

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

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 procesado 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 “tecnoeconomía” 5G. Una tecnoeconomía 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.



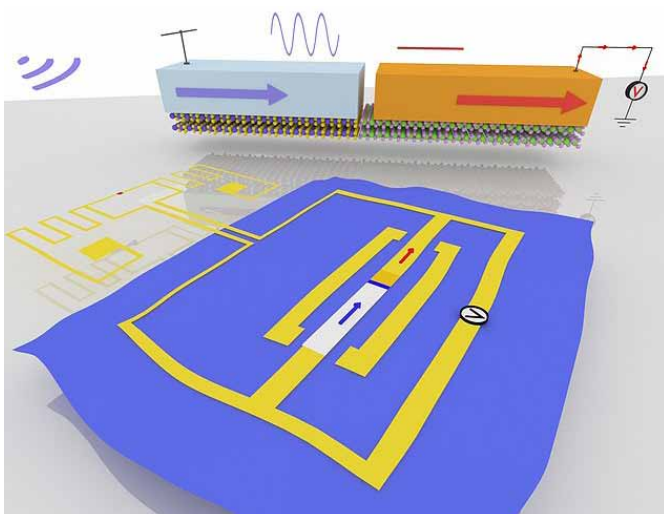
Wireless Energy Harvesting

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 nanovatios 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 MoS₂-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

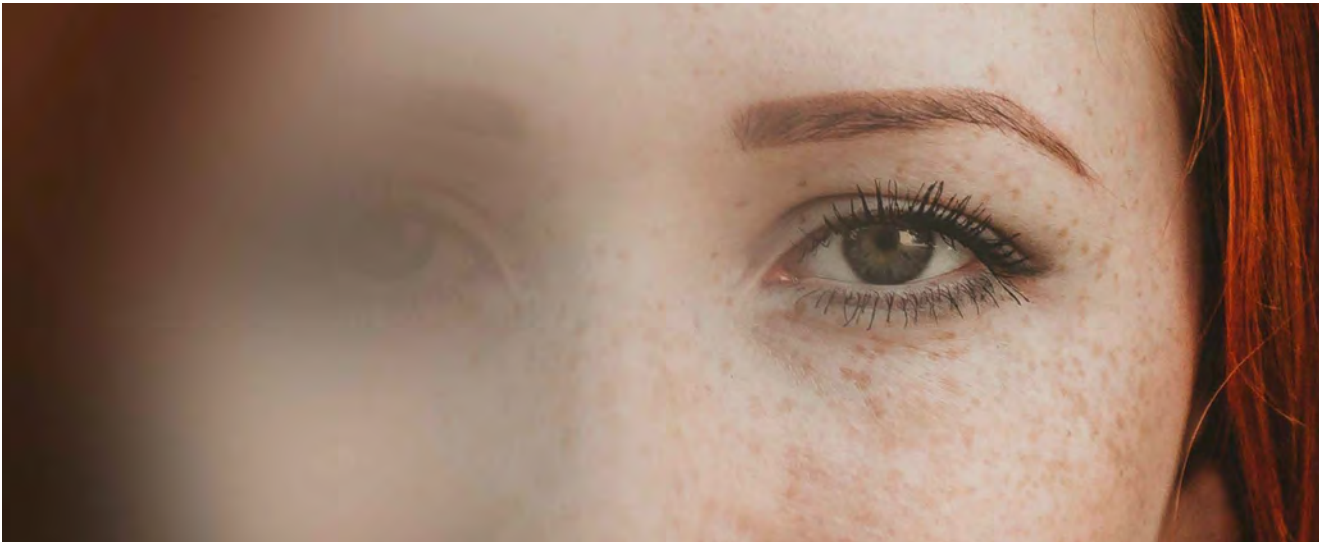
Improving healthcare Management through service design and Patient empowerment and Collaboration Technologies. Co-located to PervasiveHealth 2019, May 20-30. Trento, Italy. Submission deadline: March 15 2019. More info at: <http://pervasivehealth.org/workshop-impact/>





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) o la astronomía (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 descodificación 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: vídeo 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-

arial, 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 Corredera, 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.