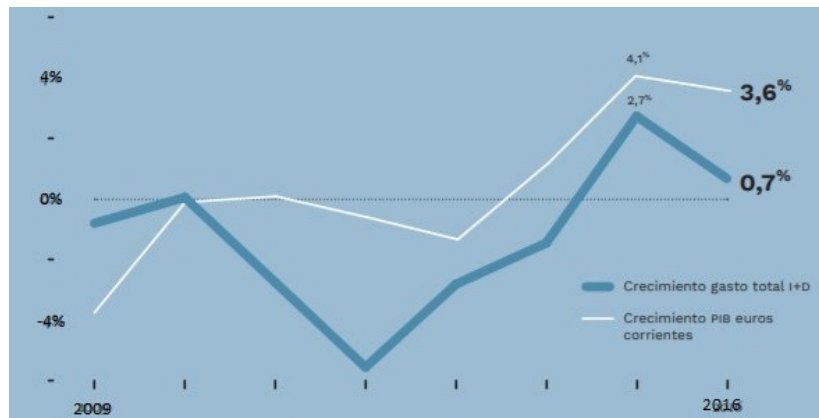


# INFORMES Y NOTICIAS. INFORME COTEC 2018

El pasado 22 de mayo, la Fundación COTEC para la Innovación presentó el informe COTEC 2018 sobre el estado de la I+D+i en España. El Informe COTEC muestra que, en líneas generales, si bien ha habido una mejora de posiciones con respecto al año anterior, todavía no se ha retornado a los niveles previos a la crisis.

El gasto realizado en I+D+i en este último período analizado, muestra un descenso de casi 2% con respecto al año anterior. Esta dinámica se viene repitiendo en los últimos años donde, a pesar de la subida del PIB, el sector público no ha destinado la parte proporcional correspondiente a investigación y desarrollo. Lo que ha hecho mantener una inversión más elevada ha sido el incremento del gasto de I+D en un 3% que se ha producido en el sector privado.

El comportamiento del gasto en I+D de los últimos diez años ha resultado diferente entre el sector privado y el público. En los



Fuente: Informe COTEC 2018

primeros años de la crisis (2008-2009), el gasto atribuible al sector privado mostró un descenso muy rápido en comparación con el sector público, que sufrió un descenso más paulatino en el tiempo. En estos dos últimos años, sin embargo, ha sido el sector privado el que ha favorecido el incremento general del gasto en I+D en España mostrando una mayor recuperación que el sector público.

A pesar del desajuste del gasto entre el sector público y privado, los resultados en inversión para España han sido mejores que en años anteriores. Esto también se ha visto reflejado en el número de investigadores contratados, y de personal dedicado

a la I+D, cifras que se han beneficiado de incrementos del 3,4% y 2,5% respectivamente.

En la comparativa de España con sus socios de la Unión Europea, el país sigue mostrando cierto déficit en inversión de I+D con respecto al año 2009. Es similar a la que se ha dado en Finlandia y Portugal.

Además, registra una posición de un 30% menos de inversión en I+D con respecto a la media de los veintiocho. Esto está fomentando que el país quede cada vez más alejado de los niveles de las principales potencias en la UE. A pesar de estos datos, España sigue presentando una posición por encima de la media europea en cuanto al número de investigadores en el sector público, si bien, queda todavía recorrido para llegar niveles similares en el sector privado.

En el sector empresarial, aunque no ha habido una recuperación total con respecto a la inversión realizada previa a la crisis, sí se percibe un incremento sustancial de la inversión en I+D+i (como se ha comentado, 3% más que en el año 2015). No sólo se ha experimentado un crecimiento en inversión, también en número de empresas que invierten en I+D+i, siendo 2016 el primer año desde 2009, donde el número de empresas incrementa. Estos indicadores muestran la importancia que tiene para un núcleo del sector privado la inversión y mantenimiento de la investigación e innovación como una mejora de la productividad y diferenciación de mercado. No obstante, España, junto con Italia y Reino Unido presentan unos valores en cuanto a inversión del sector privado considerablemente inferiores con respecto a la media de Europa.

Casi la mitad de empresas que han gestionado inversión en I+D+i son PYMEs, dato significativo cuando se compara con la media europea, o con países como Alemania, donde la gestión de estos fondos para PYMEs ha supuesto el 9% del total. En el sector de las PYMEs, España ha pasado de 131 millones de euros financiados en el año 2004, a 283 millones de euros en 2016. Esta financiación se ha obtenido de forma mayoritaria a través del Programa Marco de la Unión Europea, donde España, ha obtenido un retorno del 10% de la inversión en los Programas Marco, pasando de liderar el 10,7% de los proyectos en el 7 Programa Marco al 15,8% en el actual Programa Horizon 2020.

A nivel nacional, se observa que, en cuanto a la financiación pública de la I+D+i, de cada dos euros destinados a investigación e innovación, sólo se ejecuta uno. La Política de Gasto 46 es una de las partidas presupuestarias que menor tasa de ejecución registra. A pesar de la existencia de incentivos fiscales para el sector privado, España sigue estando muy lejos con respecto a países como Francia o Portugal. Esta dinámica se invierte en los datos obtenidos por los organismos españoles con la financiación de I+D+i proveniente del exterior. En la última década, España ha experimentado una notable tendencia al alza en obtención de financiación exterior.

De este informe se extrae la idea de una leve mejora en lo referente a los principales años de la crisis, con respecto al incremento en el número de trabajadores relacionados con la I+D+i, como la inversión y financiación para investigación, desarrollo e innovación. Aunque todavía queda recorrido para igualarnos a los principales socios europeos, España ha notado cierta mejoría tanto en el sector público como en el privado, con diferentes matices.

**IPTC - Information Processing and Telecommunications Center**  
**E.T.S.I. Telecomunicación - UPM**  
**Avenida Complutense, 30 28040, Madrid.**





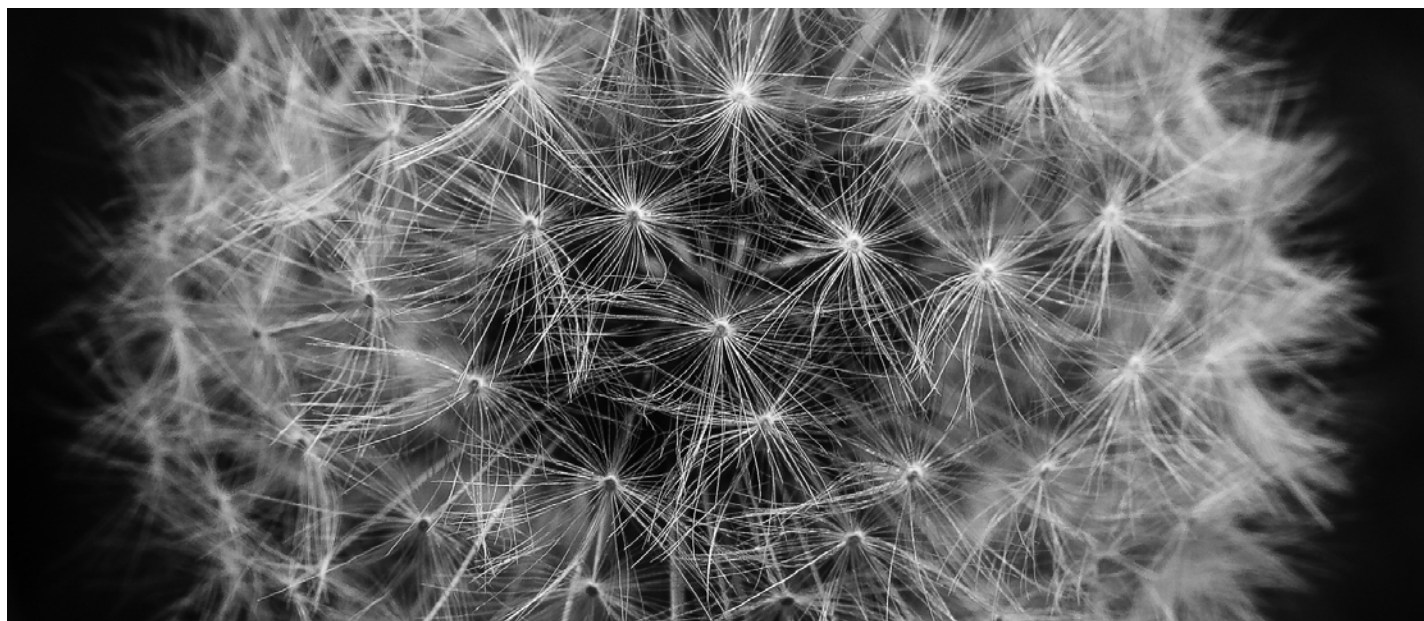
POLITÉCNICA

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30

www.iptc.upm.es

# IPTC - UPM

Information Processing and Telecommunications Center



## 5G Y EDGE

**Francisco González Vidal**

A finales de marzo del presente 2018 apareció el siguiente anuncio en la prensa especializada:

"AT&T planea instalar más de 60,000 "White Boxes" de código abierto en su red durante los próximos años para respaldar sus agresivos planes 5G. El operador afirmó hoy que los enrutadores de caja blanca son parte de una "realineación radical" de su arquitectura de red y la clave para soportar servicios 5G."

5G ofrece un enorme potencial con sus avances en la capa física de acceso que alcanzan capacidades de transferencia de datos y latencias que ponen la base para que sean posibles nuevos casos de uso que con la actual tecnología 4G no serían factibles. Por ejemplo los casos de uso agrupados en la llamada Ultra-Reliable and Low Latency Communications (uRLLC) cuyo objetivo es proporcionar servicios con fiabilidad superior al 99,999% y latencia inferior a 1 ms, para aplicaciones críticas como el vehículo conectado o el vehículo autónomo, servicios de telemedicina, sistemas de seguridad y control en tiempo real y otros como la fabricación inteligente.

ESTE BOLETÍN CONTIENE

- **ARTÍCULOS Y NOTICIAS**
- **PROYECTOS**
- **TECNOLOGÍA DEL MES**
- **EVENTOS TIC**

### PREMIO FUNDACIÓN MAPFRE 2017

Conceden el premio de la Fundación Mapfre 2017 a la Mejor Iniciativa de Promoción de la Salud a María José Ledesma (IPTC) y su equipo de investigación, por el proyecto embarazo saludable. Esta iniciativa se ha llevado a cabo en Guatemala y lucha contra la mortalidad materna y neonatal, una de las mayores brechas de salud mundial. Han desarrollado un kit portátil de Atención Prenatal que permite analizar, en zonas rurales y sin necesidad de personal cualificado, pruebas determinantes para la detección de riesgos obstétricos.



Para que realmente sean posibles servicios de estas características se requiere que estas características de latencia y la capacidad transferencia de datos sean proporcionadas no sólo por el segmento de acceso, sino por la red en su totalidad hasta los puntos dónde las aplicaciones que proporcionen estos servicios residan. Aunque la capacidad de transferencia de datos se puede garantizar por la red en su totalidad no así la latencia si se mantiene una arquitectura en que las aplicaciones se implementan en servidores centralizados, sean estos dedicados o en los centros de datos que conforman la "nube" con su estructura virtualizada.

La virtualización está dando origen además a una nueva arquitectura de red, haciendo cada vez más factible la separación de los planos de control y transporte, unidos por interfaces estandarizados y haciendo que las funciones de control puedan ser virtualizadas, realizadas sobre equipos de propósito general, y abriendo un escenario que la red pueda definirse mediante programación.

Esta virtualización de funciones de red está ocurriendo en la actualidad. Nuevamente un anuncio de AT&T: "Nos hemos comprometido a virtualizar el 75% de las funciones de nuestra red principal para 2020. Logramos nuestro objetivo del 55% en 2017. Hoy anunciamos que nuestra meta para 2018 es del 65%."

Para los objetivos 5G esta virtualización de red y servicios no puede ocurrir en la Nube, hay que acercarla a los usuarios dando origen a computación en la "Niebla" (Fog Computing, término procedente de Cisco) o Edge Computing, términos aproximadamente equivalentes. En la red 5G hablaremos de la Mobile Edge Computing (MEC).

Pero ¿dónde está el "edge" de la red? Volviendo al anuncio del principio de esta nota, AT&T ubicará sus "white box" en las estaciones base de 5G, aunque para las small cells (SC) habrá que ubicarlas en un enrutador de agregación de varias SC. También las "white box" pueden ubicarse en las centrales de acceso fijo asociadas a las terminaciones de línea de FTTH.

Una vez que tenemos la capacidad de proceso y de almacenamiento en el edge con interfaces abiertas podemos por ejemplo abordar:

- Una aplicación que surge de forma "natural" es utilizar el Edge Computing (móvil o fijo) como una CDN, es decir, para cachear contenidos accedidos frecuentemente. Telefónica ha publicado resultados de simulaciones para acceso fijo FTTH.
- Una aplicación empresarial es la conformación de una nube privada dentro de las redes de su campus empresarial para garantizar la seguridad de la oficina móvil, lo que significa que las funciones de red deben implementarse en la red del campus.
- Realidad Aumentada/Realidad Virtual, algunos consideran estas dos aplicaciones que comparten requisitos de gran ancho de banda y baja latencia como las "killer applications" del 5G. En ambas aplicaciones la baja latencia, la localización precisa del usuario y el ancho de banda son indispensables, la baja latencia implica que la ubicación de la ejecución del servicio sea en el edge.

Análogos requisitos pueden aplicarse a "Cloud-gaming" que se convertiría en MEC-gaming. La movilidad añade complejidad a estas aplicaciones, ya que el hand-off móvil en estos casos implica no sólo la movilidad de la conexión, sino del estado del servicio entre BS. En algunos casos se puede descargar parte del procesamiento realizado en la actualidad por los dispositivos al edge con el consiguiente ahorro de batería.

• Una de las características de las redes 5G es el "slicing", o partición de la red en redes independientes, que en principio podrían ser gestionadas por operadores independientes. Para esta característica, la definición de redes por SW y la virtualización juegan un papel fundamental. Se prevé que el slicing puede llegar a ser indispensable por los despliegues extremadamente densos que se requieren en determinados escenarios, en los que será necesaria la compartición de infraestructura.

## NOTICIAS IPTC



El pasado 22 de Mayo, en International Radar Symposium, en Alemania, se concedió a cuatro miembros del IPTC del Grupo de Investigación de Microondas y Radar, el premio Best Paper Award Recognition por el proyecto de Dron Detection with X-Band Ubiquitous Radar"

### Premio Airbus Defense and Space a la Mejor Tesis Doctoral en Antenas Activas para Satélite de Comunicaciones.

Autor: José Manuel Inclán Alonso.  
Director: Manuel Sierra Pérez.

### Premio ISDEFE a la Mejor Tesis Doctoral en Seguridad y Defensa.

Autor: Gorka Rubio Cidre.  
Director: Jesús Grajal. Miembro del IPTC,

## PROYECTOS DEL IPTC - SELECCIÓN JULIO

### EID4U

A new European Project has been signed at the beginning of 2018 between different universities from Europe (Jožef Stefan Institute (JSI) - established in Slovenia, Technische Universität Graz - Institute of Applied Information Processing and Communications (TUG) - established in Austria, Universidade de Lisboa (ULISBOA) and IPTC, of the Universidad Politécnica de Madrid. This Project is being coordinated by Politecnico di Torino in Italy.

The CEF ciD-FIWARE Project aims at enabling the usage of eiDAS-compliant national eIDs of each Member State in services offered by the European academic world and create a virtual student card based on the standard eiDAS attributes for physical persons, extended with those new attributes required for the academic environment. Specifically, the action will:

1. Define the attributes needed to support academic services for foreign students;

2. Enable the support of these attributes by the eiDAS nodes of the participating Member States;

3. Extend a set of existing academic services to support both eiDAS and the new attributes;

4. Test the adopted solution to gain experience about its effectiveness and to prepare the operational phase of the extended services (which will start after the action end).

The consortium includes Member States adopting the proxy interoperability model (Italy, Portugal, Spain, and Slovenia) as well as a country using the middleware model (Austria). Therefore the solution that will be adopted will be general and not related to a specific interoperability model. This action will design, implement, and test three eiDAS-enabled academic e-services: eRegistration, eLogin, and eAccess.



### Proyecto de Diseño de Banco de Medidas para Columnas de Antena.

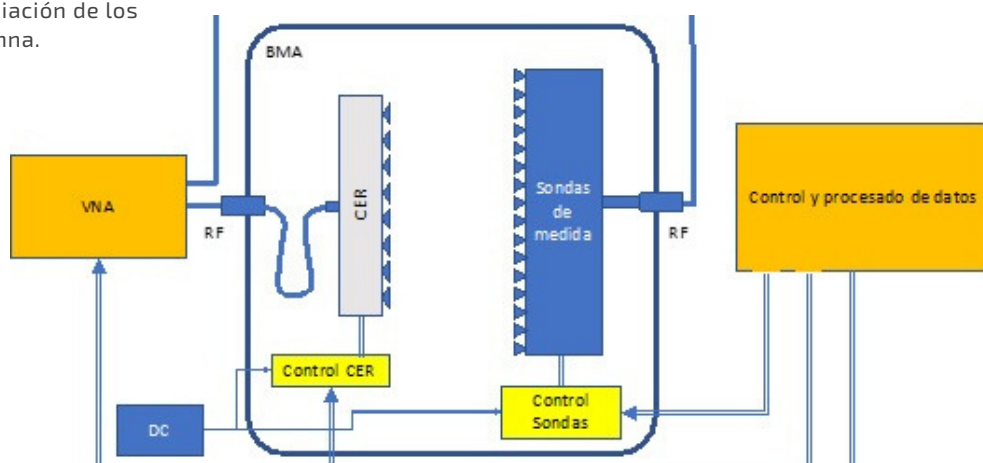
Dentro del programa de desarrollo de nuevos sistemas radar de vigilancia en aplicaciones navales, Indra ha desarrollado un sistema que comprende una antena de Array activa formada por columnas de elementos radiantes, que junto con los correspondientes módulos de transmisión-recepción, se apilan para formar el panel completo de la antena.

En el proceso de fabricación y montaje, es necesario caracterizar de forma rápida y con precisión cada una de las numerosas columnas que forman la antena, de forma que se ha procedido a diseñar un sistema de medida específico para este tipo de componentes y que puedan caracterizarse completamente sin necesidad de recurrir a instalaciones más complejas y caras con los costes añadidos de transporte y pérdida de tiempo en el montaje de la antena.

El sistema de medida diseñado consiste en una pequeña cámara anecoica localizada en un rack de instrumentación estándar, en el que se habilitan los elementos de soporte para las columnas y se sitúan en frente de un conjunto de sondas de medida que caracterizan la radiación de los elementos de antena que forman la columna.

Los sistemas de control de los elementos de sonda conmutables, el control de los diferentes modos de operación de las columnas y el control del analizador de redes de medida se integran en el mismo sistema de rack. También queda integrado el analizador de redes necesario para la medida, formando así un conjunto cerrado que puede ubicarse inicialmente en los laboratorios de desarrollo y posteriormente en la zona de fabricación y pruebas del sistema de radar completo.

El Grupo de Radiación del IPTC desarrolla también el software correspondiente de medida y transformación de los parámetros medidos a los parámetros de antena necesarios para caracterizar cada una de las columnas de la antena: diagrama de radiación de campo lejano, coeficientes de alimentación de los elementos radiantes, ganancia de la antena, pérdidas y niveles de adaptación del conjunto.



# INFORMES Y NOTICIAS. ICT CENTRIC ECONOMIC GROWTH, INNOVATION AND JOB CREATION. ITU

El informe de la Agencia para la Unión Internacional de las Telecomunicaciones perteneciente a Naciones Unidas (ITU), hace un análisis sobre el crecimiento e innovación y la importancia de las TICs para el desarrollo sostenible, económico y social basándose en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, propuesto por la ONU hasta el año 2030.

Dado el carácter transversal de las TICs, se sitúan en una posición óptima para favorecer un crecimiento internacional no sólo en materia tecnológica, sino también, como apoyo a otros sectores que pueden ver mejorada su efectividad con su uso.



Se presenta la tecnología y la innovación, no sólo como una llave para el crecimiento económico, sino como la apuesta para el crecimiento y empoderamiento de las regiones.

El informe analiza el reto entre desarrollo tecnológico en medio ambiente, o el foco en las necesidades sociales, pues presenta a día de hoy, limitaciones entre tecnología y organización social, sobre todo en los países con mayor desigualdad económica y social.

Como principio de solución al desajuste entre regiones, ITU defiende la importancia de la coordinación y compromiso de distintos agentes para solventar las contradicciones a través de alianzas conjuntas.

En el análisis de las implicaciones en el medio ambiente, señala fundamentalmente, la importancia de mejorar a través de la tecnología y otras disciplinas la explotación y sostenibilidad en cuanto a consumo de materias primas y el desarrollo de ciudades y espacios inteligentes basados en un buen uso medioambiental del planeta. También, garantizar unas condiciones laborales dignas para los trabajadores que siguen siendo precarios.

El informe, parte de una serie de recomendaciones y elementos a tener en cuenta en el ámbito tecnológico para contribuir al desarrollo sostenible. El elemento principal, es mejorar y garantizar el acceso a las TICs a través de conexiones y redes en todos los territorios. Dotar a las TIC de infraestructura necesaria y hábil para poder ponerla en funcionamiento.

La forma de encontrar nuevos caminos para solventar las contradicciones que presenta se basa fundamentalmente en la cooperación y colaboración con todos los agentes implicados en el sistema de desarrollo, los gobiernos y el sector público y la colaboración con las empresas del sector privado. Plantea también la necesidad de hacer partícipe a la ciudadanía de estos cambios para mejorar su efectividad.

El sector privado y la accesibilidad deben basarse fundamentalmente en el desarrollo de la cooperación internacional a través del fomento de hubs, creación de empresas y apoyo a la innovación.

Sigue existiendo una enorme diferencia entre países y regiones, por ejemplo, en países asiáticos estos modelos de crecimiento están muy bien posicionados para el desarrollo socio-económico. No sucede lo mismo con América Latina o África donde no se termina de conseguir implantar estos modelos de desarrollo, salvando algún caso como en Kenia (Nairobi) en los que parece que empiezan a despegar.

Para el buen desarrollo de este modelo de desarrollo y crecimiento, resulta necesaria la participación de los Gobiernos que deberán apoyar y regular a través de tres áreas principales.

1. Transparencia. Garantizar la transparencia en una región es indispensable para crear un clima de confianza internacional que permita un crecimiento sostenible.
2. Políticas para contribuir a la creación de mercados tecnológicos.
3. Fomentar el beneficio que pueden generar de modo indirecto la tecnología en mercados no tecnológicos.

[VER EL INFORME COMPLETO](#)

**3-6 Septiembre 2018  
Barcelona  
Mobile HCI. 20th  
International Conference  
on Human-Computer  
Interaction with Mobile  
Devises and Services**

**5-7 Septiembre 2018 Granada  
XXXIII Symposium Nacional de  
la Unión Científica  
Internacional de Radio (URSI)  
<https://congresos.ugr.es/congreso/xxxiii-symposium-nacional-de-la-union-cientifica-internacional-de-radio-ursi-2018/>**

**Octubre 2018 Madrid  
Jornada presentación IPTC  
E.T.S.I Telecomunicación**

**IPTC - Information Processing and Telecommunications Center  
E.T.S.I. Telecomunicación - UPM  
Avenida Complutense, 30 28040, Madrid.**



# IPTC – UPM

## Information Processing and Telecommunications Center



### DESTACADO DE SEPTIEMBRE

#### European Microwave Week 2018

Por Javier Gismero

La Semana Europea de las Microondas (EuMW 2018) en su vigesimoprimer edición se ha desarrollado del 23 al 28 de septiembre en IFEMA-Feria de Madrid. Es la primera vez que este evento se celebra en nuestra ciudad. Académicos e industria se han reunido alrededor de las tres conferencias que conforman la EuMW, los diferentes workshops y la gran exposición en la que han participado los actores líderes a nivel global en el campo de la radiofrecuencia y sus aplicaciones.

➔ Sigue...

### Este boletín contiene

- ARTÍCULO: EU MICROWAVE WEEK
- PROYECTOS: LIBRA Y UTM
- TECNOLOGÍA DEL MES: DEEP ML
- INFORME: AGILE CITIES, WEF

### PREMIOS DE MIEMBROS IPTC



Premio al mejor artículo “Characterizing the spatial distribution of geolocated categorical values” para Pedro J. Zufiria y Miguel Á. Hernández-Medina. “International Conference on Pure and Applied Mathematics”, 2018, Budapest.

El Premio para el artículo “Drone Detection and RCS Measurements with Ubiquitous Radar” para Álvaro Duque de Quevedo y otros miembros del IPTC. “International Conference on Radar”, IEEE, 2018, Brisbane.





La Semana ha incluido la edición 48 de la Conferencia Europea de Microondas (EuMC), la edición 13 de la Conferencia de Circuitos Integrados de Microondas (EuMIC) y la edición 15 de la Conferencia Europea de Radar (EuRAD). Entre al amplio abanico de temas cubiertos se incluyen:

- Sistemas de microondas, ondas milimétricas y sub-milimétricas.
- Antenas y propagación.
- Tecnologías inalámbricas.
- Telecomunicaciones (RF, microondas y óptica).
- IC's, materiales semiconductores y encapsulados.
- Arquitecturas radar, sistemas y subsistemas.
- Sensores y sistemas remotos.
- Test y medida.

La EuMC ha recogido las últimas tendencias en las tecnologías inalámbricas y de alta frecuencia (hasta los THz) a través de 355 ponencias agrupadas en 51 sesiones técnicas y foros interactivos, 9 sesiones de apertura por parte de la industria, 28 seminarios y 8 cursos breves. 3 sesiones han sido conjuntas con EuMIC y 9 con EuRAD. Adicionalmente han tenido lugar 5 sesiones especiales: "20 Aniversario de la EuMW", "Investigación en Microondas en América Latina", "Tecnología 5G en Asia-Pacífico", "Fabricación Aditiva" y "Electrónica de Alta Frecuencia Flexible y Conformable para Sistemas de Comunicación Inalámbricos". La conferencia de apertura corrió a cargo de Enrique Blanco, CTIO de Telefónica, con el título de "Evolving to 5G", presentando la visión de la compañía sobre esta tecnología. La conferencia de clausura fue presentada por Giuliano Gatti, director del segmento espacial de Galileo (ESA) y versó sobre el estado actual del sistema Galileo.

La EuMIC ha recogido 62 ponencias en 12 sesiones técnicas abarcando aspectos desde el nivel dispositivo al nivel sistema. Las tecnologías de ondas milimétricas han cobrado una relevancia especial en esta edición como facilitadoras del 5G. El modelado de dispositivos, tanto en pequeña como en gran señal, también ha tenido una amplia cobertura así como el diseño de amplificadores, especialmente usando dispositivos III-V. La sesión de apertura contó con la presencia de Charles F. Campbell, ISF de la División de Productos para Infraestructuras y Defensa de QORVO, EE.UU., que disertó sobre los retos de la tecnología monolítica de GaN, y con J. Sebastián Gómez, profesor en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de y de Computadores de la Universidad de California, Davis, U.S., que habló sobre el uso del grafeno y otros materiales 2D para la fabricación de dispositivos en las bandas de THz. En la conferencia de clausura, William R. Deal, ingeniero senior de Northrop Grumman, EE.UU., abordó el estado de la electrónica basada en transistores operando por encima de los 100 GHz.

En la EuRAD se han presentado los últimos desarrollos e investigaciones en Radar, así como las tendencias futuras en el desarrollo de componentes, diseño de sistemas y prestaciones, elementos radiantes, propagación y modelado de blancos, técnicas avanzadas de procesamiento de señal y arquitecturas innovadoras, como por ejemplo el uso de MIMO-Radar para automoción. Se han presentado un total de 93 ponencias, organizadas en 22 sesiones técnicas. En la sesión de apertura, M. Carmen Barbero, de Indra Sistemas, presentó el concepto de radar global para la nueva generación de fragatas de la Armada española, las F110, con conceptos avanzados como el uso de implementaciones totalmente digitales y tecnologías de radio definida por software. En esta misma sesión, Stefano Pirandola,

de la Universidad de York, exploró las capacidades del concepto de quantum-radar. En la sesión de clausura, Domingo Castro, R. Casado y J. Martínez-Villa, de Indra Sistemas, presentaron un nuevo sistema radar, el S3TSR, para la detección y vigilancia de basura espacial en órbitas LEO.

El Foro de Defensa, Seguridad y Espacio, organizado por la Asociación Europea de Microondas (EuMA) y el Microwave Journal, complementa anualmente la EuMW y este año el tema central ha versado sobre la Integración de Vehículos Aéreos no Tripulados (UAVs) en Escenarios de Defensa y Seguridad. En el foro han participado los diferentes sectores implicados: Gobiernos y Defensa, empresas del sector y académicos de la UPM. Se estima que existan actualmente unos pocos millones de UAV, con un crecimiento exponencial para los próximos años. Desde el punto de vista de la seguridad y la defensa, es necesario dotar a los UAV de tecnologías innovadoras que mejoren sus prestaciones y los sistemas que los rodean y también el desarrollo de sistemas para la defensa en caso de que los UAV sean utilizados con fines terroristas, p. ej. Tecnologías de microondas son esenciales para conseguir estos retos, dotando a los UAV de sensores avanzados y equipamiento de comunicaciones, aunque nuevas tecnologías como el big data y la inteligencia artificial proporcionarán la capacidad de aprender del entorno y de los propios errores facilitando la autonomía de los UAV.

En la exposición se han presentado los últimos avances en tecnologías de alta frecuencia y radar por parte de más de 300 compañías líderes en sus campos respectivos. El número total de visitantes ha sido de 1883.

La implicación de investigadores del IPTC en la EuMW ha sido notable tanto en aspectos organizativos como en las sesiones científicas. 4 profesores del Centro han formado parte del comité organizador: Co-Chair General, Chair de la Oficina de Operaciones, Chair y Co-Chair de EuRAD. Se ha participado además con un total de 10 ponencias y una ponencia de mesa redonda. Por otro lado, más de 20 estudiantes de postgrado pertenecientes al Centro han colaborado en tareas de apoyo.



**Stand de la exposición y miembros del IPTC en distintas presentaciones del Congreso** Fuente: IPTC

Además, el Centro IPTC ha participado con un stand durante los días de la exposición, en el que cuatro de los grupos de investigación del Centro han mostrado sus trabajos recientes en este campo.

# TECNOLOGÍA DE OCTUBRE

## Deep machine learning para tecnología del habla y otras aplicaciones

Por Javier Ferreiros López

*Machine learning* cubre toda una serie de técnicas para aprovechar grandes cantidades de datos con el fin de obtener un modelo útil para resolver aplicaciones que necesitan de sistemas que efectúen decisiones automáticas inteligentes y optimicen diversos procesos industriales. En *machine learning* se aglomeran diversas técnicas de reconocimiento y manejo inteligente de patrones entre los cuales aparece el *deep learning*.

*Deep learning* es la reedición, corregida y aumentada, de la idea de redes neuronales que ya tuvieron un primer periodo de utilización en las últimas décadas del siglo pasado, pero que aprovecha ahora el crecimiento actual en la capacidad computacional (multicore CPUs, GPUs – *Graphics Processing Units*, TPUs – *Tensor Processing Units*) para la implementación de nuevas ideas arquitecturales de red neuronal impensables en aquellas épocas, así como el procesamiento paralelo de ingentes cantidades de datos para posibilitar el entrenamiento de dichas arquitecturas. Así, las nuevas redes neuronales se diseñan en arquitecturas de muchas más capas y muchas más neuronas por capa que las antiguas arquitecturas.

Pero más aún, la capacidad de procesamiento contextual se ve notablemente desarrollada con nuevas arquitecturas que son capaces de procesar una ventana mayor de información en el tiempo para señales de audio (en teoría ilimitada, en arquitecturas como las BLSTM – *Bidirectional Long Short Term Memory*) o en imagen (apoyadas también por el concepto CNN – *Contextual Neural Network* con subsistemas neuronales que analizan características fundamentales de partes de la imagen, posteriormente integradas por capas superiores de la arquitectura neuronal). También es reseñable la capacidad de las nuevas arquitecturas neuronales de realizar lo que se llama fusión multimodal, siendo capaces de procesar, por ejemplo, entradas de audio y vídeo en paralelo para realizar alguna aplicación inteligente (como etiquetar quién y cuándo interviene en un debate televisivo y qué ha dicho concretamente o incluso elaborar un resumen-guion del debate que permita indexar el contenido).

Otro paradigma con creciente interés dentro de *deep learning* es el procesamiento *end-to-end* en que la red neuronal es capaz de procesar directamente en su entrada, por ejemplo, muestras de audio para emitir en su salida el texto hablado transcrito emitiendo directamente, carácter a carácter, la solución y además sin la preparación ni intervención de los modelos explícitos de apoyo que típicamente eran necesarios en los reconocedores automáticos de habla tradicionales

(vocabularios, inventario de alófonos –realización acústica de los fonemas–, transcripciones grafema-alófono, modelos de lenguaje, etc.). En estas nuevas estrategias *end-to-end*, la arquitectura neuronal implícitamente adquiere y codifica todo ese conocimiento tras haber aprendido automáticamente con un enorme conjunto de ejemplos en los que se le ofrece la señal de audio junto con el texto de lo que allí se ha hablado.

En tecnología del habla y en otros muchísimos campos, el empleo de *deep learning* está proporcionando rendimientos no antes vistos que permiten la aplicación exitosa de esta tecnología a la elaboración de soluciones para muy diversos sectores industriales.

Algunos sistemas ya gozan de una amplia permeabilidad social como son los casos de sistemas como Siri de Apple, Google Assistant, Microsoft Cortana, Amazon Alexa y otros que nos permiten utilizar la voz como interfaz de comando y búsquedas en internet. Estos asistentes no sólo poseen sistemas de reconocimiento de habla basados en *deep learning* sino también algunas de sus respuestas se devuelven habladas gracias a sistemas de síntesis de voz (TTS – *Text To Speech*) que han evolucionado también con el empleo de *end-to-end deep learning*. Detrás de estas interfaces con la persona a través del habla, están los sistemas actuadores y buscadores en internet que también se benefician del *machine learning* con elaboradas técnicas de procesamiento de texto y multimedia para incrementar la satisfacción del usuario respecto a la obtención de la información solicitada.

El Grupo de Tecnología del Habla del IPTC realiza investigación, servicios de consultoría y formación, además de transferencia de tecnología tanto en la aplicación de la tecnología del habla a la interacción hablada en entornos inteligentes, incluyendo agentes animados, indexado y recuperación de información, como en la aplicación de *machine learning* a otros sectores como las ayudas técnicas para discapacidad, diagnosis y rehabilitación de habla patológica, aplicaciones forenses, monitorización de actividades humanas mediante sensores inerciales (detección de anomalías motoras y evaluación de ejercicio físico), análisis de contenido multimedia y su aplicación al modelado de la percepción humana (inferencia automática de interés y emociones suscitados en un espectador), además de sistemas de toma de decisión en diversas aplicaciones industriales.



Presentación curso Transformación Industrial UPM-MFE. Parainfo UPM . Fuente: UPM

### COLABORACIÓN UPM-MFE

El 11 de septiembre de 2018 tuvo lugar la presentación del curso “Transformación Industrial” que organiza UPM con la colaboración de Madrid Foro Empresarial, donde ha participado la dirección del Centro IPTC con la propuesta y ejecución de algunos de los módulos educativos.

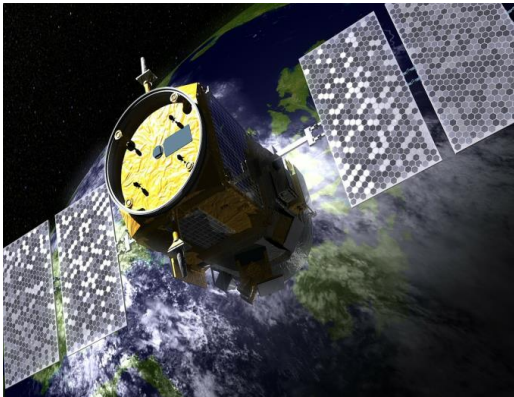
En la presentación de esta nueva colaboración se contó con la presencia de la Ministra de Industria, Comercio y Turismo, Dña. Reyes Maroto, el Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, D. Guillermo Cisneros y el Director de Madrid Foro Empresarial, D. Hilario Alfaro.

# PROYECTOS DEL IPTC | SELECCIÓN SEPTIEMBRE - OCTUBRE

## Development of a Rad-Hard Mixed-Signal Library for Commercialization of Space Qualified Ics LIBRA

Among the natural phenomena occurring in space, the ionizing radiation is the one that has a higher impact on the semiconductor devices. It may lead to extremely harsh operating conditions for the electronic equipment, which cannot be appropriately shielded by the hard mass constraints of space systems. For this reason, radiation hardened electronics plays a key role in the development of these systems. LIBRA project was conceived to achieve the necessary microelectronics technology for the competitive development and commercialization of radiation hardened (rad-hard) mixed-signal components (analogue and digital) for their application in space. Therefore, the project has delivered a space-qualified mixed-signal rad-hard library, composed by a set of analogue and digital IPs, based on the European technology SGB25RH from IHP Microelectronics.

LIBRA is a project under the Eurostars programme that must be led by R&D-performing SMEs that wish to exploit the benefits that come with international collaboration. LIBRA is led by the Spanish company Arquimea Ingeniería, and the consortium includes two German companies, the foundry IHP and a final user, Silicon Radar. The UPM has been part of the project through the LSI research group of the IPTC, under a contract with Arquimea Ingeniería, with the objective to design the digital cells of a radiation-hardened standard cells library.



Fuente: Pixabay

## New Project: Indra-IPTC Collaboration on Unmanned Aircraft System (UAS) Traffic Management (UTM)



Fuente: Pixabay

Indra and the IPTC have recently signed an ambitious 2-year R&D project to jointly develop an advanced prototype of the future traffic management systems to enable drone operations in all kinds of airspace (including the urban one) and operation, and specially for Very Low Level (<150 m above ground). This prototype will closely follow the future European drone management approach, summarized in the so-called U-Space concept, being developed under the framework of SESAR2020 program. The main functions of this prototype cover the whole U-Space, therefore encompassing:

- Enabling drone, pilot and operators' registry.
- Providing operators and pilots information about flight regulations in different areas, needs to ask for permission or coordination, etc.
- Flight Authorization, considering potential risk to other aircraft and to people and assets in the ground
- Strategic Flight Plan Coordination to enable safe and efficient airspace use.
- Real Time Drone tracking, using both cooperative and non-cooperative sensors.
- Alerting to pilots, operators, and public services about contingencies due to lack of conformance to flight plan, to reduced separation with respect to other drones, communication or navigation contingency situations, ...

Modern microservices-oriented architectures will be used for the implementation of the project's prototype, as well as web-based and mobile interface to all systems users (pilots, operators, public services, etc.). With respect to current concepts of Air Traffic Management, much more automated system, making use of a number of Artificial Intelligence and Big Data techniques. The resulting prototype aims at providing an initial technology layer to build future Indra developments in this new market, leveraging its current worldwide leadership in Air Traffic Management. IPTC participates in this project through the GPDS research group.



### UNAGI WORKSHOP

**UNmanned aerial vehicle Applications in the smart city: for Guidance technology to enhance system Interaction.**

Workshop IPTC en IEEE PerCom 2019 (11-15 de marzo, Kyoto, Japón). Fecha límite para envío de artículos: 10 de noviembre de 2018. Un conjunto de artículos seleccionados podrán ser extendidos y considerados para publicación en un número especial en la revista Springer "Personal Ubiquitous Computing". Más información en [UNAGI](#).



# INFORMES

## Agile Cities. Preparing for the Fourth Industrial Revolution

World Economic Forum

La cuarta revolución industrial se apoya necesariamente, según el Word Economic Forum, en el impulso de nuevos modelos integrados como el de Smart City. La previsión es que para 2050 el 68% de la población viva en ciudades, siendo la cifra actual del 54%. Por tanto, es necesario garantizar una mejora en tres niveles fundamentales de desarrollo: los componentes físicos, los factores medioambientales y los elementos digitales.

La tecnología se presenta como una necesidad transversal para permitir la interconexión entre los distintos niveles y ámbitos, para conseguir un modelo de ciudad sostenible y ágil. Los ámbitos a considerar se resumen en los siguientes ocho pilares de intervención:

**La construcción inteligente**, que proporcionará estructuras que permitan el ahorro de energía y la utilización de elementos digitales para monitorizar y controlar su funcionamiento a través de Big Data y el internet de las cosas (IoT).

**El territorio** o la ciudad en sí, que con espacios adaptados a la nueva revolución industrial, interconectará tecnológicamente los comportamientos y actividades de sus habitantes, a través de la recogida de información.

**La gestión energética**, que es el aspecto clave para mantener unos niveles medioambientalmente sostenibles reduciendo

el consumo energético en las urbes interconectadas. En un espacio más tecnológico, se debe hacer especial esfuerzo para que el desarrollo no provoque el crecimiento del gasto

**La movilidad**, con información en tiempo real para mejorar el transporte multimodal en la ciudad y agilizar los desplazamientos, al mismo tiempo que para proporcionar un sistema de pago integrado.

**El uso de las tecnologías de la información**, para reducir emisiones de energía, fomentar el desarrollo de la IoT así como la creación de un sistema integrado y completo de Smart City.

**La seguridad**, la cual plantea numerosos retos, en particular, en los aspectos relacionados con la gestión activa de privacidad e información personal.

**El ámbito educativo**, que deberá generar e incentivar nuevos modelos educativos más abiertos y participativos, así como fomentar del uso de las nuevas tecnologías.

**La gobernanza**, pues se plantea un modelo de ciudad más cercana a la ciudadanía, con sistemas horizontales cada vez menos jerarquizados, donde se permita un flujo de información que englobe al conjunto de los habitantes en unas relaciones más integradas.

Fuente: World Economic Forum

### Agile Guidelines

|               |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Physical      | <b>Intelligent building operations</b><br><br>Smart Building Energy Management System, or BEM; Mechanical systems located on elevated roofs or penthouse levels to prevent severe weather damage; strategies of redundancy to support resilience | <b>High-performance design</b><br><br>Indoor layout supports individual and focus work in diverse spaces, and is equipped with the latest technology. Site selection places projects outside of dangerous flood plains, supports urban resilience, walkability and community connectivity | <b>Total building performance</b><br><br>Performs well according to six key metrics: spatial, acoustic, visual, thermal, IAQ and building integrity                                                                                                 |
| Digital       | <b>Interoperable IoT platform or central building app</b><br><br>Allows cross-functional devices tied to the building's operation and maintenance, and also supports a range of user needs inside of the building                                | <b>Big data</b><br><br>A platform that collects and aggregates real-time building usage data in meaningful ways that enable facilities management to improve building functionality and occupant comfort                                                                                  | <b>Machine learning / artificial intelligence to guide building systems</b><br><br>AI actively uses the data that is collected and synthesized across the various sensor systems to improve building performance independent of active user control |
| Environmental | <b>Net-zero or net-positive energy</b><br><br>Using renewable energy sources, geothermal heating systems and intelligent building solutions to prevent the building from contributing GHG emissions                                              | <b>Energy independence</b><br><br>Micro-grids, virtual power plants, eco-districts, and/or aquifer thermal energy storage enable buildings to be independent of the traditional single utility grid                                                                                       | <b>Passive design strategies</b><br><br>Uses natural ventilation, daylighting and other design techniques to reduce the building's energy consumption. Design features include biophilia, green roofs and walls, and lowcarbon building materials   |



## TESIS DOCTORALES DEFENDIDAS

26/09/2018  
"IMAGE ANALYSIS AND MODELLING OF THE INFARCTED HEART RESPONSE AT THE MICROVASCULAR LEVEL"  
Doctoranda Polyxeni Gkontra  
Directores:  
D. Andrés Santos Lleó  
Dña. Alicia García Arroyo

28/09/2018  
"FROM TRADITIONAL MULTI-STAGE LEARNING TO END-TO-END DEEP LEARNING FOR COMPUTER VISION APPLICATIONS"  
Doctoranda Ana Isabel Maqueda Nieto  
Directores:  
D. Narciso García Santos  
D. Carlos Roberto del Blanco Adán

IPTC – Information Processing and Telecommunications Center  
E.T.S.I Telecomunicación UPM  
Avenida Complutense, 30 28040, Madrid.







POLITÉCNICA

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30

www.iptc.upm.es

# IPTC – UPM

Information Processing and Telecommunications Center



## Innovación e I+D en Tecnologías Emergentes para la Transformación Digital

15 enero 2019

### DESTACADO NOVIEMBRE- DICIEMBRE

## El futuro de la IA pasa por el hardware

Por Marisa López Vallejo

La computación inspirada en el cerebro (*brain-inspired computing*) incluye programas, algoritmos y arquitecturas de *hardware* que imitan el funcionamiento de las redes neuronales biológicas. En el cerebro humano las neuronas se comunican unas con otras formando una densa red neuronal a través de conexiones ponderadas o sinapsis. Al cambiar el peso de cada una de sus  $10^{14}$ - $10^{15}$  sinapsis, el cerebro puede aprender, procesar información y almacenar recuerdos. De esta forma se establece un paradigma de computación paralela, distribuida, adaptativa y tolerante a fallos que contrasta con el modelo clásico de von Neumann y es la clave de la revolución actual de las aplicaciones de inteligencia artificial (IA).

➡ Sigue...

### Este boletín contiene

- ARTÍCULO: IA Y HARDWARE
- PROYECTOS: BEPICOLOMBO
- TECNOLOGÍA DEL MES: DEEP LEARNING
- PROGRAMA DEL EVENTO IPTC ENERO

### PREMIO DE MIEMBROS IPTC



El equipo AILabGTI, del que forman parte miembros del IPTC, ganó la competición internacional "challenge" Lifelog Moment

Retrieval subtask (LMRT) en the ImageCLEFlifelog2018 con el trabajo titulado "Retrieving Events in Life Logging" (E. Kavalieratou, C.R. del Blanco, C. Cuevas, N. García).

El pasado mes de septiembre acudieron invitados a la Conferencia CLEF 2018 en la Universidad de Avignon para presentar su estudio.

CLEF Initiative, reconocido a nivel internacional, se centra en promover la investigación e innovación así como el desarrollo de sistemas de acceso a la información.

Cada vez son más las áreas científicas y tecnológicas que se benefician de este tipo de computación: clasificación de imágenes, localización y detección de objetos, segmentación de imágenes, video-vigilancia, reconocimiento de acciones, reconocimiento de voz, procesamiento de lenguaje natural, generación de audio, detección de varios tipos de cáncer, genómica, aprendizaje de refuerzo para juegos, control de brazos robóticos, planificación de movimientos para robots terrestres, navegación visual, control de vehículos autónomos, operaciones financieras, evaluación de riesgos financieros, pronóstico del tiempo, etc.

Ni la IA ni los fundamentos matemáticos que la sustentan suponen un concepto nuevo, especialmente cuando nos centramos en redes neuronales. Su despegue singular al comienzo de la década de 2010 se debe a tres motivos básicos:

- la gran cantidad de datos disponibles (necesarios para que funcionen los algoritmos),
- la elevada capacidad computacional de los microprocesadores y
- las mejoras en técnicas algorítmicas.

Sin embargo, el crecimiento exponencial en las necesidades de hardware - como tamaño de la red, complejidad computacional y recursos de memoria- están abriendo una brecha entre las necesidades de las aplicaciones de datos masivos y la posibilidad del hardware de satisfacerlas. Los sistemas basados en microprocesador actuales fueron diseñados para otros fines (ofimática, bases de datos...) por lo que cuando se utilizan para la implementación de aplicaciones de IA resultan muy ineficientes y con elevado consumo de potencia. Se necesita, por lo tanto, procesadores y circuitos dedicados lo suficientemente rápidos y potentes como para reunir, procesar y actuar sobre las inmensas cantidades de datos que se están generando hoy en día. Y esto se debe conseguir con nuevas tecnologías y realizando un co-diseño efectivo entre algoritmos y hardware, tanto a nivel de sistema como de dispositivo.

Una primera solución hardware a este problema lo proporcionaron las GPUs (*Graphics Processing Units*). El aprendizaje profundo distribuido ha progresado a un ritmo de aproximadamente 2,5 veces por año desde 2009, cuando las GPUs dejaron de utilizarse como aceleradores gráficos de videojuegos para jugar un papel decisivo en el entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo. Investigadores de IBM Research consiguieron en 2017 un 95% de eficiencia en escalado (mejora en entrenamiento por GPU añadida) en un sistema con 64 IBM Power8 S822LC (256 GPUs) registrando una tasa de precisión de reconocimiento de imagen del 33,8%, consiguiendo el procesado de 7,5 millones de imágenes en poco más de siete horas (el récord anterior lo tenía Microsoft con un reconocimiento de 29,8% en 10 días).

Este tipo de procesamiento se concibe para el *aprendizaje máquina "en la nube"*, caracterizado por elevado coste, alta eficiencia (prestaciones / vatio), grandes cargas de trabajo y precisión variable. En el otro extremo se sitúa el *aprendizaje máquina en el extremo ("Edge")*, en el que las aplicaciones de IA se filtran en los dispositivos electrónicos que los sostienen y llevan la computación cerca del origen de los datos. En este caso los requisitos varían sustancialmente: ultra bajo consumo (1-5W), baja latencia y bajo coste. Compañías como Intel están apostando por este tipo de solución, sacando al mercado

módulos hardware basados en la arquitectura VPU (*Vision Processing Unit*) Myriad 2. En concreto, el módulo Movidius *Neural Compute Stick*, ofrece una capacidad de cálculo de 100 GFLOPs con un consumo de potencia que apenas supera un vatio.

Se espera que el mercado de chipsets de la IA crezca en 2018 de 7,06 billones americanos de dólares a 59, 26 billones en 2025, con una tasa de crecimiento TCAC del 35,5% de 2018 a 2025 (*Research and Markets*, 2018). Para que este crecimiento y mejora sean posibles no basta con diseñar y fabricar aceleradores basados en GPUs con tecnología CMOS convencional, sino que se debe producir un cambio de paradigma en la computación e introducir nuevas tecnologías hardware. Las líneas actuales de investigación de hardware para IA se canalizan en dos vías principales: la computación analógica y la utilización de dispositivos emergentes. La naturaleza analógica del cerebro humano hace que los circuitos analógicos aparezcan como una solución ideal para imitar su comportamiento. Existen varias características que están presentes tanto en los circuitos analógicos como en los sistemas biológicos: conservación de la carga, amplificación, integración y umbral. De hecho, las primeras propuestas para circuitos inspirados en el cerebro se basaron en hardware analógico. Se pretende, por tanto, explotar circuitos analógicos y de baja precisión buscando reducir aún más el consumo de potencia y mejorar el rendimiento de la aplicación.

Respecto a las tecnologías emergentes, son numerosos los esfuerzos que se concentran hoy buscando soluciones eficientes para la computación neuromórfica. Entre estas tecnologías destacan las propuestas con dispositivos memristivos, basadas en la utilización del memristor o "resistor de memoria". Desde que en 2008 científicos de los laboratorios Hewlett-Packard crearon el primer memristor a escala nanométrica se ha despertado un interés mundial sin precedentes. Los memristores ofrecen excelente escalabilidad (hasta 2 nm), conmutación rápida (más rápido que 100 ps) y baja energía por actualización (inferior a 3 fJ). La tecnología memristor puede revolucionar la investigación científica y de computación en los próximos años porque sus estados de resistencia configurables pueden usarse tanto para almacenar información como para realizar cálculos, lo que permite que la lógica y la memoria se integren en arquitecturas altamente paralelas de bajo consumo de energía. Estas capacidades otorgan a los memristores un potencial excepcional para la computación inspirada en el cerebro donde, los memristores se pueden utilizar como memorias no volátiles súper densas para construir máquinas de aprendizaje similares al cerebro con sinapsis memristivas, ofreciendo la alta conectividad y densidad requeridas para una computación eficiente.

En el futuro cercano la existencia de enfoques innovadores que combinen unidades de procesamiento convencionales con tecnologías emergentes acelerará la investigación y el desarrollo de la IA mucho más allá de las capacidades de las plataformas actuales. Y con esto se abre un futuro con mayor potencial para el desarrollo de sistemas eficientes de procesamiento de datos masivos (*big data*).



## TECNOLOGÍA DE DICIEMBRE

### Deep Learning para el reconocimiento gestual en la interacción hombre máquina

Por Tomás Mantecón

Durante los últimos años se ha producido un aumento importante en el número de sistemas inteligentes a controlar en nuestro entorno: televisores, electrodomésticos, sistemas de entretenimiento, entornos de realidad aumentada o sistemas de control de temperatura entre otros. La interacción con estos sistemas tan dispares se hace tediosa utilizando los métodos habituales como mandos a distancia o teclados. Por ello, métodos basados en el reconocimiento de la voz o el reconocimiento gestual están apareciendo en los últimos años para mejorar la interacción con los mismos.

Los sistemas de reconocimiento gestual, la mayoría de los cuales están basados en la interacción mediante gestos de las manos, permiten una interacción más intuitiva y natural con entornos inteligentes ya que se basan en un método habitual de comunicación entre humanos. Varias de estas soluciones proponen el uso de información visual para llevar a cabo este reconocimiento. La principal ventaja del uso de información visual frente a otras soluciones basadas en el uso de guantes es la no intrusividad ya que el usuario puede realizar los gestos libremente sin necesidad de llevar nada en las manos que pueda molestarle.

El reconocimiento basado en información visual no se hace únicamente utilizando información de color sino que también se pueden utilizar otros tipos de información como son profundidad o infrarrojos. La ventaja de la utilización de estos tipos de información visual es que funcionan en ausencia de luz y son invariantes a cambios de iluminación, permitiendo un reconocimiento en entornos en los cuales la información de color no estaría disponible. Estos tipos de información son proporcionados por sensores que pueden capturar de forma simultánea información visual de distinta naturaleza como es el caso de la Kinect.

El uso simultáneo de diversas fuentes de información visual tiene como principal ventaja la complementariedad que puede aportar el uso de varios tipos de información. Por ejemplo la

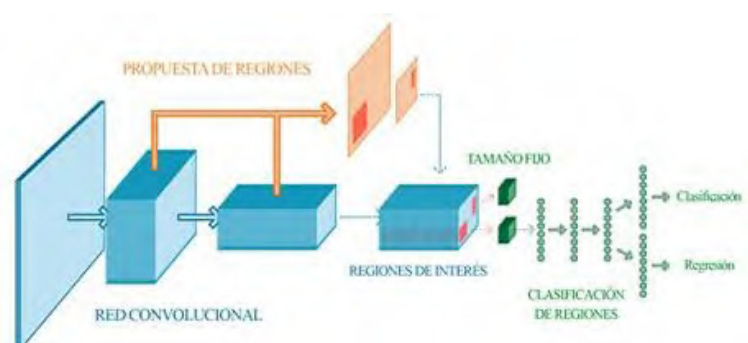
información de color tiene mayor textura y nos puede dar más detalle de ciertas partes de la mano, y por otro lado, la información de profundidad proporciona un mayor detalle de la distribución en el espacio tridimensional de los distintos elementos de la mano. El problema de utilizar varios tipos de información de forma simultánea puede ser la necesidad de un elevado coste computacional y la necesidad del desarrollo de sistemas más complejos.

El reconocimiento gestual utilizando imágenes se ha resuelto tradicionalmente obteniendo características de las mismas y llevando a cabo un proceso de clasificación con diversas técnicas de aprendizaje máquina como pueden ser la máquina de vectores soporte, el análisis de componentes principales, o los modelos ocultos de Markov entre otros. Recientemente, con la aparición de nuevas unidades de procesamiento general más potentes, se han desarrollado diversas técnicas basadas en el uso de redes neuronales profundas las cuales realizan ambas funciones: extracción de características y clasificación. El uso de este tipo de redes también ha sido posible gracias a la generación de bases de datos con un elevado número de muestras lo que permite la obtención de modelos capaces de establecer una mejor diferencia entre los distintos gestos a reconocer.

Una de las líneas de investigación del Centro se basa en el reconocimiento gestual mediante el uso de diversas fuentes de información visual. Para dicho reconocimiento se han diseñado diversas redes neuronales convolucionales partiendo en algunos casos de diseños de redes como el caso de las redes residuales o ResNet (ver Figura 1). Este tipo de redes permiten una convergencia más rápida y a la vez reducir el problema del sobreajuste de las redes. El campo de aplicación de estas soluciones es muy diverso, y en el Grupo de Tratamiento de Imagen se han desarrollado e implementado soluciones para el control de televisión, la interacción con cámaras de videovigilancia o la interacción con drones.



Figura 1. Diseño de red neuronal convolucional basada en estructura ResNet para el reconocimiento gestual utilizando información visual.





# PROYECTOS DEL IPTC | SELECCIÓN NOVIEMBRE - DICIEMBRE

## Misión BepiColombo

Por José Ramón Montejo

El pasado 20 de octubre de 2018 se lanzó la misión BepiColombo (figura 1), a bordo del cohete Ariane 5 desde la lanzadera espacial europea en Kourou, Guayana Francesa. Se trata de una misión conjunta entre la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA) al planeta Mercurio y está formada por dos sondas lanzadas conjuntamente: La Mercury Planetary Orbiter (MPO) y La Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO). Sus objetivos son:

- Investigar el origen y la evolución de un planeta cercano a su estrella madre.
- Estudiar el planeta Mercurio, su forma, estructura interior, geología, composición y cráteres
- Examinar la atmósfera vestigial de Mercurio (exosfera), su composición y dinámica.
- Investigar la capa envolvente magnetizada de Mercurio (magnetosfera), su estructura y dinámica.
- Determinar el origen del campo magnético de Mercurio.
- Investigar los depósitos polares, su composición y origen.
- Verificar la teoría general de la relatividad de Einstein a través de medidas de alta precisión.

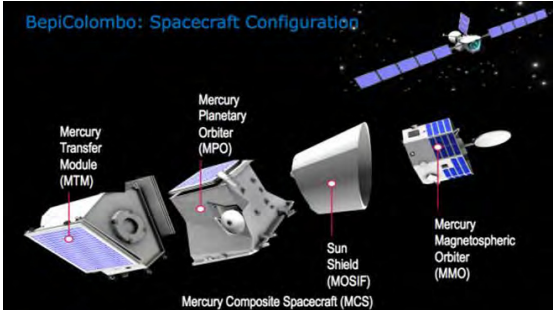


Figura 1. Misión BepiColombo

La misión recibe su nombre en honor a Giuseppe "Bepi" Colombo (1920–1984), científico, matemático e ingeniero de la Universidad de Padua, Italia, que implementó por primera vez la maniobra interplanetaria de asistencia gravitacional durante la misión Mariner-10 de la NASA en 1974, una técnica ahora comúnmente utilizada por sondas planetarias. Además, descubrió una insospechada resonancia que es la responsable del comportamiento de Mercurio que gira sobre su eje tres veces por cada dos revoluciones que realiza alrededor del Sol.

La misión empleará un sistema de propulsión eléctrico solar, y nueve asistencias gravitacionales; Tierra, Venus (dos veces) y Mercurio (seis veces) para alcanzar Mercurio con una velocidad relativa casi nula en 2025, tras siete años de viaje interplanetario. Está previsto que esté operativa un año orbitando alrededor del planeta con una posible extensión a otro año más.

La sonda Mercury Planetary Orbiter (MPO) (figura 2) transportará una sofisticada carga útil formada por once instrumentos, que incluyen cámaras, espectrómetros (IR, UV, rayos X, rayos  $\gamma$ , neutrones), radiómetro, altímetro láser, magnetómetro, analizadores de partículas, transpondedor de banda Ka y acelerómetro. La sonda Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO) transportará una carga útil formada por cinco experimentos científicos avanzados, que incluyen un magnetómetro, un espectrómetro de iones, un analizador de energía de electrones, detectores de plasma frío y energético, un analizador de ondas de plasma y un generador de imágenes.

Los profesores Jesús María Rebollar Machain y José Ramón Montejo Garai, investigadores del Information Processing and Telecommunications Center (IPTC) y profesores del departamento de Señales Sistemas y Radiocomunicaciones de la ETSI Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid y el profesor Jorge Alfonso Ruiz Cruz de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid han diseñado el triplexor (figura 3) del transpondedor en banda Ka de la sonda Mercury Planetary Orbiter (MPO) que permite enviar a la Tierra todos los datos obtenidos por sus once instrumentos científicos.

Un triplexor es un dispositivo que separa los canales de transmisión y recepción de un sistema de comunicación, permitiendo el uso de una sola antena, con el consiguiente ahorro de masa y volumen, tan crucial en una sonda espacial. El diseño se realizó para la empresa Thales-Alenia-Space España, que fabricó y testeó el dispositivo. Debido a que la sonda soportará temperaturas desde +450 hasta -180 grados centígrados, el triplexor ha sido mecanizado en invar, una aleación de hierro y níquel con muy bajo coeficiente de dilatación térmica y posteriormente se ha plateado su interior para mejorar la conductividad eléctrica.



Figura 2. Mercury Planetary Orbiter (MPO) de la ESA que forma parte de la misión BepiColombo



Figura 3. Triplexor del transpondedor de banda Ka de la sonda Mercury Planetary Orbiter (MPO) de la ESA que forma parte de la misión BepiColombo diseñado por UPM-UAM.

### PREMIOS EXTRAORDINARIOS DE DOCTORADO EN IPTC – E.T.S.I.T 2016-2017

- Autor:** Gordillo Méndez, Aldo

**Título:** Contribution to the authoring, distribution, evaluation and integration of learning objects.

**Directores:** Quemada Vives, Juan  
Barra Arias, Enrique
- Autor:** García Redondo, Fernando

**Título:** Resistive RAM: simulation and modeling for reliable design.

**Directora:** López Vallejo, María Luisa

## Evento IPTC, 15 enero 2019

### Innovación e I+D en Tecnologías Emergentes para la Transformación Digital E.T.S.I. Telecomunicación, Salón de Actos del edificio C

El Information Processing and Telecommunications Center de la UPM, junto a algunos de sus socios de referencia, organiza el Evento en **"Innovación e I+D en Tecnologías Emergentes para la Transformación Digital"**, que se celebrará en la ETSI Telecomunicación de la UPM (Ciudad Universitaria, Madrid) el **15 de enero de 2019**, con el propósito de reflexionar sobre las **oportunidades de innovación e I+D de las tecnologías emergentes, el progreso necesario y el valor de la colaboración en el ámbito de la transformación digital**.

El evento persigue analizar los modelos de desarrollo y relación tecnológica, económica y social entre los distintos agentes involucrados en los procesos de transformación digital y el avance de las tecnologías clave: **Cloud, IoT, Inteligencia Artificial, 5G, Big Data, Ciberseguridad**, etc.

También busca profundizar en el papel de las Organizaciones, Centros e Institutos de I+D de Madrid, en la estrategia global de la Región y su papel, junto con el de grandes empresas tractoras y PYMES en un contexto de vocación global compartida. Participarán representantes de empresas como **NTT Data, Amazon, Santander, Transfesa o Devo**, y de asociaciones industriales como **Madrid Foro Empresarial o DigitalES**, junto con representantes de las entidades gestoras de la I+D+i nacional y regional, y expertos de la academia pertenecientes a diversos Centros Tecnológicos, como **IMDEA Materiales, IMDEA Software**, el **Centro de Electrónica Industrial** y el mismo **IPTC**.

#### 09:30 – 09:50 | Apertura

**D. Guillermo Cisneros Pérez**, Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid.

**Dña. Teresa Riesgo Alcaide**, Directora General de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

**D. Félix Pérez Martínez**, Director de l ETS Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid.

#### 09:50 – 10:00 | Presentación

**D. José Ramón Casar Corredera**, Director del Information Processing and Telecommunications Center (IPTC) de la UPM.

#### 10:00 – 10:20 | Conferencia invitada

**D. Benito Vázquez Blanco**, President and Chief Executive Officer, NTT DATA EMEA, Deputy Head of NTT DATA EMEA & LATAM, Miembro del Consejo Asesor del IPTC y de la ETSI Telecomunicación UPM.

#### 10:20 – 11:20 | Mesa Redonda: Tecnologías Emergentes: Investigación, Innovación y Emprendimiento.

Los nuevos retos, las nuevas oportunidades y los nuevos negocios.

Moderador: **D. Juan Carlos Yelmo García**, Profesor ETSI Telecomunicación UPM, Vocal del Consejo de Dirección IPTC.

**Dña. Pilar Torres Torres**, Responsable de Sector Público y Educación, Amazon Web Services.

**D. Roberto García Mora**, Responsable de Tecnologías Emergentes, Grupo Santander.

**D. Pedro Castillo Muros**, Fundador y CTO, DEVO.

**D. Gonzalo León Serrano**, Adjunto al Rector, UPM.

#### 11:40 – 12:40 | Mesa Redonda: Transformación Digital e Industria 4.0.

Tecnología y talento en la nueva economía.

Moderador: **D. Eduardo Sánchez Morrondo**, Presidente Grupo Bonheur, Presidente de la Mesa de Industria de Madrid Foro Empresarial.

**Dña. Alicia Richart**, Directora General, DigitalES.

**D. Jorge González Fernández**, Head of DB Cargo IT Competence Center Logistics, CIO Transfesa Group.

**D. Carlos López Barrio**, Director Departamento Ingeniería Electrónica ETSI Telecomunicación UPM, Vocal del Consejo de Dirección del IPTC.

#### 12:40 – 13:40 | Mesa Redonda: Investigación e innovación en Madrid.

El papel de los Institutos y Centros de I+D. Misión y modelos de organización y de relación con el sector empresarial.

Moderador: **D. Alejandro Arranz Calvo**, Director General de Investigación e Innovación de la Comunidad de Madrid.

**D. Javier Uceda Antolín**, Director del Centro de Electrónica Industrial de la UPM.

**D. Javier Llorca Martínez**, Director Científico del Instituto IMDEA Materiales.

**D. Manuel Carro Liñares**, Director del Instituto IMDEA Software.

**D. José Ramón Casar Corredera**, Director del Information Processing and Telecommunications Center de la UPM.

#### 13:40 – 13:50 | Clausura.

**D. Alejandro Arranz Calvo**, Director General de Investigación e Innovación de la Comunidad de Madrid.

**Dña. Asunción Gómez Pérez**, Vicerrectora de Investigación, Innovación y Doctorado de la UPM.

#### 11:20 – 11:40 | Descanso café

#### 13:50 – 14:30 | Vino español.

Más información e inscripción en

[https://iptc.upm.es/evento\\_transformacion\\_digital](https://iptc.upm.es/evento_transformacion_digital)

IPTC – Information Processing and Telecommunications Center

E.T.S.I Telecomunicación UPM

Avenida Complutense, 30 28040, Madrid.





# IPTC Review

# 6

Boletín del Information Processing and Telecommunications Center

Enero / Febrero • 2019



## la Tecnoeconomía 5G

Nuevos modelos de negocio | **pág. 3**

En este número:

**Destacado, 3 | Premios y nombramientos, 4**

**Noticias y eventos, 5 | Tecnología, 6**

**Proyectos, 8 | Informe, 10**



**POLITÉCNICA**

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)



# IPTCReview 6

Enero / Febrero • 2019

Boletín del Information Processing  
and Telecommunications Center

---

## SUMARIO

### *Destacado:*

La tecnoeconomía 5G,  
**Zoraida Frías, 3**

### *Premios y Nombramientos:*

Juan Besada, miembro de GUTMA, **4**

Félix Pérez, Premio Honorífico  
Cátedra UPM-CESEDEN, **4**

### *Noticias y eventos:*

Wireless Energy Harvesting, **5**

Robotrader | Impact Workshop, **5**

### *Tecnología:*

Modelos generativos profundos:  
¿rozando la inteligencia artificial?,  
**Santiago Zazo, 6**

### *Proyectos:*

PIPAC-CM: Monitorización  
por procesamiento de imagen y ciencia  
ciudadana para la conservación  
de materiales del patrimonio cultural,  
**José M. Menéndez, 8**

Receptor de vídeo móvil 5G,  
**Narciso García, 9**

### *Informe:*

Jornada sobre Innovación e I+D  
en Tecnologías Emergentes  
y Transformación Digital,  
**IPTC, 10**

## La tecnoeconomía 5G

Zoraida Frías Barroso



Desde que surgieran los primeros servicios de comunicaciones móviles en la década de los 80, el negocio en torno a estas tecnologías ha evolucionado tanto como las propias características de los servicios. Históricamente, las sucesivas generaciones de comunicaciones móviles han tenido un doble objetivo: crear nuevos mercados en los que los operadores pudieran crecer y servir de elemento de diferenciación ante la competencia. Así, pasar de 1G a 2G suponía la transición de las comunicaciones analógicas a las digitales, y desde el punto de vista del negocio significaba pasar de un mercado reducido a un mercado de masas. La evolución de 2G a 3G cambió el foco de las tecnologías móviles para centrarlas en los datos en lugar de la voz, y generó un nuevo mercado que compensaba la disminución de los ingresos de la telefonía. Finalmente, la transición de 3G a 4G supuso la consecución del acceso móvil de alta velocidad, pero a la luz de las cifras de negocio de los operadores europeos —Estados Unidos es otra his-

toria— podemos decir que ha sido un fracaso en lo que a generar nuevos ingresos se refiere.

En este sentido, 5G promete algo más que su generación predecesora. En su visión sobre 5G, la *Next-Generation Mobile Networks Alliance* (una iniciativa que aglutina a algunos de los mayores operadores móviles a nivel global) presenta 5G como «un ecosistema extremo a extremo que permite una sociedad totalmente móvil y conectada, [...] que habilita la creación de valor a través de casos de uso existentes y emergentes, y permite modelos de negocio sostenibles.»

Resulta interesante analizar cómo las tecnologías 5G, orientadas a casos de uso de baja latencia, alta fiabilidad, alta capacidad o conectividad masiva, pueden conseguir esta sostenibilidad en los modelos de negocio. Una de las principales discusiones en torno a los servicios 5G es cuál va a ser esa “killer app” que haga que se produzcan los despliegues cuando la tecnología esté suficientemente madura. Las voces más críticas aseguran que ningún caso de uso

por sí solo supone una propuesta de valor suficiente para justificar las inversiones que se requerirán. De hecho, para algunos de los casos de uso más prometedores, existen desde hace años alternativas tecnológicas que podrían haber desarrollado ya servicios relativamente similares. Es el caso de la famosa *Internet of Things* (IoT) o de los vehículos conectados (CAV, *Connected and Autonomous Vehicles*).

Conectar cosas a la Red no es nuevo, y existen ya numerosos dispositivos en línea. Durante mucho tiempo diferentes sectores industriales han utilizado redes GSM o UMTS para monitorizar sus elementos remotos, y, más recientemente, se han comenzado a usar estándares más avanzados como Cat-M o Narrowband IoT (NB-IoT), especificado en la *Release 13* de LTE. Estos estándares resultan más adecuados para aplicaciones de IoT que las tecnologías de banda ancha móvil, y han conseguido reducir la complejidad del dispositivo y los costes en más de un 80%.

En relación a los CAV, la industria automotriz cuenta desde hace tiempo con los sistemas DSRC (*Dedicated Short-Range Communications*), cuyas versiones comerciales están basadas en el estándar IEEE 802.11p, que se publicó en 2010. Casi una década después, la adopción de esta tecnología es prácticamente nula. No sería justo obviar barreras a los despliegues muy relevantes relacionadas con el ecosistema, como la integración de receptores en los vehículos, pero ciertamente no es este el único ni el mayor de los problemas.

En ambos casos, la necesidad de infraestructura específica para el servicio hace extremadamente complicado que el *business case* sea positivo. El motivo es en el fondo tremendamente simple: esa infraestructura está la mayor parte del tiempo desocupada. La clave, por tanto, para que “salgan los números” en las redes 5G está principalmente en desplegar tecnologías para una compartición eficiente de los recursos. La virtualización de las funciones de red (NFV, *Network Function Virtualization*) y las redes definidas por software (SDN, *Software Defined Networks*) serán las tecnologías que permitirán desacoplar el software del hardware en las redes móviles y faciliten el surgimiento de una suerte de *sharing economy* que permita acelerar la transformación digital de muchas industrias.

Qué combinaciones de qué casos de uso podrían ser un negocio viable y en qué circunstancias es un tema que hay que seguir explorando

y cuantificando a medida que se siga desarrollando el estándar. En el Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (GTIC) del IPTC estamos trabajando en adaptar las metodologías tradicionales de análisis de viabilidad de los despliegues de servicios de telecomunicaciones para contribuir al esclarecimiento de esta “tecnología” 5G. Una tecnología que se antoja compleja por la diversidad de casos de uso y por la redefinición de un ecosistema móvil que deberá incluir otras industrias, aceptar nuevos agentes, y abrazar nuevos modelos de negocio y nuevas formas de competencia.



## PREMIOS Y NOMBRAMIENTOS

### *Nuevo miembro honorario de la Global UTM Association*

El profesor Juan A. Besada, del IPTC, ha sido recientemente seleccionado como Miembro de la Global UTM Association (GUTMA), consorcio global que coordina a los principales actores industriales en el desarrollo e implantación de los futuros sistemas de gestión de tráfico aéreo para drones. Es uno de sus 11 Miembros Honorarios a nivel mundial. La presencia de miembros del IPTC en algunos de los principales comités y organizaciones europeas y globales de gestión del tráfico aéreo es el resultado de una larguísima y fructífera colaboración de nuestro Centro con la industria nacional, europea y global del sector.

### *Premio Honorífico*

Se ha entregado el Premio Honorífico de la Cátedra Ingeniero General D. Antonio Remón y Zarco del Valle al profesor Félix Pérez Martínez, miembro del IPTC y director de la ETSIT-UPM, por su trayectoria investigadora y docente en los ámbitos de la Seguridad y la Defensa. El acto tuvo lugar el pasado 11 de febrero en el Paraninfo de la UPM.





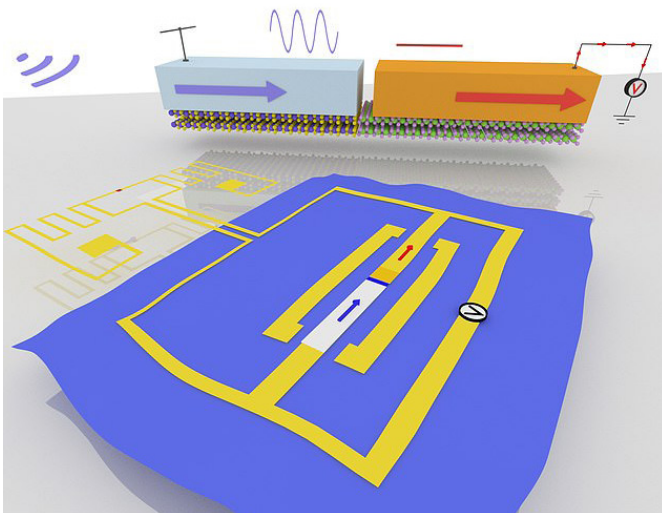
## Wireless Energy Harvesting

Ingenieros de la ETSIT-UPM (IPTC) y del Instituto Tecnológico de Massachusetts, dirigidos por los profesores Jesús Grajal y Tomás Palacios, respectivamente, han fabricado un dispositivo flexible capaz de generar energía continua a partir de ondas electromagnéticas recogidas del entorno. Este dispositivo se llama *rectenna* (rectifying antenna). El uso de nuevos materiales bidimensionales ha permitido fabricar el primer dispositivo totalmente flexible que puede aprovechar la energía de las señales de radiofrecuencia del ambiente.

Cuatro son los puntos básicos de este desarrollo:

- La idea de radiar y recoger energía a partir de ondas de RF es antigua, puede datarse a principios del siglo XX con Nikola Tesla.
- La energía de RF es actualmente ubicua por la telefonía móvil y las estaciones wifi.
- Existe electrónica de muy baja potencia capaz de funcionar con potencias del orden de nanowatios o microwatios.
- La electrónica flexible abre nuevas posibilidades para que los sistemas electrónicos se adapten a múltiples formas y geometrías.

Esta investigación se ha publicado en la revista Nature: "Two-dimensional MoS<sub>2</sub>-enabled flexible rectenna for Wi-Fi-band wireless energy harvesting", Nature, vol. 566, pp. 368–372 (2019).



Rectenna. El dispositivo utiliza una antena de radiofrecuencia para capturar las ondas electromagnéticas que transportan Wi-Fi en forma de ondas de CA. Esto luego se conecta a un semiconductor bidimensional flexible y económico y la salida es electricidad.

## ▶ EVENTOS

### ▶ Robotrader

El Prof. Eduardo López González, miembro de IPTC, impulsa un año más la iniciativa ROBOTRADER, un proyecto que proporciona formación en trading algorítmico a través de vídeos formativos, conferencias, cursos y un concurso en el que este año están presentes 30 participantes. El programa de conferencias está disponible en: <http://blogs.upm.es/robotrader/ix-edicion-2019/>



### ▶ IMPACT Workshop

Improving healthcare Management through service design and Patient empowerment and Collaboration Technologies. Co-located to PervasiveHealth 2019, May 20-30. Trento, Italy. Submission deadline: March 15 2019. More info at: <http://pervasivehealth.org/workshop-impact/>





## Modelos generativos profundos: ¿rozando la inteligencia artificial?

Santiago Zazo Bello



Definir *Inteligencia Artificial* es sin lugar a dudas un tema controvertido ya que es difícil determinar qué niveles de representación debe tener una máquina para que la consideremos *inteligente*. Sin embargo, podemos estar de acuerdo en que esta inteligencia artificial tiene que ser capaz, de una manera u otra, de hacer un modelado del mundo que nos rodea: ello implica, entre otras, interpretar adecuadamente imágenes realizando de forma satisfactoria una abstracción en modo texto que identifique la contenido de la imagen, igualmente disponer de la capacidad de traducir el contenido de un mensaje a otro idioma, o ser capaz de predecir ciertos comportamientos o tendencias... todo ello ha dejado de ser un sueño con el resurgimiento de los modelos generativos, ahora reforzados con el uso de arquitecturas profundas de redes neuronales.

Los modelos generativos clásicos han jugado sin duda un papel importante en el pasado reciente resolviendo satisfactoriamente problemas de complejidad reducida, a través de modelos como análisis factorial o la mezcla de gaussianas. Sin embargo, está claro que estas técnicas carecen de la capacidad de representación para resolver los retos de la inteligencia

artificial. Anteriormente al año 2006 ya existían arquitecturas basadas en redes neuronales que permitían realizar ciertos modelados muy satisfactoriamente como puedan ser las máquinas de Boltzmann que constan de una capa de neuronas con variables visibles y otra de variables ocultas o latentes. Todos los investigadores coincidían en que ésta era la estrategia adecuada para generar inteligencia artificial pero se impone la necesidad de aportar profundidad, es decir un mayor número de neuronas en cada capa y un mayor número de capas... para así obtener mucho mayores niveles de abstracción.

Si eso estaba claro, ¿cuál era la gran limitación de estos modelos que impedían el desarrollo de nuevas aplicaciones?. Fundamentalmente, la propuesta de algoritmos de aprendizaje que tuvieran un funcionamiento plenamente satisfactorio.

Fue en el año 2006 cuando podemos cifrar el nacimiento de los modelos generativos profundos cuando se logra por primera vez entrenar una red compuesta de múltiples capas denominada *Deep Belief Network (DBN)* mediante una forma de entrenamiento capa a capa con generación de muestras también capa a capa como si fueran visibles. Este hecho despertó

una gran expectación a pesar de las limitaciones que se observaron pero fue en los años 2013-2014 cuando surgen de forma casi simultánea las dos grandes alternativas que están actualmente revolucionando un gran número de disciplinas en el aprendizaje no supervisado, e incluso juegan un papel importante como paso intermedio en el aprendizaje supervisado o por refuerzo: hablamos de los *Autoencoders Variacionales (VAEs)* y de las *Redes Generativas Adversarias (GANs)*.

Los VAEs pueden interpretarse como una versión probabilística de los autoencoders clásicos contando con la enorme ventaja de que se entrenan muy fácilmente mediante algoritmos tipo gradiente minimizando una cota de la función de verosimilitud especialmente atractiva representada por una gaussiana multivariada de media y matriz de covarianzas parametrizadas. Las GANs siguen una filosofía diferente en la cual surgen dos redes, una denominada *generadora* que intenta generar variables falsas a través de una transformación de una función muy sencilla como una gaussiana tratando de engañar a otra red, denominada *discriminadora* que debe tener la capacidad de distinguir las señales reales de las falsas. El modelo matemático que describe este proceso de aprendizaje es la teoría de juegos, de suma cero en este caso. Como es bien sabido, las soluciones de este problema, son puntos de ensilladura que presentan importantes problemas de convergencia.

Evidentemente, no hemos llegado a un funcionamiento plenamente satisfactorio como demuestra el gran número de implementaciones variantes de las propuestas originales tanto de VAEs como de GANs, pero creemos que sí se puede ser optimista en cuanto a los logros de un futuro ya muy próximo. En nuestra opinión, la esencia de estas nuevas arquitecturas no es que sean capaces de resolver problemas llamativos como la generación de caras de famosos (véase la figura obtenida en un grupo del Centro) sino que sean capaces de sintetizar en un conjunto reducido de variables (rasgos) la esencia del problema. Ahí radica el concepto de *inteligencia* y debido a esa capacidad, el número de problemas futuros que seremos capaces de resolver sólo está en la cabeza de los más visionarios.

En el Centro hay un gran número de profesores conscientes de este momento histórico y se están siguiendo distintas líneas de investigación. En nuestro grupo estamos abordando

una línea de trabajo que combina los modelos generativos profundos con el aprendizaje por refuerzo. Consideramos que el aprendizaje por refuerzo está ya desempeñando un papel muy importante en el mundo del aprendizaje automático, y que va a ir a más, ya que no precisa de etiquetas, ni de modelos y permite aprender una política de comportamiento óptima a base de interactuar con el medio. De hecho, ya existen algoritmos muy potentes y fiables tanto de las versiones profundas del Q-learning como de las técnicas tipo Actor – Critic. No nos olvidemos que los grandes logros obtenidos recientemente en ciertos juegos como el *Go* o el *Space-Craft* utilizan la capacidad de autoaprendizaje de la máquina para llevar los resultados muy por encima de lo que puede una mente humana u otras técnicas entrenadas. En concreto, en nuestro grupo trabajamos en versiones distribuidas de la inteligencia en la cual disponemos de un sistema multiagente donde cada agente sólo es capaz de observar una parte del escenario (observabilidad parcial) y además pueden desconocer importantes variables (información incompleta). Este escenario, combinando los términos multiagente / observabilidad parcial / información incompleta es uno de los grandes retos del aprendizaje por refuerzo que debe ser resuelto bajo la perspectiva de la *Teoría de Juegos*. La cuestión esencial es qué información deben comunicarse los distintos agentes con objeto de poder alcanzar unas prestaciones cercanas a las de un escenario de observabilidad total e información completa. Está claro que si el elemento de inteligencia viene representado por una red neuronal profunda, no puede ser comunicada en su totalidad. Nuestra línea de trabajo se basa en el uso de VAEs como elementos de abstracción que sean capaces de sintetizar en un conjunto reducido de variables latentes la esencia del conocimiento que, compartida por el resto de los nodos de la red a través de enlaces con el vecindario, permita generar una inteligencia distribuida equivalente a la centralizada.

¿Al alcance de la mano?... no, pero cerca.

## PIPAC-CM: Monitorización por procesamiento de imagen y ciencia ciudadana para la conservación de materiales del patrimonio cultural

El proyecto “Monitorización por procesamiento de imagen y ciencia ciudadana para la conservación de materiales del patrimonio cultural” ha sido uno de los 34 seleccionados por la CM (Orden 4620/2018) en su convocatoria de ayudas para la realización de proyectos sinérgicos de I+D en nuevas y emergentes áreas científicas en la frontera de la ciencia y de naturaleza interdisciplinar. El IPTC participa a través del Grupo de Aplicación de Telecomunicaciones Visuales (GATV).

El patrimonio cultural español es de los más importantes del mundo, por cantidad, variedad, y calidad. Este patrimonio es testimonio de nuestro pasado, soporte material de una historia que explica lo que somos hoy. Pero, además, es un elemento importante en el bienestar de las personas, un activo fundamental de cohesión social y desarrollo socioeconómico y, por lo tanto, un elemento clave para un futuro sostenible.

Se trata de un recurso único, no renovable y no deslocalizable, comprometido en su futuro por múltiples amenazas: la degradación intrínseca de los materiales, las presiones humanas derivadas del turismo o el terrorismo, la limitación de los recursos disponibles, los cambios sociales, el cambio climático y otros factores ambientales, etc. Los criterios actuales sobre conservación de patrimonio cultural reconocen la conservación preventiva como la mejor estrategia para luchar contra la degradación y pérdida del patrimonio. Es decir, se trata de actuar sobre los agentes ambientales que causan el deterioro para evitar la degradación de los bienes.

El primer paso de esta protección es la monitorización de los factores ambientales, para conocer su efecto sobre los materiales que componen los bienes, con el propósito de poder actuar y corregirlos cuando sea necesario. El objetivo principal del proyecto MIPAC es desarrollar una solución innovadora basada en dosímetros metálicos, procesamiento de imagen y ciencia ciudadana, con el fin de dotar a los museos de una he-

rramienta de bajo coste para la monitorización del estado de conservación de sus colecciones. Los metales reaccionan con los contaminantes ambientales, formando productos de corrosión, que en muchos casos implican un cambio de color. Basándose en ello, se plantea inicialmente el uso de dosímetros metálicos, sistema sensible que permite monitorizar la presencia de contaminantes y su efecto sobre los bienes culturales, valorando el grado de degradación sufrido.

La evaluación de los cambios de color se ha venido haciendo por medio de espectrofotómetros. Los resultados obtenidos son de alta calidad, pero requiere el uso de equipamiento específico (colorímetros o espectrofotómetros) y costes elevados en mano de obra especializada. Con una calibración y procesamiento de imagen adecuados se puede obtener información de color, contraste, brillo, etc. a partir de imágenes fotográficas, lo que una vez desarrollado el sistema permitiría la eliminación de las barreras económicas del sistema. El grupo GATV del IPTC ha desarrollado sistemas de procesamiento de imagen y visión artificial en numerosos proyectos, europeos y nacionales, aplicados a monitorización de objetos en movimiento, para la reconstrucción de entornos 3D a partir de imágenes y vídeos en museos, para aplicaciones médicas, y también para aplicaciones de

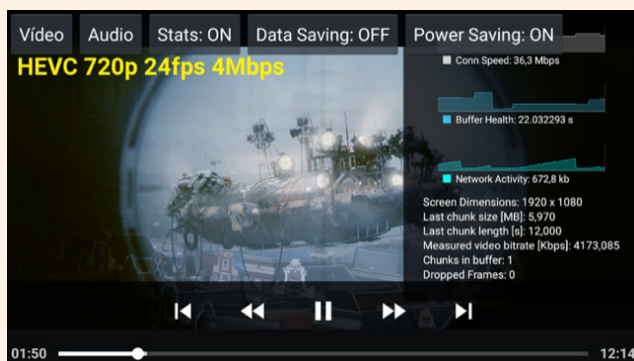




análisis y conservación de piezas del patrimonio histórico a partir del estudio de imágenes hiperespectrales, en el rango no visible, en colaboración con el Instituto del Patrimonio Cultural de España.

En el Proyecto, la adquisición de imágenes para su procesado y obtención de parámetros de deterioro se realizará implicando a los visitantes de los museos, con un enfoque hacia la ciencia ciudadana. Esta adquisición comunitaria (“crowdsourcing”) de datos ha demostrado su utilidad en otros sectores, como la observación de la naturaleza ([www.iSpotnature.org](http://www.iSpotnature.org)) o la astronomía ([www.Zooniverse.org](http://www.Zooniverse.org)). MIPAC pretende aplicar esta estrategia por primera vez a la investigación en patrimonio cultural. Para este objetivo, se trabajará de manera especial con los museos participantes en el proyecto (inicialmente MUNCYT, que participa como asociado, pero con la posibilidad de extender la actividad a otros con los que los grupos tienen colaboraciones, como el Museo Arqueológico Nacional o la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando), y con los departamentos de difusión y educación de los mismos.

## Receptor de Vídeo Móvil 5G



Interfaz de receptor de vídeo móvil 5G.

*5GSTB-Receptor de vídeo móvil 5G* es un proyecto de investigación enmarcado dentro de amplia colaboración entre el *Grupo de Tratamiento de Imágenes (GTI)* del Information Processing and Telecommunications Center (IPTC) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y *Nokia Spain S.A.* El objetivo principal del proyecto es el diseño, el desarrollo y el prototipado de un dispositivo cliente móvil tipo *Set-Top-Box (STB)* para la recepción y decodificación de vídeo transmitido mediante técnicas de *adaptive streaming (AS)* con soporte para redes 5G.

Este desafío comprende el diseño y la adecuación de la STB para que sea capaz de recibir vídeo vía 5G y se adapte correctamente a *entornos de movilidad*. Además, 5GSTB aspira a incorporar un conjunto de mejoras que ayuden a *aumentar la eficiencia* del servidor y del cliente y a *incrementar la calidad de experiencia (QoE) del usuario*. Más específicamente, los objetivos que se consideran dentro del proyecto son:

- Adecuar el STB para hacerlo compatible con redes 5G, 4G, 3G y WiFi.
- Lograr un compromiso entre QoE y eficiencia energética.
- Diseñar políticas de petición y descarga de segmentos multimedia que se adapten según:
  - El tipo de red y su estado.
  - Las transferencias dentro de cada red y entre redes de distinto tipo.
  - Las opciones de resolución, códec y velocidad binaria disponibles.
  - El escenario considerado: video bajo demanda (VoD) o vídeo en directo (Live).
  - La resolución del dispositivo de visualización y sus dimensiones físicas.
  - Las preferencias sobre consumo de datos del cliente.
  - Las condiciones de movilidad (trayectoria, velocidad...) previsibles a corto plazo.
- Implementar el soporte de varias arquitecturas de adaptive streaming: MPEG-DASH y HLS.
- Obtener soporte para la descarga y capacidad para la reproducción de secuencias de vídeo de resolución hasta UHD-4K, y hasta 60 fps.
- Habilitar el soporte de los códec más utilizados: H.264, H.265, VP9...

En resumen, *el proyecto 5GSTB busca diseñar y desarrollar un receptor multimedia móvil flexible, fiable y eficiente, adaptado a las redes del futuro, y en el que se potencie la experiencia de visualización.*





## Jornada sobre Innovación e I+D en Tecnologías Emergentes y Transformación Digital

15 de enero de 2019



El pasado 15 de enero de 2019, coincidiendo con su tercer aniversario, el Information Processing and Telecommunications Center (IPTC) de la UPM, junto a algunos de sus socios de referencia, organizó un evento sobre “Innovación e I+D en Tecnologías Emergentes y Transformación Digital”, que se celebró en el Salón de Actos de la ETSI Telecomunicación de la UPM, y al que asistieron más de 150 personas.

Su objetivo era reflexionar sobre las oportunidades de innovación de las tecnologías emer-

gentes y sobre el valor de la colaboración en el ámbito de la transformación digital, analizando los modelos de desarrollo y relación tecnológica y económica entre los distintos agentes involucrados en los procesos de innovación y transformación digital.

La Jornada fue inaugurada por el Rector de la UPM, al que acompañaron en la Mesa el Presidente del Consejo Social, el Director de la ETSI de Telecomunicación, la Directora General de Investigación, Desarrollo e Innovación del



Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, y el Director del IPTC, que tras la inauguración hizo una breve presentación del IPTC-UPM y de los objetivos de la Jornada.

La conferencia inaugural corrió a cargo de D. Benito Vázquez Blanco, Presidente y CEO de NTT DATA EMEA, Vicepresidente de NTT DATA EMEA & LATAM y Miembro del Consejo Asesor del IPTC y de la ETSI Telecomunicación de la UPM. Giró su intervención, titulada “Tecnologías emergentes y nuevos modelos de negocio” en torno a la verdadera revolución que implican las “tecnologías exponenciales” que abren nuevos espacios tanto en los negocios como en la vida misma (“feel digital”). Enumera algunas de las tecnologías exponenciales: inteligencia artificial, robótica, realidad aumentada, impresión 3D, blockchain, computación cuántica. Vaticina que en buena medida la propuesta de valor surgida de estas tecnologías exponenciales provendrá de las start-ups. Termina con unas reflexiones finales: el futuro será época de abundancia, las profecías agoreras no se cumplirán; el reto es que el ser humano está prepa-

rado para vivir en entornos de escasez, no para gestionar la abundancia. Los nuevos modelos de negocio vendrán de gestionar las necesidades generadas por la propia abundancia y el cambio de patrones de vida.

En la primera mesa redonda, sobre Tecnologías Emergentes: Investigación, Innovación y Emprendimiento. Los nuevos retos, las nuevas oportunidades y los nuevos negocios, moderada por D. Juan Carlos Yelmo García, Profesor de la ETSI Telecomunicación UPM y Vocal del Consejo de Dirección del IPTC, intervinieron Dña. Pilar Torres Torres, Responsable de Sector Público y Educación, Amazon Web Services, D. Roberto García Mora, Responsable de Tecnologías Emergentes del Grupo Santander, D. Sergio Bellido, vicepresidente de producto de DEVO y D. Gonzalo León Serrano, Adjunto al Rector de la UPM. Entre otros temas tratados, se identificaron algunas de las tendencias tecnológicas más prometedoras en el ámbito de la innovación empresarial para el corto y medio plazo en el ámbito TIC: Las tecnologías de diseño y mejora de la experiencia de usuario, las arquitecturas de microservicios,







los ecosistemas de servicios basados en APIs y plataformas, las tecnologías de análisis de datos, la ciberseguridad y las tecnologías para la industria 4.0: IoT, robótica y blockchain.

En la segunda mesa redonda, sobre Transformación Digital e Industria 4.0. Tecnología y talento en la nueva economía, moderada por D. Eduardo Sánchez Morrondo, Presidente del Grupo Bonheur y de la Mesa de Industria de Madrid Foro Empresarial, participaron Dña. Alicia Richart, Directora General de DigitalES, D. Jorge González Fernández, Head of DB Cargo IT Competence Center Logistics y CIO de Transfesa Group y D. Carlos López Barrio, Catedrático de la ETSI Telecomunicación UPM y Vocal del Consejo de Dirección del IPTC. Los ponentes reflexionaron sobre la colaboración y la transferencia de tecnología en el ámbito de la transformación digital como elementos clave para una repercusión industrial y económica positiva de los avances tecnológicos. Para acelerar ese proceso es imprescindible mejorar los mecanismos de comunicación y transferencia entre los diferentes agentes, incluyendo Universidades y Centros de I+D. España, como país, se enfrenta a un reto en esta nueva revolución, que no puede dejar pasar de largo. Debe identificar las necesidades dinámicas del mercado y hacer converger conocimiento multidisciplinar. El objetivo final es no perder la ola de la nueva revolución digital.

Finalmente, la tercera mesa, sobre Investigación e innovación en Madrid. El papel de los Institutos y Centros de I+D. Misión y modelos de organización y de relación con el sector empre-

sarial, contó con la participación de D. Javier Uceda Antolín, Director del Centro de Electrónica Industrial de la UPM, D. Javier Llorca Martínez, Director Científico del Instituto IMDEA Materiales, D. Manuel Carro Liñares, Director del Instituto IMDEA Software y D. José Ramón Casar Corredra, Director del IPTC de la UPM, moderados por D. Alejandro Arranz Calvo, Director General de Investigación e Innovación de la Comunidad de Madrid. Los ponentes expusieron diferentes fórmulas y ejemplos de éxito desarrollados en sus respectivos Institutos y Centros de I+D a lo largo de los años. Se interpreta que es común, entre estos casos, la colaboración o alianza estratégica con empresas interesadas en el desarrollo de tecnología avanzada. Un papel determinante de los Centros de I+D es facilitar la concentración de talento para realizar una investigación de calidad, proporcionando una formación especializada y unas capacidades exclusivas para transferir al tejido industrial. Se constata que hay un considerable margen de mejora en lo que respecta a la productividad industrial, que se achaca en parte a la falta de inversión en activos intangibles y a un déficit de innovación. La I+D de los Centros se presenta como un instrumento valiosísimo para mejorar el nivel de innovación y la actividad del tejido empresarial. Finalmente, la mesa consideró también algunos modelos de orientación posibles de los Centros de I+D, en todo caso siempre concebidos como una forma de organizar recursos alrededor de unos objetivos científicos, tecnológicos o económicos.





## Presencia estratégica del IPTC

Ciencia de Datos y 5G | **pág. 3**

En este número:

**Destacado, 3 | Premios y nombramientos, 4**  
**Noticias y eventos, 5 | Tecnología, 6**  
**Proyectos, 8 | Ph.D. Corner, 10**



**POLITÉCNICA**

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)



# IPTCReview 7

Marzo / Abril • 2019

Boletín del Information Processing  
and Telecommunications Center

---

## SUMARIO

### *Destacado:*

Presencia estratégica del IPTC:  
Ciencia de Datos, 5G,  
Transformación Digital e Industria,  
**José Ramón Casar Corredera, 3**

### *Premios y Nombramientos:*

Félix Pérez, Cruz al Mérito Militar, **4**  
  
José Ramón Casar, presidente  
de la Sección de Ingeniería de  
la Real Academia de Doctores  
de España, **4**

### *Noticias y eventos:*

Sobre el Plan Estatal de I+D+i, **5**  
  
Convenio con Telefónica, **5**  
  
Visitas al IPTC: ALSTOM y ORANGE  
visitaron el IPTC recientemente, **5**

### *Tecnología:*

El sistema de software  
del satélite UPMSat2,  
**Juan Antonio de la Puente, 6**

### *Proyectos:*

AI MARS, Intelligence system  
for monitoring, alert and response  
for security in events, **8**  
  
Diseño y Desarrollo de Sensores  
de Tráfico en 24 GHz con dos canales  
en Recepción, **9**

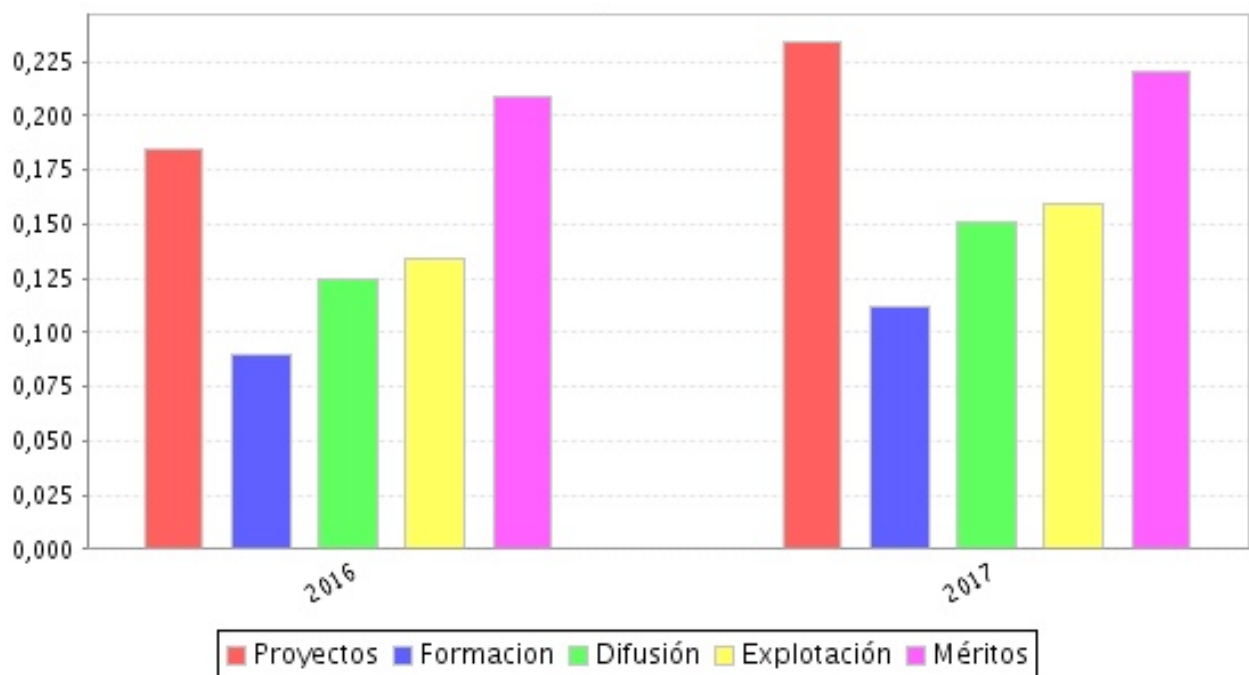
### *Informe:*

Ph.D. Corner, **10**



## Presencia estratégica del IPTC: Ciencia de Datos, 5G, Transformación Digital e Industria

José Ramón Casar Corredera



Evolución 2016-2017 de los indicadores del Plan de Calidad del IPTC.

Se han hecho públicos recientemente los resultados del Plan de Calidad 2017 de los Centros de I+D e Institutos de la UPM. Idealmente, deberíamos estar valorando ahora nuestra actividad de 2018, pero los retrasos en el proceso de recopilación, revisión y agregación de la información no nos permite disponer del conjunto hasta que ha transcurrido más un año desde que termina el año informado.

Como fuere, la comparación de lo producido en 2017 con respecto a 2016 (ver gráfica) nos muestra que hemos evolucionado a mejor con todos los criterios (con los cinco que considera el vigente Plan de Calidad de la I+D+i de la UPM).

Por otro lado, si nos comparamos con los otros Centros de I+D e Institutos de la UPM (consultar la información en [http://www.upm.es/observatorio/vi/pc/resultados.jsp?elanio=2017&tipo\\_grupos=Centros&epigrafe=Global](http://www.upm.es/observatorio/vi/pc/resultados.jsp?elanio=2017&tipo_grupos=Centros&epigrafe=Global)), resulta que seguimos encabezando el ranking (como en 2016) en Valoración Global, en Generación de Recursos Económicos y en Difusión de los Resultados

de Investigación, y que ocupamos el segundo lugar en el epígrafe de Formación de Personal Investigador. Poco de qué lamentarse en tal sentido pues; aunque, como escribía hace un año, no cabe duda de que tenemos margen de mejora para mantenernos a medio plazo (incluso a corto) en una buena situación de comparación internacional con Centros de nuestro ámbito temático y dimensión. Sobre todo, en lo que a impacto, presencia e influencia científica y tecnológica se refiere. Las cuentas del número de artículos publicados y su cuartil o de los ingresos recibidos (competitivos y contratados) son medidas internacionalmente aceptadas, pero en su esencia indican cantidad de actividad general y no directamente de relevancia o impacto; todo el mundo lo sabe. Es cuando nos pensamos en términos de impacto e influencia reales cuando concluimos que tenemos margen para ser más relevantes internacionalmente en las tecnologías, servicios y sectores industriales que nos son propios (y en algunos que nos han sido tradi-

cionalmente ajenos, pero que ya no lo son, como las TIC en Finanzas o en la Industria manufacturera).

Nuestros Grupos de I+D vienen desarrollando su actividad con la profesionalidad y productividad de las que han hecho gala históricamente, incluso frente a las malas circunstancias que nos han acompañado en tiempos recientes; han mantenido o renovado su red de socios y han sabido resistir el paso del tiempo sin refuerzos; y han mejorado sus nichos de saber.

Ahora, mejorar esa presencia tecnológica a la que aludía más arriba quizás requiera adoptar una orientación disruptiva en relación a lo que aportamos desde los actuales modelos de los Grupos de I+D y del conjunto de la Escuela. Nuestro Centro debe servir para realizar determinadas apuestas colectivas. Lo está haciendo ya. Una de ellas es la del mundo 5G. Las comunicaciones inalámbricas han sido siempre un objetivo temático central en nuestra Escuela. El mundo 5G, con sus cambios, no sólo tecnológicos, sino de oportunidades de negocio y de impacto vertical, se ha convertido en uno de los ejes de referencia del Centro, en colaboración con los operadores y fabricantes que se han brindado a trabajar con nosotros (Telefónica, Orange, Huawei, Nokia, etc.) y con otros socios que no menciono nominalmente hoy (y que incluyen asociaciones, hospitales, fábricas, etc.).

Otra línea de prioridad sostenida es la del Análisis de Datos, la Ciencia y la Ingeniería de Datos, en la que nuestra Escuela tiene una tradición de no menos de 35 años. En los años 80, algunos Grupos, al menos ocho de los que ahora componen el IPTC, hacíamos ya análisis estadístico muy avanzado (series temporales, econometría, análisis espectral, reconocimiento del habla, de imágenes, de radar, etc.) y, poco más tarde, publicábamos pioneramente en el área de redes neuronales (hoy Deep Learning). Éramos, además, ya entonces, una referencia en el área de lo que entonces se llamaban sistemas adaptativos (o de aprendizaje), que convergería semánticamente en lo que se conoce hoy como Machine Learning. Desde entonces, nada se ha parado en esa línea de actividad, que ahora lidera nuestro Centro de I+D (en sus ámbitos de competencia, nunca han dejado de hacerlo sus Grupos). El IPTC refuerza colectivamente su apuesta en I+D en Big Data e Inteligencia Artificial y ha constituido un grupo de trabajo para definir su estrategia global de largo plazo.

Telecomunicaciones, Defensa, ATM o Espacio (por mencionar algunos) son sectores en los que están presentes algunas de las tecnologías tradicionales de nuestros Grupos. Las comunicaciones 5G, la Industria de los Datos y la Transformación de la Industria (4.0, ¿5.0?) son otros temas prioritarios de referencia de la actividad actual del IPTC.



## PREMIOS Y NOMBRAMIENTOS

*Félix Pérez,  
Cruz al Mérito Militar*

El profesor Félix Pérez ha sido distinguido con la Cruz al Mérito Militar con distintivo blanco, en reconocimiento a su larga y exitosa colaboración en actividades docentes y de investigación con las Fuerzas Armadas Españolas. Le será impuesta el próximo 30 de mayo, Festividad de San Fernando, patrón del Arma de Ingenieros del Ejército de Tierra.

*José Ramón Casar,  
presidente de la Sección  
de Ingeniería de  
la Real Academia  
de Doctores de España*

El director del IPTC, José Ramón Casar, ha sido elegido presidente de la Sección de Ingeniería de la Real Academia de Doctores de España (RADE), de la que es miembro numerario. La RADE surge en 1915 a partir de la Federación Nacional de Doctores con la finalidad de promover la protección y el enaltecimiento del cuerpo doctoral español y el fomento de la cultura.



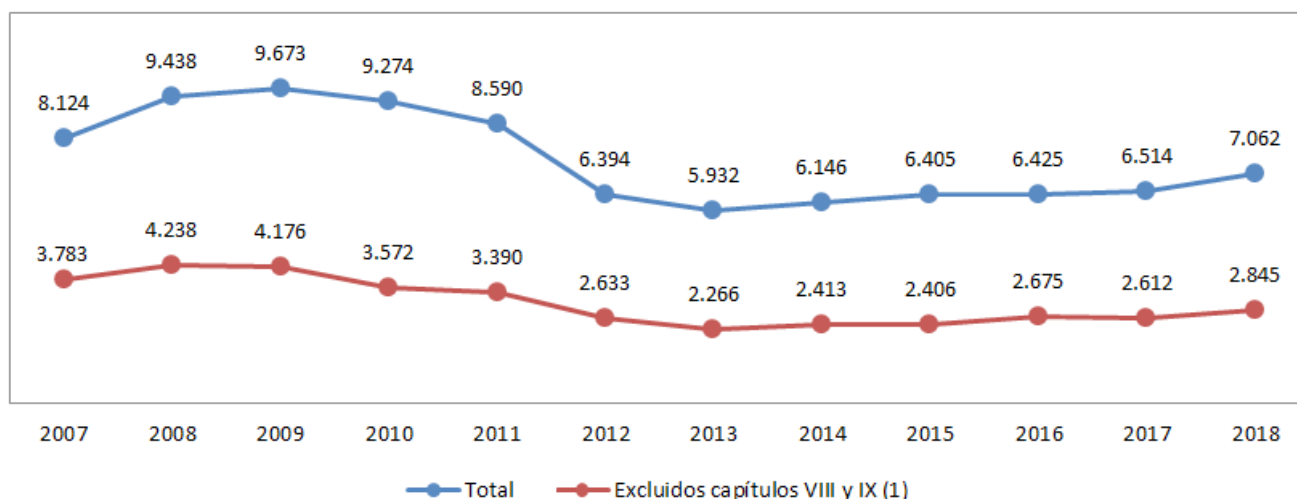
## Sobre el Plan Estatal de I+D+i

El viernes 26 de abril se hacían públicas las resoluciones (provisionales) de concesión de proyectos de I+D de las convocatorias 2018 de “Retos Investigación” del Programa Estatal de I+D+i orientada a los Retos de la Sociedad y de “Generación de Conocimiento” del Subprograma estatal de Generación de Conocimiento correspondiente al Programa Estatal de Generación de Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema de I+D+i.

Al *Information Processing and Telecommunications Center* le han sido concedidos los cuatro proyectos que solicitaban sus Grupos en las

áreas de Tecnologías de las Comunicaciones, Ciencias de la Computación y Tecnología Informática y de Producción Industrial.

Aparte de la decepcionante evolución de las cantidades asignada a I+D+i en los PGE (ver gráfica) y de el (aún peor) inexplicablemente bajo porcentaje de ejecución de lo presupuestado, los retrasos en la resolución de estas convocatorias (y otras) y luego los retrasos en los libramientos de los fondos vienen generando un malestar general, una decepción continuada en la comunidad investigadora, con facilísima solución.



Presupuestos Generales del Estado para I+D+i (Política de Gasto 46). 2007-2018. Créditos iniciales en millones de euros corrientes. (1) Capítulo VIII: Activos Financieros; Capítulo IX: Pasivos Financieros. Fuente: FECYT: a partir de Ministerio de Hacienda, Presupuestos Generales del Estado 2018 y elaboración propia.

### ► Convenio con Telefónica

El pasado 25 de marzo tuvo lugar el acto de presentación del convenio de la UPM con Telefónica I+D para la creación de una *Joint Research Unit* (en TIC y 5G), que amparará la colaboración estratégica en I+D entre ambas instituciones. El convenio ha sido promovido por el IPTC y contempla, entre otras: la participación conjunta en programas y proyectos de I+D, el desarrollo de herramientas, plataformas, aplicaciones y servicios, la realización de actividades de transferencia de tecnología y de puesta en valor de I+D+i y la realización de actividades conjuntas de difusión. Asistieron al acto, por parte de Telefónica, Juan Carlos García, David del Val y Jesús Folgueira.

### ► Visitas al IPTC: ALSTOM y ORANGE visitaron el IPTC recientemente

La reunión con ALSTOM versó sobre las posibilidades de cooperación en I+D, especialmente en el ámbito de la movilidad y de la aplicación de tecnologías TIC al sector ferroviario. Asistieron por parte de ALSTOM Juan Carlos de las Heras y Álvaro Urech. La visita de ORANGE tuvo como objetivo continuar los contactos establecidos con el IPTC para la cooperación en el desarrollo de aplicaciones 5G en España y Europa. A la reunión asistieron por parte de Orange Spain: Tomás Alonso, Alexis Salas, Carlos Tomás Rodríguez y Fernando Casado; por parte del IPTC, asistieron representantes de algunos de los grupos de investigación del IPTC involucrados en 5G.



## El sistema de software del satélite UPMSat2

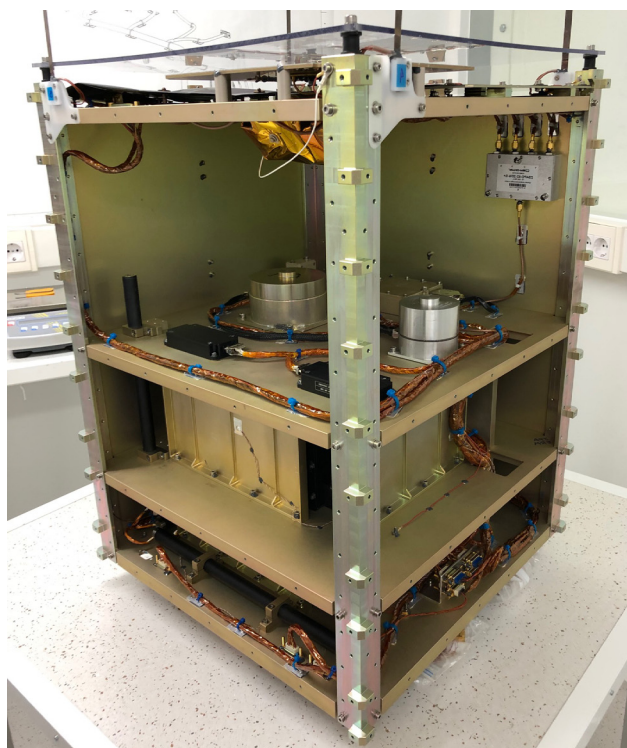
*Juan Antonio de la Puente*

El proyecto UPMSat-2 tiene por objetivo la construcción de un microsatélite experimental que se pueda usar como demostrador tecnológico y para el despliegue de aplicaciones científicas y educativas. El proyecto está liderado por el Instituto “Ignacio da Riva” (IDR-UPM), que se encarga de la mayor parte de su desarrollo, con la colaboración de otros grupos universitarios y empresas del sector espacial. El grupo STRAST (Sistemas de Tiempo Real y Arquitectura de Servicios Informáticos) del IPTC-UPM tiene a su cargo el desarrollo de todo el software de la misión, incluido el sistema de software de vuelo y del segmento de tierra.

UPMSat-2 es un microsatélite de la categoría de 50 kg de masa, cuya envolvente geométrica es un paralelepípedo de 0,5x0,5x0,6 m. Su lanzamiento está previsto dentro del año 2019, sobre una órbita polar de unos 600 km de altitud, con una vida útil estimada de 2 años.

La plataforma comprende un sistema de gestión de energía basado en baterías y paneles solares, un sistema de control térmico pasivo basado en una capa de aislamiento térmico, un sistema de control de actitud totalmente magnético, un sistema de comunicaciones con el segmento de tierra basado en una radio VHF de diseño específico, y un sistema de gestión de datos basado en un computador embarcado (OBC) desarrollado por TECNOBIT, con la colaboración del grupo STRAST y del IDR. El computador tiene un procesador LEON3, con arquitectura SPARCv8, 4 MB de memoria RAM 2 MB de EEPROM, 64 canales de entrada analógica y 112 puntos de E/S digital.

La carga útil del satélite consiste en una serie de experimentos: un interruptor térmico desarrollado por IberEspacio, algoritmos alternativos para el control de actitud, con sensores adicionales que incluyen una rueda de inercia experimental fabricada por Satellite Services Ltd. y un magnetómetro de la empresa Bartington. Se espera poder obtener información sobre el comportamiento de estos sistemas en vuelo que, en su caso, se pueda utilizar para su calificación.



Vista del satélite



Vista del satélite 2

El software del computador embarcado tiene una estructura que responde a la arquitectura de subsistemas del satélite (ver figura). Sus funciones más importantes son:

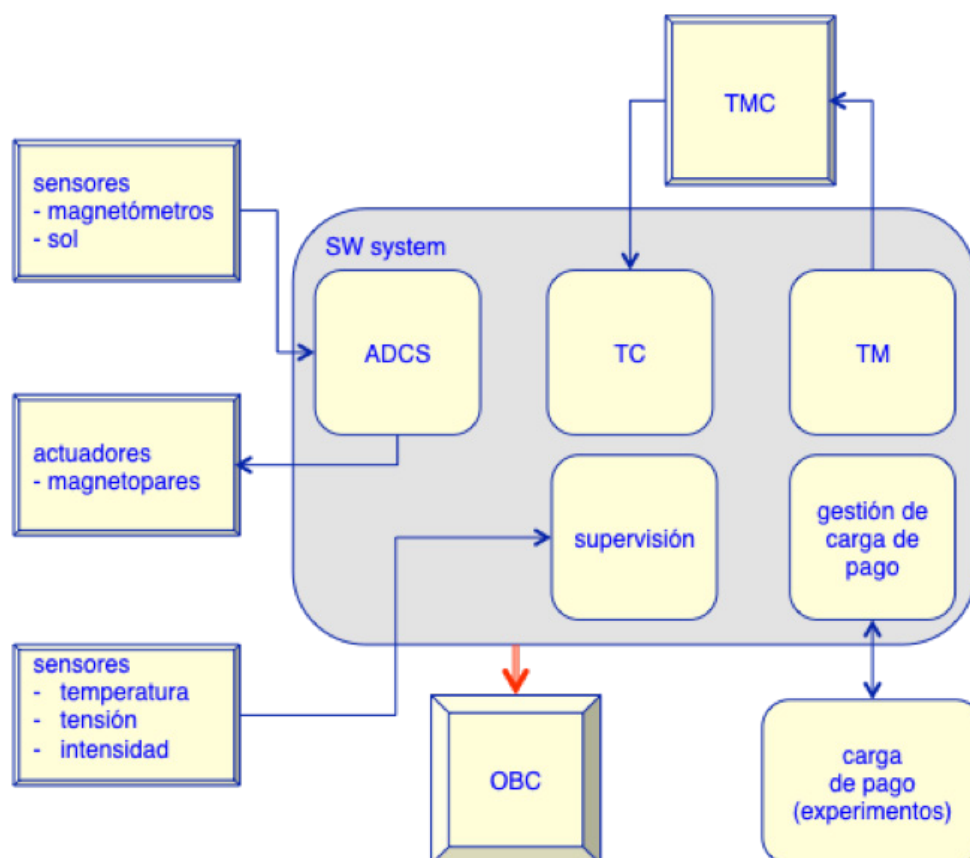
- Arranque, reinicio y apagado ordenado
- Control de modos de funcionamiento e incidencias
- Control de actitud
- Recogida de datos de estado interno y navegación
- Vigilancia del comportamiento de los subsistemas y del estado y configuración.
- Control de comunicaciones con tierra (telemetría y telecomandos)
- Arranque y control de los experimentos

El desarrollo del software se ha efectuado siguiendo los estándares de la ESA en cuanto a documentación y procesos de verificación y validación. Se ha seguido un ciclo de vida en V, con pruebas de tipo *model-in-the-loop*, *processor-in-the-loop* y *hardware-in the-loop*.

Se eligió Ada 2005 como lenguaje de programación principal por considerarse el más adecuado para desarrollar software de alta integridad, aunque para el subsistema de control de actitud se ha utilizado código C generado automáticamente a partir de modelos de Simulink. En total el software embarcado consta de 106 paquetes en Ada con un total de 38243 líneas de código, y 10 ficheros fuente en C, con un total de unas 1600 líneas.

La estación de tierra, por su parte, utiliza hardware comercial (computadores y equipo de comunicaciones). El sistema proporciona una interfaz web para gestionar los mensajes de telemetría recibidos desde el satélite y los telecomandos programados. El almacenamiento se basa en una base de datos *Cassandra*, que permite la replicación de los datos para tolerar fallos. Un subsistema interactúa con la antena de comunicación para actualizar los datos. El sistema se ha desarrollado en Ada y Python, y la interfaz gráfica está basada en *Django* y *Zeppelin*.

Para más información se pueden consultar los sitios web del grupo STRAST ([web.dit.upm.es/~str/upmsat2](http://web.dit.upm.es/~str/upmsat2)) y del IDR ([www.idr.upm.es/index.php/es/el-proyecto-upm-sat-2](http://www.idr.upm.es/index.php/es/el-proyecto-upm-sat-2)).



Arquitectura del software embarcado.



## AI MARS, Intelligence system for monitoring, alert and response for security in events

El pasado mes de noviembre de 2018 fue aprobado el proyecto AI MARS (Intelligence system for monitoring, alert and response for security in events), en el que participa el IPTC a través del Grupo de Redes y Servicios de Telecomunicación e Internet (RSTI). Se trata de un proyecto a cuatro años financiado por el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) dentro del Programa Estratégico de Consorcios de Investigación Empresarial Nacional (Programa CIEN).

El consorcio AI MARS lo lidera la compañía RETEVISIÓN, del grupo CELLNEX, a la que acompañan las empresas TELEVES, EMERGYA, SINGULAR, SHS y HERTA. El proyecto cuenta con la participación de cuatro organismos públicos de investigación: Universidad de Granada, Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL), Universidad Carlos III de Madrid y Universidad Politécnica de Madrid a través del Grupo RSTI-IPTC.

El proyecto AI MARS se enmarca en el ámbito de la Seguridad Ciudadana y la Lucha contra el terrorismo y el Crimen Organizado.

AI MARS aborda la investigación de técnicas, métodos y herramientas orientados al desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras para el apoyo a la vigilancia y prevención de atentados y otras incidencias (aglomeraciones, disturbios, etc.) en grandes concentraciones de personas (aeropuertos, ferias, manifestaciones, eventos deportivos, fiestas, centros comerciales o entornos similares); así como otros elementos de interés tales como Infraestructuras Críticas, fronteras, etc... De manera más específica, AI MARS pretende desarrollar soluciones tecnológicas capaces de proporcionar información útil y en tiempo real a los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad Públicos y Privados así como a los gestores de grandes espacios públicos (centros comerciales, espacios deportivos, etc.) para prevenir atentados, aglomeraciones, disturbios y otras incidencias en grandes concentraciones de personas y otros elementos con altos requerimientos de seguridad.

Para ello, AI MARS contempla el empleo de diversas tecnologías para la identificación de objetos (armas, vehículos, etc.) y personas, incluyendo técnicas de procesamiento de vídeo avanzado, reconocimiento de patrones biométricos (iris, facial, vascular), la detección de dispositivos móviles (WiFi, Bluetooth, redes celulares), y el uso



de sensores y dispositivos IoT (Internet de las Cosas). Así mismo, plantea el uso de soluciones avanzadas de analítica de datos mediante técnicas de Big Data, Machine Learning e Inteligencia Artificial. La necesidad de facilitar despliegues in situ, específicamente orientados a cada caso de aplicación, así como la conveniencia de efectuar el procesamiento local de los datos para minimizar el tiempo de respuesta, hacen que la tecnología 5G y algunas de sus funcionalidades clave, como el Network Slicing y el Mobile Edge Computing (MEC), se contemplen como uno de los elementos clave en el proyecto. Por último, se considera esencial dotar al sistema de interfaces de visualización avanzadas, incluyendo técnicas de realidad virtual y realidad aumentada.

El proyecto contempla el despliegue de un conjunto de demostradores para los casos de interés que se identifiquen, sobre los cuales se validarán las soluciones desarrolladas.

Dentro del proyecto, el grupo RSTI del IPTC llevará a cabo la investigación sobre nuevos sensores que permitan detectar la presencia y actividad de dispositivos en zonas de alta concentración de personas y cosas. Estos sensores se integrarán en la plataforma global de identificación y seguimiento, para su análisis y correlación con otras fuentes de datos del sistema. El grupo RSTI aporta su experiencia en la tecnología WiFi Tracking y el servicio piloto de análisis de flujos de personas en la plataforma Smart CEI Moncloa desplegada en el Campus de Moncloa (<https://blogs.upm.es/rsti/2018/04/30/smart-cei-moncloa/>).

## Diseño y Desarrollo de Sensores de Tráfico en 24 GHz con dos canales en Recepción

Este convenio de colaboración entre el GMR del IPTC e Indra Sistemas tiene como objetivo el diseño de una nueva generación de sensores para el Departamento de Transportes de Indra y le permitirá disponer de sistemas innovadores respecto a los que en la actualidad están disponibles en el mercado.

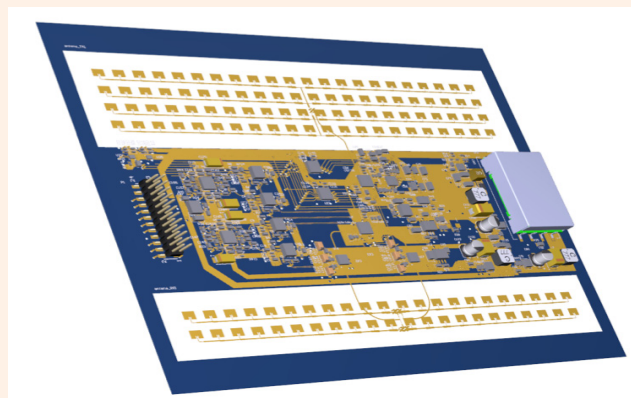
El trabajo está orientado a todos los aspectos relacionados con este tipo de sensores: elementos radiantes o antenas, electrónica de microondas y RF, y procesamiento de señal y datos radar.

Las aplicaciones más sobresalientes de este grupo de sensores son los radares de tráfico, fijos o embarcados, y los aforadores de tráfico. En cualquiera de las dos aplicaciones, una de

las magnitudes que los sensores estiman de los blancos es la velocidad. Determinar la velocidad con precisión es una prioridad de diseño que determina la posición del sensor en el mercado. Todas las aplicaciones tienen como dificultad básica para realizar esta estimación la proximidad de los blancos a los sensores. Los blancos en estas condiciones no son puntuales para el sensor ya que están formados por múltiples reflectores y la dirección dominante de los ecos va cambiando de forma cuasi aleatoria en las trayectorias procesadas dentro de los diagramas de radiación de la antena.

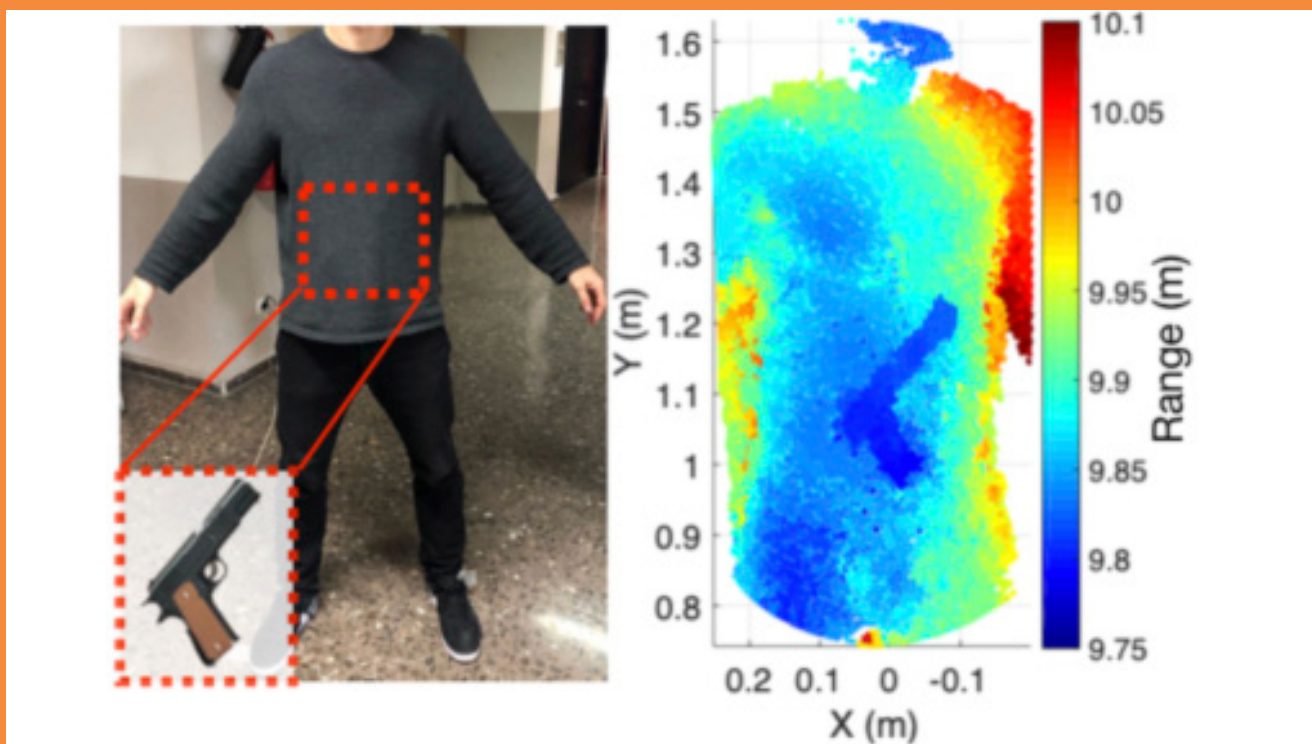
Este efecto, denominado centelleo (*scintillation*) o destello del blanco (*target glint effect*) produce un error aleatorio en la estimación de la velocidad. Los sensores radar estiman la velocidad real de los blancos a partir de la medida de la velocidad radial de los blancos cuya información reside en el conocido desplazamiento Doppler de la frecuencia recibida respecto a la frecuencia transmitida. Un cambio aleatorio de la dirección de los ecos produce un cambio en la velocidad radial estimada.

Para poder corregir este comportamiento se están diseñando y desarrollando sensores con varios canales en recepción, lo que se conoce como DAR (*digital array radar*). Esta característica permitirá dotar al sistema de la capacidad de medir otra magnitud, el azimut de los blancos, que en la actualidad no es calculada por ningún sistema comercial homologado, y utilizando la correlación existente del centelleo en las dos magnitudes estimadas poder realizar una correcta y precisa estimación de la velocidad de los vehículos, además de otras magnitudes que permitan clasificar a los distintos vehículos que circulan.



La figura muestra uno de los prototipos fabricados. Aunque se presentan en el mismo plano la circuitería de RF y las antenas, estas están realmente en la cara posterior de la PCB. En la parte superior se observa la antena transmisora y en la parte inferior el par de antenas receptoras.





Federico García Rial has been working on his PhD at the Microwave and Radar Group of the Information Processing and Telecommunications Center since 2015, under the supervision of Prof. Jesús Grajal de la Fuente. During the last four years, his research has been focused on the development and optimization of 3-D imaging radars for security screening at millimetre-wave frequencies. The Figure shows a sample scan with one of these radars, where a subject hides a handgun underneath a wool sweater and T-shirt, and the radar is able to penetrate the clothing and accurately display the threat in a range-based point cloud representation. Electromagnetic signals in this frequency range provide several advantages compared to traditional screening technologies such as metal detectors or X-ray scanners.

Federico designed and implemented a real-time signal and image processing architecture on a GPU platform for a 300 GHz standoff imaging radar, which allows screening at 10 fps. The motivation behind this development is the

ability to monitor moving subjects as they pass through a security checkpoint. In addition, he has evaluated a multistatic imaging configuration for that same radar, where an independent transmitter is moved around the target to obtain a wider observation angle than in a monostatic case. The resulting bistatic images from each transmitter placement can then be combined to form a single multistatic image.

During the second half of his degree, he has worked on a prototype for a hybrid imager combining commercial active and passive sensors. In the developed prototype, the active sensor works as a 3-D imaging radar proving volumetric information from the scene, while the passive sensor outputs a 2-D temperature-based image of the same field of view.

In addition to security screening, the radar systems developed have also been applied to other areas, such as non-destructive testing, data acquisition for autonomous driving or vital sign monitoring.



## Curso de verano Practical Introduction to Deep Learning and Keras

Del 15 al 17 de julio de 2019 | pág. 6

En este número:

**Destacado, 3 | Premios y nombramientos, 5**  
**Noticias y eventos, 6 | Tecnología, 7**  
**Proyectos, 9 | Ph.D. Corner, 10**



**POLITÉCNICA**

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)



# IPTCReview 8

Mayo / Junio • 2019

Boletín del Information Processing  
and Telecommunications Center

---

## SUMARIO

### *Destacado:*

Evolución de las Redes  
de Transporte para 5G,

**Luis M. Contreras y Jesús L. Folgueira, 3**

### *Premios y Nombramientos:*

Manuel Sierra Castañer, Vicechair  
de la European Association of Antennas  
and Propagation, **5**

Luis A. Hernández Gómez, premio  
de la Fundación Quirónsalud  
a la innovación asistencial, **5**

### *Noticias y eventos:*

Curso de verano Practical Introduction  
to Deep Learning and Keras, **6**

Seminarios de los profesores Albert Wang  
y Antonio Ortega, **6**

### *Tecnología:*

25<sup>th</sup> Isabel Anniversary, **7**

### *Proyectos:*

G-moji: self-help in the palm  
of your hand for youth at risk  
(A project of the European  
Institute of Innovation  
& Technology), **9**

NEUROWARE: Efficient and Robust  
Hardware for Brain-Inspired  
Computing (A project of  
the Knowledge Generation  
National Program), **9**

### *Ph.D. Corner, 10*





## Evolución de las Redes de Transporte para 5G

Luis M. Contreras y Jesús L. Folgueira

Redes IP y de Transporte, Dirección Global de Sistemas y Red Telefónica

El diseño de las redes 5G responde a las necesidades de una sociedad hiperconectada, que demanda elevadas velocidades en el acceso, mayor cobertura y el soporte a un creciente número de dispositivos permanentemente conectados. La expectativa es que se pueda ofrecer un conjunto de servicios con requisitos muy diferenciados, desde los que demandan gran ancho de banda (alcanzando velocidades pico de hasta 1 Gbps) a los de muy baja latencia (en el orden de 1 ms de retardo), con un número masivo de sesiones simultáneas (superando en dos órdenes de magnitud el número de conexiones actuales).

El cambio que trae 5G va mucho más allá de la mera evolución del acceso radio (RAN), imponiendo un conjunto de requisitos muy exigente en otros segmentos de red, como el Transporte, en términos de prestaciones y de procesamiento, especialmente para alcanzar las cifras de latencia requeridas. Por el contrario, el reto de crecimiento de la capacidad genera menos incertidumbre, gracias a la experiencia del fuerte incremento de tráfico que han generado los despliegues de fibra en el acceso fijo en los últimos años.

A la hora de evaluar el impacto de 5G, conviene tener presentes otras tecnologías clave ya en marcha por su impacto en la generación de eficiencias relevantes en inversión y operación en los operadores de red, pero que se presentan como elementos necesarios para la introducción de 5G: la virtualización y la programabilidad de red.

La **virtualización** de las funciones de red permite desligar la ejecución de funciones de red (SW) de las plataformas físicas específicas (HW) sobre las que se han venido tradicionalmente ejecutando las mismas. El desacoplo SW-HW aumenta la flexibilidad a la hora del despliegue, a la vez que favorece la homogeneización (*comoditización*) de los equipos, típicamente servidores y conmutadores, donde estas funciones se ejecutan.

Los conceptos de virtualización, aplicados inicialmente a las funciones de red de control y señalización centralizadas, se están extendiendo hacia el acceso radio, permitiendo distintas op-

ciones de desagregación en la ejecución de las pilas de protocolo del entorno radio (conocidas como tipos de *split*) y la centralización de algunas de las funciones de procesamiento. La parte baja de la pila de protocolos (dedicada a la ejecución en tiempo real) puede ubicarse en un punto de la red próximo al acceso, mientras que la parte alta (que no requiere procesamiento en tiempo real) puede centralizarse más para optimizar el uso de los recursos. Las diferentes soluciones de particionado de la pila o *split* se traducen en distintos requisitos de ancho de banda, retardo y variación de retardo de los paquetes transmitidos en el tramo conocido como fronthaul.

Por otro lado, la **programabilidad** facilita la reconfiguración de las redes de una manera sencilla, al tiempo que permite un mayor grado de automatización y su integración con mecanismos inteligentes de control y gestión. La posibilidad de instanciar dinámicamente en diferentes puntos de la red entidades de la red móvil (*network slicing*), adaptando el despliegue a cada uno de los tipos de servicio, exige a la Red que sea sencillo establecer caminos entre puntos diferentes, bajo demanda y de forma automática. Esto sólo es factible si ésta es programable, y es posible extraer la información relevante mediante mecanismos de telemetría, que permita alimentar algoritmos inteligentes en la toma de decisiones ante situaciones de desequilibrio, fallo, sobrecarga, etc.

La adopción de 5G será paulatina, lo que nos permite definir una evolución por fases:

- **Fase I:** Aumento de la capacidad para redes 4G y despliegue 5G NSA (*Non Stand Alone*).

Es muy posible que los primeros despliegues se centren en la necesidad de incrementar capacidad de las actuales redes 4G, así como en la introducción de servicios más enfocados a la transformación IT de las empresas (Industria 4.0) y al consumo de contenidos con gran ancho de banda. En esta fase, las acciones se concentrarán en actualizar la capacidad de los nodos de red, desplegando interfaces de mayor ve-

locidad tanto en el *backbone* como en el *mobile backhaul*, con tasa binaria de 50 o 100 Gbps.

- **Fase II:** Introducción generalizada de servicios 5G eMBB

En esta fase, será necesaria una **revisión de la topología de red fronthaul / backhaul** (en función del tipo de *split* que adopte la RAN), y generalizar las capacidades de ingeniería de tráfico y computación distribuida para descargar la red troncal.

- **Fase III:** Introducción generalizada de servicios 5G uRLLC.

Esta fase requerirá la actualización de las plataformas HW de los nodos de red, con el fin de soportar nuevos **protocolos de red en tiempo real** y consolidar la **separación del plano de datos y control**. Durante esta fase probablemente se despliegue la virtualización de la RAN, que requerirá la mejora o introducción de nuevos protocolos, como eCPRI.

Si bien las redes actuales, ya transformadas o en fase de transformación, están listas para soportar la primera fase, principalmente el aumento de **capacidad**, la segunda y tercera fase requerirán **nuevas olas de transformación** para mejorar la **flexibilidad de la red** para absorber las demandas de tráfico distribuido (un plano de Control mejorado) y nuevos protocolos de red y soluciones tecnológicas, en las que habrá que tener en cuenta el emergente ecosistema de **redes abiertas**. Aunque estas iniciativas tienen unas raíces propias y se han iniciado para

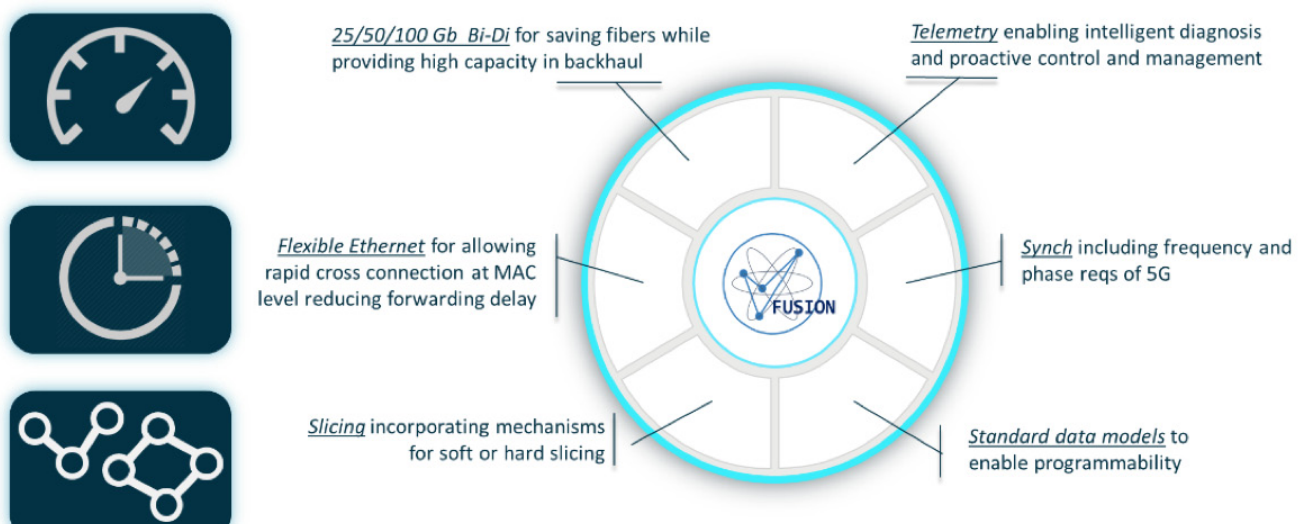
abordar otros retos de la Red, será en 5G donde mostrarán sus mayores potencialidades.

La **primera ola** de transformación de la Red de transporte corresponde a la **infraestructura** y ya es un camino que están recorriendo ya los operadores de red.

El objetivo de esta primera ola es simplificar la topología de la red, tanto en la capa IP como en la capa óptica, reduciendo el número de saltos desde el acceso a la interconexión, y colapsando en nodos más potentes las distintas funciones de red, reduciendo su número y de paso la complejidad topológica de la Red. Esto mejora la eficiencia en coste ante el crecimiento de tráfico y reduce la latencia que antes imponía la presencia de múltiples saltos.

Aquellos operadores Telco que ya han abordado la transformación de la Red IP y la Red de Transporte óptica, se aseguran que tanto la capacidad como la latencia de los tramos de Agregación, Núcleo e Interconexión son los que 5G requiere.

El punto más débil de las estructuras de red actuales, tanto en su diseño como en funcionalidades, se centra en la última milla de la conexión al acceso radio, en los segmentos de *front-haul/backhaul*. Además de la nueva estructura derivada de la separación de funciones que determine la RAN, el otro aspecto crítico está relacionado con el soporte a los servicios de muy baja latencia, lo que supone nuevas tecnologías en los elementos de red. Opciones en desarrollo, como *Flexible Ethernet* o *Time Sensitive Networking* prometen reducir el retardo en la red, pero requerirán cambios en el hardware de los equipos actuales de red y un impacto en términos de inversión.



La **segunda ola** de transformación corresponde a una mejora sustancial de la **Capa de Control** de red, que debe responder a las nuevas necesidades de flexibilidad y respuesta en tiempo real.

Las redes de transporte actuales se apoyan en sistemas de gestión tradicionales, cuando no en operación manual de las mismas. El nuevo entorno implica evolucionar hacia un sistema de control y gestión centralizado, basado en SDN, que opere sobre diferentes capas y dominios de la red de manera simultánea (p.ej. red IP y red de transmisión) permitiendo la toma de decisiones en tiempo real, con visión extremo a extremo, en función del estado de la red. Este sistema de control permitirá el uso de ingeniería de tráfico dinámica, la asignación de recursos en tiempo real y la automatización completa del despliegue de servicios en diferentes dominios y capas de red. Además, para superar los largos y costosos procesos de integración de las aproximaciones clásicas, estas capacidades de control deben apoyarse sobre mecanismos estándar que faciliten una visión uniforme de equipamiento de diversos fabricantes.

Con este enfoque, soluciones como *Network Slicing* (reserva de recursos en exclusiva para un servicio) o protocolos como *Segment Routing* (que permiten la toma de decisiones en función del contenido de un flujo) se simplifican notablemente.

La **tercera ola** de transformación, supone una evolución de la tecnología básica de los nodos de la red, sobre todo para la mejora de la latencia. Esta evolución coincide en el tiempo con la tendencia de *Open Networking*, que supone la apertura o desagregación de los equipos de red. El objetivo es aumentar la flexibilidad y la apertura de la red, enriqueciendo el ecosistema actual de la industria y brindando un mayor control por parte de las operadoras de red de las funcionalidades implementadas en las redes.

En la red de Transporte, esta apertura se traduce en la generalización de las Whiteboxes IP (nodos IP basados en hardware general, sobre chipsets comerciales) y en la desagregación en el dominio óptico (disociando los equipos terminales o *transponders* de los sistemas de línea)

Como conclusión, el despliegue de los nuevos servicios basados en 5G va a dirigir la evolución de las redes de Transporte en los próximos años tanto en términos de diseño, como de funcionalidad hardware y software. Los operadores que más ágilmente se muevan en esta evolución podrán absorber los desafíos de una manera más eficiente, minimizando impactos económicos y operativos y ganando en capacidad competitiva.



## PREMIOS Y NOMBRAMIENTOS

*Manuel Sierra Castañer,  
Vicechair de la EurAAP*

El prof. Manuel Sierra Castañer ha sido elegido Vicechair de la European Association of Antennas and Propagation (EurAAP), cargo del que ha tomado posesión en enero de 2019. La Asociación Europea de Antenas y Propagación incluye a más de 1500 investigadores en el sector y es referente en la investigación en Europa en su ámbito. La Asociación organiza el Congreso Europeo de Antenas y Propagación, la European School of Antennas y varios grupos temáticos.

*Luis A. Hernández,  
premio de la Fundación  
Quirónsalud a la Innovación  
Asistencial*

El prof. Luis A. Hernández Gómez ha sido distinguido con el premio de la Fundación Quirónsalud a la Innovación Asistencial, como investigador principal del proyecto *Appnea: Aplicación que facilite al médico diagnóstico del SAOS a través de grabación de voz, captura de imagen de boca y rostro utilizando el móvil del paciente*. El premio se entregará el 2 de julio de 2019 en el Salón de Actos de la Fundación Jiménez Díaz.





## Curso de verano Practical Introduction to Deep Learning and Keras

El IPTC organiza el curso de verano Practical Introduction to Deep Learning and Keras, que impartirá el profesor Luis A. Hernández Gómez. El curso-seminario se impartirá los días 15 a 17 de julio en jornada de tarde y está dirigido a todos aquellos interesados en conocer las técnicas y aplicaciones de Deep Learning y en la construcción de modelos usando Keras (Python).

El curso está organizado en tres temas principales:

- Introduction to Deep Learning and Keras
- Dense and Convolutional Deep Learning Architectures
- Recurrent Neural Networks and Generative Models

Se revisarán algunos casos prácticos ilustrativos: reconocimiento de audio e imágenes, modelado de actividad humana, procesamiento de lenguaje natural, etc.

**Gratuito. Inscripción obligatoria.**

Más información: <https://www.eventbrite.es/e/entradas-deep-learning-keras-3-day-iptc-summer-seminar-63015817005>

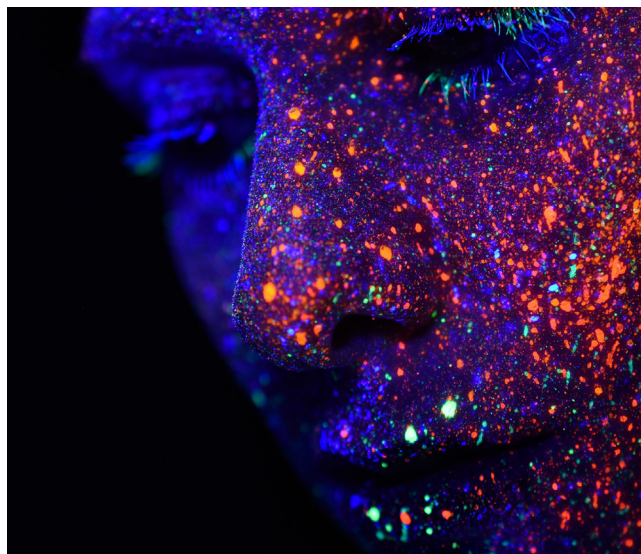


Photo by H. Heyerlein.

### ► EVENTOS

#### ► Prof. Albert Wang

Prof. Albert Wang gave a seminar about “LED-Based Visible Light Communications System-on-Chip”, the past May 20<sup>th</sup>. Prof. Wang is the Director for the Laboratory for Integrated Circuits and Systems and Director for the University of California Center for Ubiquitous Communications by Light. He has been an IEEE Distinguished Lecturer for IEEE Electron Devices Society, IEEE Solid-State Circuits Society and IEEE Circuits and Systems Society. He is IEEE 5G Initiative member, IEEE Fellow and AAAS Fellow. He is also Fellow of the National Academy of Inventors.

#### ► Prof. Antonio Ortega

Prof. Antonio Ortega, from the Department of Electrical Engineering, University of Southern California, gave a seminar “Graph Signal Processing for Machine Learning Applications: New Insights and Algorithm”, the past 21<sup>st</sup> of May. Prof. Ortega received the Telecommunications Engineering degree from the Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain in 1989 and the Ph.D. in Electrical Engineering from Columbia University, New York, NY in 1994. He was Director of the Signal and Image Processing Institute and Associate Chair of Electrical Engineering Systems. He is a Fellow of the IEEE. His research interests are in the area of digital image and video compression, with a focus on graph signal processing and on systems issues related to transmission over networks, application-specific compression techniques, and fault/error tolerant signal processing algorithms.



## 25<sup>th</sup> Isabel Anniversary

*July 2<sup>nd</sup>, Salon de Actos Edificio C, ETSIT\_UPM, Madrid (and remote sites)*



Commemorates the first Isabel event and will connect again participants from all over the world. The first Isabel event was the second Summer School on Advanced Broadband Communication in July 1994, a 3-day event connecting 5 auditoriums located in Spain, Portugal and Switzerland. Speakers and attendees could attend in any of the sites. ISABEL connected over the first ATM broadband infrastructures to demonstrate the power of broadband applications.

The Summer School 1994 and the events following were made possible by the ecosystem created by European programs, with large collaborations among operators (Telefónica I+D or CET, Deutsche Tel., ...), research (UPM, U. Aveiro, IJS, BADLab, ..), companies like Telscom, Martel, ...), NRENs and many others in the context of RACE and ACTS projects like ISABEL, BRAIN, IBER, EXPLOIT, BINET, CATALYST, EXPERT, NICE, BETEUS, TECODIS, etc. It enabled the set up of

Isabel events over the first broadband networks, fostering innovation and new services.

After two decades of creating collaboration services and events, Isabel did not survive the emergence of the cloud for Internet service provision. Nevertheless the Isabel software evolved into the Lynckia/Licode (<http://lynckia.com/licode>, <https://github.com/lynckia/licode>) project, the first WebRTC MCU released as open software. Today Lynckia/Licode is being used worldwide by many companies and spin-offs to implement collaborative services with real time voice and video.

The Lynckia/Licode based “Room of the Future” created by one of such spin-offs, MashMe.io, is the closest service to what we did in the “old ISABEL events”. It will be used in the 25th Isabel Anniversary to connect again and present many sites participating in Isabel events during so many years.

## 25<sup>th</sup> Isabel Anniversary Program

The event will take place at Salón de Actos C of ETSIT - UPM connected to remote sites in Europe, America, Africa or Asia, using a MashMe.io “Room of the Future” to demonstrate the evolution of Isabel Services.

Participants in old Isabel sites will connect again and exchange reflections and lessons learned, as well as present new opportunities for today.

### 17:00

#### Opening

- Guillermo Cisneros, Rector UPM (Universidad Politécnica de Madrid)
- Félix Pérez, Director ETSI Telecomunicación - UPM (site: UPM - Madrid)
- Juan Carlos García López, Director of Tech. y Arch., Telefónica S.A. (site: UPM - Madrid)
- Joao Bastos, Portugal Tel., ex Director PT Inovacao S.A. (site: TICE - Aveiro, Portugal) University of Aveiro (tbc)

### 17:20

#### Short overview of the Isabel Evolution

- J. Quemada, Head of ISABEL team and other ISABEL members (site: UPM - Madrid)

### 17:35

#### Messages and statements from:

#### RACE & ACTS

- Rinaldo Pedrazzini (site: EC - Brussels)

#### Ubuntunet Alliance

- Margaret Ngwira & more, ex Director Ubuntunet (site: Malawi)

#### GEANT and other European sites

- Cathrin Strover, GEANT Chief Collaboration Officer (site: GEANT - Amsterdam)
- Vasco Lagarto, Director TICE, J. Dominguez, F. Fontes, PT (site: TICE - Aveiro, Port.)
- Rui Aguiar (site: Univ. Aveiro Portugal)
- Martin Potts (site: Algarve - Portugal)
- Borka Jerman-Blazic, Dusan Gabrijelcic, Tomaz Klobucar (site: IJS - Lubjana)
- Katherine Maillet (site: Telecom Sudparis - Paris)

### 18:00

#### European Commission (site: EC - Brussels)

- Mario Campolargo, Deputy Director General Informatics of European Commission

#### Minerva Schools at KGI online University and Lynckia/Licode team

- J. Salvachúa, J. Cerviño, P. Rodríguez, A. Alonso (site: UPM - Madrid)

#### MashMe.io and the Room of the Future

- Víctor Sánchez Belmar, CEO Mashme.io, Andrew Stott (site: UPM - Madrid)

#### IPv6 Task Forces

- Rosa Delgado, Head of IPv6 Council of Peru (site: Geneva)
- Carlos Ralli, Head of IPv6 Council of Spain (site: UPM - Madrid)

#### Red Clara sites

- Florencio Utreras, ex Director Red Clara (site: Santiago, Chile)
- Daniel Díaz, Director Inictel-UNI y Joel Tellez, Director Innov. (site: INICTEL - Peru)
- Sandra Aguirre & more, Univ. de los Andes (site: UNIANDES - Bogota, Colombia)
- Jose E. Cordova & more, ESPOL (site: ESPOL, Ecuador)
- Luiz Rasseli, Red Clara (site: Uruguay)

### 18:50

#### Closure

- Javier Jimenez Leube, Vicerrector Communication (site: UPM - Madrid)
- Bernhard Fabianek, Research & Innov. - Int. Cooperation Eu. (site: UPM - Madrid)
- Encarna Pastor, Director Dpt. Telematics Engineering, ETSIT - UPM (site: UPM - Madrid)



## G-moji: self-help in the palm of your hand for youth at risk (A project of the European Institute of Innovation & Technology)

*IP: Ana M<sup>a</sup> Bernardos, IPTC-UPM*

According to the World Health Organization European Region [1], there is a high and increasing rate of mental and behavioral health problems in adolescents. The latest Health Behaviour in School-aged Children Survey reports that 29% of 15-years-old girls and 13% of 15-year-old feel “low” more than once a week, and suicide is the leading or second cause of death among youngsters (10-19 years old) depending on their income in the European Region. This occurs at the same time that healthcare budgets shrink or at least are not enough to provide timely help to all the target population.

This is the context that has motivated G-Moji Project, an EIT-funded activity in which IPTC-UPM, together with Garage2020 and CWI in The Netherlands aim at providing a mobile-based solution that enables to better understand the links between both digital and physical behavior and emotional state. The final objective is to deliver a complementary tool to be used both in clinical pathways and informal care to contribute to early detection, prediction and evaluation of the youngster’s mental status, in order to prevent crisis and better tune interventions and treatments. IPTC-UPM is in charge of the preliminary data analysis, sensing, data collection and visualization technology. A large trial (around 500 users) is conducted these days under a specific campaign for G-moji. On the collected data, exploratory analysis and advanced pattern recognition techniques are being used to design personalized prediction models. Even if yet difficult and with strong privacy constraints and implications, the idea of detecting risky anomalous behaviors only through mobile data may be extremely useful to tailor treatment and help to youngest adults.

[1] [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/383891/adolescent-mh-fs-eng.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/383891/adolescent-mh-fs-eng.pdf?ua=1)

## NEUROWARE: Efficient and Robust Hardware for Brain-Inspired Computing (A project of the Knowledge Generation National Program)

*IPs: Marisa López Vallejo  
y Pablo Ituero Herrero, IPTC-UPM*

The **NEUROWARE** project deals with one of the topics with most intensive activity for these and coming years: big data processing, and in particular the area of efficient brain-inspired computing.

In **NEUROWARE** we propose hardware architectures for brain-inspired computing that contribute to increase the efficiency of current solutions to provide better performance and reduced energy consumption. The challenge is to implement reliable intelligence in edge devices and platforms in a way that is efficient in terms of performance and power. **NEUROWARE** will explore the architectural limits of circuits implementing the basic processing element in deep neural networks (DNN).

- First it proposes digital implementations at circuit and architectural level targeting novel designs for DNN. Since reliability is a key issue, the adaptability to process, temperature, radiation, etc. will be studied.
- A second objective of **NEUROWARE** is the exploration of circuits and architectures for the robust design of memristive-based brain-inspired computing. There is a clear potential of ReRAM for DNN implementations, because it provides efficient implementation of interconnections and computation in memory for brain-inspired circuits. This results in a reduction in data management and a significant improvement in performance and energy savings.
- A last goal of **NEUROWARE** is the design of configurable hardware for the implementation of DNNs. This configurability will be studied both for the design of digital artificial neurons and memristive architectures. Finally, the project proposes the combination of both digital and analog memristor-based circuitries to conform efficient mixed-signal architectures.



The PhD thesis titled *“Contribution to the millimeter-wave propagation characterization for satellite and 5G wireless links”* has been successfully completed in March 2019 by Domingo Pimienta del Valle under the supervision of Dr. José Manuel Riera Salis and Dr. Pedro García del Pino. The three of them are IPTC members. This work has been carried out in the last three years, encompassing two of the main research lines of the GTIC Research Group: 5G mobile communications and millimeter wave radio propagation for satellite and terrestrial applications. In the satellite-oriented area, experimental beacon data from Alphasat and KA-SAT satellites for periods of four and five years, respectively, have been used, analyzing several channel characteristics such as excess and total attenuation, fade dynamics, and mitigation techniques as time and orbital diversity. The results allow a better characterization of the satellite propagation channel in the Ka- and Q-band, around 20 and 40 GHz, and give insights for future model developments.

The use of millimeter wave frequency bands is one of the pillars of the future 5G mobile communication systems, increasing the im-

portance of propagation studies at these bands. Two kinds of propagation measurements have been gathered with newly acquired equipment from Keysight Technologies Spain: path loss (at 26 and 39 GHz) and MIMO (*Multiple Inputs Multiple Outputs*) measurements (at 39 GHz) both under LOS (*Line-of-sight*) and NLOS (*non-LOS*) conditions. These frequency bands are to be used in 5G systems. The obtained data were processed with Matlab software developed in the Research Group. Path loss measurements were taken in a corridor scenario with two sets of antennas: horns and omnidirectionals. Results were fitted with several functions and compared with models specifically developed for millimeter waves (such as the METIS, the 3GPP TR 38.901, the 5GCM, the mmMAGIC and the ITU-R Rec. P.1238-9), showing similarities in most of the cases. The expected waveguide-like propagation effect for LOS condition and a higher path loss in NLOS than in free space have been obtained. MIMO measurements have been gathered with a 2×2 omnidirectional antennas setup, and the channel capacity has been tested using the condition number of the channel matrices.





## El vehículo autónomo y conectado

Tecnología | pág. 5

En este número:

**Destacado, 3 | Noticias y eventos, 4**  
**Tecnología, 5 | Proyectos, 8**  
**Informe, 9 | Ph.D. Corner, 10**



**POLITÉCNICA**

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)



# IPTCReview 9

Septiembre / Octubre • 2019

Boletín del Information Processing  
and Telecommunications Center

---

## SUMARIO

### *Destacado:*

En este número,  
**José Ramón Casar Corredera, 3**

### *Noticias y eventos:*

The 11<sup>th</sup> International Workshop on Spoken  
Dialog System Technology, **4**

Participación del IPTC-UPM  
en el Data Management Summit 2019, **4**

### *Tecnología:*

El Vehículo Autónomo y Conectado,  
**Jesús Fraile Ardanuy, 5**

### *Proyectos:*

Artificial Intelligence Aided D-band Network  
for 5G Long Term Evolution,  
**José Manuel Riera Salís, 8**

Big Data and Artificial Intelligence  
for Decision Making in C4ISR,  
**Ana M<sup>a</sup> Bernardos, 8**

### *Informe:*

Reconocimiento de Gestos  
con Leap Motion, **9**

Detección Temprana del Glaucoma, **9**

### *Ph.D. Corner:*

Sustainable City Development:  
Technology, Health, Natural Risks,  
**Washington Velásquez, 10**



## En este número

*José Ramón Casar Corredera, IPTC-UPM*

Comenzamos el curso dando una prioridad colectiva especial al área de Datos, como anunciamos en números anteriores de este Boletín. El 6 de septiembre se celebró un workshop de medio día para debatir sobre las líneas estratégicas y temáticas del IPTC en el tema de Datos y Aprendizaje, con la participación de todos los Grupos del Centro con actividad en el ámbito (la mayoría), y el 30 de septiembre se reunió el Grupo de trabajo extendido (18 personas) para revisar las conclusiones específicas del workshop y definir una propuesta de acciones a realizar. Anunciamos ahora la celebración de sendos Seminarios-Talleres sobre “Datos y Analítica en Fintech” y “Datos y Aprendizaje en Salud”, a los que traeremos invitados externos, así como la organización del 11<sup>th</sup> International Workshop on Spoken Dialog System Technology (IWSDS2020) en mayo de 2020, amén de otras iniciativas de las que daremos cuenta próximamente. Mientras tanto, recientemente, hemos estado presentes en el Data Management Summit (ver sección de Noticias) y en el Captech Information Committee (Communication, Information Systems and Networks) de la European Defense Agency (EDA), formado por representantes de los Ministerios de Defensa de la mayoría de países europeos (ver la sección de Proyectos).

En este número del Boletín reseñamos dos proyectos activos en el área de Datos e Inteligencia Artificial. Uno es ARIADNE, del programa H2020: Artificial Intelligence Aided D-Band Network for 5G Long Term Evolution, el primer proyecto importante que resulta de nuestro acuerdo estable de colaboración (Joint Research Unit) con Telefónica, que aborda conceptos más allá del 5G, otra de las áreas que nuestro Centro considera prioritarias. El otro es ABIDE: Big Data and Artificial Intelligence for Decision Making in C4ISR, realizado para la EDA, en colaboración con GMV, sobre el papel de las tecnologías de Datos e Inteligencia Artificial en los sistemas C4ISR del futuro. A la sección de *Ph.D. Corner* traemos la reseña de la tesis “Contribution to public health data processing architectures applied to resilient smart cities affected by natural hazards”

de D. Washington Velásquez Vargas, enmarcada también en la línea de Big Data y Arquitecturas de nuestro GING-IPTC.

Hemos creído conveniente además para este número del Boletín reseñar dos tecnologías de valor social que han tenido un interesante impacto mediático, a partir de sendas oportunas notas de prensa elaboradas por nuestra Universidad, recogidas por otro lado en publicaciones realizadas por investigadores de nuestro Centro. Una se refiere al Reconocimiento de Gestos con Leap Motion, de nuestro GTI-IPTC, y el otro a la Detección Temprana del Glaucoma, de nuestro GIB-IPTC.

La sección especial de Tecnología se dedica en esta ocasión al vehículo autónomo y conectado. El prof. Jesús Fraile, de nuestro GDSL-IPCT, hace una excelente revisión del tema, al tiempo enfocada rigurosamente y al tiempo divulgativa, y que enmarca algunos de los aspectos que son objeto de la actividad actual y futura. Es la primera de las tres contribuciones que prevemos dedicar al área estratégica de Tecnologías para el Transporte. La siguiente será sobre el Tren conectado o el Ferrocarril 4.0 y la última sobre los retos del Transporte Aéreo.



*Photo by F. Chamaki on Unsplash.*



## The 11<sup>th</sup> International Workshop on Spoken Dialog System Technology

The Information Processing and Telecommunications Center of Universidad Politécnica de Madrid (IPTC-UPM) in collaboration with Universidad de Granada is organizing the 11<sup>th</sup> International Workshop on Spoken Dialog System Technology (IWSDS2020) to be held in Madrid from May 18-20, 2020.

The Conference Chairs are Luis Fernando D´Haro (IPTC-UPM) and Zoraida Callejas (UG).

Submissions on the following topics are encouraged (not limited):

- Engagement and emotion in human-robot interactions.
- Digital resources for interactive applications.
- Multi-modal and machine learning methods.
- Companions, personal assistants and dialogue systems.
- Proactive and anticipatory interactions.
- Educational and healthcare robot applications.
- Dialogue systems and reasoning.
- Big data and large scale spoken dialogue systems.
- Multi-lingual dialogue systems.
- Conversational systems with personality information.
- Spoken dialog systems for low-resource languages.
- Domain Transfer and adaptation techniques for spoken dialog systems.

In addition, IWSDS will host three special sessions and one workshop:

- Chatbots and Conversational Agents and Dialogue Breakdown Detection Challenge.
- Dialogue systems for mental e-health.
- Designing humor in human computer interaction with focus on dialogue technology.
- Speech Language and Conversation Technologies for Iberian Languages.

**Submission deadline:** January 10, 2020

Authors can submit specific papers to any of these using the same procedure as the regular papers.

**Website:** <https://www.iwsds.tech>

**Twitter:** @iwsds2020

## ► EVENTOS

### ► Participación del IPTC-UPM en el Data Management Summit 2019

El pasado 16 de octubre se celebró en la ETSI Telecomunicación de la UPM la edición 2019 de Data Management Summit, evento exclusivo "para guiar a la comunidad de gestión de datos dentro del panorama tecnológico, hablando más de soluciones que de plataformas y foro abierto de discusión para compartir experiencias y casos de uso y dirigido a CIO, CTO, CDO, Directores de Sistemas, Científicos de Datos que implementan tecnologías emergentes para resolver nuevos desafíos tecnológicos y alinearse con nuevas oportunidades de negocio".

La Jornada revisó "los nuevos desafíos tecnológicos, desde el autoservicio hasta el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, en los últimos avances en datos y análisis, centrándose en las tecnologías emergentes que ofrecerán las mayores oportunidades de impacto dentro de su organización".

El Information Processing and Telecommunications Center estuvo presente con una ponencia del profesor Víctor A. Villagrà y con un stand en la zona de exposición.







## El Vehículo Autónomo y Conectado

Jesús Fraile Ardanuy, IPTC-UPM

Sólo en la UE, fallecieron en el último año más de 25.000 personas en accidentes de tráfico, y el error humano fue la causa de 9 de cada 10 de ellos. Con objeto de reducir los accidentes y mejorar la seguridad vial, la industria automovilística ha ido introduciendo distintos dispositivos de seguridad activa (*Driving Assistance Systems*, DAS) en los vehículos desde mediados del siglo XX, tales como el regulador de velocidad (1948), los sistemas antibloqueo de frenos (1978), el control de tracción (1986) y estabilidad (1987), el control de velocidad adaptativo (1995), los sistemas de aviso de cambio involuntario de carril (2001), etc. Todos estos sistemas facilitan el control del vehículo en condiciones adversas, pero el conductor sigue siendo el responsable final de sus acciones y por ello, desde los primeros tiempos de la automoción siempre se soñó con la posibilidad de que el vehículo se pudiera conducir de forma autónoma, sin ayuda del conductor.

Entre los años 20 y 30 del siglo XX, se desarrollaron algunos prototipos iniciales de vehículos radiocontrolados, como el famoso *American Wonder* de Francis P. Houdina, que sorprendió en 1925 a los habitantes de la ciudad de Nueva York al circular desde Broadway a la 5ª Avenida. Pero no fue hasta 1987 cuando el profesor Ernst Dickmanns y su equipo de la Bundeswehr University de Munich desarrollaron el primer vehículo autónomo moderno, que podía alcanzar los 100 km/h sin tráfico. La UE se mostró muy interesada en sus resultados y arrancó el proyecto EUREKA PROMETHEUS para promover la investigación en el campo de vehículos autónomos. Los trabajos continuaron y en 1994 dos automóviles autónomos condujeron más de 1000 km por autopista alrededor de París con pequeñas intervenciones por parte del conductor, demostrando la posibilidad de circular autónomamente en entornos más complejos, adelantando por sí mismo incluso a vehículos más lentos. En 1995, un vehículo desarrollado por Dickmanns fue capaz de realizar un viaje de ida y vuelta de Múnich a Copenhague (más de 1500 km), alcanzando más de 180 km/h en las Autobahns alemanas, con un porcentaje de conducción autónoma del 95% (con un tiempo medio entre intervenciones humanas de 9 km).

Ese mismo año, un vehículo desarrollado por la Universidad Carnegie Mellon (denominado NavLab5), fue capaz de cruzar Estados Unidos de costa a costa (4800 km) maniobrando de forma autónoma el volante durante el 98.2% del tiempo, mientras que un operador humano controlaba únicamente el acelerador y el freno.

El punto de inflexión se produjo a principios de este siglo, cuando la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados del Departamento de Defensa de Estados Unidos (conocida por sus siglas en inglés, *Defense Advanced Research Projects Agency*, DARPA), organizó una serie de competiciones denominadas “Grandes Retos” para fomentar la investigación en esta área, aportando elevados premios para los equipos concursantes. El primer Gran Reto se celebró el 13 de marzo de 2004 y el objetivo era recorrer 228 km de forma completamente autónoma por el desierto de Nevada. Participaron 15 equipos, pero ninguno fue capaz de alcanzar la meta. Dieciocho meses después, el 8 de octubre de 2005, se presentaron 195 equipos para realizar otro recorrido de 212 km y, esta vez, el equipo de la Universidad de Stanford logró el objetivo de recorrer esta distancia de forma completamente autónoma en menos de 7 horas, ganando así el premio de 2 millones de dólares. En 2007, DARPA aumentó la complejidad de la propuesta y organizó el reto “*Urban Challenge*” para navegar 96,6 km en un entorno urbano, respetando todas las normas de tráfico y compartiendo la vía con otros vehículos, tanto autónomos como conducidos por personas. En este caso, 6 equipos lograron finalizar la prueba, siendo el ganador el equipo de la Universidad Carnegie Mellon liderado por Sebastian Thurn.

Gracias al desarrollo de estos retos, comenzó la colaboración entre distintos fabricantes de automóviles y las universidades, creándose centros de investigaciones comunes como el *Autonomous Driving Collaborative Research Lab* entre General Motors y la Universidad Carnegie Mellon, o el *Volkswagen Automotive Innovation Lab*, entre Volkswagen y la Universidad Stanford, acelerando la investigación y desarrollo en este campo. Durante este periodo, otras empresas de sectores tecnológicos como Google, Baidu, Intel, Samsung

o Apple comenzaron a abrir nuevas líneas de negocio centrado en la movilidad autónoma y a desarrollar sus primeros prototipos.

La transición desde la conducción clásica hacia la conducción plenamente autónoma se está haciendo de forma gradual y con objeto de establecer una clasificación clara, la Sociedad de Ingenieros de Automoción (*Society of Automotive Engineers*, SAE) estableció en 2014 el estándar J3016, donde se definen varios niveles de automatización, que posteriormente han sido adoptado por toda la industria. Esta norma define 6 niveles, desde un nivel inicial sin automatización hasta la automatización plena y están relacionados con la atención requerida por el conductor, así como por su propia acción sobre el vehículo. Cuando menor es su atención sobre la conducción y menor son las acciones realizadas por éste, el nivel de automatización aumenta.

Para poder desarrollar estos niveles de automatización, el diseño de estos vehículos se basa en el esquema *medir-planear-controlar*, típico de otros sistemas de navegación robótica y por ello los vehículos están dotados de tres módulos funcionales: el módulo de percepción, el módulo de decisión-planificación de ruta, y el módulo de control.

**Módulo de percepción.** Permite conocer el entorno por donde se desplaza el vehículo, así como su posición y velocidad en dicho entorno.

Existen distintos tipos de sensores para realizar estas tareas de monitorización del entorno del vehículo. Las cámaras de vídeo permiten reconocer las señales de tráfico, así como las líneas de los carriles, otros vehículos y peatones que se encuentran dentro de su campo de visión. Son dispositivos baratos, pero están muy limitados por las condiciones ambientales (iluminación, niebla, lluvia, nieve, etc.).

El *Lidar* (*Light Detection and Ranging*), mediante la emisión de rayos de luz infrarrojos y su recepción al reflejarse en los objetos próximos, permite escanear el entorno, creando mapas tridimensionales en tiempo real con más de 2 millones de puntos por segundo en un campo de 360° con precisiones centimétricas. Sus principales limitaciones son su alcance (alrededor de 200 metros), su comportamiento frente a determinados materiales con baja reflectividad, y su elevado precio. El *Radar* (*Radio detecting and ranging*) utiliza señales radio para examinar el entorno. Tiene un alcance mucho mayor que el *Lidar* y es más barato, pero tiene mayores limitaciones debido a su reflectividad, ya que identifica

bien los objetos metálicos, como otros vehículos próximos, pero hacen invisible a otros objetos, como los peatones, situados en su campo de visión. Además de estos sensores es habitual utilizar ultrasonidos para la detección de objetos próximos (en el rango de 1-10 metros) e infrarrojos, para detectar la presencia de peatones, ciclistas o animales, especialmente durante la noche o en situaciones lumínicas adversas. La mayor parte de estos sensores son complementarios entre sí, y por ello, es necesario integrar sus medidas mediante algoritmos de fusión de datos, que permiten interpretar correctamente el entorno.

Para realizar la geolocalización del vehículo, se utilizan sistemas de posicionamiento global por satélite (GPS) con resoluciones de metros, combinado con otros sistemas inerciales tales como giróscopos y acelerómetros, que permiten calcular su posición, orientación y velocidad de forma más precisa, sin necesidad de referencias externas.

Al aumentar el número de sensores, la complejidad de los algoritmos, la capacidad del cálculo y el precio de estos sistemas aumentan de forma significativa. Existe una forma de reducir esta complejidad agregada al vehículo y que consiste en recibir información de los automóviles próximos y de la propia infraestructura. Diversos organismos internacionales han formulado varios estándares de comunicación para estas aplicaciones como el estándar de comunicación de corta distancia dedicado (*Dedicated Short-Range Communications*, *DSRC*) basado en el protocolo IEEE 802.11p, desarrollado específicamente para aplicaciones de comunicación entre vehículos que requieren baja latencia, alta fiabilidad y autenticación. La *Federal Communications Commission* (FCC) estadounidense ha reservado la banda de 5.875 a 5.905 GHz para este tipo de aplicaciones. En la UE se está desarrollando el *European Telecommunications Standards Institute-Intelligent Transport Systems –G5* (ETSI ITS-G5) un estándar basado en IEEE 802.11p similar al *DSRC* americano, reservando una banda de frecuencias en la banda de 5.9 GHz. En Japón, se utiliza un protocolo en otra banda (760 MHz) con un estándar distinto (*Association of Radio Industries and Businesses*, *ARIB-STD-109*), basado también en IEEE802.11p, pero con cambios más significativos en la capa física.

**Módulo de toma de decisiones y planificación de rutas.** En un primer nivel de decisión, el vehículo autónomo debe saber cómo ir desde un

punto A a otro B. Este proceso se realiza a partir de los mapas, utilizando algoritmos similares a los de los navegadores y actualizando la información de tráfico en tiempo real, permitiendo recalcular las rutas en función de dicha información. La salida de esta primera planificación es la indicación de las vías por las que debe circular el vehículo para alcanzar su destino. El segundo nivel, es el de corto plazo, y es donde el sistema debe decidir cuándo debe realizar un determinado giro en un cruce o si es necesario (y posible) realizar un cambio de carril para situarse mejor en un cruce próximo. Finalmente, el tercer nivel temporal es el inmediato. El sistema debe decidir qué maniobras debe realizar (acelerar, frenar, girar, etc.) frente a la situación del entorno más inmediato (señales, semáforos, peatones, etc.).

**Módulo de control.** Su misión consiste en ejecutar las acciones programadas en el módulo anterior, actuando sobre los dispositivos que generan los movimientos adecuados. Habitualmente se dividen en dos categorías, el control longitudinal y el control lateral. En el primero, se regula la velocidad del vehículo, manteniendo la distancia con los vehículos próximos mientras que el segundo se encarga de mantener el vehículo centrado en su carril manteniendo su estabilidad y confortabilidad para distintas velocidades, cargas, vientos y condiciones de la vía, actuando sobre el volante.

El vehículo autónomo va a suponer una auténtica revolución global. Por un lado cambiará el modelo de propiedad, ya que no será necesario adquirir un vehículo (*Mobility As A Service*, MAAS). Si los vehículos autónomos son compartidos, se reducirá significativamente el espacio reservado para el aparcamiento en las ciudades, ganando capacidad para otros usos (carriles bici, mayores áreas peatonales en las calles, etc.). Al reducir (o evitar) accidentes de tráfico, habrá una reducción de gastos (en seguros del automóvil, gastos médicos, bajas laborales, gastos en los servicios de emergencias, etc.) y del consumo de energía, ya que los vehículos serán más ligeros, al no requerir todos los elementos de protección pasiva que disponen actualmente y circular de forma más fluida, evitando aceleraciones y frenadas bruscas, que disparan el consumo. El coste del transporte se reducirá significativamente y se mejorará la calidad de vida de los ancianos, niños y adolescentes menores de 18 años, y personas con alguna discapacidad que les impida conducir por sí mismas.

Pero existen todavía una serie de desafíos sobre los que es necesario seguir trabajando:

- **Inversión y estandarización.** En infraestructuras a todos los niveles (europeos, nacionales, regionales y locales), para permitir un despliegue masivo de vehículos autónomos. Además, debe producirse una estandarización de todos los equipos, tanto en los vehículos como en las infraestructuras, que faciliten el transporte en modo autónomo entre distintas regiones.
- **Legislación.** Actualmente, el conductor del vehículo a motor es el responsable de los daños causados a personas o bienes producidos durante su conducción, pero en un vehículo autónomo se plantean situaciones de responsabilidad mucho más complejas que deben resolverse antes de que estos vehículos lleguen al mercado.
- **Seguridad vial.** Los vehículos autónomos deberán convivir con el resto de vehículos en la vía y por ello será necesario armonizar las normas de tráfico actuales. En las pruebas realizadas hasta ahora en entornos reales, se ha observado que muchos conductores se vuelven más agresivos hacia los vehículos autónomos, ya que son conscientes de que estos vehículos frenarán en el último momento para evitar accidentes.
- **Ciberseguridad.** Dependiendo del nivel de automatización, los conductores y los pasajeros de estos vehículos están continuamente monitorizados. Las normas de protección de datos de la UE seguirán vigentes en este sector, pero todavía no existen medidas específicas para garantizar su privacidad. Por otro lado, estos vehículos serán muy vulnerables a los ataques cibernéticos, pudiendo acceder a su control de forma remota y por ello requerirán de sistemas de protección específicos.
- **Éticas.** Los vehículos deberán tomar decisiones de forma autónoma que pueden afectar a la integridad física de sus pasajeros o de las personas situadas en su entorno (otros conductores, peatones, etc.). IEEE está desarrollando una serie de estándares (P7000) para tener en cuenta cuestiones éticas que afectan a ciertos desarrollos tecnológicos. En particular, el estándar P7009 es aplicable en este entorno ya que está centrado en el diseño seguro de los sistemas autónomos y semi-autónomos.

El artículo íntegro está disponible en:

<https://iptc.upm.es/el-vehiculo-autonomo-y-conectado>



## ARIADNE: Artificial Intelligence Aided D-band Network for 5G Long Term Evolution

IP: José Manuel Riera Salís, IPTC-UPM

The objective of ARIADNE is to analyse, design, develop, and showcase in a proof of concept demonstrator, an innovative wireless communications concept addressing networks beyond 5G, in which ultra-high spectrally efficient and reliable communications in the bandwidth-rich D-band can be dynamically established and re-configured by Machine Learning (ML)-based design and intelligent network management, in both “Line of Sight” (LOS) and “Non-Line of Sight” (NLOS) environments.

Targeting ultra-reliable and scalable connectivity of extremely high data rates in the 100 Gbit/s regime at almost ‘zero-latency’, ARIADNE proposes to exploit frequencies between 110-170 GHz for access and backhaul links, taking advantage of breakthrough novel technology concepts, namely, the development of broadband and spectrally highly efficient RF-frontends in the D-band, the employment of metasurfaces to cope with obstructed connectivity scenarios and the design of ML-based access protocols, resource and network management techniques. In order to realise this vision, a *novel system model* will be devised, including channel modelling, waveforms, beam-forming and multiple-access schemes design and development tailored to the particularities of the D-band regime, a *novel Communication Theory framework beyond Shannon* will be proposed and a *novel (ML-based) network optimisation approach* will be formulated.

IPTC-UPM participates in this project together with Telefónica I+D, as a first specific action of the JRU recently signed between Telefonica and IPTC-UPM. Its participation is mainly focused on three tasks: “D-band Antenna Design”, developed by GEA (Group of Applied Electromagnetism), and “Channel Measurements and Modeling” and “Business Models & Exploitation”, both developed by GTIC (Group of Information and Communication Technologies).

## ABIDE: Big Data and Artificial Intelligence for Decision Making in C4ISR

IP: Ana M<sup>a</sup> Bernardos, IPTC-UPM

On October 22<sup>nd</sup>, José R. Casar presented the activities of IPTC in Data Science and Engineering to the Captech Information Committee (Communication, Information Systems and Networks) of the European Defense Agency (EDA), formed by representatives of the MoD of the majority of the European countries and some big companies. The presentation was the keynote of a meeting-workshop celebrated at GMV premises to present the ABIDE project to the Committee and to hold a number of brainstorming sessions on the challenges and technologies of Big Data and AI in Decision Making.

ABIDE is a project financed by the EDA and performed cooperatively by GMV and IPTC-UPM, whose objectives are the improvement in performance of C4ISR systems at EU level through the application of BD & AI techniques to Defence decision-making support, the enhancement of quality of information and the identification of ways of providing a shared situational awareness.

The study is focusing on the following potential benefits of seamless integrating intelligence sources: SIGINT, HUMINT and IMINT, analysing the level of AI needed to support operators to interact permanently with the system and reducing human workload in the field of information management and restoring human added value whenever it is necessary for the interpretation of the information.

The presentation of the results was made by José L. Delgado on the GMV side and Juan A. Besada and Ana M. Bernardos on IPTC side, who also moderated the brainstorming sessions with the Captech members.





En este número del Boletín hemos optado por seleccionar para esta sección la reseña de dos publicaciones, realizadas por investigadores de nuestro Centro, que han tenido un destacado impacto mediático. Las dos se refieren a tecnologías o aplicaciones de valor social.

## Reconocimiento de Gestos con Leap Motion

**Mantecón T., del-Blanco C.R., Jaureguizar F., García N. (2019) A real-time gesture recognition system using near-infrared imagery. *PLoS ONE* 14(10): e0223320. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223320>**

Este artículo describe un sistema de reconocimiento de gestos basado en el uso de información visual mediante el uso del sensor Leap Motion con el objetivo de conseguir una interacción hombre-máquina más intuitiva. Este sistema puede emplearse desde un entorno profesional para la interacción con robots, ordenadores, o en el ámbito de realidad virtual o realidad aumentada, hasta entornos de domótica para permitir una interacción con los diversos dispositivos de un hogar conectado.

Leap Motion, diseñado para funcionar tanto sobre superficies planas como integrado en gafas de realidad virtual, está especialmente pensado para su uso en la interacción hombre-máquina. Este dispositivo proporciona imágenes infrarrojas y tiene la propiedad de iluminar en mayor medida los objetos más cercanos y así se reduce la información del fondo, no relevante en el proceso de reconocimiento gestual. El sistema desarrollado es capaz de distinguir entre gestos tanto estáticos como dinámicos en un tiempo de unos milisegundos, lo que permite que el tiempo que transcurre entre la realización del gesto y la respuesta del sistema sea suficientemente baja para obtener una buena sensación en el proceso de interacción.

(Información extractada de las secciones de noticias UPM y ETSIT-UPM).

## Detección Temprana del Glaucoma

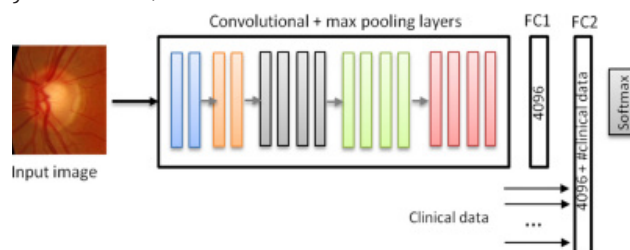
**Gómez-Valverde, J. J., Antón, A., Fatti, G., Liefers, B., Herranz, A., Santos, A., Sánchez, C.I., Ledesma-Carbayo, M. J. (2019). Automatic glaucoma classification using color fundus images based on convolutional neural networks and transfer learning. *Biomedical optics express*, 10(2), 892-913. <https://doi.org/10.1364/BOE.10.000892>**

El grupo Biomedical Imaging Technologies del Information Processing and Telecommunication Center de la UPM, en colaboración con el Parc de Salut Mar de Barcelona, el Institut Català de Retina de Barcelona y el Centro Universidad Médica Radboud de Nimega (Países Bajos), ha desarrollado una herramienta de telemedicina basada en inteligencia artificial para la detección automática de indicios de glaucoma a partir de retinografías. El uso de esta tecnología en campañas de detección de patologías oculares permitiría el diagnóstico temprano de una de las enfermedades que causan más discapacidad visual en España, con un 2,1% de prevalencia en mayores de 40 años. El proyecto que ha dado lugar a la publicación ha sido financiado por el Instituto de Salud Carlos III y liderado por Alfonso Antón del Parc de Salut Mar.

Según señala M<sup>a</sup> Jesús Ledesma, investigadora de IPTC-UPM, experta en imagen biomédica: “hasta ahora, en el caso del glaucoma, los algoritmos de aprendizaje automático que se han utilizado se basaban en la identificación de parámetros y ratios de medidas del disco óptico que permitieran entrenar al método antes de ser aplicado. Este proceso, largo y costoso”, continúa, “ha sido sustituido en los últimos años por nuevas técnicas en las que se sustituye el trabajo de etiquetado y procesamiento anterior (complejo y difícilmente automatizable) por un aumento en la complejidad de los algoritmos, con muchas más etapas intermedias de procesamiento”.

En las primeras fases, el grupo de IPTC-UPM implementó una herramienta de telemedicina que permitió recoger y evaluar los datos de las pruebas oftalmológicas de una campaña de detección de glaucoma con más de mil pacientes. En una segunda etapa del proyecto, el grupo se encargó de realizar una exhaustiva comparación de algoritmos basados en aprendizaje profundo o para la clasificación automática de glaucoma. Por último, una línea que cuenta con resultados preliminares muy prometedores es el estudio de la contribución de la incorporación de datos clínicos adicionales: los resultados muestran que una combinación de datos clínicos junto con las imágenes de fondo de ojo puede suponer una mejora de la sensibilidad y la especificidad de la clasificación.

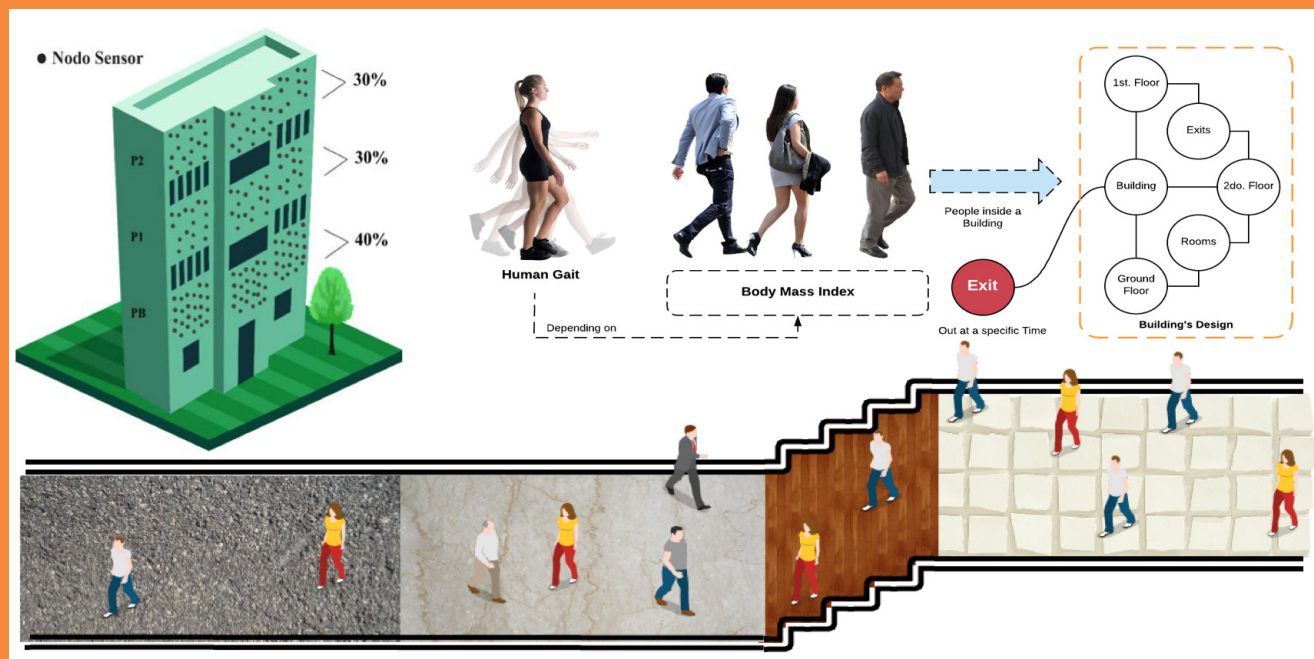
(Información extractada de las secciones de noticias UPM y ETSIT-UPM).



CNN Model based on VGG19 integrating the clinical data and color fundus image.



## Contribution to public health data processing architectures applied to resilient smart cities affected by natural hazards



The PhD thesis entitled “Contribution to public health data processing architectures applied to resilient smart cities affected by natural hazards” has been completed in July 2019 by Washington Velásquez Vargas under the supervision of Prof. Joaquín Salvachúa. This work has been carried out in the last three years, encompassing one of the main research lines of the GING Research Group of the IPTC-UPM: Big Data, architecture, and applications. This study discusses three aspects that intervene in the sustainable development of a city such as Technology, Health, and the Natural Risks to analyze the effects of the Body Mass Index (BMI) on the survival of a person when an emergency arises and at the same time how the implemented technology in a smart city can do to assist who are more vulnerable.

The analysis involves a set of simulations in different environments, starting with the incorporation of the concept of resilience in a smart

city affected by a natural disaster (earthquake). Also, the introduction of an architecture of e-health services within a smart city allowing to establish support services and quick emergency relief, and finally the incorporation of several metrics that affects the well-being of the human being. Among the main development, we have: 1) design of wireless sensor network (WSN) inside buildings that allows generating alerts and evacuation routes focused on fires and earthquakes; 2) visualization of events (messages) from rooms that are on alert and can cause damage to humans; 3) analysis and models of the communication flow for a WSN; 4) study of the spread of wildfires to propose rapid evacuation and early warning to relief agencies; 5) the repercussions of BMI in human gait when evacuating a building (response times); 6) BMI analysis of people who have specific cardiovascular disease; 7) and, finally, an innovative analysis to find the building risk using a model of human gait focused on BMI.



# IPTC Review 10

Boletín del Information Processing and Telecommunications Center

Noviembre / Diciembre • 2019



## ISIP 2020: The 14<sup>th</sup> International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization

Informe | **pág. 10**

En este número:

**Destacado, 3 | Premios y Nombramientos, 4**  
**Noticias y eventos, 6 | Tecnología, 7 | Proyectos, 9**  
**Informe, 10 | Ph.D. Corner, 11**



**POLITÉCNICA**

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)

# IPTCReview 10

Noviembre / Diciembre • 2019

Boletín del Information Processing  
and Telecommunications Center

---

## SUMARIO

### *Destacado:*

Inteligencia Artificial en Defensa,  
**José R. Casar, 3**

### *Premios y Nombramientos:*

Manuel Sierra Castañer,  
Fellow de la Asociación del AMTA, **4**

IPTC en los premios de la Cátedra  
Ingeniero General D. Antonio Remón  
y Zarco del Valle, **4**

### *Noticias y eventos:*

Asamblea de ECTRI en la UPM, **6**

International Workshop  
on Spoken Dialog System Technology, **6**

Conferencia sobre "Siamese Networks", **6**

### *Tecnología:*

Hacia el tren conectado o el ferrocarril 4.0,  
**José I. Alonso, 7**

### *Proyectos:*

AMIGA 7 Procesado de Datos en Hardware,  
**Carlos Carreras, 9**

PROCareLife, PeRsOnalized Integrated  
CARE Solution for Elderly,  
**Federico Álvarez, 9**

### *Informe:*

ISIP2020, **10**

### *Ph.D. Corner:*

Contribution to dynamic risk  
management automation by  
an ontology-based framework, **11**





## Inteligencia Artificial en Defensa. Del Horizonte 2020 a las capacidades más allá de 2035

José Ramón Casar Corredera, IPTC-UPM

Es patente el interés que ha vuelto a suscitar la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito de la Defensa y la Seguridad Nacional en general (como en otros ámbitos civiles e industriales), en parte incentivado por ese otro fenómeno que (aún) denominamos Big Data. Lo demuestra la cantidad de proyectos de desarrollo y aplicación de diverso alcance y lo ilustran decenas de informes, estudios y ponencias (a veces redundantes). El informe de D.S. Hoadley para el (US) Congressional Research Service<sup>1</sup>, por ejemplo, identifica algunas de las áreas de aplicación, en las que la IA muy probablemente vaya a actuar, si no lo ha hecho ya, como *game changer*<sup>2</sup>; entre ellas, la de los vehículos autónomos o semiautónomos, la de logística y mantenimiento, la de ciberdefensa, la de mando y control, incluidas sus funciones vitales de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), o la de las llamadas operaciones de información, que incluyen desde la detección de *fakes* hasta el análisis de *sentiment* -en su acepción de pensamientos u opiniones-.

En todas estas y en otras, la IA parece destinada a tener un papel decisivo, en buena parte vinculado a los avances habilitadores que la sacaron de su “invierno” para resurgirla a partir de 2010 (por poner una fecha); esto es, el diluvio, la avalancha de los datos disponibles, especialmente de los datos no estructurados, las mejoras (extraordinarias) en las capacidades de cómputo y en las comunicaciones, las tecnologías de nube y el desarrollo de los algoritmos de aprendizaje (*Machine* y *Deep Learning*). De todos estos (ninguno prescindible), el nuevo carácter de los datos resulta disruptivo más que evolutivo: heterogéneos, no estructurados, ubicuos y masivos (y también borrosos y desordenados) son potencialmente capaces de capturar comprehensivamente los objetos, las relaciones, el contexto, las conductas y las intenciones; a lo que contribuyen, por cierto, el rastro que dejamos en internet, la actividad de los dispositivos personales y la progresiva extensión de la internet de las cosas. Esta disponibilidad masiva, esta capacidad habilita el concepto de aprendizaje, central en lo que hoy llamamos Inteligen-

cia Artificial, en cuanto propulsor de la mayor parte de las aplicaciones basadas en aprender de conjuntos de datos, supervisadamente o no.

Pues bien, la Inteligencia Artificial tuvo un papel en los sistemas de Defensa, desde los tiempos de los sistemas expertos, en varias áreas, como por ejemplo en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Pero creo que se puede afirmar que no fue disruptiva. Ahora, por el contrario, se prevé que estas nuevas habilidades o funcionalidades tecnológicas cambiarán cuantitativamente las capacidades esenciales, específicamente en los “nuevos” escenarios de confrontación, que trascienden (o complementan) la guerra cinética. En efecto, cambia el escenario en el denominado “quinto dominio” (el ciberespacio) y las nuevas modalidades de guerra, llamada híbrida, que añaden a las convencionales las operaciones de información, y actuaciones (explícitas o subrepticias) en lo económico y político, con implicación de sectores de la población civil (hackers, grupos organizados o simples ciudadanos creando y compartiendo opinión en redes sociales). Los efectos civiles, el protagonismo de la información (especialmente, de la falsa) y de los medios sociales y los ciberataques pasan a ser elementos aún más importantes que las capacidades militares cinéticas, que podrían jugar un papel principalmente disuasorio.

En ese contexto, la IA será clave en la construcción de las capacidades de Defensa y Seguridad más allá de 2035. No será la única tecnología clave, ciertamente. Habrá otras: desde la nanotecnología a los satélites y desde los materiales a los nuevos modos de generación y almacenamiento de energía. Pero en todo caso, será la IA la que ocupe un espacio central, por ejemplo, en el desarrollo de sistemas autónomos capaces de operar con mínima o ninguna supervisión en entornos hostiles; o en el desarrollo de sistemas capaces de anticipar y neutralizar a tiempo determinados ataques (singularmente en el ciberespacio); o en el desarrollo de sistemas superiores en información (probablemente la última y definitiva ventaja competitiva).



No podemos revisar aquí los innumerables retos que quedan pendientes, no obstante. Uno de ellos, sin duda, es la relación entre la máquina y el humano en los procesos de toma de decisiones. Crítica, con toda seguridad, es la capacidad de explicar y justificar la decisión recomendada al tomador de decisiones (*Explainable AI*); esto no es siempre posible con muchos de los actuales métodos de aprendizaje, que son esencialmente ciegos. En su misma naturaleza, los métodos de aprendizaje tienen su fortaleza (aprender sin reglas) y también su debilidad: determinan los hechos de los datos disponibles (de los datos de entrenamiento), no los hechos del mundo, que es otro de los aspectos que limitan la “generalidad” de los métodos y por tanto su credibilidad y confianza. Como escribe Peter Layton<sup>3</sup>, refiriéndose al aprendizaje del ajedrez, pero extensible a cualquier otro: “Moves are now simply valued in terms of being good or bad for game success, not whether they conform to approved doctrines”, lo que no siempre es aceptable.

Otros retos y rutas científico tecnológicas aparecen de las necesidades de llevar la inteligencia al *edge* de la red (*Edge AI*), de aprender continuamente con contextos cambiantes (*Adaptive AI*), de avanzar determinados métodos de análisis (*adversarial*, *reinforcement learning*, etc.) o de aprender de dominios o experiencias similares (*transfer learning*), por mencionar algunos.

El *Information Processing and Telecommunications Center* (IPTC) en su conjunto y sus Grupos temáticamente ofrecen en esa área mixta de procesamiento de datos, arquitecturas, analítica e inteligencia artificial para la Defensa unas capacidades difícilmente reconocibles por variedad y calidad en otros Institutos y Centros de Investigación universitarios en Europa.

De un lado, está su experiencia en los grandes habilitadores tecnológicos como la computación en la nube, las comunicaciones avanzadas, la analítica de datos masivos y no estructurados, y su actividad en las áreas más avanzadas de aprendizaje, procesamiento de lenguaje natural o reconocimiento de y en imágenes, en sus facetas teórica y aplicada. De otro, los desarrollos de aplicaciones que viene llevando a cabo en las áreas estratégicas en Defensa mencionadas: mando y control, sensores, algoritmos de detección y reconocimiento, control de drones y flotas, captura y análisis de imágenes, comunicación hombre-máquina e interacción, ciberseguridad, etc. Y también en otros ámbitos relacionados como toma de



## PREMIOS Y NOMBRAMIENTOS

*Manuel Sierra Castañer,  
Fellow de la Asociación  
del AMTA*

El prof. Manuel Sierra ha sido nombrado Fellow de la Antenna Measurements Techniques Association (AMTA), organización dedicada al desarrollo y diseminación de técnicas avanzadas de medida de antenas y firma radar.

*Varios trabajos realizados  
en el IPTC premiados de  
la Cátedra Ingeniero General  
D. Antonio Remón y Zarco  
del Valle*

**Trabajo de fin de grado:** “Desarrollo de algoritmos para la detección de objetos ópticamente camuflados utilizando cámaras hiperespectrales embarcadas”, elaborado por Dña. Alba Delgado Fernández (GMR-IPTC).

**Trabajo de fin de máster:** “Análisis e implementación de algoritmos de aprendizaje por refuerzo profundo multiagente para la monitorización de desastres naturales mediante enjambres de drones”, elaborado por D. David Baldazo Escriña (GAPS-IPTC).

**Accésit a la tesis doctoral:** “Advanced face and gesture recognition for visual HMI”, elaborada por D. Tomás Mantecón del Valle (GTI-IPTC).

**Premio ex aequo a la tesis doctoral:** “Technological contributions to imaging radars in the millimeter-wave band”, elaborada por D. Federico Antonio García Rial (GMR-IPTC).

**Premio al artículo:** “Leveraging cyber threat intelligence for a dynamic risk framework”, elaborado por D. Raúl Riesco Granadino (INCIBE) y D. Víctor A. Villagrà González (RSTI-IPTC) y publicado en la revista *International Journal of Information Security*.

decisiones, mantenimiento predictivo o logística, optimización e investigación de operaciones.

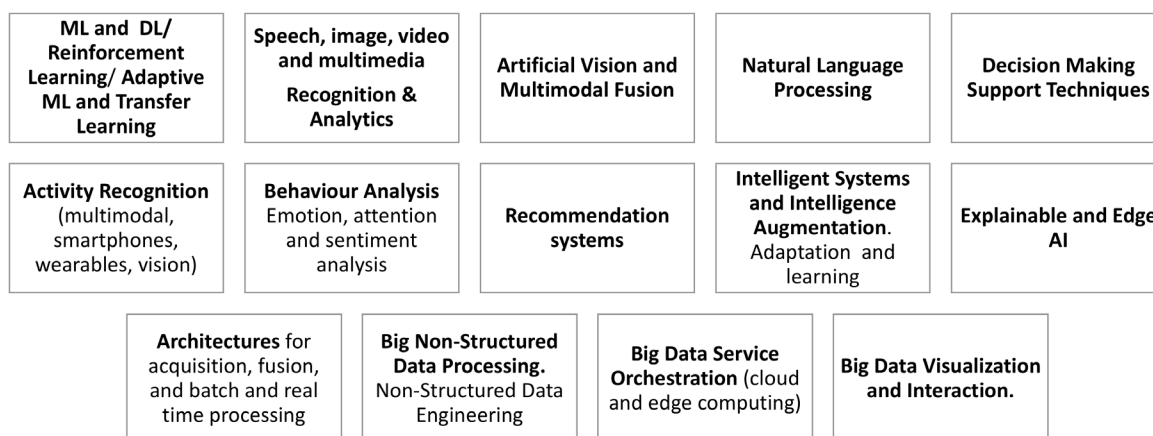
A modo de ejemplo, acabamos de comenzar o comenzaremos inminentemente, a principios de 2020, cuatro grandes proyectos cooperativos en el área, cuyo mismo nombre es suficientemente ilustrativo: CLAUDIA: Cloud Intelligence for Decision Making Support and Analysis, NEUROWARE: Efficient and Robust Hardware for Brain-Inspired Computing, ARIADNE: Artificial Intelligence Aided D-band Network for 5G Long Term Evolution y PLICA: Plataforma Integrada de Conciencia Cibernética.

Por otro lado, no está de más, creo, traer a colación aquí la larga experiencia de los Grupos del IPTC también en otras áreas tecnológicas de la Defensa y la Seguridad (es sabido que varios de ellos han participado y participan en los grandes programas de desarrollo para Defensa

en cooperación con la Industria, desde hace más de 30 años), experiencia que convierte en muy sobresaliente el valor global agregado de su oferta investigadora en estos dominios (ver <http://www.iptc.upm.es>).

- 1 D.S. Hoadley (updated by K.M.Sayler), Artificial Intelligence and National Security, CRS report, Jan 30, 2019. <https://crsreports.congress.gov>
- 2 En su sentido de “cambio de paradigma” o que altera el dominio de tal manera que ya nunca las cosas vuelven a ser lo mismo o a hacerse de la misma manera (ver, por ejemplo: <https://spanish.stackexchange.com/>. “A person, an idea or an event that completely changes the way a situation develops”, Oxford Learners’ Dictionaries, <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com>).
- 3 Peter Layton, Algorithmic Warfare, Applying Artificial Intelligence to Warfighting, Air Power Development Centre, Department of Defence, Australia, 2018.

## IPTC: Research Areas in BD/ML/IA



## IPTC Data Science and Engineering Applications





## Asamblea de ECTRI en la UPM



El Grupo de Aplicación de Telecomunicaciones Visuales (GATV) adscrito al Centro de I+D+i en Procesado de la Información y Telecomunicaciones (IPTC), el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA) y el Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT) organizaron la última asamblea de la Conferencia Europea de los Institutos de Investigación del Transporte (ECTRI). El evento tuvo lugar en Madrid, los días 18 y 19 de noviembre de 2019. En la asamblea se abordaron aspectos a incluir en próxima versión de la Agenda Estratégica de Investigación en Transporte para Europa. En paralelo a la asamblea, también se celebraron reuniones de los diferentes grupos de trabajo de ECTRI, organizados en torno a 6 bloques temáticos: Movilidad, Seguridad para las personas, Mercancías y logística, Análisis de riesgos, Economía y planificación, y Gestión del tráfico.

ECTRI es una asociación internacional fundada en abril de 2003 por 15 institutos nacionales de investigación del transporte y universidades de 13 países europeos. Es el primer intento de unir las fuerzas de los centros de investigación de transporte multimodal más importantes de Europa. Actualmente, incluye 29 institutos de investigación de transporte o universidades de 20 países europeos. Juntos, representan más de 4.000 investigadores en Europa en el campo del transporte.

## ► EVENTOS

### ► The 11<sup>th</sup> International Workshop on Spoken Dialog System Technology (IWSDS2020)

The Information Processing and Telecommunications Center of Universidad Politécnica de Madrid (IPTC-UPM) in collaboration with Universidad de Granada are organizing the 11<sup>th</sup> International Workshop on Spoken Dialog System Technology (IWSDS2020) to be held in Madrid, Spain from May 18-20, 2020.

The Conference Chairs are Luis Fernando D'Haro (IPTC-UPM) and Zoraida Callejas (UG)

Paper submission deadline: January 10, 2020

Website: <https://www.iwsds.tech>

Twitter: @iwsds2020

### ► Conferencia sobre "Siamese Networks"

El pasado 16 de diciembre de 2019, Carlos R. del Blanco (GTI-IPTC) impartió la conferencia "Siamese Networks for Few Shot Learning". El aprendizaje automático, y especialmente el aprendizaje profundo, ha logrado un rendimiento excelente en una variedad de aplicaciones que utilizan grandes bases de datos. Sin embargo, estos algoritmos fracasan cuando se les obliga a hacer predicciones con poca información supervisada. Las Redes Siamesas (*Siamese Networks*), que se basan en una arquitectura que calcula similitudes entre representaciones de características altamente semánticas, pueden abordar adecuadamente este problema, también conocido como Aprendizaje de Pocos Disparos (o *Few Shot Learning*).

**Siamese networks for few shot learning**

Grupo de Tratamiento de Imágenes  
INVESTIGADOR POLITÉCNICA DE MADRID

POLITÉCNICA  
IPTC Information Processing and Telecommunications Center

**IPTC Conference**  
December 16<sup>th</sup>, 2019  
ETSIT – UPM  
Room: A-123

This conference, jointly organized by IPTC and MSTC, will be held in English

**MSTC**  
DIGITAL PROCESSING & MACHINE LEARNING FOR BIG DATA





## Hacia el Tren Conectado o Ferrocarril 4.0

José Ignacio Alonso Montes, IPTC-UPM

Se espera que el futuro desarrollo de la industria ferroviaria y de la gestión de tráfico ferroviario se base en sistemas de transporte inteligentes, más automatizados y conectados, sobre una gran infraestructura de red ferroviaria, que aprovechando las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías, permita la reducción del coste de su ciclo de vida. Esto exigirá a la industria ferroviaria una “transformación digital”. La declaración conjunta **“Joint Rail Sector Declaration on Digitalisation of Railways”**, firmada por CER (*Community of European Railway and Infrastructure Companies*), EIM (*European Rail Infrastructure Managers*), ERFA (*European Rail Freight Association*), UIP (*International Union of Wagon Keepers*), UITP (*International Association of Public Transport*) y UNIFE (*Association of the European Rail Industry*), y el Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras, presentado por el Ministerio de Fomento en febrero de 2018, van esta línea, señalando que la *“digitalización del sector permitirá situar a los ferrocarriles como la columna vertebral de la futura movilidad digital sostenible, servirá como base de soluciones seguras en la oferta de productos y servicios y constituirá un avance en los procesos de gestión automática”*.

Esta tendencia a la “digitalización” del sector ferroviario que implica la incorporación al mismo de tecnologías como el IoT, el Big Data, la Inteligencia Artificial, los sistemas de comunicaciones LTE y 5G, etc., es avalada por el último informe editado por la European Rail Research Advisory Council (ERRAC), titulado *“Rail 2030 – Las prioridades de Investigación e Innovación”*. Así, por ejemplo, la explotación de las oportunidades creadas por la industria del Internet de las Cosas (IoT) y el Big Data, permitirá la transición hacia trenes inteligentes que sean capaces de explotar la información recopilada de los parámetros operativos y de funcionamiento del tren, a través de sensores, para la mejora de la toma de decisiones en tiempo real de la operativa ferroviaria. La conectividad a redes LTE y 5G permitirá, por ejemplo, fomentar la creación de negocio alrededor de la conectividad y de los servicios ofertados al viajero, aumentando

la creciente oferta de información y entretenimiento en el tren. La implantación de servicios como el e-ticketing, la realización de reservas on-line, el acceso a servicios de Internet y video en tiempo real a bordo y el desarrollo de aplicaciones para el seguimiento y localización de viajeros, serán soluciones en una movilidad digital de los pasajeros y mercancías. Por otra parte, el sistema LTE o el 5G constituirán la base para el proceso de migración del sistema GSM-R, que es el actual sistema de comunicación tren-tierra analógico, al FRMCS (*Future Railway Mobile Communications System*), lo que permitirá la implantación de un sistema de comunicaciones más fiable y con mejores prestaciones. Incluso la Inteligencia Artificial propiciará el desarrollo de sistemas de control de trenes interoperables y más flexibles en su funcionamiento, incluso, la conducción automática de los mismos.

De la importancia de la incorporación de estas tecnologías a este nuevo “tren inteligente”, “tren digital” o “tren conectado”, como queramos denominarlo, que se vislumbra en un futuro, basten algunos datos. Se estima que este mercado global crecerá a una Tasa de Crecimiento Anual Compuesta (CAGR) del 14,4%, pasando de los 10,50 billones de \$ en el año 2016 a 20,6 billones para el año 2021<sup>1</sup>. Además, según el Foro Internacional de Transporte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), para 2050, la movilidad de los pasajeros aumentará en un 200–300% y la actividad de carga en un 150–250% con respecto a 2010<sup>2</sup>. Por otra parte, según los expertos la incorporación progresiva de estas tecnologías en el sector alcanzará un porcentaje superior al 74% en el año 2025, frente al 50% del año 2010. Hay que tener en cuenta que se trata de un sector que, a nivel nacional, representa aproximadamente unos 6.500 millones de € anuales, integra unas 600 empresas, de las cuales el 75% son PYMEs y crea unos 145.000 puestos de trabajo, tanto directos como indirectos<sup>3</sup>.

El operador ferroviario español, RENFE, no es ajeno a estas tendencias y está convencido, máxime con la futura liberalización del sector ferroviario, de los beneficios de la adopción

de estas nuevas tecnologías en sus modelos de negocio y están trabajando en esa visión de un “tren conectado” cada vez más cercano<sup>4</sup>. La operadora ferroviaria concibe que la arquitectura de las redes de comunicación el próximo tren del futuro estará basada en conceptos como la segmentación, escalabilidad, modularidad, estandarización y la ciberseguridad. En concreto, RENFE, basa la futura arquitectura de su red de comunicaciones en una modularidad de la misma, con distintas redes en función la funcionalidad de cada una de ellas: Un red TCN para funciones relacionadas con comunicaciones más críticas de la operativa ferroviaria, como las gestión de la apertura de puertas, las operaciones de tracción y frenado y para las operaciones de señalización y localización del tren y la supervisión remota de la conducción, por ejemplo. Una red Ethernet privada, para los servicios más propios de la operativa de RENFE, cómo el control de las cámaras de los circuitos cerrados de televisión, el nivel de ocupación de trenes, el control y medida de la energía consumida y la realización de una diagnosis remota, entre otros. Existiría una pasarela de comunicaciones hacia un servidor que almacenaría los datos de esta operativa y también de gestión de la red. Por último, una red Ethernet para los servicios a pasajeros de entretenimiento a bordo y servicios sobre niveles de ocupación y llegada de los trenes, entre otros. La operadora considera que esta propuesta de arquitectura modular de las redes permitiría una escalabilidad a 5G rápida y fácil de llevar a cabo en los trenes de futuras licitaciones, mediante la utilización de antenas MIMO en el techo de los vagones, el uso de *routers* embarcados de superiores prestaciones a los actuales y la sustitución de *switches*

de los vagones actuales, para aumentar el ancho de banda de las redes a bordo de 1 Gbps a 10Gbps.

En definitiva la estrategia futura del ferrocarril, pasa por lo que se ha denominado “Tren Conectado”, es decir, un tren continuamente conectado que permita que las innovaciones digitales en el campo de las redes de comunicaciones, el futuro desarrollo e implantación de nuevos sistemas de radiocomunicación (5G) y la aplicación de tecnologías como el IoT o el Big Data puedan resolver los problemas de la operativa de la seguridad ferroviaria, satisfacer las necesidades de conectividad del viajero y un control y monitorización de los parámetros operativos que conduzca a una conducción automática del mismo. Para ello sería necesaria una estrategia a largo plazo que pasaría por un entendimiento de las diversas partes implicadas: gestores de infraestructuras, operadores ferroviarios, operadores de telecomunicaciones, industria ferroviaria, clientes y reguladores.

- <sup>1</sup> Marketsandmarkets.com, *Smart Railways Market by Solution (Passanger Information, Freight Information, Rail Communication, Advanced Security Monitoring, Rail Analytics), Component, Service (Professional, Managed), and Region-Global Forecast to 2021*; Technical Report; Marketsandmarkets: Pune, India, November 2016.
- <sup>2</sup> International Transport Forum (2011); Available online: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/11outlook.pdf>.
- <sup>3</sup> Informe de la Comisión Científico Técnico Científico para el Estudio de Mejoras en el Sector Ferroviario, Ministerio de Fomento. Junio 2017.
- <sup>4</sup> David Ventura García, “Redes a bordo y conectividad en los trenes”, Jornada ICAITRAIN, 12/Junio/2019.



Fotografía: Cambell Boulanger, Unplash.



## AMIGA7 (proyecto del Plan Estatal, convocatoria Retos)

IP: Carlos Carreras, IPTC-UPM

El subproyecto de *AMIGA 7 Procesado de Datos en Hardware* investiga técnicas de optimización y síntesis de circuitos que implementan en hardware reconfigurable tanto algoritmos de procesamiento de señal del CSP (Central Signal Processor) como algoritmos científicos del SDP (Science Data Processor) y los Centros Regionales del radio interferómetro SKA (Square Kilometre Array). AMIGA7 abarcará un período clave para SKA, tras el final de los diseños de los consorcios y el éxito de sus Critical Design Reviews, hasta el inicio de la construcción.

Los dispositivos reconfigurables están firmemente asentados en la arquitectura de los módulos del CSP de SKA, donde se utilizan profusamente. Los circuitos DSP suelen permitir el uso de formatos de coma fija que presentan mayores prestaciones y menor coste y consumo que sus equivalentes en coma flotante. El proyecto plantea la aplicación de técnicas de análisis de la sensibilidad de las señales según sus dependencias para optimizar métodos automáticos. La aplicación de estos métodos permitirá nuevos niveles de optimización de los módulos de CSP en su evolución de cara a la construcción de SKA.

Por otra parte, el posible uso de aceleradores de alta eficiencia energética basados en FPGAs para el cálculo científico en los Centros Regionales de SKA resulta de gran interés para reducir su alto coste energético. En este contexto, el proyecto continúa el desarrollo del entorno Witelo para la síntesis y generación automática de VHDL para implementaciones de altas prestaciones en FPGA y soslayar así las limitaciones de las herramientas existentes. El objetivo es completar el entorno para permitir el procesamiento iterativo en 'stream' de mallas de datos no estructurados, optimizando los accesos a las memorias externas e implementando operaciones locales de reducción.

En un segundo frente, el proyecto evalúa la viabilidad y la eficiencia de diseños en FPGA de algoritmos científicos de SKA. En concreto, el objetivo prioritario son los algoritmos de inteligencia artificial usados en el análisis de las imágenes obtenidas con SKA dado su posible alto nivel de paralelismo.

## PeRsOnalized Integrated CARE Solution for Elderly facing several short or long term conditions and enabling a better quality of LIFE (Proyecto H2020, presupuesto global de 6.761.000 €)

IP: Federico Álvarez, IPTC-UPM

The main contribution of PROCareLife consists in proposing an integrated scalable and interactive care ecosystem, which can be easily adapted to the reality of several chronic diseases, care institutions and end-user requirements, benefiting all the involved actors, from patients, to caregivers and health professionals. Its main contributions consist of: (a) building an integrated scalable and interactive care ecosystem for neurodegenerative diseases and adaptable to other chronic conditions; (b) finding the best actions/measures from a medical and social point of view that can facilitate an improved quality of life, awareness and care management for senior users suffering of neurodegenerative and/or other chronic diseases; (c) provide a personalized recommendation and interaction model, which can support the user through gamification techniques to adopt healthy habits, maintain a good daily routine and follow the prescribed actions by the professionals for maintaining and improving their health condition; (d) enable multi-disciplinary communication between all involved stakeholders, better time management for social and health professionals and contribute to achieving a cost-efficient, flexible and high adaptable solution for senior users suffering of short or long term conditions.



Fotografía: Clement Falize, Unsplash.





## ISIP 2020: The 14<sup>th</sup> International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization

*Madrid, ETSIT-UPM, June 4-5, 2020*

IPTC organizes the 14<sup>th</sup> edition of the workshop at the ETSI Telecomunicación-UPM. The International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization started as a series of workshops in 2003. The event has grown during 13 years, creating synergies between participant researchers and delivering several collaborations, joint publications, joint student supervisions and research projects.

The workshop series has now reached a mature state with an increasing number of researchers participating every year. In its 14<sup>th</sup> edition, with a special focus on Data-Driven Decision Making Technologies and Applications, the workshop will be hosted by the Information Processing and Telecommunications Center of the Universidad Politécnica de Madrid in Spain.

In a post-workshop call, a number of selected contributions will be invited to be extended and published in the Springer series “Communications in Computer and Information Science” (CCIS), following a separated reviewing process.

### Workshop objectives and topics

In its 2020 edition, ISIP Workshop’s Special Topic is “Data-Driven Decision-Making Technologies and Applications”. The Special Topic includes research outcomes and experiences in infrastructures, analysis strategies and algorithms, workflows, visualization and interaction technologies that facilitates identifying alternatives, modeling beliefs and preferences, assessing resolutions and making choices based on data. Use case and applications for industries such as telecommunications, healthcare, transportation, manufacturing art and media production or fintech are also welcomed.

Nowadays the production of digital contents, data and services has reached a speed never experienced before. Large amounts of content are already on the Web, waiting for being reused both for personal or professional purposes. These contents, including multimedia documents, application tools, and services are being accumulated on the Web, in cloud systems, and in local and global data structures. There is thus a need for new theories and technologies for advanced information search, integration through interoperability, and personalization of digital services. Additionally, in science and technology, with progressively sophisticated research going on, there is a growing need for inter-

disciplinary availability, distribution and exchange of the latest research results, in organic forms, including not only research papers and multimedia documents, but also various tools developed for measurement, analysis, inference, design, planning, simulation, interaction and production as well as the related large data sets. And similar needs are also rising for the interdisciplinary and international availability, distribution and exchange of ideas and works among artists, musicians, designers, architects, directors, and producers.

In this context, ISIP offers a forum for presenting original work and stimulating discussions and exchanges of ideas around information search, integration of information sources and personalization of information experiences. Topics of interest include but are not limited to:

- Information search in large data sets (databases, digital libraries, data warehouses)
- Comparison of different information search technologies, approaches, and algorithms
- Novel approaches to information search
- Personalized information retrieval and personalized web search
- Data Quality
- Federation of Smart Objects
- (Social) Cyber-Physical Systems
- (Big) Data Analytics for personalization
- Data Mining
- Integration of Web-services, Knowledge bases, Digital libraries
- Machine learning and AI for information-related applications
- Visual and sensory information processing and analysis
- Ontology-based Data Access, Integration, and Management
- Provenance Tracking in the Context of Data Integration
- Privacy in the context of data integration, web data privacy
- Ontology Alignment, Instance Matching, Ontology Mapping

### Important dates

April 1, 2020: *Workshop papers deadline*

April 30, 2020: *Acceptance Notification*

June 4-5: *Workshop*

**More information at:** <http://www.iptc.upm.es/isip2020>



## Contribution to dynamic risk management automation by an ontology-based framework

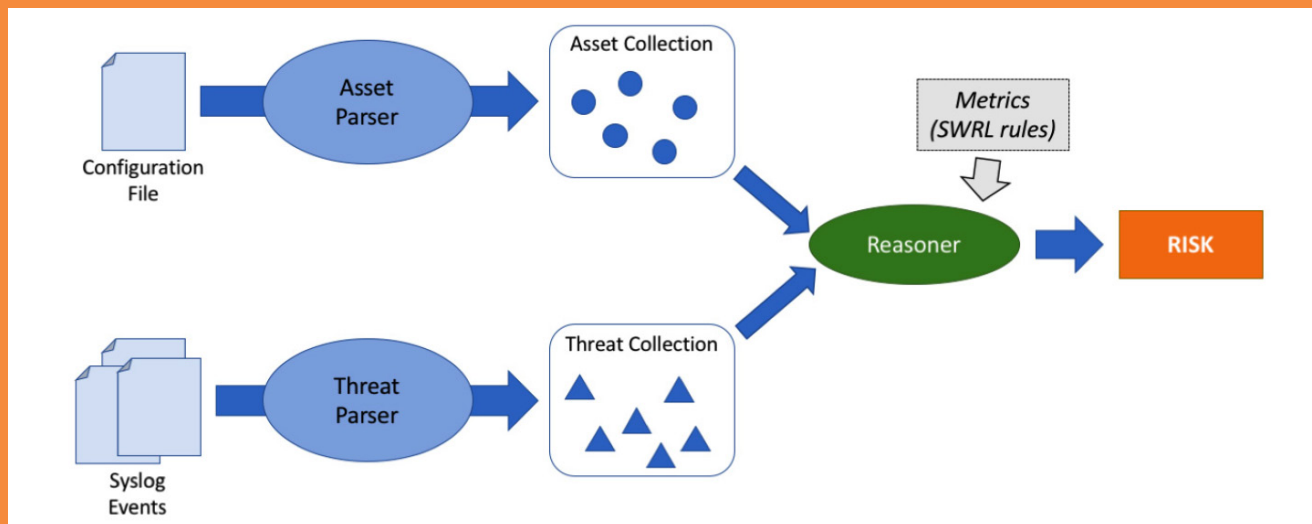


Figure from Vega-Barbas, M., Villagrà, V. A., Monje, F., Riesco, R., Larriva-Novo, X., & Berrocal, J. (2019). Ontology-Based System for Dynamic Risk Management in Administrative Domains. *Applied Sciences*, 9 (21), 4547.

D. Raúl Riesco Granadino presented his Ph. D. Thesis entitled “Contribution to dynamic risk management automation by an ontology-based framework” on 2019, November 20, being his advisor Dr. Víctor A. Villagrà, senior doctor of the IPTC-UPM (RSTI Group). Part of the work was published in the International Journal of Information Security, December 2019, Volume 18, Issue 6, pp 715–739, with the title “Leveraging cyber threat intelligence for a dynamic risk framework”, which eventually was recognized with a prize in the last edition of prizes of the Cátedra Ingeniero General D. Antonio Rem n y Zarco del Valle.

Risk management frameworks are not integrated and automated with Near Real Time (NRT) risk-related Cybersecurity Threat Intelligence (CTI) information. To enable such a dynamic, NRT and more realistic risk assessment and management processes, the thesis proposes a new semantic version of STIX<sup>TM</sup> v2.0 for Cyber Threat Intelligence as it is becoming a de facto standard for Structured Threat Information Exchange.

At the same time, although cyber threat intelligence (CTI) exchange is a must for any organization due to the fact that no one can fight alone against all threats, the potential participants are often reluctant

to share their CTI and prefer to consume only, at least in voluntary based approaches. Such behavior destroys the idea of information exchange. The thesis proposes a paradigm shift of cybersecurity information exchange by introducing a new way to encourage all participants involved, at all levels, to share relevant information dynamically within the proposed Framework.

The main contribution of the thesis is a Dynamic Risk Assessment and Management (DRA / DRM) framework based on ontologies. It includes an integrated, layered and networked architecture based on the Web Ontology Language (OWL), STIX<sup>TM</sup>, a semantic reasoner, the use of semantic web rule language (SWRL) and the Ethereum Blockchain to approach an all-in-one solution at all levels (operational, tactic and strategic). It implements a hybrid Cyber Threat Intelligence and DRM Ontology as well as behavioral algorithms in the format of SWRL rules to infer new knowledge by the reasoner. As the dynamics is provided by the use of Intelligence Sharing, a paradigm shift based on the Ethereum Blockchain is also provided, to overcome all known issues of information sharing today.





## Robotrader, un ejemplo de iniciativa de formación en Fintech

Destacado | pág. 3

Photo by Austin Distel on Unsplash.

En este número:

**Destacado, 3 | Reseña Editorial, 3**  
**Noticias y eventos, 4 | Tecnología, 6**  
**Proyectos, 9 | Ph.D. Corner, 10**



**POLITÉCNICA**

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)

# IPTCReview 11

Enero / Febrero • 2020

Boletín del Information Processing  
and Telecommunications Center

---

## SUMARIO

### *Destacado:*

Robotrader, un ejemplo de iniciativa  
de formación en Fintech,

**Eduardo López, IPTC-UPM , 3**

### *Reseña Editorial:*

Sobre Tecnologías para el Transporte, **3**

### *Noticias y eventos:*

Convenio de colaboración UPM-FENIN,  
impulsado por IPTC, **4**

Deadline approaching  
for the 14<sup>th</sup> ISIP Workshop , **5**

### *Tecnología:*

Gestión del Transporte Aéreo:  
Del primer ATC de los 80 al futuro U-Space,  
**Juan A. Besada, IPTC-UPM , 6**

### *Proyectos:*

Proyecto Piloto 5G en el puerto de Algeciras,  
**Manuel Álvarez-Campana, IPTC-UPM , 9**

Kiwame,  
**Federico Álvarez, IPTC-UPM , 9**

### *Ph.D. Corner:*

Adversarial detection games  
in network security applications,  
**Juan Parras Moral, IPTC-UPM , 10**



## Robotrader, un ejemplo de iniciativa de formación en Fintech

Eduardo López, IPTC-UPM

Robotrader nació en 2009 principalmente como una iniciativa de innovación educativa para despertar interés en el mundo de los mercados financieros entre los estudiantes universitarios de cualquier Universidad, preferiblemente entre aquellos con perfil técnico-analítico. Descubrieron que varias de las asignaturas que habían estudiado para resolver problemas de ingeniería como por ejemplo Estadística, Procesado de Señal, Aprendizaje Máquina, etc. se podían aplicar a los mercados financieros. La iniciativa consta de tres actuaciones: primero, formación en los mercados financieros mediante una serie de charlas y encuentros con expertos en bolsa, empresas del sector e inversores de éxito durante los meses de febrero y marzo; segundo una competición de sistemas algorítmicos autónomos de *trading* en tiempo real durante los meses de abril y mayo; y por último, ofrece una comunidad de *networking* y bolsa de empleo.

La competición permite un modelo de enseñanza basado en “aprender haciendo” que es muy motivadora para el estudiante. En el transcurso de la competición, los estudiantes deben hacer un programa que interactúe con los mercados financieros para intentar sacar un rendimiento ajustado a un riesgo asumido. Para ello, se va puntuando durante los dos meses, semana a semana, en función de los beneficios obtenidos cada semana y se asigna una puntuación global en función de la denominada Ratio Robotrader, que tiene en cuenta no sólo la ganancia obtenida sino también el riesgo que se ha incurrido para obtener esa ganancia.

Esta de 2020 es ya la X edición y muchos de los estudiantes que han pasado por Robotrader han encontrado su vocación profesional en este campo y hoy trabajan en empresas del sector. La iniciativa está coordinada con un curso de *Experto de Sistemas y Modelos Cuan-*

*titativos de Trading Algorítmico* que da formación en este campo y que integra como parte práctica la competición Robotrader. La competición está patrocinada por varias empresas, entre las que destaca Bolsas y Mercados Españoles, que también colabora en la entrega de premios de Junio, que se realiza en el Palacio de la Bolsa de Madrid. La participación en Robotrader es gratuita y también las charlas, que se imparten en la ETSI Telecomunicación de la UPM, son de asistencia libre. Para más información y suscripción a la newsletter, consultar [www.robotrader.es](http://www.robotrader.es), donde está disponible un repositorio con los vídeos de las charlas impartidas dentro de esta iniciativa a lo largo de sus diez años de historia.

### ● RESEÑA EDITORIAL

#### *Sobre Tecnologías para el Transporte*

Este número cierra, en su sección de Tecnología, la tríada de contribuciones dedicadas al área estratégica de Tecnologías para el Transporte. La primera, en el número de septiembre-octubre de 2019, a cargo del prof. Jesús Fraile, se dedicó al vehículo autónomo y conectado. La siguiente, en el bimestre noviembre-diciembre de 2019, versó sobre el Tren conectado o el Ferrocarril 4.0 y corrió a cargo del prof. José Ignacio Alonso. Esta tercera y última, a cargo del prof. Juan A. Besada, revisa los retos del Transporte Aéreo y recuerda la notable actividad del IPTC en el ámbito desde los años 80.





## La Universidad Politécnica de Madrid y la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria firman un convenio de colaboración, impulsado por IPTC



El día 20 de febrero de 2020, el rector magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid, **Guillermo Cisneros** y la secretaria general de Fenin, **Margarita Alfonsel** firmaron un convenio de colaboración, con el objetivo de desarrollar actividades de soporte científico y tecnológico en temas específicos de interés común, especialmente los propios de actuación del Centro de I+D+i en Procesado de la Información y Telecomunicaciones de la UPM.

Mediante este convenio, de una duración inicial de cuatro años, ambas instituciones colaborarán en programas de formación y difusión -incluyendo jornadas, cursos específicos, mesas redondas, talleres, etc.- e impulsarán la participación en proyectos conjuntos, tanto de ámbito

nacional como internacional. Además, se asesorarán mutuamente en cuestiones relacionadas con la actividad de ambas entidades.

La Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria representa a más de 500 empresas fabricantes y distribuidoras en España de producto sanitario no farmacológico, que constituyen más del 80% del volumen total de negocio. Fundada en 1977, FENIN trabaja por la investigación y el desarrollo tecnológico para mejorar la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y el control y seguimiento de las enfermedades. El sector de Tecnología Sanitaria ha sido identificado como agente estratégico en el ámbito de la salud y como uno de los mercados prioritarios dentro de la Estrategia Estatal de Innovación.

### ► Estado del Arte de las Técnicas de ML

El pasado 19 de febrero, el prof. Santiago Zazo, del IPTC, pronunció la conferencia de apertura "Estado del arte de las técnicas de Machine Learning. Mitos y Realidades", en el marco de la Jornada sobre Aplicaciones de las Técnicas de Machine Learning en Defensa y Seguridad, organizada por la Fundación Círculo para la Defensa y la Seguridad, en la sede del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



## ► ISIP 2020: The 14<sup>th</sup> International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization

Madrid, ETSIT-UPM. June 4-5, 2020

Submission deadline: April 1<sup>st</sup>, 2020



IPTC organizes the 14<sup>th</sup> edition of the International Workshop on **Information Search, Integration, and Personalization**, to be held at ETSIT-UPM.

Topics of interest include but are not limited to:

- Information search in large data sets (databases, digital libraries, data warehouses)
- Comparison of different information search technologies, approaches, and algorithms
- Novel approaches to information search
- Personalized information retrieval and personalized web search
- Data Quality
- Federation of Smart Objects
- (Social) Cyber-Physical Systems
- (Big) Data Analytics for personalization
- Data Mining
- Integration of Web-services, Knowledge bases, Digital libraries
- Machine learning and AI for information-related applications
- Visual and sensory information processing and analysis
- Ontology-based Data Access, Integration, and Management
- Provenance Tracking in the Context of Data Integration
- Privacy in the context of data integration, web data privacy
- Ontology Alignment, Instance Matching, Ontology Mapping

In its 2020 edition, ISIP Workshop's Special Topic is "**Data-Driven Decision-Making Technologies and Applications**". The Special Topic includes research outcomes and experiences in infrastructures, analysis strategies and algorithms, workflows, visualization and interaction technologies that facilitates identifying alternatives, modeling beliefs and preferences, assessing resolutions and making choices based on data. Use case and applications for industries such as telecommunications, healthcare, transportation, manufacturing art and media production or fintech are also welcomed.

The Workshop programme will include different keynote speakers. The first one has already been confirmed: Prof. Charalambos Antoniades, Deputy Head of the Division of Cardiovascular Medicine at University of Oxford and Chair-Elect of the British Atherosclerosis Society will give a talk on "Translating images to cardiovascular risk prediction".

Submit your papers before April 1<sup>st</sup>, through the workshop's EasyChair Website. Accepted papers will be published in the Workshop Proceedings (with ISBN) and selected papers will be invited to submit a full paper for the workshop post-proceedings, to be published in the Springer series "Communications in Computer and Information Science" (CCIS). More information at: [www.iptc.upm.es/isip2020](http://www.iptc.upm.es/isip2020)

## ► DCIS 2020, XXXV Conference on Design of Circuits and Integrated Systems

Segovia, Spain. November 18-20<sup>th</sup> 2020

Submission date: April 17<sup>th</sup>



The conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS) is an international meeting for researchers in the highly active fields of micro- and nano-electronic circuits and integrated systems. It provides an excellent forum to present and discuss works on the emerging challenges offered by technology, in the areas of modeling, design, implementation and test of devices, circuits and systems. The 35<sup>th</sup> edition is organized by IPTC-UPM members in the heart of downtown Segovia. More information at: [dcis2020.die.upm.es](http://dcis2020.die.upm.es)



## Gestión del Transporte Aéreo: Del primer ATC de los 80 al futuro U-Space

Juan A. Besada Portas, IPTC-UPM



Photo by Gary Lopater on Unsplash.

Desde principios de este siglo, es patente que el crecimiento exponencial de las necesidades de transporte aéreo, junto con una infraestructura de aviación (aeropuertos, sensores de vigilancia, sistemas de navegación, sistemas de comunicaciones, procedimientos basados en la coordinación manual de los vuelos entre controladores aéreos y pilotos) no fácilmente escalable, pueden llevar a una situación de congestión del transporte aéreo en Europa. A diferencia del transporte terrestre, aquel está fuertemente jerarquizado y se apoya en una regulación extremadamente rigurosa, que exige la certificación y estandarización de sistemas y procedimientos con el objetivo final de garantizar la seguridad física de los vuelos. Su funcionamiento, sin duda, es un éxito organizativo global, siendo el vuelo en avión percibido en general como extraordinariamente seguro. Pero, por otra parte, la existencia de impedimentos de seguridad/regulación/certificación hace que en ocasiones la innovación sea muy lenta y la escalabilidad de las soluciones muy reducida.

En los últimos años, incluso tras enormes inversiones en investigación (p.ej. en Europa, los programas SESAR y SESAR 2020, o en EE.UU. el programa NextGen) y grandes cambios operacionales, se sigue teniendo un sistema ATM al borde de la saturación. Esta situación genera retrasos crecientes, insatisfacción de los pasajeros, y emisiones innecesarias, que de hecho

pueden contrarrestar el impacto que las mejoras medioambientales que las nuevas generaciones de aeronaves pueden producir. Varios aspectos confluyen en reducir la capacidad del sistema, de entre los que destacan (especialmente en el escenario europeo):

- La dificultad de coordinación entre sistemas ATM de distintos países y las limitaciones en el uso del espacio aéreo impuestas por su uso civil/militar conjunto. Si bien se está progresando en la coordinación entre sistemas de distintos países y de usuarios civiles y militares, estandarizando sistemas y procesos, éste sigue siendo un aspecto claramente mejorable a escala nacional y europea.
- La dificultad en la coordinación de tráfico debido al aún imperfecto modelado y gestión de los efectos de la meteorología en los vuelos (y especialmente los efectos disruptivos de las tormentas), así como de la propagación de dichos efectos en la red de transporte.
- Las limitaciones en la productividad de los controladores aéreos y en su número. En esta dirección, se tienen grandes esperanzas en que diversas mejoras en la automatización de procesos, habilitadas por sistemas de inteligencia artificial, puedan aliviar esta limi-



tación. También, las posibilidades de gestión remota de tráfico habilitadas por las tecnologías de virtualización de centros de control y de monitorización remota de aeropuertos (torres remotas) abundan en esta dirección de mejora de la productividad, además de proporcionar una resiliencia adicional al sistema en su conjunto.

- Las limitaciones de los sistemas de comunicaciones utilizados en este entorno (basados en coordinación por voz o sistemas de reducidísimo ancho de banda). Estos sistemas priman la compatibilidad con aeronaves en ocasiones muy antiguas, e impactan de forma clara en las posibilidades de coordinación y en la dificultad de implementar procesos automáticos M2M de alta velocidad que permitan una más ágil coordinación entre todos los actores involucrados.

Otro aspecto crucial que está impactando en los sistemas ATM es la ampliación del uso del espacio aéreo por la aparición y el creciente número de nuevos tipos de vehículos aéreos (desde drones militares y civiles a taxis aéreos, plataformas/aeronaves de gran altitud, etc.) que incrementarán aún más la complejidad de la gestión.

Por estas razones, la infraestructura de la aviación ha de modernizarse a un ritmo mucho más rápido que el de las últimas décadas. La aplicación de soluciones innovadoras, utilizadas hoy en la economía digital y en otros entornos de transporte (como el coche autónomo o conectado) deben dar como resultado una transformación radical de la infraestructura de aviación, haciendo que el transporte aéreo sea más inteligente, sostenible, conectado y accesible para todos. Europa tiene una oportunidad única, como líder industrial mundial en tecnología ATM y como su principal usuario, para liderar la transición a una aviación más inteligente y ecológica.

En la línea definida anteriormente, la SESAR Joint Undertaking (SJU), como organismo que lidera la investigación europea en gestión de tráfico aéreo, definió el concepto de “Cielo Digital Europeo” en 2017, que luego se estableció como el núcleo de la visión SESAR para la evolución del sistema ATM descrita en la edición de 2019 del ATM Master Plan Europeo. Este plan, que se renueva periódicamente, representa la hoja de ruta acordada por todas las partes interesadas de la comunidad de la aviación (investigadores, aerolíneas, fabricantes de aviones, industria, proveedores de servicios ATM...) para modernizar los sistemas ATM de Europa.

El “Cielo Digital Europeo” se centra en el uso de tecnologías que pueden aumentar los niveles

de automatización, en el intercambio de datos ciberseguros y la mejora de la conectividad en ATM, enfocados a las mejoras de la capacidad del espacio aéreo y la reducción de sus congestiones. Se basa también en la construcción iterativa de plataformas de datos abiertos que permitan la investigación e innovación en estas áreas.

Especialmente relevante aquí es la aparición de sistemas de gestión de tráfico aéreo para drones de muy baja cota, para todo tipo de operaciones civiles en entornos tanto rurales como urbanos. Estos sistemas, denominados genéricamente UTM (Unmanned Traffic Management) y a nivel europeo sistemas U-space, suponen una novedad en el mundo del ATM, y en su desarrollo se concentran numerosas innovaciones potencialmente trasladables a los sistemas ATM clásicos. Por ejemplo, aquí se están utilizando desde un principio modernas arquitecturas escalables de servicios, sistemas con conectividad abierta sobre internet, mecanismos de comunicación seguros, sistemas autónomos, y, en un futuro próximo, se podrá hacer uso de sistemas 5G, edge computing, redes ad-hoc, etc. En este entorno tan heterogéneo, las necesidades de estandarización para habilitar la coordinación del tráfico se disparan, así como la complejidad de las interacciones.

A modo de resumen, las líneas principales de innovación para los próximos diez años, a nivel europeo, en esta área, de acuerdo con este concepto, serán:

- La integración entre sistemas aire/tierra y la autonomía.
- El ATM conectado y automatizado.
- El uso de inteligencia artificial en todos los aspectos de la aviación.
- La virtualización y la compartición segura de datos.
- El diseño e implementación de los servicios U-Space y del soporte a la movilidad aérea urbana (taxis aéreos urbanos).
- Gestión dinámica del espacio aéreo (para acomodar usos militares, efecto de la meteorología...) y provisión de capacidad según la demanda.
- Mejora de la interoperabilidad y coordinación entre usuarios civiles y militares.

El IPTC-UPM ha colaborado decisivamente en el diseño de elementos críticos de algunos de los principales sistemas de vigilancia ATM operacionales a nivel mundial. Ya en el año 1982, algunos de los Grupos que hoy lo integran, colaboraron con CESELSA (hoy INDRA) en el diseño de la fusión de datos radar de la primera versión

del sistema SACTA (el sistema que se utiliza para controlar el tráfico aéreo en España) y, desde entonces, han estado involucrados en la mayoría de sus evoluciones. Así, en los años 1996-2018 se incorporaron los nuevos sensores de vigilancia (ADS-B, MLAT, WAM) y mejoras algorítmicas y de arquitectura, tanto para el sistema SACTA como para el sistema AirCon (actualmente ManagAir) de INDRA, desplegado en más de 180 dependencias de más de 50 países. Entre 2005 y 2018 el GPDS-IPTC desarrolló el núcleo algorítmico (OTR-TRES) de la versión actual del sistema SASS-C de Eurocontrol, que es un estándar mundial utilizado para la evaluación de sistemas de vigilancia ATM. En paralelo con estos esfuerzos, otros grupos integrados en el IPTC han trabajado en el diseño de sistemas radar secundarios y derivados (ADS-B, MLAT), así como recientemente en sistemas antidron, de aplicación en estos entornos.

Otras actividades del IPTC en este ámbito incluyen la colaboración con INDRA en la validación de sistemas de gestión de planes de vuelo

y alerta de conflictos operacionales, como es el sistema iTEC, desplegado en gran parte de Europa (UK, Alemania, Holanda, ...). Este sistema consiste en una implementación práctica de gran parte de los conceptos de SESAR y SESAR 2020, programas en los que el IPTC viene participando desde 2012 hasta la actualidad, en aspectos como los sistemas de vigilancia, monitorización y control de operaciones en superficie de aeropuerto, la coordinación de operaciones y la separación basada en tiempo (TBS) en aproximación, los modelos de datos básicos del ATM o la mejora de la predicción de trayectorias.

Para terminar, es relevante mencionar que en los últimos cinco años el IPTC está dedicando un considerable esfuerzo de I+D+i, casi siempre en cooperación industrial, en el diseño y gestión de operaciones de drones y en la concepción y prototipado de servicios U-Space, en un esfuerzo pionero que recuerda al de los inicios del diseño del SACTA.



Photo by Skyler Smith on Unsplash.



## Proyecto Piloto 5G en el puerto de Algeciras

*IP: Manuel Álvarez-Campana, IPTC-UPM*

El grupo de investigación RSTI del IPTC participa en el proyecto piloto 5G liderado por Vodafone España y Huawei en Andalucía, con una inversión de 25,4 millones de euros en 30 meses. Se trata de uno de los dos pilotos seleccionados en la primera convocatoria de solicitudes de subvenciones públicas para promover la tecnología 5G por el Ministerio de Economía y Empresa de España.

El proyecto piloto 5G está cofinanciado por la agencia nacional Red.es y el FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional), cubriendo varios casos de uso, incluyendo agricultura, salud, ciudades inteligentes, seguridad y defensa, economía y cultura digital, transformación digital y turismo, entre otros. Algunos de los casos de uso de 5G involucrarán realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR), mientras que otros se centrarán en el uso de drones y reconocimiento facial.

La participación del grupo RSTI en el piloto 5G, bajo la dirección del profesor Manuel Álvarez-Campana, se concreta en dos casos de uso en el ámbito de la seguridad ciudadana, coordinados por la empresa Cellnex, y en el que participan varias empresas (HERTA, Sngular, SHS, Emergya). La validación de los casos de uso se llevará a cabo en el Puerto de Algeciras, estratégicamente ubicado en el Estrecho de Gibraltar y considerado como uno de los puertos más importantes del Mediterráneo.

El primer caso de uso, de interés para la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, tiene como fin agilizar el flujo de vehículos por el Puerto hacia las zonas de embarque, especialmente en períodos de afluencia masiva (Operación Paso del Estrecho). El objetivo es desplegar un sistema de guiado automático de vehículos mediante la señalización en paneles luminosos que indiquen al conductor el trayecto a seguir hasta la zona de embarque correspondiente al billete previamente adquirido. Para ello, se hace uso de un sistema de reconocimiento de matrículas basado en cámaras de vídeo conectadas a la infraestructura 5G de Vodafone/Huawei, incluidos los recursos MEC para el procesamiento de imagen y la consulta a las bases de datos de las navieras.

El segundo caso de uso consiste en una aplicación para la Guardia Civil, autoridad responsable de la seguridad en el Puerto de Algeciras. El objetivo es la generación en tiempo real de alertas relacionadas con la identificación de personas sospechosas mediante el uso de técnicas de reconocimiento facial. Como en el anterior caso, la solución se apoya en el procesamiento de vídeo en la infraestructura MEC, donde se obtienen los vectores asociados a las caras de los pasajeros de los vehículos y se cotejan en la base de datos de individuos en busca. El proyecto contempla la visualización de las alertas a través de un dashboard instalado en un centro de control, así como a través de unas gafas dotadas de capacidad VR/AR.

## KIWAME

*IP: Federico Álvarez, IPTC-UPM*

KIWAME is a 2020 EIT Digital project focused on providing personalized mobile tools to kidney patients at risk of overhydration.

10% of the population worldwide is affected by chronic kidney disease (CKD) and need to monitor their Water Body Composition daily and the salt intake (include the water and salt hidden in meals). KIWAME solution will enable continuous monitoring of body water volume, nutrition, biometrics and daily lifestyle, providing personalized coaching and lowering the communication barriers to practitioners.

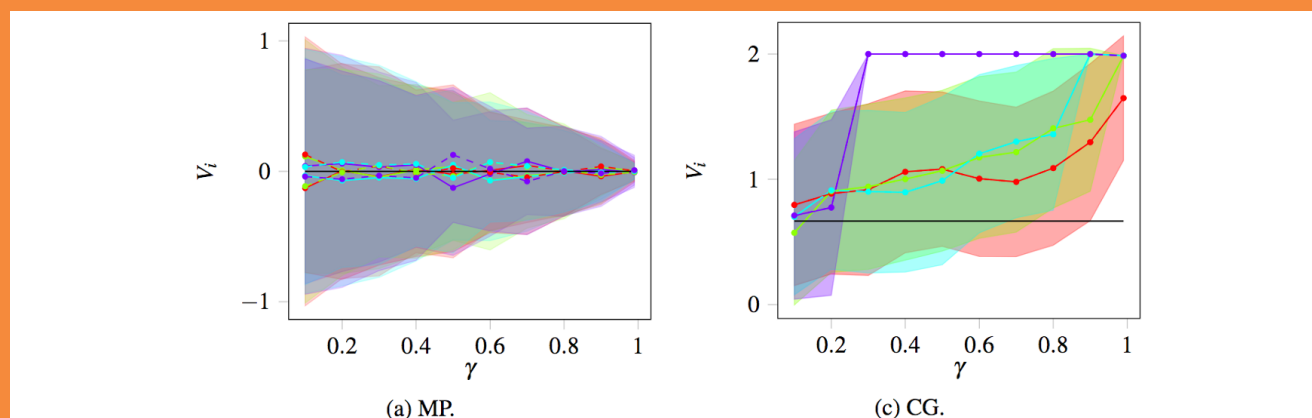
KIWAME ecosystem will permit healthcare assistant providers and healthcare institutions to provide a set of services that leverage data from multiple sources (e.g. wearables, swivels and food pictures), analyse the information on key variables for patients condition, optimise institutional resources and improve patients Quality of Life. Detecting food composition from patient-taken photographs and building a robust DSS support on patient active feedback and passive data collection in the mobile phone are some of the challenges to be addressed.

The project is led by Prof. Federico Álvarez from the Information Processing and Telecommunications Center, in a consortium that also includes Telefónica S.A. and Engineering Ingeniería Informática S.p.A. Two research groups at IPTC, GATV and GPDS collaborate to achieve the technology enablers needed to build the system.



## Adversarial detection games in network security applications

Juan Parras Moral, IPTC-UPM



Results of the simulation of LEWIS in self play, when both player 1 (P1) and player 2 (P2) use LEWIS. Ph.D. Thesis, pp. 59, <http://oa.upm.es/57986/>

The thesis “Adversarial detection games in network security applications with imperfect and incomplete information” deals with security problems in Wireless Sensor Networks. As the number of devices interconnected grows, the amount of threats and vulnerabilities also increases. Namely, in this thesis, we focus on two family of attacks: the backoff attack, which affects to the multiple access to a shared wireless channel, and the spectrum sensing data falsification attack, which arises in networks which try to make a decision about the state of a spectrum channel cooperatively.

First, we use game theory tools to model the backoff attacks. We start by introducing two different algorithms that can be used to learn in discounted repeated games. Then, we motivate the importance of the backoff attack by showing analytically its effects on the network resources, which are not shared evenly as the attacking sensors receive a larger part of the network throughput. Afterwards, we show that the backoff attack can be modeled, under certain assumptions, using game theory tools, namely, static and repeated games, and provide analytical solutions and also different algorithms to learn these solutions.

A problem that arises for the defense mechanism is that it is possible that the agent is able to

adapt to it. We then explore what happens if the agent knows the defense mechanism and acts in such a way that it is able to exploit the defense mechanism without being discovered. As we show, this is a significant threat to both attacks studied in this work, as the agent is able to successfully exploit the defense mechanism: in order to alleviate this attack, we propose a novel detection framework that is successful against such attack.

However, we can even develop attack strategies that do not need the agent to know the defense mechanism: by means of reinforcement learning tools, it is able even to exploit a possibly unknown mechanism simply by interacting with it. Hence, these attack strategies are a significant threat against current defense mechanisms. We finally develop a defense mechanism against such intelligent attackers, based on inverse reinforcement learning tools, which is a generic defense mechanism that does not need to know the attacker policy and it is able to successfully mitigate the attack effects. These are the two most significant contributions of the thesis: a generic attack mechanism able to exploit unknown defense mechanisms, and an intelligent defense mechanism able to detect unknown attacks.



## Tecnologías de Imágenes Médicas. Aplicación en el Caso de la COVID-19

Tecnología | **pág. 5**

Vector de Personas creado por freepik - [www.freepik.es](http://www.freepik.es)

En este número:

**Destacado, 3 | Reseña Editorial, 3**  
**Noticias y Nombramientos, 4 | Tecnología, 5**  
**Proyectos, 10 | Ph.D. Corner, 11**



**POLITÉCNICA**

ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)

# IPTCReview 12

Marzo / Abril • 2020

Boletín del Information Processing  
and Telecommunications Center

---

## SUMARIO

### *Destacado:*

IMUP, un sistema de apoyo a médicos  
y pacientes frente a COVID-19,  
**IPTC, 3**

### *Reseña Editorial, 3*

### *Noticias y Nombramientos:*

Spinoff ZZLabs, **4**

Juan A. Besada, líder de la Task Force  
de Safety del Comité Científico de SESAR, **4**

### *Tecnología:*

Tecnologías de Imágenes Médicas.  
Aplicación en el Caso de la COVID-19,  
**Giorgos Kontaxakis, IPTC, 5**

### *Proyectos:*

Proyecto 5G EVE, **10**

Los Proyectos de Innovación del IPTC  
en EIT Digital 2020, **10**

Los Nuevos Proyectos de I+D  
en Tecnologías Radio, **10**

### *Ph.D. Corner:*

Contributions to Speech and Language  
Processing towards Automatic Speech  
Recognizers with Evolving Dictionaries,  
**Alejandro Coucheiro, IPTC, 11**





## IMUP: Un sistema de apoyo a médicos y pacientes frente a COVID-19

*Universidad Politécnica de Madrid*

El Centro de Investigación en Procesado de la Información y Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid ha desarrollado un servicio para apoyar a médicos y pacientes en la situación actual de pandemia por COVID-19, atendiendo a la urgente necesidad de extender la atención a distancia a personas hospitalizadas, a personas bajo control en cuarentena domiciliaria y a otros colectivos de riesgo.

La aplicación IMUP (del inglés I'm up, "Me Levanto", acrónimo también de Intelligent Manager for Ubiquitous Personal Mobile Care) proporciona a los médicos un servicio de monitorización remota de síntomas a través de los dispositivos móviles de pacientes; y a estos un canal activo y próximo de comunicación. A diferencia de los dos tipos principales de aplicaciones móviles desarrolladas para COVID: las que facilitan el seguimiento (localización y relación) de personas para control de la evolución de la epidemia y las que facilitan el autodiagnóstico, IMUP pertenece a un tercer tipo, genuinamente asistencial.

De forma resumida, el servicio permite que un paciente, a través de su teléfono móvil, reporte síntomas y comentarios de manera sencilla a su médico, proactivamente o como respuesta a notificaciones que se le envían varias veces al día. A través de un panel de control, el médico que eva-

lúa al paciente puede analizar la evolución de sus síntomas, mediante gráficas, indicadores y otras ayudas, valorar su estado y evacuar consultas y recomendaciones. El médico también cuenta con una vista adaptada a su propio dispositivo móvil, con implementaciones tanto para Android como iOS. La gestión de los usuarios de IMUP se realiza de forma controlada, no intrusiva y con todas las garantías de seguridad y privacidad.

El servicio permite el apoyo al seguimiento de pacientes hospitalarios dentro y fuera de los horarios y espacios habituales y también la monitorización por los profesionales de Atención Primaria y de Residencias de Mayores.

IMUP ha sido diseñado y desarrollado por un equipo de investigación del Information Processing and Telecommunications Center de la UPM, en colaboración con médicos especialistas de la Comunidad de Madrid. Sin ánimo de lucro, se ha implementado como contribución de la Universidad Politécnica de Madrid a la causa común contra el COVID-19 y preparado para ser utilizado en otros servicios, hospitales y servicios de atención.

### Más información:

Information Processing  
and Telecommunications Center

<https://www.iptc.upm.es>

[iptc@iptc.upm.es](mailto:iptc@iptc.upm.es)

## ● RESEÑA EDITORIAL

*José Ramón Casar, IPTC*

La irrupción desbocada de este coronavirus ha trastocado los planes de las organizaciones y las vidas de las personas. Sin duda, nada será comparable a la inmensa tragedia de los ciudadanos que están perdiendo sus vidas. De la situación angustiosa de los que, habiendo perdido sus ingresos, se encuentren que, en días, no dispondrán de los mínimos recursos esenciales para sí y sus familias, deberíamos ocuparnos inmediata y generosamente todos como sociedad y cada uno de nosotros como personas. Y en la responsabilidad de recuperar, cuanto antes y para todos, los mismos u otros dignos modos de vida, debiéramos implicarnos sin dilación todos aquellos que podemos aportar algo, desde la tecnología, la economía o la educación.

Todo lo demás, subsanable o no, se antoja ahora perfectamente secundario. Todas las actividades colectivas (y algunas cooperativas) en nuestro IPTC previstas para la primavera de este año han tenido que ser suspendidas (posiblemente pospuestas). Entre otras, la Jornada anual del Centro que íbamos a celebrar el 5 de junio, el ISIP 2020: The 14<sup>th</sup> International Workshop on Information Search, Integration and Personalization, que se organizaba por nuestro Centro por primera vez en España o el Workshop on Spoken Dialog System Technology, que coorganizaba nuestro GTH-IPTC.

Doy por supuesto que recuperaremos estos eventos (o no). No me parece esencial ahora. Lo urgente me parece ahora pensar en cómo podría ser nuestra aportación a la superación de esta crisis, desde nuestro compromiso colectivo con la innovación que genera empleo y bienestar y con la ciencia y la tecnología que aportan soluciones de valor tangible.

## Comienza el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos

El próximo curso, con la denominación de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos, comienza la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación a impartir un Grado en Datos, que abarcará desde la formación fundamental en Ciencia de Datos hasta los aspectos más avanzados de la moderna Ingeniería de Datos y Sistemas. Con un perfil profundo y práctico, revisando desde los Fundamentos Matemáticos y Estadísticos hasta las Arquitecturas de Big Data y las técnicas de Aprendizaje e Inteligencia Artificial, formará profesionales capaces de abordar los problemas actuales y futuros relacionados con la Toma de Decisiones, las Ingenierías de la Información y las Comunicaciones y la Empresa y la Economía, en general.



### PREMIOS Y NOMBRA- MIENTOS

*Juan A. Besada, líder  
de la Task Force  
de Safety CC-SESAR*

El prof. Juan Alberto Besada ha sido designado líder de la *Task Force de Safety* del Comité Científico de la *European Sky ATM Research Joint Undertaking* (SESAR), la gran iniciativa europea de modernización de la Gestión del Tráfico Aéreo Europeo, basado en la noción de *trajectory-based operations* (TBO), y que desde un horizonte 2035 apunta hacia 2050.



### ► NOTICIAS

#### ► Spinoff ZZLabs

Mateo Cámara y Mario Miravete, dos recién egresados del M.Sc. in Signal Theory and Communications, el Máster de la ETSIT-UPM especializado en Datos, han fundado junto con otros ex-estudiantes de la Escuela, la start-up ZZ Data Labs, especializada en aplicaciones de la Ciencia e Ingeniería de Datos en diversos sectores. En las últimas semanas han volcado su esfuerzo en predecir en diversos escenarios los efectos de COVID-19, principalmente en la faceta sanitaria, pero también en la económica (evolución del PIB). Mateo y Mario comienzan ahora sus estudios de doctorado con Grupos del IPTC y ZZ Data Labs apunta a que pueda ser una start-up estratégica que pueda llevar a la sociedad avances tecnológicos e innovaciones desarrolladas en nuestro Centro de I+D.



## Tecnologías de Imágenes Médicas. Aplicación en el Caso de la COVID-19

Giorgos Kontaxakis, GTIB-IPTC

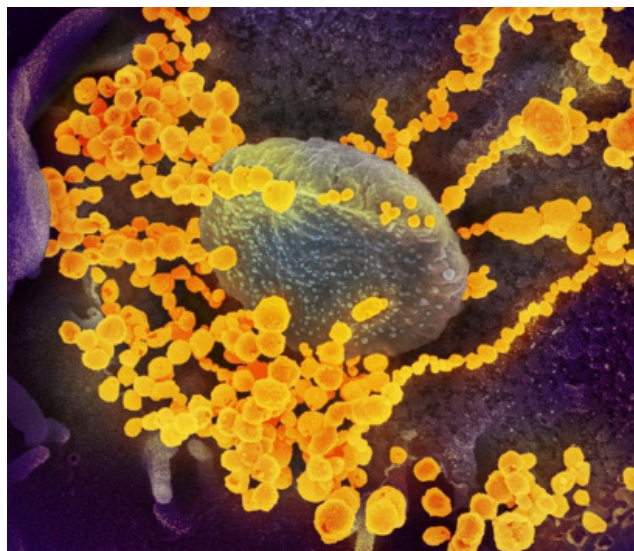
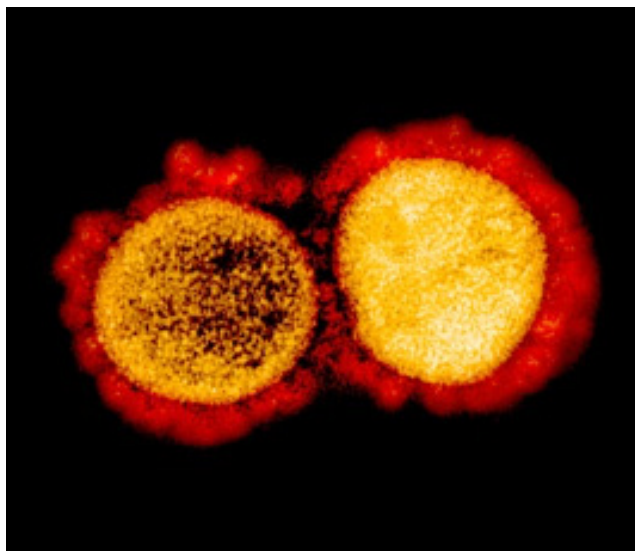


Figura 1. (A): Imagen de microscopía electrónica de transmisión de partículas del virus SARS-CoV-2 aisladas de un paciente. Se observan claramente las protuberancias que sobresalen de la cobertura del virus y en una visualización como esta le otorgan una forma de corona. (B): Imagen microscópica coloreada muestra partículas del virus SARS-CoV-2 (en amarillo) emergiendo de una célula de tejido humano en cultivo. El donante del tejido ha sido un paciente de COVID-19 en los EEUU el pasado febrero. Imágenes del Integrated Research Facility (IRF), National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID), Fort Detrick, Maryland, EEUU.

El inicio de la pandemia en Wuhan, China, a finales del 2019, literalmente ha cambiado la vida en este planeta. La **ciencia**, la **tecnología** y la **innovación** se han erigido como armas poderosas en la lucha contra un enemigo invisible: la enfermedad COVID-19 causada por el nuevo coronavirus del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2, por sus siglas en inglés), que ha registrado más de tres millones de casos notificados en todo el mundo. En España son aproximadamente 225.000 los casos de enfermos confirmados, 23.000 de ellos fallecidos, durante el período que cubre este boletín.

Los grandes avances en las **tecnologías de imagen biomédica** de las últimas décadas, han permitido que en la pandemia actual seamos capaces de visualizar a este enemigo empleando técnicas de imagen avanzadas, como la microscopía electrónica (Figura 1). Imágenes de alta resolución y contraste del SARS-CoV-2, publicadas por el National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID) de los EEUU, son espectaculares y fantasmagóricas. Además, el avance de las ciencias biomédicas ha permitido obtener un conocimiento

muy detallado sobre la forma en la que este tipo de virus ataca a las células y órganos vitales.

El IPTC cuenta con grupos de investigación de dilatada trayectoria científica en este tipo de tecnologías de imagen y con contribuciones significativas, tanto a nivel de investigación, como a nivel de desarrollo de soluciones innovadoras aplicadas. Una categoría importante de estas tecnologías es la referente a las modalidades clínicas principales para el diagnóstico y monitorización del proceso terapéutico. Dado que el SARS-CoV-2 causa una infección respiratoria aguda, estas modalidades de imagen son naturalmente, la **radiografía (Rx) de tórax** y la **tomografía computarizada**, CT por las siglas en inglés de “computerized tomography”, conocida en España como TAC (“tomografía axial computarizada”) o simplemente, “escáner”.

La radiografía utiliza una dosis muy pequeña de radiación ionizante (rayos X) para producir imágenes bi-dimensionales. Es decir, proyecta en un plano (placa) todas las estructuras internas que se encuentran en el camino de la radiación, pero sin posibilidad de ofrecer una localización



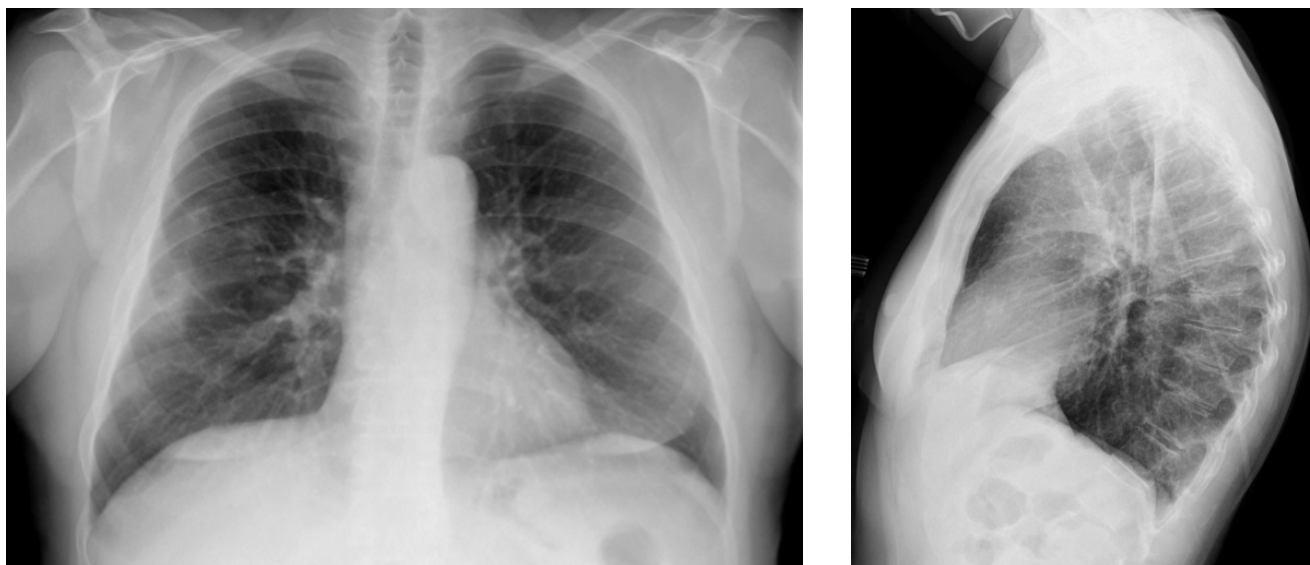


Figura 2. Radiografías de tórax con lesiones compatibles-sugestivas de COVID-19 (opacidades focales). Fuente: Dr. Jordi Català Forteza, Servicio de Urgencias del Consorci Sanitari Integral.

tridimensional de los órganos, estructuras y/o artefactos de interés. Es una exploración rápida, que puede realizarse hoy con equipos portátiles y especialmente útil para diagnósticos de urgencia o tratamientos de emergencia. La radiografía de tórax se utiliza para evaluar el corazón, la pared torácica y los pulmones, en cuyo caso puede ayudar a diagnosticar y monitorear el tratamiento de una variedad de condiciones como la neumonía, el enfisema o el cáncer. En la Figura 2 se muestran dos ejemplos de radiografías de tórax con lesiones sugestivas-compatibles con COVID-19.

La CT también utiliza rayos X y es una prueba de diagnóstico para obtener imágenes transversales del interior del cuerpo. Los aparatos CT son más complejos y realizan, en un tiempo muy corto, un gran número de radiografías alrededor del cuerpo del sujeto. Un ordenador debe procesar este gran conjunto de datos y aplicar sobre ellos sofisticados algoritmos matemáticos para generar las imágenes tomográficas (ver Figura 3), que permiten visualizar con excelente precisión anatómica órganos, tejidos y huesos del interior del cuerpo. En contraste, la radiografía, incluso en su formato digital actual, no necesita un procesamiento sofisticado ya que opera de forma similar a una cámara fotográfica.

Las referencias sobre el uso de la CT o de la radiografía de tórax para el diagnóstico de la COVID-19 en el inicio de la pandemia se basan en general en estudios publicados en China. Pero la información cambia diariamente con el conocimiento que se genera principalmente en base a evidencias, y muchos estudios publicados no están

completos o actualizados. Los hallazgos radiológicos en los estudios torácicos son además inespecíficos, solapándose con los de otras infecciones. Según recomendaciones recientemente publicadas por la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM), las radiografías de tórax se realizan en servicios de urgencias si existe sospecha de infección por COVID-19, en unidades de cuidados intensivos (UCI) si el intensivista lo cree conveniente, o en pacientes hospitalizados si muestran empeoramiento clínico relevante, estancamiento clínico a la finalización del tratamiento o al alta, tras la recuperación en planta después de haber sido ingresados en UCI.

La SERAM no recomienda el uso de CT o de radiografía de tórax para el diagnóstico de la COVID-19. Este se realiza en laboratorio mediante pruebas de reacción en cadena de la polimerasa de transcripción inversa (RT-PCR), técnica que, de momento, constituye el patrón de oro para esta tarea. Según uno de los primeros estudios publicados por equipos clínicos chinos<sup>1</sup>, que fue realizado en un plazo de 3 días desde la admisión al hospital, la sensibilidad de la CT (capacidad del método de identificar correctamente los casos de pacientes infectados por COVID-19) fue del 98% en comparación con la sensibilidad de RT-PCR que fue del 71%. Este dato ha sido confirmado por estudios similares realizados en Europa, como un estudio italiano<sup>2</sup> que, por otro lado, determinó que la especificidad de la CT (es decir, su capacidad de

<sup>1</sup> <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200432>

<sup>2</sup> <https://doi.org/10.1148/radiol.2020201237>

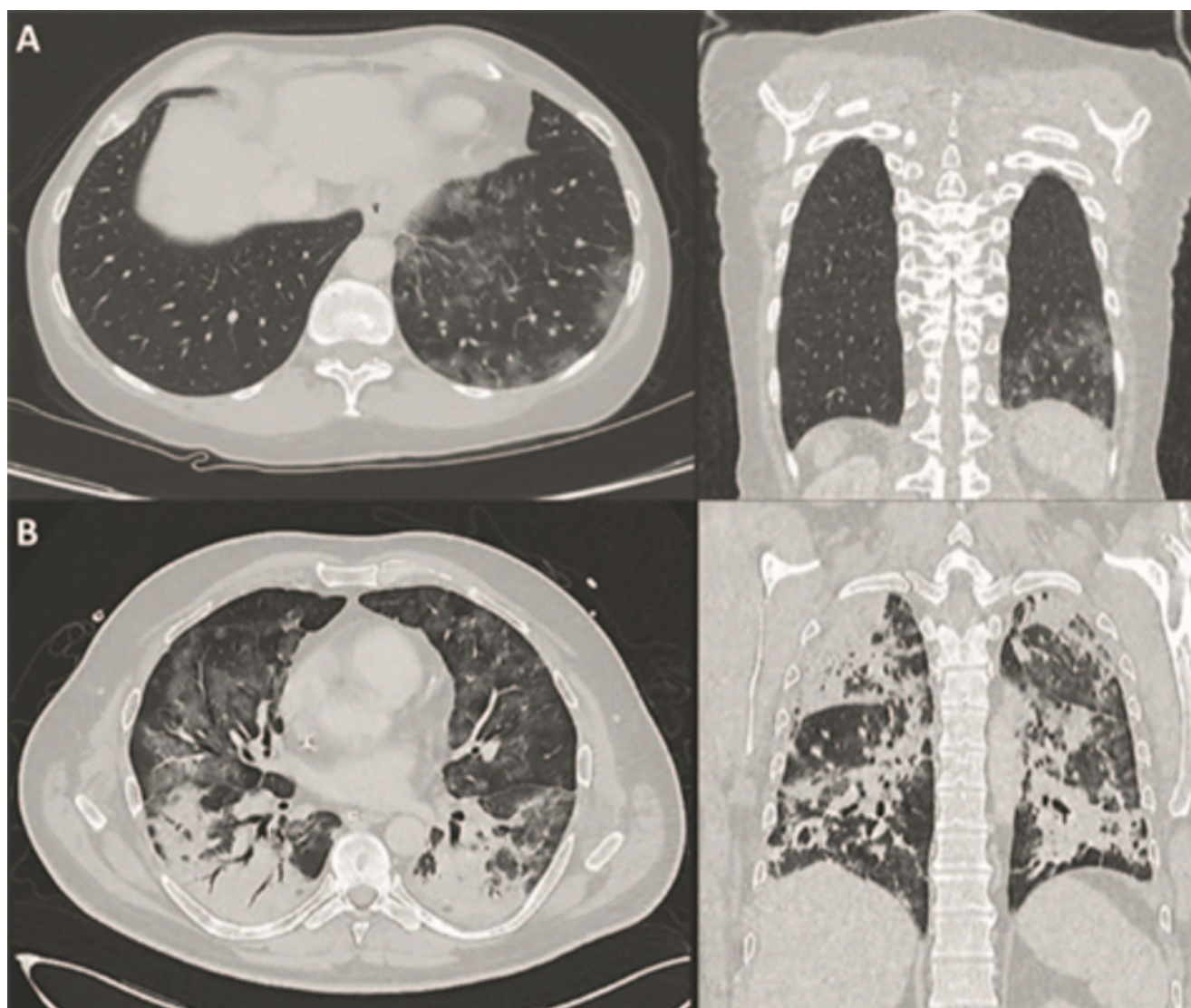


Figura 3. Imágenes CT de tórax de dos pacientes con manifestaciones pulmonares COVID-19. (A): Hallazgo incidental de la infección por SARS-CoV-2 en una mujer asintomática de 60 años confirmada por RT-PCR (muestra “opacidades periféricas de vidrio deslucido” en segmentos basales del pulmón derecho); (B): Hombre de 51 años positivo al SARS-CoV-2 y hospitalizado en una unidad de cuidados intensivos (muestra pronunciada afectación bilateral). Imágenes: revista Nuklearmedizin.

identificar correctamente los sujetos sanos o no COVID-19) es bastante baja (56%). Esta baja especificidad se deriva de la dificultad para distinguir los hallazgos de COVID-19 de otras enfermedades. Un estudio retrospectivo<sup>3</sup> sobre los casos de 121 pacientes sintomáticos destaca que, el 56% de los pacientes en fase sintomática temprana tienen CT torácica normal, por lo tanto, una CT torácica tiene una sensibilidad limitada (y en consecuencia, un valor predictivo negativo) en la fase sintomática temprana, por lo que puede ser poco fiable para apoyar el diagnóstico de COVID-19 en estos casos. Además, según un estudio norteamericano<sup>4</sup>

se encontró que las radiografías obtenidas de un conjunto de 636 pacientes de COVID-19 confirmados y sintomáticos, han sido normales en un 58,3% y normales o ligeramente anormales en el 89% de ellos. Por lo tanto, una simple radiografía de tórax tampoco puede ofrecer una garantía de que COVID-19, u otra enfermedad pulmonar, no esté presente.

La CT torácica puede mostrar hallazgos, incluso cuando el resto de pruebas analíticas son negativas, como comentamos antes. Esto le otorga un papel importante en la graduación de la severidad de la enfermedad, la monitorización del proceso terapéutico, así como, en la prevención de la propagación de la COVID-19. Adicionalmente, se ha visto que los pacientes que ingresan en las UCI presentan en general ciertos hallazgos en la CT

<sup>3</sup> <https://doi.org/10.1148/radiol.202000463>

<sup>4</sup> <https://www.jucm.com/documents/jucm-covid-19-studyepub-april-2020.pdf>

torácica, mientras que aquellos con mejor estado general suelen presentar otros tipos de hallazgos. La alta correspondencia de los hallazgos por imagen con la evolución clínica del paciente es también significativa, y la evolución del estado clínico de algunos pacientes, que a veces muestran un empeoramiento súbito a nivel sintomático, puede monitorizarse mejor con este tipo de pruebas de imagen. Por otro lado, hay que considerar también que tests del tipo RT-PCR pueden resultar negativos, y la infección por COVID-19 se diagnostica en base al cuadro clínico del paciente, resultados de análisis en laboratorios y características detectadas en CT torácico u otros procedimientos de imagen. Como ejemplo, la persona fallecida por COVID-19 con menor edad en Grecia hasta el momento, un varón de 35 años, resultó negativo a los dos primeros tests RT-PCR.

En la situación actual, las diversas modalidades de imagen médica están intentando buscar su sitio y contribución en la gestión de esta pandemia. Aunque comentamos que la valoración clínica del parénquima pulmonar se apoya principalmente en la radiografía de tórax y ocasionalmente en la CT, existe también la alternativa de la **ecografía torácica**, una alternativa muy versátil como herramienta diagnóstica con resultados inmediatos, sin ningún efecto ionizante y con un alto poder discriminativo. La ecografía pulmonar podría ser de gran utilidad debido a su seguridad, repetibilidad, inocuidad y posibilidad de usarla a pie de cama del paciente. De esta forma, según lo que ha publicado la Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos, “la ecografía permite tomar decisiones rápidas en situaciones de emergencia, evaluar la respuesta a procedimientos terapéuticos y maniobras ventilatorias, vigilar la evolución de distintas enfermedades y complicaciones pulmonares y, todo ello sin necesidad de trasladar al paciente y sin perder nivel de monitorización.” Por lo tanto, es importante mencionar la contribución de la ecografía pulmonar especialmente cuando la infraestructura adecuada (aparatos CT, equipos de radiografía) no está presente en los espacios acondicionados como hospitales de campaña.

Por otro lado, **la imagen por resonancia magnética** (MRI por sus siglas en inglés) es una técnica que utiliza potentes campos magnéticos y ondas de radio para crear imágenes de alta resolución de diversos órganos del interior del cuerpo y no emplea radiación ionizante. En el caso del tórax, la MRI se emplea principalmente para evaluar masas anormales, como cáncer, y para determinar el tamaño, extensión y grado de diseminación hacia las estructuras adyacentes. La utilidad de imágenes de esta modalidad en casos

de infección por COVID-19 no está establecida, aunque se han publicado recientemente hallazgos indicativos de la presencia de la enfermedad en pacientes sometidos a esta prueba por distintas razones médicas.

Aparte de las modalidades de imagen (predominantemente) anatómica, como las mencionadas anteriormente, contamos con **técnicas de imagen molecular**, como la **tomografía por emisión de positrones** (PET, por sus siglas en inglés) o la **tomografía computarizada por emisión de fotón único** (SPECT), que proporcionan información a nivel celular y molecular. Estas modalidades, en vez de emplear energía externa (ondas electromagnéticas o ultrasonidos) usan un agente para formar la imagen que es introducido dentro del organismo, se incorpora específicamente a un tejido, órgano o proceso molecular determinado y es detectado mediante un dispositivo externo, como una gamma-cámara o un tomógrafo PET. Las imágenes producidas proporcionan información funcional de un órgano o de un sistema a nivel celular y molecular. Especialmente, las versiones híbridas de estas técnicas en combinación con CT o MRI, como la PET/CT o PET/MRI, son capaces de visualizar y medir estos procesos funcionales con una localización precisa sobre imágenes anatómicas, y además, seguir en tiempo real estos procesos fisiológicos en el cuerpo.

Estas modalidades de imagen médica tienen aplicación desde el diagnóstico en etapa más temprana y el desarrollo de terapias más efectivas, hasta la personalización del tratamiento terapéutico. El agente de contraste más habitual en PET/CT es la F-18-FDG (una molécula de glucosa marcada con fluor-18) que muestra zonas de hiper-metabolismo, como suelen ser los procesos oncológicos. Como método de diagnóstico por imagen, PET/CT con F-18-FDG desempeña un papel importante en la evaluación de enfermedades pulmonares infecciosas e inflamatorias, incluida la detección de segmentos pulmonares implicados, la estimación de la extensión de la afectación pulmonar, la monitorización del progreso de estas enfermedades y del efecto del tratamiento aplicado, y contribuye a la optimización de la gestión personalizada de cada paciente. Muy recientemente se han publicado<sup>5</sup> resultados de exploraciones PET/CT a pacientes oncológicos, asintomáticos de COVID-19 en el momento del estudio, que han indicado presencia de inflamación atípica en los pulmones, posteriormente confirmada como consecuencia de infección por COVID-19.

<sup>5</sup> <http://jnm.snmjournals.org/content/early/2020/04/01/jnu-med.120.246256.full.pdf+html>



En cualquier caso, procedimientos de imagen nuclear no son de momento indicados para la diagnosis de COVID-19 y son mucho más complejos que la realización de una radiografía. Lo mismo ocurre con el empleo de MRI, la cual, además de no indicarse específicamente para casos de infecciones pulmonares, supone un manejo complejo del aparato y especiales dificultades en el proceso de su desinfección. La MRI requiere además ciertas restricciones importantes (ej., uso de mascarillas de protección sin metal) y únicamente puede emplearse en pacientes libres de cualquier elemento metálico en su cuerpo o de dependencia de otros aparatos médicos.

Aunque la “zona cero” del ataque del SARS-CoV-2 son claramente los pulmones, su asalto generalizado al organismo puede extenderse a muchos otros órganos vitales, como el corazón y los vasos sanguíneos, los riñones, el intestino y hasta el cerebro, con consecuencias en algunas ocasiones devastadoras. Por ejemplo, se ha observado<sup>6</sup> recientemente una tendencia a la coagulación de la sangre, que puede transformar algunos casos leves en emergencias potencialmente mortales, o una sobre-respuesta del sistema inmunitario que puede agravar los peores casos y sugerir incluso un tratamiento con medicamentos inmunosupresores. Por otro lado, se han observado bajos niveles de oxígeno en sangre incluso en pacientes que no están jadeando para respirar. Varios médicos aconsejan, por lo tanto, tomar **un enfoque más orientado a sistemas** en vez de centrarse en el daño a determinados órganos vitales, que puede ser beneficioso para pensar en terapias integrales contra la COVID-19.

En estos casos, y ante una estrategia integral de seguimiento y monitorización del progreso de la enfermedad, es posible aunar las prestaciones y capacidades de las diversas modalidades de imagen biomédica. El aumento de los datos recibidos por todas estas exploraciones médicas realizadas además de forma repetida, hace necesario combinarlos con otros datos adquiridos por procedi-

mientos clínicos, genéticos o epidemiológicos para extraer conclusiones.

Además, aun está aumentando el número de pacientes con COVID-19 en el mundo. En estas dramáticas circunstancias, investigadores y médicos cuentan hoy con una nueva herramienta, la **inteligencia artificial**. Claramente no hay comparación entre el tiempo necesario para realizar un informe de una CT de forma manual – unos 15 minutos– y hacerlo en pocos segundos con una aplicación automática e inteligente. Por lo tanto, el análisis automatizado de imágenes con técnicas de inteligencia artificial tiene el potencial de optimizar el papel de las principales modalidades de imagen médica en el diagnóstico, evaluación y monitorización de pacientes COVID-19 al permitir una valoración precisa y rápida de la infección en un gran número de pacientes. Actualmente hay multitud de iniciativas dirigidas a desarrollar este tipo de aplicaciones de diagnóstico con inteligencia artificial en muchas instituciones académicas en todo el mundo<sup>7</sup>, como nuestra universidad. De momento, y dada la situación de alarma, la mayoría de estas iniciativas se desarrollan de forma muy limitada y sin financiación adecuada

Por último, una nueva herramienta se está sumando en el arsenal de los científicos que investigan los efectos de la pandemia de la COVID-19 utilizando datos a partir de imágenes biomédicas. La **radiómica** está basada en el análisis multivariante de grandes cantidades de biomarcadores de imagen extraídos a partir de procesamiento de imágenes CT, PET/CT o MRI, con el objetivo de encontrar una relación con un diagnóstico o un procedimiento terapéutico eficaz. Esta herramienta puede aprovechar los avances en las aplicaciones de la inteligencia artificial para ofrecer un mayor rendimiento de las pruebas clásicas de imagen.

Cabe esperar que pronto los científicos podrán contar con nuevas y potentes herramientas basadas en tecnologías de imágenes biomédicas para entender mejor la nueva enfermedad y apuntar hacia mejores maneras de combatirla.

<sup>6</sup> <https://www.sciencemag.org/news/2020/04/how-does-coronavirus-kill-clinicians-trace-ferocious-rampage-through-body-brain-toes>

<sup>7</sup> <https://imagingcovid19ai.eu/>

## **5G EVE Project: 5G European Validation platform for Extensive trials**

*IP: Federico Álvarez, IPTC*

Within the framework of the Joint Research Unit (JRU) established between Telefónica and UPM, through IPTC, the Center has signed a new and important collaboration within the 5G EVE project, for the validation and large-scale experimentation of 5G technology. The responsibility on the part of IPTC falls on the GATV-IPTC.

5G EVE: The objective of EVE is to create the foundations for a pervasive roll-out of end-to-end 5G networks in Europe, by offering vertical industries and all 5G-PPP Phase3 projects a set of facilities to validate their network KPIs and their services. Representatives of these vertical industries are directly involved as partners of 5G-EVE to contribute to the design of the end-to-end 5G services, and to provide early assessment.

The 5G-EVE end-to-end facility consists of the interconnection of four 5G-site-facilities (France, Spain, Italy and Greece).

The 5G-EVE facility will enable experiments with: (a) heterogeneous access, including NR, licensed/unlicensed spectrum, advanced spectrum management; (b) Mobile Edge Computing, backhaul, core/service technologies; and (c) means for site-interworking and multi-site/domain/technology slicing and orchestration.



5G-EVE will impact standards, and has the potential for ensuring the sustainability of the facility beyond the project lifetime, therefore becoming a cornerstone of the 5G PPP program and beyond.

## **The IPTC Innovation Projects at EIT Digital – 2020**

The following innovation projects are being funded in 2020 by EIT Digital to various groups of the IPTC-UPM.

### **AR/VR for digital twins in airports**

**Partners:** IPTC-UPM, KTH, AGS and Ci3

**Topic:** Fiware technology to support the deployment of AR/VR modules in digital twin concepts

### **Dronesurance**

**Partners:** IPTC-UPM, Bright Cape, Achmea, Eurapco and NOW

**Topic:** Algorithms and concepts for risk evaluation in drone-based operations

### **Kiwave**

**Partners:** IPTC-UPM, Engineering and Telefónica

**Topic:** Tools for kidney patients at risk of overhydration

## **New IPTC R&D Projects in the area of Radio Technologies**

### **Viability Study & Validation of Reflect-Arrays at mm-wave (extension)**

**IP:** José Antonio Encinar, GEA-IPTC

**Contractor:** Metawave Corporation

### **MMIC Design for Mustang GH15**

**IP:** Jesús Grajal, GMR-IPTC

**Contractor:** INDRA



## Contributions to Speech and Language Processing towards Automatic Speech Recognizers with Evolving Dictionaries

Alejandro Coucheiro

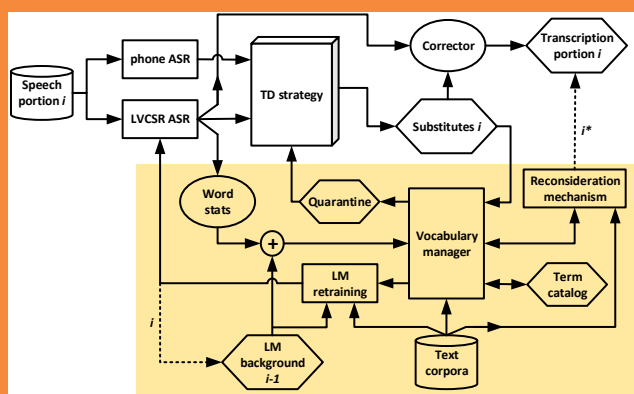


Figura. Arquitectura de la estrategia de vocabulario dinámico propuesta.

Los reconocedores automáticos de habla ofrecen a día de hoy un rendimiento muy notable en múltiples y complicadas tareas. Esto ha propiciado su incorporación en aplicaciones de usuario que ya empleadas con cierta asiduidad, pudiendo realizar desde tareas tan simples como un dictado o búsquedas web, hasta más complejas como las que involucran diálogos para configurar, por ejemplo, dispositivos domésticos programables.

Las condiciones acústicas y lingüísticas del habla que sirve de entrada a estos sistemas pueden variar enormemente de una fuente a otra, lo cual exige un notable trabajo para mejorar los modelos acústicos y de lenguaje que estos sistemas emplean. Centrándonos en la parte lingüística, el esfuerzo se centra en cómo gestionar la gran cantidad de temáticas y dominios distintos que están presentes en el habla. Más allá de una solución de fuerza bruta, en la cual emplearíamos un vocabulario y un modelo de lenguaje gigantesco para tratar de enfrentarnos con cierto éxito a cualquiera de estos escenarios, resultan más interesantes los sistemas que pueden restringir sus capacidades de modelado para reconocer con gran precisión ciertos tópicos o dominios.

Una restricción del lenguaje que fuera variable en el tiempo, manteniendo una sintonización del modelo con las características del habla de cada momento, ofrecería a los sistemas de reconocimiento una capacidad de adaptación enfocada a alcanzar un rendimiento óptimo.

Este trabajo de tesis se centra en una adaptación automática y no supervisada al habla de cada momento, y que por tanto no requiera de una identificación explícita de las temáticas discutidas. En su lugar, se pretende que la adaptación esté dirigida por el vocabulario que está siendo empleado en el habla, para de este modo tratar de sintonizar convenientemente los diccionarios de los sistemas de reconocimiento.

Aparte de las palabras dentro-del-vocabulario (In-Vocabulary, IV) que pudiéramos transcribir del habla, nos interesan más las palabras que no estuvieran ya presentes en el vocabulario de los sistemas, conocidas como palabras fuera-del-vocabulario (Out-Of-Vocabulary, OOV), ya que su aparición puede indicar implícitamente cambios de tópico o dominio. Así, proponemos estrategias para resolver palabras OOV en el habla y, en último término, aprender su sintaxis y semántica para que puedan ser introducidas convenientemente en los sistemas de reconocimiento.

Tales estrategias pueden dividirse en dos niveles de operación, uno que funciona a un nivel estático y local, y otra que funciona a nivel dinámico y evolutivo. Las hemos llamado estrategia de Descubrimiento de Términos (Term Discovery, TD) y estrategia de vocabulario dinámico, respectivamente, y ambas interactúan en la manera que se indica en la figura.

Las estrategias propuestas han sido evaluadas en marcos de experimentación realistas, en los cuales hemos logrado mejoras significativas sobre los sistemas de referencia para ambas estrategias.





ETSI Telecomunicación  
Avda. Complutense 30  
[www.iptc.upm.es](http://www.iptc.upm.es)