

Proyecto: Aprendizaje automático para comunicaciones

Profesor: M^a Carmen Aguayo Torres (aguayo@ic.uma.es)

Descripción:

Las técnicas de aprendizaje automático están permitiendo nuevas formas de trabajo en diversos ámbitos. Aplicadas a la comunicación permiten, por ejemplo, pensar en una estimación de canal como una imagen en la que, en vez de alto y ancho, tuviésemos tiempo y frecuencia y, a partir de unos pocos trozos (las muestras que se toman) quisiésemos recuperar la imagen (predicción de canal) completo. Otras posibilidades son también emplear aprendizaje profundo para la decodificación de canal, mecanismos sofisticados de regresión para modelar la probabilidad de error, métodos de clasificación para seleccionar el número deseable de antenas, etc.

El alumno se incorporaría a un grupo que realiza ya trabajos en este ámbito en algún tema de su interés en escenarios de comunicaciones móviles o sobre redes eléctricas.

Proyecto: Procesado digital de contenidos musicales para aplicaciones interactivas de creación y aprendizaje de música

Profesora: Ana M. Barbancho (abp@ic.uma.es)

Descripción:

El objetivo de esta beca de colaboración es el desarrollo de nuevas formas de interactuar con la música, ya sea para crear música, escuchar, aprender o jugar con ella. Por señales musicales se podrá entender tanto ficheros de audio como partituras. Los desarrollos a realizar podrán ser puramente software o podrán tener componente hardware, según los intereses del alumno que solicite la beca de colaboración. En el caso de trabajar en desarrollos software, existirá la alternativa de programar en MATLAB con un ordenador o trabajar con diferentes plataformas de desarrollo para móviles. En el caso de decantarse por proyectos con componente hardware, se hará uso de Raspberry Pi, Arduino o plataformas similares, para crear prototipos de aplicaciones finales. Algunos de los demostradores desarrollados podrán llegar a exhibirse en el Museo Interactivo de la Música de Málaga (MIMMA).

Proyecto: Procesado de señales de electroencefalografía (EEG) en relación con señales musicales.

Profesora: Isabel Barbancho (ibp@ic.uma.es)

Descripción:

El objetivo de esta línea de investigación es estudiar como la actividad cerebral se ve afectada por la música que oímos. Para ello se trabajará con señales de encefalografía obtenidas de sujetos sanos mientras están escuchando piezas musicales de diferentes géneros y estilos (clásica, pop, rock, etc.). La señal musical deberá ser caracterizada mediante técnicas de extracción de información musical (MIR) y las señales de EEG deberán ser procesadas para obtener información sobre características relevantes de las mismas. El objetivo del estudio será saber si la persona conocía previamente la pieza musical, qué sentimiento le ha evocado (alegría, tristeza, indiferencia), si le ha gustado o no, si la sabe tocar con un cierto instrumento musical, etc.

Proyecto: Procesado de señales de electroencefalografía (EEG) en relación con el lenguaje

Profesor: Lorenzo J. Tardón (lorenzo@ic.uma.es)

Descripción:

El objetivo de esta línea de investigación es estudiar como la actividad cerebral se ve afectada por el sonido de la voz hablada. Para ello, se prepararán grabaciones de textos, en diferentes idiomas, leídos por diferentes personas o sistemas de síntesis de voz y se grabarán las señales de EEG de sujetos sanos escuchando las diferentes locuciones. El objetivo será, mediante el análisis de las señales de EEG grabadas, saber el grado de entendimiento de la locución escuchada. Para ello se partirá del conocimiento del idioma de la locución (lengua materna, idioma aprendido posteriormente que se habla con fluidez, dificultad al entenderlo, desconocimiento absoluto del idioma, etc.) para extraer conclusiones relevantes en relación, no solo con el procesamiento del sonido, sino también con el lenguaje y el entendimiento.

Proyecto: Desarrollo de sistemas para comunicaciones submarinas con ultrasonidos

Profesores: Unai Fernández (unai@ic.uma.es), Francisco Javier Cañete (francis@ic.uma.es)

Descripción:

Se trata de un proyecto en el que se usan señales acústicas en la banda de ultrasonidos para realizar comunicaciones submarinas inalámbricas entre barcos, vehículos no tripulados, sondas, buzos, etc. Se busca transmitir a la velocidad y calidad suficiente que permita conexiones de vídeo de calidad aceptable sobre un canal de comunicaciones muy hostil, con mucha dispersión y atenuación. Para ello se emplean las técnicas más avanzadas del momento: OFDM (Orthogonal frequency division multiplexing), MIMO (Multiple-Input Multiple-Output), modulación adaptativa, etc. Se diseñarán y probarán simuladores de canal y módems con técnicas de procesado digital de la señal (codificación, modulación, detección, estimación de canal e igualación, sincronización, etc.).

PROYECTO: Propuesta de un enlace FSO/WDM en una red con backhaul basado en plataformas de vuelo.

Profesor: Antonio Jurado Navas (navas@ic.uma.es)

Descripción:

Una de las opciones que la arquitectura 5G contempla para dar soporte a una creciente demanda de servicios consiste en combinar un fronthaul basado en ARoF que se comunica con una red de celda a través de canales inalámbricos en la banda de milimétricas. Estos canales en milimétricas se ven afectados por severas pérdidas de propagación más una atenuación significativa de la señal causada por efectos de difracción y pérdidas por penetración, lo que confiere una mayor importancia a la propagación mediante línea de visión directa (LOS), y obliga a prestar mayor atención a los fenómenos de reflexión y scattering que puede ocurrir en la red. Esto conlleva la aparición de áreas de cobertura de celda más reducidas (small cells), lo que provoca un aumento del número de celdas y nodos en la red móvil. Se prevé que para redes más allá de 5G, se puedan utilizar celdas gobernadas (o bien complementadas) por tecnología basada en comunicaciones ópticas no guiadas (FSO), con una problemática similar. La propuesta que se hace en esta beca de colaboración es la de diseñar y analizar las prestaciones de un enlace FSO con multiplexación por división en longitud de onda (WDM) apoyándose en la presencia de un plano en vertical para el fronthaul/backhaul a partir de las plataformas de vuelo en red (NFP). Las NFPs pueden transportar un elevado volumen de datos al implementar transceptores FSO, proporcionando el acceso a todo tipo de servicios de red. Se aprovecharía su carácter móvil para desplazarse convenientemente en función de las condiciones climáticas imperantes y/o los requisitos de cobertura. Tanto el enganche de las NFPs al núcleo de la red como la conexión a otras NFPs se llevarían a cabo a través de enlaces FSO. Una ventaja añadida de este diseño se observa cuando alguna estación base que da servicio a una small cell no tenga línea

de visión directa con una NFP particular. Para este escenario, dicha estación base podría acceder a la infraestructura de la red a partir de la estación base de una small cell vecina con la cuál sí tenga línea de visión directa (nuevamente, a través de FSO), lo que contribuiría a distribuir el tráfico por la red al tiempo que se garantizan tasas binarias de transmisión muy elevadas.

PROYECTO: Esquemas de modulación espacial para sistemas MIMO masivos.

Profesor: Antonio Jurado Navas (navas@ic.uma.es)

Descripción:

Los elevados valores de tasas de datos y capacidad del sistema que se pedirán a las redes de quinta generación y siguientes no pueden ser alcanzados sin utilizar bandas de frecuencias adicionales. 5G propone la banda de milimétricas, aunque la tecnología basada en comunicaciones ópticas no guiadas (FSO) se apunta como una opción muy atractiva para cubrir esta creciente demanda de datos. Debido a la gran cantidad de datos que deben transportarse a través de enlaces de fronthaul, un despliegue por fibra óptica suele ser considerado como opción de tecnología preferida. Sin embargo, dado que las unidades remotas deben integrarse en entornos urbanos, la conexión por fibra a menudo no es posible, o bien no es deseable por su excesivo coste económico. Además, las RUs móvil (por ejemplo, basadas en drones) no serían compatibles con redes fijas de fibra óptica. En este contexto, se propone analizar la tecnología FSO, no sólo en escenarios punto a punto, sino también punto a multipunto, de manera que se garantice un enrutamiento múltiple y flexible del flujo de datos. Para este fin, se propone utilizar técnicas de modulación espacial para soportar los requisitos de capacidad masiva de los sistemas 5G de próxima generación. La modulación espacial puede verse como un sistema MIMO donde sólo se activarán un conjunto de equipos transmisores (del total que forma el array) para efectuar la transmisión. Estrictamente hablando, sólo un transceptor está activo en cada momento, por lo que a la transmisión de la modulación del símbolo únicamente se añade un bit adicional de información que indica el índice de antena, esto es, qué equipo efectuó la transmisión, lo que evita la interferencia entre múltiples transmisores y simplifica la estructura del transceptor MIMO. Analizado este primer punto, en esta beca de colaboración se desea generalizar este contexto aprovechando que cada array de antenas contará con un mínimo de 64x64 antenas (valor típico en 5G; mucho mayor en 5G+), para permitir que sean varios los equipos transmisores que simultáneamente estén enviando información y, de esta forma, aumentar el régimen binario a alcanzar por el sistema preservando la eficiencia espectral y energética del sistema.

Proyecto: Línea de Investigación : Fotónica Integrada/ Integrated Photonics

Profesores: Iñigo Molina Fernández (imf@ic.uma.es), Gonzalo Wangüemert Pérez (gonzalo@ic.uma.es), Alejandro Ortega Moñux (aom@ic.uma.es), Robert Halir (robert.halir@ic.uma.es), José de Oliva Rubio (oliva@ic.uma.es), Pedro Reyes Iglesias (reyes@ic.uma.es), Rafael Godoy Rubio (faligr@ic.uma.es).

Más información: <http://www.photonics-rf.uma.es>

Descripción:

En analogía con la electrónica, que se ocupa de la manipulación de electrones, se denomina fotónica a la rama de la ciencia que estudia la generación, manipulación y detección de la luz (fotones). El espectro electromagnético que cubre es muy amplio. En orden creciente de longitudes de onda (λ), abarca el ultravioleta (λ : 0.01-0.38 μm), visible (λ : 0.38-0.78 μm), infrarrojo cercano (λ : 0.78-2 μm), infrarrojo medio (λ : 2-50 μm) e infrarrojo lejano (λ : 50-1000 μm). Del mismo modo que ocurrió con los circuitos electrónicos integrados, la fotónica integrada (*Photonics Integrated Circuits, PIC*) tiene por objetivo la integración en un solo chip de todos los dispositivos y bloques funcionales necesarios para el procesado de la luz. La mayor eficiencia energética, el menor tamaño de los dispositivos y, sobre todo, las mayores velocidades de transmisión y procesamiento que ofrece la tecnología fotónica frente a la tecnología electrónica, la convierten, como establece la propia Unión Europea, en una de las tecnologías claves del siglo XXI (*Key Enabling Technology*). En el campo de las comunicaciones los circuitos fotónicos integrados son ya imprescindibles, pero se espera que causen también un gran impacto en otros campos, como la medicina, la seguridad, la alimentación, los procesos industriales, la gestión medioambiental y la robótica.

El departamento de Ingeniería de Comunicaciones, en estrecha colaboración con otros centros de prestigio internacional, viene trabajando desde hace más de 20 años en esta línea de investigación, desarrollando y caracterizando experimentalmente dispositivos de altas prestaciones. Algunas de las líneas de actividad en las que actualmente se está trabajando son las siguientes:

- Herramientas CAD para el diseño de dispositivos ópticos integrados.
- Desarrollo de una plataforma, y de todos sus bloques funcionales básicos, para poder operar en la banda del infrarrojo medio.
- Desarrollo de una plataforma tecnológica para biosensado, con aplicaciones al diagnóstico y detección de virus y enfermedades.
- Alimentadores configurables para 'arrays' de elementos radiantes ópticos.
- Sistemas LIDAR (Light Detection And Ranging)
- Estructuras periódicas sub-longitud de onda para dispositivos de muy altas prestaciones.
- Metamateriales ópticos.
- Multiplexores/demultiplexores de longitud de onda, de polarización y de modos.
- Lentes en óptica integrada.
- Filtros ópticos de banda ancha, de banda estrecha y conformados. Resonadores ópticos.

- Receptores ópticos coherentes de banda ultra-ancha.
- Acopladores fibra-chip de muy alta eficiencia y ancho de banda.
- Caracterización experimental de laboratorio de los dispositivos fabricados.

El objetivo de la beca de colaboración es que el estudiante se integre en el grupo colaborando en alguno de los proyectos que actualmente se encuentran en marcha y adquiera una formación sólida que le pueda resultar útil para su futuro profesional.

Proyecto: Desarrollo de sistemas PLC (*Power Line Communications*)

Profesores: Francisco Javier Cañete (francis@ic.uma.es), José Antonio Cortés (jaca@ic.uma.es), Luis Díez (diez@ic.uma.es)

Descripción:

☑ Aplicación 1: sistemas MIMO-OFDM para redes de banda ancha en interiores

Se trata de un proyecto en el que se usa PLC sobre los cables de la red eléctrica en el interior de edificios como soporte a LANs (Local Area Networks). Principalmente viviendas y pequeñas oficinas. Se busca alta velocidad (cientos de Mb/s) y para ello se emplean las técnicas más avanzadas del momento: OFDM (Orthogonal frequency division multiplexing), MIMO (Multiple-Input Multiple-Output), modulación adaptativa, etc. Se diseñarán y probarán simuladores de canal y módems con técnicas de procesamiento digital de la señal (codificación, modulación, detección, estimación de canal e igualación, sincronización, etc.).

☑ Aplicación 2: sistemas de banda estrecha para *smart-grids*.

Se trata de un proyecto en el que se desarrollan sistemas de comunicaciones digitales de banda estrecha (hasta 500 kHz), usando los propios cables eléctricos, para ayudar en la gestión de las redes de distribución eléctrica inteligentes (Smart-grids). Este tipo de redes pretenden hacer una gestión y control, de forma rápida y eficiente de la energía generada y consumida en tiempo real. El objetivo final será desarrollar sistemas de acuerdo a los estándares PLC más recientes. Se diseñarán y probarán simuladores de canal y módems con técnicas de procesamiento digital de la señal (codificación, modulación, detección, estimación de canal e igualación, sincronización, etc.).

Proyecto: Canal de comunicaciones en sistemas para vehículos conectados (V2X)

Profesores: Francisco Javier Cañete (francis@ic.uma.es), José Antonio Cortés (jaca@ic.uma.es), Luis Díez (diez@ic.uma.es)

En los últimos años hay mucho interés en los sistemas de comunicación entre vehículos (V2V, vehicle-to-vehicle, o también VANETs, vehicular ad hoc networks), entre vehículos y otras redes externas (V2I, vehicle-to-infrastructure) o vehículos con cualquier dispositivo o persona (V2X, vehicle-to-everything). El objetivo es llegar a convertir a los vehículos en agentes lo más autónomos posible dentro de sistemas de transporte inteligentes (IST), que serán parte esencial del internet de las cosas. Ejemplos de funciones a lograr son: prevención de colisiones, control cooperativo y adaptativo de conducción, avisos de emergencias, gestión del tráfico, gestión de intersecciones con líneas ferroviarias, facturación automática de peajes y aparcamientos, etc. Ya existen sistemas de comunicaciones para este fin como el DSRC (Dedicated short-range communications), que opera en la banda de 5.9 GHz con tecnología inalámbrica basada en el estándar WiFi; y se desarrollan otros basados en sistemas celulares 5G. Uno de los retos en este ámbito son las particularidades del canal de comunicaciones, ya que los modelos wireless existentes son demasiado simples como para estudiar las prestaciones de los sistemas V2X con cierta exactitud. Por ello es necesario desarrollar los clásicos modelos estadísticos a partir de modelos de propagación de rayos con ciertos patrones de movilidad, hacia escenarios más sofisticados con obstáculos diversos, en entornos abiertos o cerrados (como túneles o aparcamientos) y con móviles a mayor velocidad.

Proyecto: Seguridad en capa física para sistemas post-5G

Profesor: Francisco Javier López Martínez (fjlopez@ic.uma.es)

Descripción:

Las tareas a desarrollar se enmarcan en los proyectos TEC2017-87913R (CERSEI) y P18-RT-3175 (TETRA5G). Los sistemas inalámbricos de nueva generación (como 5G) están pensados para abarcar un amplio conjunto de escenarios con requisitos muy diversos, como son: muy baja latencia y alta fiabilidad, muy alta densidad de usuarios, muy alta eficiencia espectral, etc. Además, los aspectos relativos a la seguridad se multiplican debido a la diversidad de servicios y la creciente migración de éstos a contextos inalámbricos.

Este proyecto plantea el análisis y diseño de nuevas funcionalidades asociadas al enlace radio 5G, para aquellos casos de uso relacionados primordialmente con escenarios de ultra-fiabilidad y baja latencia (URLLC – Ultra Reliable Low Latency Communications) con requisitos de seguridad. Conseguir tasas de error de bloque de hasta 10^{-9} o latencias inferiores al milisegundo, a la vez que se asegura la seguridad de la comunicación, requiere del diseño específico de las funciones del interfaz radio así como de una precisa caracterización del canal inalámbrico. Estos retos tecnológicos están relacionados con el diseño de nuevas tecnologías radio, técnicas de transmisión, gestión de recursos e interferencias, con el objetivo de mejorar las prestaciones en los escenarios que se prevén para 5G.

Se abordará el diseño de tecnologías radio para 5G con restricciones de seguridad, baja latencia y alta fiabilidad. Para poder satisfacer los requisitos URLLC, se propone el uso de técnicas de seguridad en capa física (PLS – Physical Layer Security) cuyo funcionamiento depende de las características específicas del canal inalámbrico, así como del diseño de mecanismos de transmisión a medida. La integración de técnicas PLS y URLLC constituye un enfoque novedoso en el ámbito de la seguridad en 5G.

Proyecto: Diseño de antenas basadas en metasuperficies moduladas temporalmente

Profesor: Teresa M. Martín Guerrero (teresa@ic.uma.es)

Descripción:

Las metasuperficies son estructuras bidimensionales diseñadas artificialmente para conseguir comportamientos no convencionales de transmisión y reflexión de ondas electromagnéticas. Recientemente se han publicado estudios que demuestran que la construcción de dichas superficies

con elementos variantes en el tiempo (por ejemplo, varactores controlados por tensión variable) permite imaginar antenas que se comportan de forma no recíproca, esto es, que se comportan de modo diferente en transmisión y en reflexión. El proyecto de colaboración consiste en el análisis y diseño de estas nuevas antenas, de los elementos que las conforman y de su caracterización experimental. Además, se estudiarán posibles aplicaciones de estas nuevas funcionalidades en el entorno de los modernos sistemas de telecomunicación.

Proyecto: Diseño de antenas basadas en metasuperficies de Huygens.

Profesor: Carlos Camacho Peñalosa (ccp@ic.uma.es)

Descripción:

Las metasuperficies son estructuras bidimensionales diseñadas artificialmente para conseguir comportamientos no convencionales de transmisión y reflexión de ondas electromagnéticas. Dichos comportamientos pueden dar lugar a aplicaciones novedosas y ventajosas de interés en los sistemas de comunicaciones. El trabajo a desarrollar durante la colaboración consiste en el estudio y simulación de este tipo de antenas, con especial atención a ejemplos que funcionen en las bandas de frecuencia en las que se están desarrollando sistemas emergentes del ámbito de aplicaciones 5G. Además, se diseñarán ejemplos para poder fabricar y caracterizar prototipos que sirvan como demostradores/ pruebas de concepto de las estructuras estudiadas.

Proyecto: Drive-Testing con conciencia de contexto en redes móviles

Profesores: Eduardo Baena y Sergio Fortes

Descripción:

Agregar información sobre el contexto durante el drive testing de las redes móviles en términos de: geografía y carreteras, por ejemplo, túneles, montañas, forma de la carretera, tráfico, eventos sociales (partidos deportivos, desfiles...) a fin de mejorar el análisis de trazas e identificar la naturaleza temporal o crónica de las degradaciones en la red. Se realizará la adquisición automática de fuentes de Internet e información de API sobre tráfico, geografía y eventos sociales y su correlación con los datos obtenidos del terminal móvil.

Bibliografía: Adquisición automática y análisis de impacto de eventos sociales: S. Fortes, D. Palacios, I. Serrano y R. Barco, "Applying Social Event Data for the Management of Cellular Networks", en IEEE Communications Magazine, vol. 56, Nº 11, págs. 36 a 43, Noviembre de 2018.

Proyecto: Optimización en redes de comunicaciones móviles 5G

Profesor: Raquel Barco (rbm@ic.uma.es)

Descripción:

La llegada de las futuras redes 5G supondrán un aumento drástico de la demanda de servicios y los requerimientos de calidad de los mismos. Las características de heterogeneidad (diferentes tecnologías, terminales, etc.) de las redes así como la gran variedad de nodos y posibles escenarios, contribuirán al aumento de la complejidad de las mismas. Para abordar este problema, se debe realizar un importante esfuerzo en la optimización de las redes. En esta beca se llevarán a cabo tareas de investigación de nuevas técnicas de optimización para redes 5G. Estas nuevas técnicas deberán tener en cuenta, no solo los requerimientos y características de los nuevos servicios, sino también la cada vez más amplia cantidad de información disponible en las redes. En este sentido, podrán considerarse tanto información sobre eventos sociales como datos sobre la experiencia final de los usuarios como elementos indispensables a la hora de desarrollar las funciones de optimización.

Título: Ingeniería Oceánica: radiodeterminación submarina.

Profesor: Pablo Otero Roth. pablo.otero@uma.es.

Descripción:

La exploración submarina es de suma importancia desde distintos puntos de vista, como son la conservación de la naturaleza, la explotación de sus recursos (pesquerías, hidrocarburos, etc.), la navegación, la sismología, la vulcanología, la búsqueda de pecios y el turismo, entre otros. La exploración submarina es un campo de enorme interés científico-técnico al que se dedicarán muchos ingenieros en años venideros.

El alumno se incorporará a un equipo de investigadores que desarrollan actividades en el área de la ingeniería oceánica, más concretamente en el campo de las tecnologías de telecomunicación aplicadas a la exploración submarina, como son la radiodeterminación submarina y las comunicaciones submarinas. El alumno tendrá ocasión de iniciarse en las metodologías propias de la investigación tecnológica y dará soporte a los investigadores del equipo en asuntos como cálculos de sistemas y desarrollos HW y SW de subsistemas y módulos.

Título: Ingeniería Oceánica: radiodeterminación submarina.

Profesor: Miguel Ángel Luque Nieto. maluque@ic.uma.es.

Descripción:

La exploración submarina es de suma importancia desde distintos puntos de vista, como son la conservación de la naturaleza, la explotación de sus recursos (pesquerías, hidrocarburos, etc.), la navegación, la sismología, la vulcanología, la búsqueda de pecios y el turismo, entre otros. La exploración submarina es un campo de enorme interés científico-técnico al que se dedicarán muchos ingenieros en años venideros.

El alumno se incorporará a un equipo de investigadores que desarrollan actividades en el área de la ingeniería oceánica, más concretamente en el campo de las tecnologías de telecomunicación aplicadas a la exploración submarina, como son la radiodeterminación submarina y las comunicaciones submarinas. El alumno tendrá ocasión de iniciarse en las metodologías propias de la investigación tecnológica y dará soporte a los investigadores del equipo en asuntos como cálculos de sistemas y desarrollos HW y SW de subsistemas y módulos.