

**Oferta de Proyectos Fin de Carrera**  
**Ingeniería de Telecomunicación – Escuela Politécnica Superior**  
**Universidad Autónoma de Madrid**  
**Febrero 2012**

**INDICE**

1.	Digital Systems Lab (DSLAb) .....	1
1.1.	Concentrador de mediciones clínicas en hospitales.....	1
1.2.	Sistema de procesamiento de señal basado en FPGAs para control de un microscopio electrónico.....	1
1.3.	Tutorial de Electrónica Digital para iPad.....	2
1.4.	Sistema de detección de obstáculos para asistencia a invidentes .....	2
2.	Grupo de Aprendizaje Automático (GAA) .....	3
2.1.	Diseño de Cortinas y Superficies de Aislamiento Activo para Espacios Públicos .....	3
2.2.	Estudio multimodal de EEG .....	4
3.	Grupo de Herramientas Interactivas Avanzadas (GHIA).....	4
3.1.	Sistema de compresión lectora para personas con necesidades especiales.....	4
4.	Grupo de Neurocomputación Biológica (GNB).....	5
4.1.	Análisis de datos por medio de tomografía .....	5
4.2.	Seguimiento automático de objetos en sistemas con múltiples cámaras .....	5
4.3.	Diseño de arquitecturas BGP mediante algoritmos evolutivos .....	6
4.4.	Detección de vehículos mal estacionados en secuencias de video .....	7
4.5.	Validación de clusters basada en la negentropía de las particiones.....	8
4.6.	Integración de una nariz electrónica ultra-portátil en un robot modular para el control de su movimiento a través de los odorantes recibidos. ....	9
4.7.	Diseño de un dispositivo de control para el registro de patrones de olfateo o “sniffing”: Los patrones de “sniffing” en la percepción olfativa como una ayuda y mejora de la discriminación de olores en nariz portátil.....	10
4.8.	Estudio y análisis de adquisición de imágenes con tecnología de tiempo real a través de tarjetas DV aplicado a imágenes biomédicas.....	11
4.9.	Diseño, desarrollo e implementación del protocolo de comunicaciones entre una nariz electrónica y un computador.....	12
4.10.	Detección automática con narices electrónicas de humanos en habitáculos de la NASA que simulan las condiciones de vida en la superficie de Marte. ....	13
4.11.	Diseño y desarrollo de una aplicación Android para el uso de identidades digitales en la plataforma Moodle. ....	15
4.12.	Estudio del anonimato de una red de comunicaciones tipo TOR mediante análisis basado en métricas con el objetivo de clasificar el tráfico de la red. ....	16
4.13.	Desarrollo de un sistema de análisis automático de perfusión en imágenes de resonancia magnética de cerebro.....	17
4.14.	Rendimiento de algoritmos de visión artificial en GPUs.....	18
4.15.	Adaptación de una nariz artificial para el estudio del Alzheimer en una máquina de resonancia magnética .....	19
4.16.	Estrategias cooperativas de detección y localización de olores con robots y narices artificiales .....	19
4.17.	Registro en tiempo real de señalización biológica utilizando una tarjeta de adquisición de datos USB.....	20

4.18.	Diseño de interfaces hombre-máquina controlados por señalización-biológica .....	20
4.19.	Interfaces hombre máquina mediante gestos pupilares utilizando la tecnología de gaze-tracking .....	21
4.20.	Desarrollo de protocolos de estimulación dependiente de actividad en electrofisiología e imagen neuronal.....	21
5.	Grupo de Radiofrecuencia: Circuitos, Antenas y Sistemas (GRFCAS).....	22
5.1.	Diseño de antenas de tipo resonador dieléctrico (DRAs).....	22
5.2.	Desarrollo de un simulador de fibras ópticas multicapa y de índice gradual para control de la dispersión.....	23
5.3.	Nuevos algoritmos de optimización para síntesis de diagramas de radiación de arrays de antenas.....	23
5.4.	Diseño de un array lineal de ranuras sobre guía rectangular para banda Ku... 24	
5.5.	Diseño de antenas de parches conformadas para cobertura sectorial y omnidireccional. ....	25
5.6.	Puesta en marcha de la cámara anecoica de la Escuela Politécnica Superior (UAM). ....	26
5.7.	Diseño de estructuras de microondas de doble polarización .....	28
5.8.	Algoritmos de análisis y diseño de dispositivos de microondas.....	28
5.9.	Diseño de filtros de RF en cavidad coaxial .....	29
5.10.	Caracterización de efectos biológicos de las microondas mediante simuladores electromagnéticos.....	30
5.11.	Implementación de un sistema de comunicaciones basado en Software Radio	31
5.12.	Estudio de líneas de transmisión con nanotubos de carbono .....	32
5.13.	Comunicaciones WiMAX y UMTS basadas en HAPs (High Altitude Platforms) .....	32
6.	Grupo de Reconocimiento Biométrico (ATVS).....	33
6.1.	Verificación Automática de Locutor en Escenarios Genéricos: La Problemática N vs M. ....	33
6.2.	Reconocimiento de habla a partir de trayectorias temporales en unidades lingüísticas.....	34
6.3.	Detección Automática de Voz Degradada Utilizando Medidas de Calidad. ...	35
6.4.	Título: Cálculo estadístico del peso de comparaciones entre huellas dactilares.	36
6.5.	Reconocimiento Facial Basado en Puntos Característicos de la Cara en entornos no controlados.....	37
6.6.	Mejora de la Robustez de los Sistemas de Reconocimiento Facial Utilizando Medidas de Calidad. ....	38
6.7.	Reconocimiento Biométrico de Iris a partir de imágenes faciales en entornos no controlados. ....	39
6.8.	Desarrollo de un sistema de reducción de ruido multicanal empleando micrófonos digitales y un sistema de adquisición de audio tetra canal USB basado en DSP	40
6.9.	Diseño de Bajo Consumo en FPGA .....	41
6.10.	Técnicas de Sincronización en FPGAs .....	41
6.11.	Diseño de Custom DSPs en FPGAs.....	42
7.	High Performance Computing and Networking group (HPCN) .....	42
7.1.	Especificación de una Ontología de Medidas para Internet .....	42

7.2.	Desarrollo de un sistema de medición, monitorización y gestión de redes IPTV	43
7.3.	Diseño e implementación de escenarios de red utilizando herramientas de virtualización.	44
7.4.	Detección forense de ataques usando trazas de red	45
7.5.	Analizando la accesibilidad de recursos en aplicaciones de almacenamiento web	46
7.6.	Análisis y desarrollo de un sistema de medida de calidad de servicio en entornos móviles	47
7.7.	Reproducción de tráfico en redes 10GbE con sistemas hardware basados en FPGA	48
8.	Human Computer Technology Laboratory (HCTLab)	49
8.1.	Control en FPGA de fuente de alimentación	49
8.2.	Estudio y desarrollo de sistemas de tracción en robots móviles	50
8.3.	Concentrador de mediciones clínicas en hospitales	50
8.4.	Mini-robot para el posicionamiento de una fibra óptica en un punto determinado del plano focal de un telescopio.	51
9.	Video Processing and Understanding Lab (VPULab)	52
9.1.	Caracterización de la coalescencia de burbujas en columnas verticales turbulentas mediante la aplicación de técnicas de análisis de secuencias de vídeo. ..	52
9.2.	Realización automática de secuencias con cámaras PTZ para la emisión de clases presenciales.	53
9.3.	Caracterización cuadro a cuadro de regiones en secuencias de vídeo	53
9.4.	Caracterización de elementos en secuencias de vídeo: regiones o puntos de interés.	55
9.5.	Reconocimiento de actividades en video basado en la evolución temporal de descriptores de forma.	56
9.6.	Segmentación Fondo-Persona basada en la evolución temporal de mapas de confianza de detección de personas	56
9.7.	Reconocimiento de acciones mediante descriptores locales y características holísticas	57
9.8.	Auto-evaluación de algoritmos de seguimiento de objetos (tracking)	58
9.9.	Detección de objetos estáticos de primer plano en escenarios altamente concurridos de video-seguridad	58
9.10.	Detección de sombras en secuencias de video-seguridad mediante análisis de regiones y coherencia temporal	59

La información de los proyectos se puede consultar en  
<http://www.eps.uam.es/~jms/pfcsteleco>

## **1. Digital Systems Lab (DSLAb)**

### **1.1. *Concentrador de mediciones clínicas en hospitales***

**Tutor:**

Eduardo Boemo

**Descripción:**

Diseño de un sistema concentrador de medidas clínicas en hospitales. El sistema recibe información digital o analógica de diversos equipos médicos de toma de datos del paciente, tipo presión arterial, pulso, temperatura, etc. Empaqueta las señales y las envía de manera inalámbrica a un PC bajo Linux. El equipo además debe cumplir requisitos de bajo consumo, fiabilidad, mantenibilidad, configuración y autotest. Proyecto complementario a otro publicado por el HCTLab

**Requisitos imprescindibles:**

Interés en programación de procesadores embebidos, conocimientos de protocolos de comunicación y redes de ordenadores.

**Requisitos adicionales valorables:**

Interés en incorporarse al finalizar el trabajo a una empresa relacionada con tecnología aplicada a hospitales.

**Lugar de realización del PFC:**

Mixto: Escuela Politécnica Superior y laboratorio de I+D de la empresa, situado en Leganés.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

450 euros mensuales

**Plazo de solicitud:**

Abierto

### **1.2. *Sistema de procesamiento de señal basado en FPGAs para control de un microscopio electrónico***

**Tutor:**

Eduardo Boemo

**Descripción:**

Desarrollo de una tarjeta basada en FPGAs para controlar el cabezal de un microscopio electrónico. El sistema debe incluir los DAC y ADC que convierten las señales a analógico.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por la electrónica, circuitos impresos, FPGAs, procesamiento digital de señal y aritmética de computadores.

**Requisitos adicionales valorables:**

-----

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior, Laboratorio C115

**Horario (tentativo):**

Libre  
**Beca:**  
Quizás  
**Plazo de solicitud:**  
Abierto/Fecha límite

### **1.3. Tutorial de Electrónica Digital para iPad**

**Tutor:**  
Eduardo Boemo  
**Descripción:**  
Programación de una aplicación para iPad para la enseñanza de temas de electrónica digital  
**Requisitos imprescindibles:**  
Interés por la programación  
**Requisitos adicionales valorables:**  
-----  
**Lugar de realización del PFC:**  
Escuela Politécnica Superior, Laboratorio C115  
**Horario (tentativo):**  
Libre  
**Beca:**  
No  
**Plazo de solicitud:**  
Abierto

### **1.4. Sistema de detección de obstáculos para asistencia a invidentes**

**Tutor:**  
Eduardo Boemo  
**Descripción:**  
Desarrollo de un array de sensores de ultrasonido para detección de obstáculos. Control del mismo mediante un microcontrolador de bajo consumo. El tema se enmarca en un proyecto tecnológico de ayuda a discapacitados  
**Requisitos imprescindibles:**  
Interés por la electrónica, programación de microprocesadores y sus periféricos. Interés en protocolos de comunicación tipo Bluetooth.  
**Requisitos adicionales valorables:**  
-----  
**Lugar de realización del PFC:**  
Escuela Politécnica Superior, Laboratorio C115  
**Horario (tentativo):**  
Libre  
**Beca:**  
No  
**Plazo de solicitud:**  
Abierto

## 2. Grupo de Aprendizaje Automático (GAA)

### 2.1. *Diseño de Cortinas y Superficies de Aislamiento Activo para Espacios Públicos*

**Tutor:**

Kostadin Koroutchev

**Ponente (si procede – es necesario siempre que el profesor no sea profesor permanente de la EPS):**

**Descripción:**

**Problema:** El ruido ambiental en espacios públicos (restaurantes, bares) alcanza niveles a veces superiores a 75 dB que trae numerosos problemas y mal ambiente en el espacio. Los medios pasivos de aislamiento no son suficientes para bajar el ruido a un nivel aceptable. Ya son muy extendidos los medios de cancelación de ruido individuales (noise canceling devices). Estas técnicas son de bajo coste y son muy eficaces. Normalmente estos dispositivos se basan a técnicas que difícilmente se adaptan a grandes volúmenes. Sin embargo existen técnicas activas de cancelación de ruido que se utilizan ya hace en aviones, helicópteros y submarinos.

**Propuesta:** Utilizar las técnicas de cancelación de ruido existentes y desarrollar cortinas activas de cancelación de ruido en espacios públicos. La cancelación de ruido existente se basa a geometría fija de los emisores de ruido y funciona bien en ambientes con geometría bien definida. Se propone utilizar técnicas inteligentes para autoconfigurar la geometría de los emisores y los receptores de sonido y de esta manera adaptar el volumen activo de disminución de ruido. Se va a desarrollar prototipo, que utiliza notebooks como elemento inteligente.

**Requisitos imprescindibles:**

No hay. Nota mínima 5,5.

**Requisitos adicionales valorables:**

Notas altas en tratamiento de señal. Notas altas de física.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **2.2. Estudio multimodal de EEG**

**Tutor:**

Kostadin Koroutchev

**Descripción:**

En este trabajo fin de carrera se estudian señales biomédicas reales de pacientes de neurofisiología. Se estudia el impacto y la relación causa-efecto entre EEG y otras señales fisiológicas y ambientales.

**Requisitos imprescindibles:**

No hay.

**Requisitos adicionales valorables:**

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **3. Grupo de Herramientas Interactivas Avanzadas (GHIA)**

### **3.1. Sistema de compresión lectora para personas con necesidades especiales**

**Tutor:**

Germán Montoro

**Descripción:**

En este proyecto se propone crear un sistema que ayude a jóvenes con síndrome de Down a mejorar sus capacidades lectoras. Para ello se parte de unas especificaciones realizadas por especialistas en la materia y se implementaría una serie de pruebas de apoyo de evaluación.

**Requisitos imprescindibles:**

Conocimientos de programación en algún lenguaje de alto nivel (Java, C++, etc.)

**Requisitos adicionales valorables:**

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **4. Grupo de Neurocomputación Biológica (GNB)**

### **4.1. *Análisis de datos por medio de tomografía***

**Tutor:**

Carlos Aguirre Maeso

**Ponente (si procede – es necesario siempre que el profesor no sea profesor permanente de la EPS):**

Carlos Aguirre Maeso

**Descripción:**

El proyecto pretende desarrollar técnicas de análisis basadas en tomografías y aplicarlo a modo de prueba en diferentes conjuntos de señales tales como los registros de actividad neuronal ya obtenidos por el GNB. El objetivo principal es desarrollar un marco funcional que permita el análisis de dichos datos (o algún otro) y aplicarlo a modo de prueba a la detección de fenómenos localizados en el tiempo tales como, en el caso de actividad neuronal, a patrones de comportamiento rítmico transitorio de la actividad neuronal.

La tomografía es un tipo de transformada similar a Fourier pero que permite una localización automática de fenómenos localizados en el tiempo. A diferencia de otras transformadas localizadas, los parámetros obtenidos mediante tomografía permiten una interpretación más simple y no presentan problemas de frontera. Los resultados obtenidos pueden ser también de aplicación a cualquier otro tipo de señales.

**Requisitos imprescindibles:**

Se requieren unos conocimientos previos de la transformada de Fourier así como algún conocimiento básico de análisis de señales.

**Requisitos adicionales valorables:**

Se valorará conocimiento previo de algún lenguaje de programación (por ejemplo C, C++ o Matlab).

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Mañana

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

### **4.2. *Seguimiento automático de objetos en sistemas con múltiples cámaras***

**Tutor:**

Luis Fernando Lago Fernández

**Ponente (si procede):**

N/A.

**Descripción:**

Este trabajo se realizará en el contexto del proyecto INTEGRA del programa CENIT, en el que participan 15 empresas, entre ellas Vaelsys, GMV, Boeing, Amper, Telvent e Isdefe, y 25 organismos de investigación (más información en [www.vaelsys.com](http://www.vaelsys.com)).

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un sistema automático para la detección y el seguimiento de objetos mediante la combinación de las imágenes de varias cámaras de vídeo que cubren regiones espaciales distintas. Uno de los principales problemas a resolver es la extracción automática de características del objeto que sean invariantes con respecto a los parámetros de la cámara y las condiciones (por ejemplo iluminación) de la región cubierta por la misma.

Para el desarrollo del proyecto se partirá de algoritmos para seguimiento de objetos con una sola cámara que se usan actualmente en sistemas comerciales. Se dispondrá de las bases de datos de imágenes y vídeo necesarias para el desarrollo del proyecto, así como de software para el procesamiento y segmentación de imágenes y vídeo, tanto público como desarrollado específicamente para aplicaciones comerciales.

Con la base anterior, el estudiante abordará primero el problema de la extracción de características invariantes en los objetos detectados por cada una de las cámaras, para posteriormente fusionar la información proveniente de cada cámara usando diferentes algoritmos existentes. Se utilizarán técnicas estándar de aprendizaje automático y algoritmos ya desarrollados que se inspiran en los sistemas de visión biológicos.

Durante el desarrollo del proyecto el estudiante interactuará con los miembros del GNB y con el departamento de I+D de Vaelsys, en un entorno de trabajo con un carácter marcadamente multidisciplinar en el que se combinarán áreas como el tratamiento de imágenes, el aprendizaje automático y los algoritmos bio-inspirados. Existe la posibilidad de que el estudiante publique sus resultados en foros científicos del área, así como de continuar la carrera investigadora (master/doctorado) tras finalizar el proyecto.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación en Matlab.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de aprendizaje automático y clasificación de patrones.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

Quizás.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

### **4.3. *Diseño de arquitecturas BGP mediante algoritmos evolutivos***

**Tutor:**

Luis Lago

**Ponente (si procede):**

N/A.

**Descripción:**

Este proyecto se desarrollará en colaboración con Juniper Networks, un reconocido fabricante de routers de núcleo de Internet, así como con un proveedor

global de servicios de internet con reconocido prestigio internacional, utilizando novedosas técnicas de virtualización.

Los proveedores de servicio de Internet usan el protocolo Border Gateway Protocol (BGP) [RFC4271] para comunicar información sobre la alcanzabilidad de rutas usando políticas internas. La escalabilidad de los routers en un sistema autónomo es una función del número de sesiones BGP y del número de caminos aprendidos. Existen técnicas para reducir ambos parámetros, y la más popular es el uso de reflectores de rutas BGP. Los reflectores añaden una capa de jerarquía al anunciar únicamente la información del "mejor camino" disponible para cada ruta a los routers que mantienen una sesión BGP con ellos. El posicionamiento de un reflector en la topología de la red de un sistema autónomo es un factor crítico ya que el reflector anuncia los caminos que son mejores desde su "punto de vista", y este punto de vista podría no coincidir con el del router que recibe el anuncio a través de su sesión con el reflector.

Aunque en la actualidad existen algoritmos para diseñar topologías BGP con reflexión de rutas que propaguen siempre las rutas óptimas para cada servidor, el tipo de soluciones proporcionado por estos algoritmos es complejo y difícil de implementar en situaciones prácticas (las arquitecturas obtenidas contienen habitualmente un número demasiado alto de reflectores, y carecen de una jerarquía bien definida). En este trabajo se propone el uso de algoritmos evolutivos para abordar este problema incorporando restricciones adicionales a las topologías diseñadas, como una estructura claramente jerárquica o un número máximo de reflectores predefinido.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación en Matlab.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de aprendizaje automático, clasificación de patrones y computación evolutiva. Interés en networking.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

Quizás.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

#### **4.4. Detección de vehículos mal estacionados en secuencias de video**

**Tutor:**

Luis Lago

**Ponente (si procede):**

N/A.

**Descripción:**

Este trabajo se realizará en el contexto del proyecto INTEGRA del programa CENIT, en el que participan 15 empresas, entre ellas Vaelsys, GMV, Boeing, Amper, Telvent e Isdefe, y 25 organismos de investigación (más información en [www.vaelsys.com](http://www.vaelsys.com)).

El objetivo del proyecto es la detección automática de vehículos estacionados en zonas prohibidas en grabaciones de video. Para el desarrollo del proyecto se partirá de algoritmos para seguimiento de objetos que se usan actualmente en sistemas comerciales, y combinarán técnicas propias de las áreas de tratamiento de imagen/video y aprendizaje automático. Se dispondrá de las bases de datos de imágenes y vídeo necesarias para el desarrollo del proyecto, así como de software para el procesamiento y segmentación de imágenes y vídeo, tanto público como desarrollado específicamente para aplicaciones comerciales.

Durante el desarrollo del proyecto el estudiante interactuará con los miembros del GNB y con el departamento de I+D de Vaelsys, en un entorno de trabajo con un carácter marcadamente multidisciplinar en el que se combinarán áreas como el tratamiento de imágenes, el aprendizaje automático y los algoritmos bio-inspirados. Existe la posibilidad de que el estudiante publique sus resultados en foros científicos del área, así como de continuar la carrera investigadora (master/doctorado) tras finalizar el proyecto.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación en Matlab.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de aprendizaje automático y clasificación de patrones.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

Quizás.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

## **4.5. Validación de clusters basada en la negentropía de las particiones**

**Tutor:**

Luis Lago

**Ponente (si procede):**

N/A.

**Descripción:**

El objetivo de este proyecto es la evaluación exhaustiva de un conjunto de nuevas técnicas para la construcción y validación de particiones en problemas de clustering basadas en la negentropía. Como punto de partida se tomará el índice de validación PNC, que tiene en cuenta la normalidad promedio de todos los clusters en la partición y favorece las particiones con clusters normalmente distribuidos. Se creará una batería de problemas que permita estudiar y cuantificar de manera precisa el comportamiento del índice y la posible degradación de los resultados en función de parámetros como el número de puntos por cluster, la dimensión de los datos, el grado de solape entre los clusters o el nivel de ruido, así como comparar los resultados con los obtenidos con otros índices de validación “clásicos”. Finalmente se evaluarán las técnicas estudiadas utilizando problemas concretos en el área del análisis automático de imágenes.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación en Matlab.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de aprendizaje automático y clasificación de patrones.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

Quizás.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

#### ***4.6. Integración de una nariz electrónica ultra-portátil en un robot modular para el control de su movimiento a través de los odorantes recibidos.***

**Tutor:**

Francisco de Borja Rodríguez Ortiz

**Descripción:**

El grupo de Neurocomputación Biológica (GNB) ha implementado un robot modular integrando modelos neuronales propios basados en un tipo de circuitos neuronales llamados generadores centrales de patrones (CPG -siglas en inglés). Estos sistemas complejos son poblaciones de tamaño reducido de neuronas que actúan cooperativamente para producir señales rítmicas que controlan y coordinan los sistemas motores tanto en vertebrados como en invertebrados. Actualmente estamos concentrados en el control del movimiento más sencillo del robot modular que es el desplazamiento horizontal con un único grado de libertad, aunque este prototipo es capaz de presentar muchos modos de locomoción. El robot que hemos utilizado para implementar nuestros modelos neuronales de CPGs para el control motor es el desarrollado por Juan González (<http://www.iearobotics.com>).

Por otra parte, los miembros del grupo GNB están desarrollando una nariz electrónica ultra-portátil de único sensor quimiorresistivo. Esta nariz electrónica combina tres módulos claramente diferenciados: químico, electrónico y software. El primero de ellos incluye un sensor encargado de traducir la presencia de odorantes en señales eléctricas. El módulo electrónico se encarga de acondicionar, amplificar o filtrar la señal proveniente del sensor quimiorresistivo. Finalmente, el módulo de software se encarga de realizar el reconocimiento y/o la clasificación de las señales registradas en fase gaseosa.

El objetivo general de este proyecto es introducir la nariz ultra-portátil que se está desarrollando en el robot modular para que el movimiento del mismo sea controlado por los odorantes que este recibe. Se buscarán y analizarán diferentes estrategias para seguir y localizar los odorantes por parte del robot.

**Hitos resumidos del proyecto:**

- Montaje de un robot modular basado en el robot Juan González (<http://www.iearobotics.com>), para posteriormente adherir la nariz ultra-portátil.
- Análisis de prototipo de comunicaciones mediante un computador y la nariz electrónica a través del puerto de comunicaciones USB.

- Diseño de diferentes estrategias para que el robot localice de manera óptima las fuentes del odorante y así su movimiento sea controlado precisamente por esos estímulos en fase gaseosa que recibe.

Formación a recibir por parte del estudiante:

- Formación del estudiante en tecnología de comunicaciones entre un robot y un computador.
- Formación del estudiante en tecnología de comunicaciones entre una nariz electrónica y un computador.
- Formación en técnicas de inteligencia artificial para explorar de manera óptima los odorantes que recibe un sistema robot-sensor y actuar de manera consecuente.
- Iniciación a la investigación en CPGs biológicos para incorporarlos en el diseño de robots modulares biomiméticos con capacidad de locomoción en ambientes no estructurados rastreando odorantes.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de hardware, conocimientos de programación entornos de comunicación y control de señal.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Es posible.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

**4.7. *Diseño de un dispositivo de control para el registro de patrones de olfateo o “sniffing”: Los patrones de “sniffing” en la percepción olfativa como una ayuda y mejora de la discriminación de olores en nariz portátil.***

**Tutor:**

Francisco de Borja Rodríguez Ortiz

**Descripción:**

Últimamente ha habido un gran crecimiento en la apreciación del papel de los patrones “sniffing” en la formación de la percepción olfativa. Hay varios métodos para medir estos patrones. El patrón de olfateo es fundamental para el reconocimiento de olores. Este patrón de olfateo básicamente regula la dinámica y volumen de cómo entra el flujo de aire en el sistema olfativo biológico. Este tipo de control del flujo de odorante afecta de manera notable a la percepción de la intensidad e identidad del odorante. El objetivo fundamental de este proyecto es el diseño de un dispositivo para registrar patrones de olfateo a través de una cánula nasal unida con un sensor de presión. La información que se extraiga de experimentos sencillos con este dispositivo será de gran relevancia en la inspiración de estrategias para utilizar ciertos patrones de olfateo o “sniffing” para clasificar de una manera más óptima los olores que recibe una nariz electrónica. Esta sería la siguiente fase del proyecto. El grupo de Neurocomputación

Biológica ha desarrollado una nariz electrónica portátil. Se pretende introducir en esta nariz electrónica ciertas estrategias biosinspiradas que incorporen dinámica de control de flujo del odorante (patrones de olfateo). Esa es la principal razón para estudiar como son los patrones de olfateo típicos hacia diferentes odorantes y así incorporar los principios y fundamentos que se encuentren a la nariz electrónica.

Hitos resumidos del proyecto:

- Análisis desarrollo de un dispositivo para registrar patrones de olfateo a través de una cánula nasal unida con un sensor de presión.
- Registro de patrones de olfateo hacia diferentes olores.
- Estudio de los posibles patrones de olfateo que se puedan incorporar a una nariz electrónica para aumentar el poder de discriminación de la nariz artificial.

Formación a recibir por parte del estudiante:

- Formación del estudiante en dispositivos electrónicos de medida de presión.
- Formación e inicio a la investigación en el diseño de experimentos en sistema olfativo para el estudio de los patrones de olfateo.
- Formación en técnicas de aumento y mejora de la discriminación basadas en el control de flujo de odorantes.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Ciertos conocimientos de hardware, cierta experiencia en procesamiento de señales biológicas.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Es posible.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

#### ***4.8. Estudio y análisis de adquisición de imágenes con tecnología de tiempo real a través de tarjetas DV aplicado a imágenes biomédicas.***

**Tutor:**

Francisco de Borja Rodríguez Ortiz

**Descripción:**

La plataforma RT-Biomanager, desarrollada por GNB, está orientada al ámbito de bioinformática, biociencias y medicina. Esta plataforma "grosso modo" está desarrollada para el control de eventos en tiempo real, estimulación realista de neuronas y registro de las mismas. El objetivo fundamental del RT-Biomanager es obtener una interacción efectiva entre los sistemas vivos y dispositivos en tiempo real como pueden ser las cámaras de vídeo. Así el control, adquisición de imágenes y detección de eventos en las mismas en tiempo real es una de las líneas de investigación abiertas en estos

momentos para incorporar a la plataforma RT-Biomanager, siendo el objeto principal de este proyecto.

Hitos resumidos del proyecto:

- Análisis del "driver" de dominio público de EDT para adquisición de imágenes en la tarjeta DV.
- Prototipo de comunicación con la plataforma RT-Biomanager con el objeto de adquirir imágenes de preparaciones biológicas en tiempo real.

Formación a recibir por parte del estudiante:

- Formación del estudiante en tecnología de tiempo real para el manejo de tarjetas DV de adquisición de vídeo.
- Aprendizaje práctico de la metodología, diseño, programación y difusión de un proyecto de software científico de gran escala.
- Iniciación a la investigación en circuitos neuronales híbridos compuestos por neuronas vivas y dispositivos artificiales en interacción.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Ciertos Conocimientos de hardware, ciertos conocimientos de entornos en tiempo real.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Es posible.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

#### ***4.9. Diseño, desarrollo e implementación del protocolo de comunicaciones entre una nariz electrónica y un computador.***

**Tutor:**

Francisco de Borja Rodríguez Ortiz

**Descripción:**

El grupo de Neurocomputación Biológica ha desarrollado una nariz electrónica portátil capaz de controlar varios sensores olfativos resistivos. Tanto el preprocesado como postprocesado del dispositivo están basados en ciertos fundamentos y principios bioinspirados. Para un funcionamiento más versátil es necesario un control apropiado del dispositivo desde un PC. Este es el motivo principal del proyecto que se propone. Concretamente en este proyecto se desarrollará e implementará un protocolo de comunicaciones basado en EIA-485 (RS485) junto su software de control completo de un sistema multipunto compuesto por un PC maestro y varios microcontroladores PIC esclavos. Éstos son responsables de la gestión de señales y el control de experimentos de una nariz artificial multisensor. Una de las características de la nariz electrónica desarrollada es la capacidad de ser modular para manejar varios sensores olfativos.

Cada modulo incorpora un microcontrolador P18F1320. Entre las nuevas capacidades que aporta microcontrolador a la nariz electrónica es que permite la lectura directa de señales procedentes de los sensores, permite la comunicación multipunto con otros módulos mediante el protocolo EIA-485 y genera la automatización de los experimentos. El protocolo de comunicación y control de señal entre el PC maestro y los diferentes módulos de la nariz electrónica permitiría una mayor versatilidad y funcionalidad de la nariz artificial.

Hitos resumidos del proyecto:

- Análisis prototipo de comunicaciones mediante un PC maestro y un módulo de nariz electrónica basado en estándar de comunicaciones EIA-485 (RS485).
- Extensión del prototipo de comunicaciones varios microcontroladores PIC esclavos.

Formación a recibir por parte del estudiante:

- Formación del estudiante en tecnología de comunicaciones basado en estándar de comunicaciones EIA-485 (RS485).
- Formación en el control de señales y programación de microcontroladores PIC (P18F1320).
- Iniciación a la investigación en comunicaciones entre un PC maestro y narices electrónicas.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de hardware, conocimientos de programación entornos de comunicación y control de señal.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Es posible.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

#### ***4.10. Detección automática con narices electrónicas de humanos en habitáculos de la NASA que simulan las condiciones de vida en la superficie de Marte.***

**Tutor:**

Francisco de Borja Rodríguez Ortiz

**Descripción:**

En los planes de la NASA esta el poner astronautas en Marte. En el Johnson Space Center, JLP [1] están probando condiciones de vida en los habitáculos que esperan situar en la superficie marciana. Esos habitáculos necesitan tener condiciones de aire bajo control que sufre muchas alteraciones durante la vida diaria. Las condiciones del aire tienen un impacto directo en la salud de los astronautas. Durante un periodo de 6 meses el Jet Propulsion Laboratory monitoreo usando una nariz electrónica las condiciones del aire de un grupo de voluntarios que se ofrecieron a vivir una vida normal dentro de los habitáculos. Durante esos periodos de tiempo los voluntarios

cocinaban, hacían ejercicio o simplemente leían. La Nasa controlaba quien entraba y cuando entraban y salían, pero una vez dentro no tenían control de lo que hacían. El JPL ha cedido estos datos para su análisis con la condición de que referencias y citas se indiquen adecuadamente en las posibles publicaciones. El objetivo de este proyecto es detectar cuando hay gente en el habitáculo y cuando hay eventos medidos con la nariz electrónica que se separan de la normalidad.

El Grupo de Neurocomputación Biológica de la EPS ha desarrollado un método de detección cuando hay incertidumbre de si existe o no un evento, pero si hay certeza de cuando no ocurre nada [2]. Las implicaciones directas de este análisis es la utilización para monitorear eventos que se salgan de lo normal en el International Space Station donde tienen una nariz electrónica operando las 24 horas del día. En la actualidad todavía no tienen métodos para detectar eventos y creemos que nuestros métodos para detección de eventos bajo incertidumbre pueden ser de gran utilidad en este problema y si es exitoso podrá ser utilizado/adaptado por la NASA.

Hitos resumidos del proyecto:

- Implementación del método de detección de respuesta de un sistema dinámico hacia estímulos externos.
- Extensión del prototipo de esas funciones de detección de respuesta a los datos específicos medidos por la NASA.
- Detección con un parámetro de fiabilidad cuando hay personas en el habitáculo de la NASA, mediante el protocolo realizado anteriormente y compararlo con protocolos tradicionales.
- Detección con un parámetro de fiabilidad de las actividades realizadas por las personas en el habitáculo de la NASA, mediante el protocolo realizado anteriormente.

Formación a recibir por parte del estudiante:

- Formación del estudiante en análisis de señal de sensores de narices electrónicas.
- Formación en estimación de densidades de probabilidades de datos experimentales registrados de narices electrónicas.
- Iniciación a la investigación en análisis de datos provenientes de narices electrónicas.

#### **Referencias:**

[1] JLP, <http://www.nasa.gov/centers/johnson/home/index.html>

[2] F.B. Rodríguez, R. Huerta. 2009. Techniques for temporal detection of neural sensitivity to external stimulation. [Biological Cybernetics 100: 289-297.](#)

#### **Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

#### **Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de programación y análisis de señal.

#### **Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

#### **Horario (tentativo):**

A negociar

#### **Beca:**

Es posible.

#### **Plazo de solicitud:**

Abierto.

#### **4.11. Diseño y desarrollo de una aplicación Android para el uso de identidades digitales en la plataforma Moodle.**

**Tutor:**

Francisco de Borja Rodríguez Ortiz

**Descripción:**

En el marco de los proyectos de Innovación Docente de la UAM del año 2010, se ha adaptado la plataforma de e-learning Moodle a una infraestructura de clave pública (PKI, de las siglas en inglés). Con esta PKI, se ha introducido en la plataforma la funcionalidad básica de firmado de información y verificación de firmas. No obstante, esta PKI abre la posibilidad de la introducción de funcionalidad mucho más avanzada. Con motivo de ampliar el abanico de posibilidades del sistema de seguridad, así como la adaptación de los sistemas de e-learning a las últimas tecnologías, se propone diseñar y desarrollar una aplicación para el Sistema Operativo Android (o extender aplicaciones existentes de Moodle para Android), que permita hacer uso, desde un teléfono móvil con dicha plataforma, de las identidades digitales distribuidas por la PKI instaurada.

**Hitos resumidos del proyecto:**

- Estudio inicial de las diferentes aplicaciones de Moodle disponibles en el SO Android (MOMO [1], Moodbile [2], Mbot [3], etc).
- Adaptación de la(s) aplicación(es) elegida(s), o desarrollo de una aplicación propia, para el uso de identidades digitales en Moodle desde el teléfono móvil.

**Formación a recibir por parte del estudiante:**

- Formación en sistemas de seguridad en plataformas interactivas.
- Estudio de conceptos básicos y avanzados para la protección de la información en dichas plataformas.
- Formación en desarrollo de aplicaciones para teléfonos móviles. En concreto, para el sistema Android.

**Referencias:**

[1] <http://www.mobileclassroom.at/momo18>

[2] <http://www.moodbile.org/>

[3] <http://www.moodlenews.com/tag/mbot/>

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por la seguridad en la información y las nuevas tecnologías de comunicaciones móviles.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de criptografía, plataformas web interactivas y programación en Java.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Es posible.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

#### **4.12. Estudio del anonimato de una red de comunicaciones tipo TOR mediante análisis basado en métricas con el objetivo de clasificar el tráfico de la red.**

**Tutor:**

Francisco de Borja Rodríguez Ortiz

**Descripción:**

El estudio de las diferentes alternativas para preservar el anonimato de las comunicaciones en plataformas interactivas es muy importante. Una posibilidad es realizarlo mediante la incorporación de un sistema de anonimato de tipo TOR [1] que preserva la identidad de los usuarios durante comunicaciones críticas. Con TOR, se impide enlazar al remitente con el destinatario observando el flujo de paquetes de uno a otro, protegiendo de esta forma su privacidad. Para tal fin, TOR combina varias capas de cifrado entre los distintos routers por los que pasa un paquete, para dificultar dicha observación. Por otra parte, también se da la necesidad de proteger la privacidad de la información en sí misma, aspecto que TOR no ataja, ya que, trabajando en el nivel de transporte, no se preocupa por los datos y metadatos que envían los protocolos de niveles superiores. En este punto, existen proxies que trabajan en las capas más altas, como el proxy web Privoxy [3].

En el primer punto, el relativo al anonimato en las comunicaciones mediante TOR, son muy interesantes los ataques basados en el análisis del tráfico, en búsqueda de patrones o paquetes específicos que permitan reducir el grado de anonimato ofrecido por el sistema. En cuanto al anonimato en la información en sí, las soluciones propuestas hasta este punto, basadas en proxies como Privoxy [3], no son satisfactorias, ya que en todas ellas la confianza depositada en dichos proxies es demasiado elevada. Así, la solución idónea es una basada en autenticación anónima mediante certificados X.509 o credenciales anónimas, es decir, la incorporación de métodos criptográficos usables y conocidos por la comunidad.

**Hitos resumidos del proyecto:**

- Estudio de las diferentes posibilidades para generar una red TOR “virtualizada”[2].
- Estudio de los diferentes patrones de tráfico en una red TOR que pueden violar el anonimato de las comunicaciones en la misma.
- Detección automática, mediante diferentes tipos de métricas, de los patrones de tráfico en una red TOR que pueden violar el anonimato de las comunicaciones.
- Estudio de las alternativas para incorporar proxies que actúen en niveles superiores al de transporte para anonimizar la información transportada en TOR.

**Formación a recibir por parte del estudiante:**

- Formación en sistemas de seguridad en plataformas interactivas.

- Estudio de conceptos básicos y avanzados para la protección de la información y su anonimato en dichas plataformas.
- Formación en redes de comunicaciones basadas en estructuras TOR.

**Referencias:**

- [1] <http://www.torproject.org/>  
 [2] <http://vndh.net/article:anonymized-virtualization>  
 [3] <http://privoxy.org>

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por la seguridad y anonimato de la información y las nuevas tecnologías de comunicaciones en plataformas interactivas.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos básicos de criptografía, protocolos de comunicaciones, plataformas web interactivas y programación en Java.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Es posible

**Plazo de solicitud:**

Abierto

**4.13. *Desarrollo de un sistema de análisis automático de perfusión en imágenes de resonancia magnética de cerebro.***

**Tutor:**

Manuel Sánchez-Montañés

**Ponente (si procede – es necesario siempre que el profesor no sea profesor permanente de la EPS):**

N/A

**Descripción:**

La eficacia del tratamiento en enfermedades graves como el Alzheimer, Parkinson, y Esclerosis Múltiple depende crucialmente de realizar un diagnóstico precoz. Para ello, una de las técnicas más sofisticadas actualmente consiste en el análisis de cómo se distribuyen las velocidades del flujo sanguíneo en el cerebro (“perfusión”). El objetivo de este proyecto consiste en desarrollar un paquete informático que, a partir de imágenes de resonancia magnética que serán suministradas, calcule automáticamente parámetros relacionados con la perfusión en cada vóxel del cerebro. El sistema analizará la estadística de la distribución de dichos parámetros en el cerebro, y representará gráficamente los resultados obtenidos de una manera que sea rápidamente entendible

por el usuario.

El proyecto se realizará en Matlab, extendiendo librerías ya desarrolladas para análisis y representación de imágenes de resonancia magnética. Estas librerías y los datos de prueba serán suministrados por el Laboratorio de Imagen y Espectroscopía por Resonancia Magnética del Instituto de Investigaciones Biomédicas “Alberto Sols” del CSIC/UAM. Los datos a utilizar serán de animales y humanos.

Existe la posibilidad de explotación comercial del producto, y/o desarrollar estudios de postgrado sobre este tema.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación en Matlab.

**Requisitos adicionales valorables:**

Haber cursado la asignatura “Temas Avanzados en Proceso de Señales”.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

#### ***4.14. Rendimiento de algoritmos de visión artificial en GPUs***

**Tutor:**

Manuel Sánchez-Montañés

**Ponente (si procede – es necesario siempre que el profesor no sea profesor permanente de la EPS):**

N/A

**Descripción:**

Muchos de los algoritmos utilizados en visión artificial, tanto a nivel de preprocesamiento (extracción de puntos característicos con SIFT, segmentación, etc.) como de clasificación (algoritmos avanzados de clustering, SVMs, etc.) son costosos computacionalmente, lo que dificulta su aplicación a problemas en tiempo real.

Por otra parte, en los últimos años se ha demostrado que la computación basada en GPUs (Graphics Processing Units) puede llegar a acelerar en varios órdenes de magnitud el tiempo de ejecución de algoritmos que se puedan paralelizar fácilmente.

En este PFC se estudiará exhaustivamente el rendimiento GPUs de algunos de los algoritmos más utilizados en visión artificial, y se comparará su rendimiento con implementaciones basadas en planteamientos estándar.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación en Matlab.

**Requisitos adicionales valorables:**

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

#### **4.15. Adaptación de una nariz artificial para el estudio del Alzheimer en una máquina de resonancia magnética**

**Tutor:**

Pablo Varona Martínez

**Descripción:**

El diagnóstico y tratamiento de enfermedades del sistema nervioso puede mejorarse mediante nuevas técnicas de estimulación dependiente de la actividad registrada en tiempo real. El objetivo del proyecto es la adaptación de una nariz artificial para controlar los estímulos olfativos que se envían a un paciente de Alzheimer en una máquina de resonancia magnética. La estimulación requiere la caracterización del estímulo y el control en tiempo real de un olfatómetro.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de entornos en tiempo real, experiencia en procesamiento de señales biológicas.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

#### **4.16. Estrategias cooperativas de detección y localización de olores con robots y narices artificiales**

**Tutor:**

Pablo Varona Martínez

**Descripción:**

La detección de olores y la localización de fuentes de olor es un problema que se plantea en muchos contextos distintos: industria alimentaria, control de calidad, seguridad etc. En este proyecto se propone el diseño de estrategias cooperativas para la detección y localización de olores mediante narices artificiales implementadas en robots móviles. Las tareas de localización dependen tanto de la eficiencia de las narices como de la estrategia de búsqueda cooperativa entre los robots.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de robótica, de estrategias cooperativas y comunicación WIFI.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

#### ***4.17. Registro en tiempo real de señalización biológica utilizando una tarjeta de adquisición de datos USB***

**Tutor:**

Pablo Varona Martínez

**Descripción:**

El registro en tiempo real de distintos tipos de señalización biológica (actividad de un nervio, ritmo cardiaco, ritmo respiratorio, conductividad de la piel) permite utilizar los eventos detectados para caracterizar esta actividad y emplearla en el control de distintos tipos de dispositivos (médicos o interfaces hombre-máquina). El objetivo de este proyecto es construir y comprobar la eficiencia de un driver que adquiera datos biológicos en tiempo real mediante un protocolo USB.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de entornos en tiempo real, experiencia en procesamiento de señales biológicas.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

#### ***4.18. Diseño de interfaces hombre-máquina controlados por señalización-biológica***

**Tutor:**

Pablo Varona Martínez

**Descripción:**

El uso de observadores dinámicos en tiempo real permite diseñar nuevas tecnologías de interfaces hombre-máquina controlados por señalización biológica (patrón respiratorio, ritmo cardíaco, conductividad de la piel, presión sanguínea) en tiempo real. El objetivo de este proyecto es la utilización de esta nueva tecnología para el diseño de interfaces de aplicación médica y prostética.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de entornos en tiempo real, experiencia en procesamiento de señales biológicas.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

#### ***4.19. Interfaces hombre máquina mediante gestos pupilares utilizando la tecnología de gaze-tracking***

**Tutor:**

Pablo Varona Martínez

**Descripción:**

El reconocimiento de gestos pupilares es una tecnología emergente para el control de dispositivos portátiles (tabletas, smartphones, libros electrónicos) y ordenadores en general que puede facilitar el control intuitivo de estos dispositivos. En este proyecto se abordará el desarrollo del control de aplicaciones mediante gestos pupilares de los ojos utilizando tecnología de gaze-tracking.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Experiencia en interfaces hombre-máquina

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

#### ***4.20. Desarrollo de protocolos de estimulación dependiente de actividad en electrofisiología e imagen neuronal***

**Tutor:**

Pablo Varona Martínez

**Descripción:**

Las técnicas de estimulación dependiente de actividad son esenciales para el estudio del sistema nervioso puesto que permiten poner en evidencia dinámicas e interacciones neuronales que no se observan con protocolos de estimulación tradicional. En este proyecto se propone el desarrollo de protocolos de observación y estimulación dinámica en electrofisiología e imagen neural en tiempo real.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por la neurociencia, la biología y capacidad de trabajo en un entorno multidisciplinar.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de entornos en tiempo real, experiencia en procesamiento de señales biológicas.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## 5. Grupo de Radiofrecuencia: Circuitos, Antenas y Sistemas (GRFCAS)

### 5.1. *Diseño de antenas de tipo resonador dieléctrico (DRAs)*

**Tutor:**

Juan Córcoles Ortega

**Ponente:**

Jorge A. Ruiz Cruz

**Descripción:**

Las antenas de tipo resonador dieléctrico (*Dielectric Resonator Antennas* o DRAs) están siendo cada vez más utilizadas en todo tipo de sistemas de comunicaciones (wifi, telefonía móvil, etc...). Los motivos principales son el bajo coste, la facilidad de construcción, un tamaño pequeño, la alta eficiencia de radiación por la ausencia de metal en estas antenas, la gran versatilidad de conseguir distintas distribuciones de campo radiado según se alimente la antena, la variedad de técnicas de alimentación, la alta capacidad para variar el ancho de banda según las dimensiones de la antena y la facilidad para su inclusión en arrays de antenas. Un resonador dieléctrico no es más que una pieza de material dieléctrico, con una determinada forma (generalmente canónica: cilíndrica, esférica, cúbica...), que ofrece resonancia a una determinada frecuencia. En aplicaciones circuitales como filtros u osciladores, el resonador se suele encontrar dentro de una cavidad metálica para evitar pérdidas de energía debidas a la radiación indeseada. Sin embargo, en un DRA la pieza de material dieléctrico se encuentra directamente al aire, lo que la convierte en una antena idónea. En este PFC se propone un estudio de las técnicas de diseño de DRAs y de las configuraciones y geometrías más usuales, para posteriormente llevar a cabo un diseño real a las frecuencias de algún sistema de comunicaciones actual.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por las antenas y sus métodos de caracterización y diseño.

**Requisitos adicionales valorables:**

Tener cursadas las asignaturas de Transmisión por Soporte Físico y Radiación y Radiocomunicación I y II. Nociones genéricas de programación y uso de algún programa de simulación.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto  
**Beca:**  
No  
**Plazo de solicitud:**  
Abierto

## **5.2. Desarrollo de un simulador de fibras ópticas multicapa y de índice gradual para control de la dispersión**

**Tutor:**  
Juan Córcoles Ortega  
**Ponente:**  
Jorge A. Ruiz Cruz

**Descripción:**  
El comportamiento de los campos electromagnéticos en la fibra óptica, como en cualquier medio de transmisión, viene descrito por las ecuaciones de Maxwell. Suponiendo, como es habitual, que existe simetría de traslación, el problema genérico tridimensional se reduce a un problema bidimensional que cubre una sección transversal del medio de transmisión. En el caso de las fibras ópticas de dos capas (núcleo y envoltura) con un índice de refracción constante y prácticamente igual en cada una de ellas, se puede alcanzar una solución cuasi-analítica de los campos. Pero en el caso más general de fibras ópticas de varias capas o con un índice de refracción que varíe, se requiere el uso de un método numérico para su resolución. Estas fibras son de especial importancia en los sistemas de comunicaciones ópticas debido a que reducen la dispersión modal de la señal gracias precisamente a ese índice de refracción gradual. En este PFC se pretende implementar un simulador basado en un método numérico, como puede ser el de los elementos finitos (*Finite Element Method* – FEM) , en su versión bidimensional (FEM-2D) para acometer el análisis de este tipo de fibras.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el cálculo numérico y los campos electromagnéticos.

**Requisitos adicionales valorables:**

Tener cursadas las asignaturas de Transmisión por Soporte Físico y Radiación y Radiocomunicación I y II. Programación en C++/Python/Fortran 90 (orientada a objetos).

**Lugar de realización del PFC:**  
Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**  
No

**Plazo de solicitud:**  
Abierto

## **5.3. Nuevos algoritmos de optimización para síntesis de diagramas de radiación de arrays de antenas.**

**Tutor:**  
Juan Córcoles Ortega

**Ponente:**

Jose L. Masa Campos

**Descripción:**

El gran número de grados de libertad que un array posee (número de antenas, módulo y fase de las alimentaciones, posición de las antenas, giro de cada antena e incluso utilización de distintas antenas), hace posible obtener un diagrama de radiación que cubra una amplia gama de requisitos (directividad, nivel de lóbulos secundarios, direcciones de apuntamiento nulo, etc...). Es por ello que la síntesis de diagramas de radiación con agrupaciones de antenas es un campo prolífico para la aplicación de algoritmos de optimización, donde la función objetivo suele estar ligada a los requisitos del diagrama y las variables a optimizar a los grados de libertad del array. A lo largo de la historia e indistintamente, tanto algoritmos de optimización clásicos (programación lineal o cuadrática, método del gradiente, de Newton, etc...) como algoritmos de corte más heurístico (algoritmos genéticos, del temple simulado) han sido utilizados para este problema. En este proyecto se pretende realizar un estudio de los algoritmos de optimización más novedosos actualmente, seleccionando alguno de ellos para su implementación y aplicación al problema de síntesis de diagramas de radiación en arrays de antenas.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por la teoría de los arrays de antenas y algoritmos de optimización.

**Requisitos adicionales valorables:**

Tener cursadas las asignaturas de Transmisión por Soporte Físico y Radiación y Radiocomunicación I y II. Programación en algún software matemático (Matlab, Scilab, Octave) o Fortran o C.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

### ***5.4. Diseño de un array lineal de ranuras sobre guía rectangular para banda Ku.***

**Tutor:**

Jose Luis Masa Campos

**Descripción:**

Este proyecto tiene objetivos parecidos a los indicados en el proyecto 1.1. Se trata de realizar un diseño similar al antes descrito en el que el sistema de transporte sea una guía rectangular metálica convencional y los elementos radiantes sean ranuras en vez de parches microstrip. Se estudiarán ventajas e inconvenientes con la opción SIW de ranuras así como con los diseños en parches.



El diseño de array planteado será comparado con una antena de ranuras de características similares, pero con guía de sustrato integrado. Dicho diseño de ranuras se está realizando actualmente en el grupo RFCAS.

En futuras etapas que escapan a este proyecto fin de carrera, esta agrupación lineal, será parte de una agrupación bidimensional formada por N arrays lineales iguales a los desarrollados en este proyecto fin de carrera. Las N agrupaciones de M parches, se alimentarían a través de una red pasiva ecualizada también en guía SIW.

En el presente proyecto, se realizarán las simulaciones mediante software comercial específico de antenas (CST), construcción y medida de un prototipo de antena como el descrito con anterioridad.

**Requisitos imprescindibles:**

Haber cursado la asignatura de Radiocomunicaciones I y Transmisión por Soporte Físico.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No.

**Plazo de solicitud:**

Abierto

### ***5.5. Diseño de antenas de parches conformadas para cobertura sectorial y omnidireccional.***

**Tutor:**

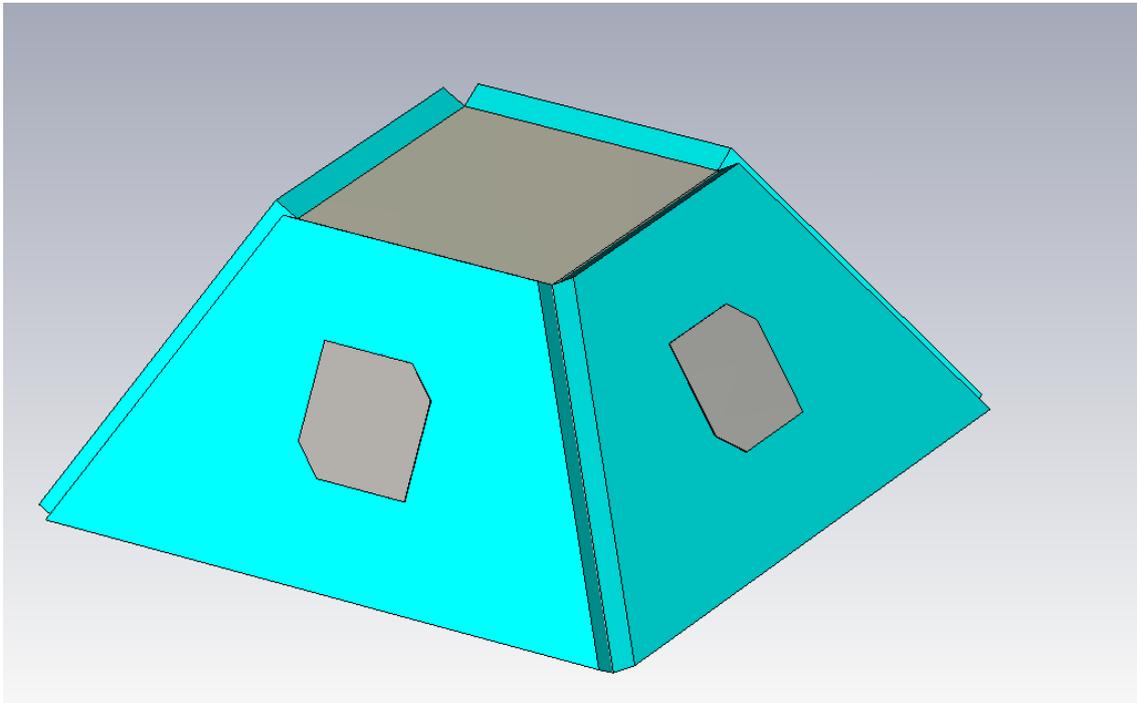
Jose Luis Masa Campos

**Descripción:**

En los sistemas de comunicación inalámbrica para entornos cerrados se suelen utilizar antenas colocadas en los techos de las habitaciones para dimensionar picoceldas dentro de los edificios. Por regla general dichas antenas de mini-estación base suelen tener cobertura omnidireccional en su plano horizontal. Sin embargo, el apuntamiento en el plano vertical no suele ser tenido en cuenta.

En este proyecto se pretende diseñar una antena en tecnología impresa, de fácil fabricación, que obtenga dicha cobertura omnidireccional en plano horizontal. Además se optimizará el apuntamiento en el plano vertical. El diseño de la antena se realizará

mediante agrupaciones conformadas de parches, es decir, con forma de pirámide, cubo e incluso cilindro, sobre los que se colocarán los parches radiantes que conforman la agrupación. Se pretende así mismo, que dicha antena tenga la capacidad de modificar su comportamiento omnidireccional hacia un comportamiento sectorial, en función de la red de alimentación de dicha antena. De igual modo, se estudiará el efecto que la polarización del campo radiado tiene sobre el comportamiento de la agrupación conformada.



En el presente proyecto, se realizarán las simulaciones mediante software comercial específico de antenas (CST), construcción y medida de un prototipo de antena como el descrito con anterioridad.

**Requisitos imprescindibles:**

Haber cursado la asignatura de Radiocomunicaciones I y Transmisión por Soporte Físico.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No.

**Plazo de solicitud:**

Abierto

***5.6. Puesta en marcha de la cámara anecoica de la Escuela Politécnica Superior (UAM).***

**Tutor:**

José Luis Masa Campos

**Descripción:**

Todo elemento radiante se caracteriza por su diagrama de radiación, es decir, la manera en la que la señal es radiada al espacio tridimensional que rodea a dicha antena. Para poder medir este figura de mérito de la antena es necesario disponer de un entorno controlado, libre de reflexiones y de interferencias, en el que se establece un radioenlace entre la antena bajo medida y otra antena de propiedades conocidas.

En la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid, existe un espacio destinado a este fin. Sin embargo, en las condiciones actuales, deben realizarse la puesta en marcha de dicho sistema para realizar medida de antenas en la banda de 2 – 18 GHz.

Para ello, se dispone de un sistema que controla la rotación y la elevación de la antena bajo prueba a través de un PC. Así mismo, dicho sistema mecánico es coordinado junto con las señales enviadas y recibidas en el radioenlace controlado, gracias a la utilización de un analizador vectorial de redes.

En este proyecto, el alumno será el encargado de la puesta en marcha de dicho sistema, y su optimización, para la banda de trabajo antes indicada. Para ello, deberán realizarse medidas comparativas con antenas conocidas y medidas en centros externos.

En algunos casos, puede ser necesario que el alumno tenga que realizar el diseño de pequeñas antenas que se utilizarán en el sistema de medida.

**Requisitos imprescindibles:**

Haber cursado la asignatura de Radiocomunicaciones I y Transmisión por Soporte Físico.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No.

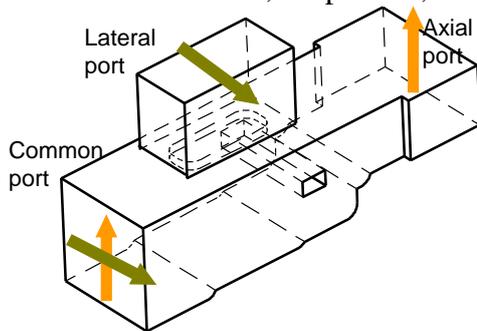
**Plazo de solicitud:**  
Abierto

## **5.7. Diseño de estructuras de microondas de doble polarización**

**Tutor:**  
Jorge A. Ruiz Cruz

**Descripción:**

Este proyecto se centrará en el diseño de dispositivos que trabajan con dos polarizaciones ortogonales, situación típica de muchos sistemas por satélite tanto en el segmento embarcado como en el terreno. Un ejemplo de sistema de transmisión con doble polarización es una guía cuadrada, donde los modos TE<sub>10</sub> y TE<sub>01</sub> tienen la misma forma de campo electromagnético, salvo un giro de 90°. Otro ejemplo sería una guía circular o una guía cuadri-ridge. En un sistema receptor o transmisor de microondas, cada una de esas polarizaciones lleva la información que debe ser filtrada o adaptada a otros sistemas de transmisión. El objetivo de este proyecto es estudiar ese tipo de redes que trabajan con doble polarización y analizar sus características en términos de ancho de banda, adaptación, rechazos, aislamientos,...



**Requisitos imprescindibles:**

Interés por los campos electromagnéticos, los métodos numéricos y los dispositivos de comunicaciones.

**Requisitos adicionales valorables:**

Asignaturas de Fundamentos de Campos Electromagnéticos, Radiación y Radiocomunicación I y II, Transmisión por Soporte Físico. Programación en Matlab/Python.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

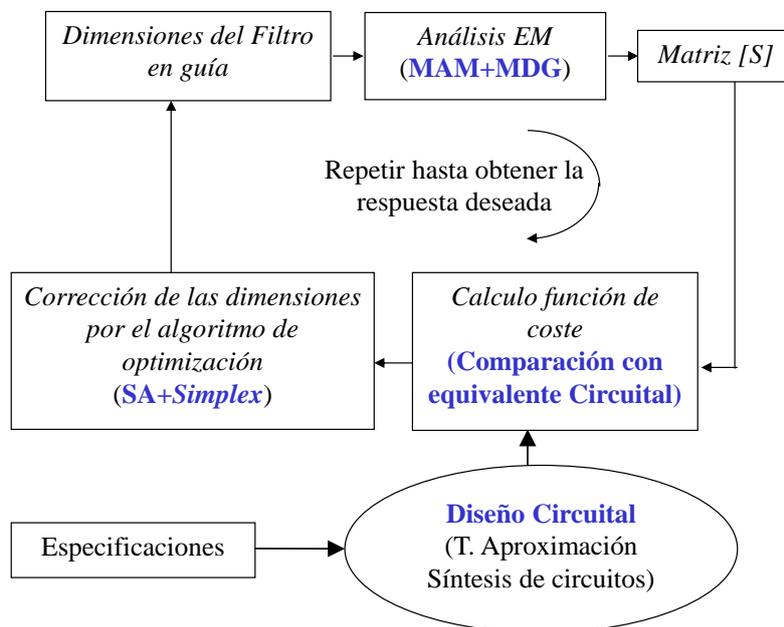
## **5.8. Algoritmos de análisis y diseño de dispositivos de microondas**

**Tutor:**  
Jorge A. Ruiz Cruz

### Descripción:

El análisis y diseño de los circuitos de radiofrecuencia/microondas usados en los sistemas de comunicaciones actuales requiere de herramientas software que resuelvan las ecuaciones de Maxwell en el dispositivo bajo estudio (por ej. filtros, acopladores, multiplexores, polarizadores). Cuanto más eficiente (en tiempo de cálculo y memoria requerida) sea la herramienta de simulación, más fácil será su aplicación para el diseño de estructuras.

El proyecto tiene dos vertientes. Una de ellas está enfocada a la implementación de una técnica de análisis electromagnético cuasi-analítica que permita caracterizar circuitos de microondas. La segunda vertiente está enfocada al desarrollo de algoritmos de diseño asistido por ordenador (CAD) para filtros sencillos o transformadores. En esta segunda parte se implementará también un pequeño optimizador de dispositivos sobre el código desarrollado. Dependiendo del interés del estudiante el proyecto se centrará más en la parte de algoritmos de análisis o en la de diseño.



### Requisitos imprescindibles:

Interés por los campos electromagnéticos y los dispositivos de comunicaciones.

### Requisitos adicionales valorables:

Asignaturas de Fundamentos de Campos Electromagnéticos, Radiación y Radiocomunicación I y II, Transmisión por Soporte Físico. Programación en C++/Python.

### Lugar de realización del PFC:

Escuela Politécnica Superior

### Horario (tentativo):

Abierto

### Beca:

No

### Plazo de solicitud:

Abierto

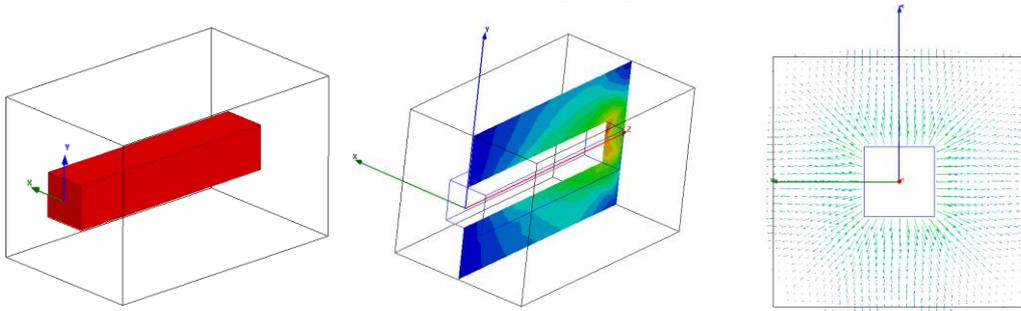
## 5.9. Diseño de filtros de RF en cavidad coaxial

### Tutor:

Jorge A. Ruiz Cruz

**Descripción:**

Los filtros en cavidad coaxial se usan en diversas aplicaciones de radiofrecuencia y microondas (por ejemplo en estaciones base), y consisten en una serie de postes metálicos cortocircuitados en un extremo, estando el otro en abierto, de una longitud próxima a un cuarto de longitud de onda. En este proyecto se comenzará revisando las ideas básicas de síntesis de filtros. Después se pasará a estudiar el resonador canónico desde el punto de vista electromagnético (con algún simulador tipo CST) y el acoplo entre resonadores. Se terminará realizando el diseño de un filtro en esta tecnología, y se estudiarán los mecanismos para poder sintonizarlo adecuadamente.



**Requisitos imprescindibles:**

Interés por los campos electromagnéticos y los dispositivos de microondas.

**Requisitos adicionales valorables:**

Asignaturas de Fundamentos de Campos Electromagnéticos, Radiación y Radiocomunicación I y II, Transmisión por Soporte Físico. Programación en Matlab/Python.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

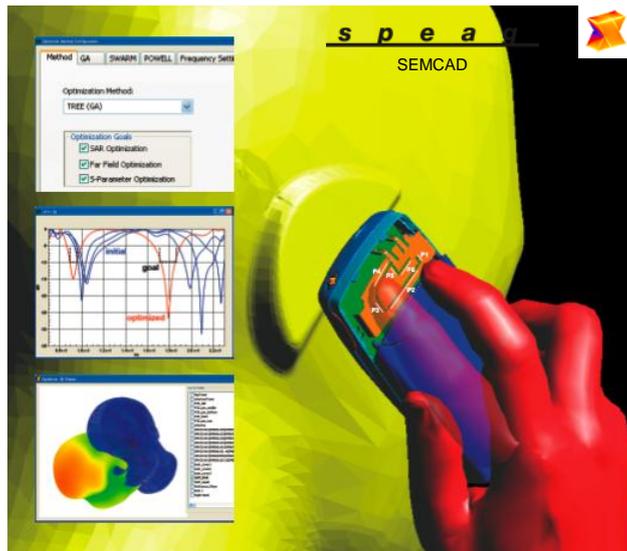
### ***5.10. Caracterización de efectos biológicos de las microondas mediante simuladores electromagnéticos***

**Tutor:**

Jorge A. Ruiz Cruz

**Descripción:**

En este proyecto se pretende iniciar una línea de estudio de efectos de las microondas en los tejidos biológicos. Este tipo de estudios es muy habitual en la industria desde hace unos años, debido al incremento del uso del espectro radioeléctrico, especialmente para telefonía. El proyecto tratará de una primera parte teórica donde se estudiarán los principales parámetros para caracterizar estos fenómenos (como la SAR) y se revisarán los principales resultados obtenidos hasta la fecha en la literatura técnica. Al mismo tiempo, el estudiante se irá familiarizando con el software de simulación, aplicándolo a ejemplos sencillos. El sistema MRI también será uno de los posibles focos de estudio. El proyecto terminará con un caso de estudio con magnitudes reales.



**Requisitos imprescindibles:**

Interés por los campos electromagnéticos, los métodos numéricos y los dispositivos de comunicaciones.

**Requisitos adicionales valorables:**

Asignaturas de Fundamentos de Campos Electromagnéticos, Radiación y Radiocomunicación I y II, Transmisión por Soporte Físico. Python.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

**5.11. Implementación de un sistema de comunicaciones basado en Software Radio**

**Tutor:**

Jorge A. Ruiz Cruz

**Descripción:**

El objetivo de este proyecto es realizar un sistema de comunicaciones basado en la tecnología conocida como software radio. El paradigma de este tipo de sistemas es disponer de una capacidad de procesamiento muy rápida en el receptor conectado a la antena del sistema de comunicaciones, de tal manera que el sistema se puede configurar via software. En el laboratorio de la EPS ya se dispone de dos tarjetas de software radio y en este proyecto se utilizarán para implementar un sistema entre 2.3 y 2.9 GHz o 2.4 GHz y 5 GHz.

**Requisitos imprescindibles:** Interés por los sistemas de radiocomunicaciones y el procesamiento de señal.

**Requisitos adicionales valorables:**

Radiación y Radiocomunicación I y II, Python.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Abierto  
**Beca:**  
No  
**Plazo de solicitud:**  
Abierto

### **5.12. Estudio de líneas de transmisión con nanotubos de carbono**

**Tutor:**  
Jorge A. Ruiz Cruz

**Descripción:**  
Se considera que los nanotubos de carbono (CNT o *carbon nanotubes*) son una de las tecnologías más prometedoras para la próxima generación de dispositivos electrónicos en base a sus muy características propiedades mecánicas y eléctricas. Los CNTs se pueden considerar realmente estructuras en una dimensión, y ello abre un gran abanico de posibilidades en el ámbito de los nano-circuitos. En el ámbito de la radiofrecuencia/microondas, se han empezado a estudiar como líneas de transmisión, tanto para nanoantenas como para nanocircuitos. En este proyecto se pretende iniciar el estudio de este tipo de líneas de transmisión. Primero se repasará la literatura técnica publicada recientemente sobre el tema y después se pasará a hacer los estudios y caracterizaciones iniciales de estos materiales.

**Requisitos imprescindibles:** Asignaturas de Fundamentos de Campos Electromagnéticos, Radiación y Radiocomunicación I y II, Transmisión por Soporte Físico

**Requisitos adicionales valorables:**  
Programación en Matlab/Python.HFSS o CST.

**Lugar de realización del PFC:**  
Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**  
Abierto

**Beca:**  
No

**Plazo de solicitud:**  
Abierto

### **5.13. Comunicaciones WiMAX y UMTS basadas en HAPs (High Altitude Platforms)**

**Tutor:** Bazil Taha Ahmed

**Descripción:**

WiMAX siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una [norma](#) de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,8 [GHz](#). Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como [bucle local](#) que permite la recepción de datos por [microondas](#) y retransmisión por [ondas de radio](#). El

protocolo que caracteriza esta tecnología es el [IEEE 802.16](#). Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) Estándar que se empleará en la llamada tercera generación de telefonía móvil, que permitirá disponer de banda ancha en telefonía móvil y transmitir un volumen de datos importante por la red. Con la tercera generación serán posible las videoconferencias, descargar videos, el intercambio de postales electrónicas, paseos 'virtuales' por casas en venta todo desde el móvil.

HAPs es el nombre de una tecnología inalámbrica para proporcionar servicios de telecomunicaciones de banda estrecha y banda ancha, así como los servicios de radiodifusión. Las HAPs están operando a altitudes de entre 18 y 22 km. Las HAPs serán capaces de cubrir un área de servicio de hasta 100 km de diámetro. Las HAPs pueden ser globos o aviones da larga autonomía (un día hasta 1 mes sin bajar).

El objetivo del PFC es el estudio de la tasa binaria de bajada de los sistemas WiMAX y UMTS (HSDPA en concreto) basados en HAPs.

**Requisitos imprescindibles:**

- Haber superado la asignatura Radiación y Radiocomunicación I.
- Dedicación exclusiva al PFC

**Requisitos adicionales valorables:**

- Nota final mayor que 8 en la asignatura Radiación y Radiocomunicación I.
- Haber superado todas las asignaturas

**Lugar de realización del PFC:** Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):** 9:30-15:30

**Beca:** No

**Plazo de solicitud:** Abierto hasta 31/3/2012

## **6. Grupo de Reconocimiento Biométrico (ATVS)**

### **6.1. Verificación Automática de Locutor en Escenarios Genéricos: La Problemática N vs M.**

**Tutor:**

Javier González Domínguez.

**Ponente (si procede):**

Daniel Ramos Castro.

**Descripción:**

La tarea canónica de reconocimiento de locutor implica decidir si dos locuciones, ‘train’ y ‘test’, son producidas o no por un mismo locutor. Dicha tarea, nuclear en las evaluaciones de tecnología conducidas por NIST (National Institute of Standards of Technology), concentra mayoritariamente a la comunidad científica en el reconocimiento de locutor ‘1 vs 1’, es decir, en aquellos escenarios donde se dispone de una sola locución (normalmente de la misma duración) tanto del locutor de entrenamiento como del locutor de prueba.

Sin embargo, en escenarios reales, como pueden ser los acometidos en laboratorios forenses, es frecuente disponer de un número distinto de locuciones (y a menudo de distinta duración) tanto para el locutor ‘indubitado’ (sospechoso) como el ‘dubitado’ (infractor).

El objetivo de este Proyecto Fin de Carrera (PFC) es estudiar, proponer y evaluar diferentes métodos con el fin de hacer transparente la problemática N vs M en el reconocimiento automático de locutor, maximizando, a su vez, el uso de toda la información disponible de forma adecuada.

En el proyecto se pretende:

- Familiarizar al alumno con sistemas de reconocimiento automático de locutor.
- Familiarizar al alumno con técnicas en el estado del arte de reconocimiento de locutor basadas en Factor Analysis, y en particular PLDA (Probabilistic Linear Discriminant Analysis).
- Desarrollo y evaluación de diferentes métodos con el fin de aportar soluciones prácticas a la problemática del reconocimiento de locutor en escenarios N vs M

**Requisitos imprescindibles:**

- Programación en Matlab.
- Conocimientos de tratamiento digital de señales y voz (las asignaturas de señal de la carrera son suficientes: Tratamiento Digital de Señales, Sistemas Lineales, Ampliación de Señales Aleatorias).

**Requisitos adicionales valorables:**

- Conocimientos de análisis de patrones (reconocimiento de patrones, aprendizaje artificial, etc.).
- Conocimientos de Linux y programación en lenguajes de script (Bash, Perl, etc.).

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

Posibilidad.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

## ***6.2. Reconocimiento de habla a partir de trayectorias temporales en unidades lingüísticas***

**Tutor:**

Joaquín González Rodríguez

**Ponente (si procede):**

NO

**Descripción:**

Se implementarán novedosos algoritmos de extracción de parámetros para reconocimiento de voz imitando los métodos clásicos usados por fonetistas y lingüistas, extendiendo estos y automatizándolos para su uso sobre grandes bases de datos estandarizadas. Las técnicas desarrolladas se integrarán con los sistemas de ATVS basados en otros rasgos.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por el tema y ganas de aprender. Conocimientos de procesado de señal. Matlab.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de Linux, shell-scripts, Perl y C/C++

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

Flexible

**Beca:**

Becas disponibles, asignables en función de candidatos

**Plazo de solicitud:**

Abierto

### **6.3. Detección Automática de Voz Degradada Utilizando Medidas de Calidad.**

**Tutor:**

Daniel Ramos Castro.

**Ponente (si procede):**

N/A.

**Descripción:**

En el trabajo pericial diario en acústica forense, un paso crucial para la fiabilidad de los métodos utilizados es la segmentación de los ficheros de voz, para eliminar los fragmentos de voz que están corrotos o no son aptos para el análisis. Esta tarea se suele realizar de forma semiautomática, con intervención humana, y por lo tanto empleando un tiempo y unos recursos generalmente importantes. El objetivo de este proyecto es automatizar la segmentación y detección de zonas no aptas para el reconocimiento de locutor utilizando medidas de calidad, de cara a generar etiquetas automáticamente para el segmentado de las señales de voz. Es también objetivo del presente proyecto el uso de la herramienta generada para evaluar la mejora en el rendimiento de un sistema de reconocimiento automático de locutores cuando se eliminan los fragmentos de voz detectados como no válidos.

En el proyecto se pretende:

- Familiarizar al alumno con el uso técnicas básicas de procesado de voz, particularmente el análisis de la calidad.
- Familiarizar al alumno con software de acceso libre para análisis de voz.
- Desarrollo de un segmentador para detectar fragmentos degradados en ficheros de voz.
- Familiarizar al alumno con sistemas de reconocimiento automático de locutor.

- Realización de pruebas para evaluar el impacto del segmentador desarrollado en el rendimiento de los sistemas de reconocimiento de locutor.

**Requisitos imprescindibles:**

- Programación en Matlab.
- Conocimientos de tratamiento digital de señales y voz (las asignaturas de señal de la carrera son suficientes: Tratamiento Digital de Señales, Sistemas Lineales, Ampliación de Señales Aleatorias).

**Requisitos adicionales valorables:**

- Conocimientos de análisis de patrones (reconocimiento de patrones, aprendizaje artificial, etc.).
- Conocimientos de Linux y programación en lenguajes de script (Bash, Perl, etc.).

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

Posibilidad.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

## **6.4. *Título:* Cálculo estadístico del peso de comparaciones entre huellas dactilares.**

**Tutor:**

Daniel Ramos Castro.

**Ponente (si procede):**

N/A.

**Descripción:**

Los métodos utilizados habitualmente en la comparación de patrones dactilares en laboratorios oficiales de criminalística contemplan la expresión de los resultados en forma de “identificaciones” o “exclusiones” categóricas, en las que se afirma que, a partir de la comparación de los dactilogramas, dos huellas comparten o no el mismo origen (un determinado individuo), suponiendo que la existencia de cualquier tipo de error es extremadamente bajo. Sin embargo, al margen de que estas afirmaciones son lógicamente insostenibles a partir de dicha comparación, los requerimientos del nuevo paradigma en ciencia forense demandan no sólo una evaluación probabilística y no categórica sobre el valor de la comparación en el proceso de decisión en un juicio, sino una medida rigurosa del rendimiento de las técnicas empleadas. En este proyecto se pretende generar una herramienta visual que cumpla con estos requisitos, y que aporte un valor probabilístico del valor de una comparación de huellas dactilares a través características de nivel 2 de la huella, concretamente minucias. Empleando un marco bayesiano de evaluación de evidencias, se pretende dar un valor al peso de la comparación basado en datos y con rigor formal en un esquema de decisión lógico.

En el proyecto se pretende:

- Familiarizar al alumno con la biometría de huella dactilar.
- Familiarizar al alumno con el análisis estadístico aplicado a la evaluación de evidencias forenses.

- Familiarizar al alumno con el uso de interfaces gráficas de usuario (GUI), inicialmente en Matlab<sup>TM</sup>.
- Desarrollo de un software con GUI para el cálculo del peso de la evidencia forense utilizando características de nivel 2 provenientes de huellas dactilares.
- Mejora algorítmica del software desarrollado con el objetivo de utilizarlo en casos forenses reales.
- Evaluación del software desarrollado con protocolos y bases de datos realistas.

**Requisitos imprescindibles:**

- Programación en Matlab<sup>TM</sup>.
- Conocimientos de tratamiento digital de señales y biometría (las asignaturas de señal de la carrera son suficientes: Tratamiento Digital de Señales, Sistemas Lineales, Ampliación de Señales Aleatorias).

**Requisitos adicionales valorables:**

- Conocimientos de programación de interfaces gráficas de usuario en Matlab<sup>TM</sup>.
- Conocimientos de análisis de patrones (reconocimiento de patrones, aprendizaje artificial, etc.).
- Conocimientos de estadística (un repaso en profundidad de la asignatura Señales Aleatorias de la carrera debería bastar).

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

Posibilidad.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

## **6.5. Reconocimiento Facial Basado en Puntos Característicos de la Cara en entornos no controlados.**

**Tutor:**

Pedro Tomé González

**Ponente (si procede):**

Julián Fierrez Aguilar

**Descripción:**

Dentro del amplio campo de la biometría el reconocimiento facial juega un papel crucial, ya que se trata de una tecnología amigable e intuitiva para el ser humano. Una de las principales ventajas de dicha tecnología es que puede ser utilizada en lugares donde el usuario no necesita ser cooperativo con la adquisición donde de forma no invasiva el usuario pueda ser reconocido.

En este proyecto se realizarán las siguientes tareas: en primer lugar se revisará el estado del arte en reconocimiento facial basado en puntos característicos de la cara. Asimismo se estudiarán las bases de datos existentes de imágenes de cara en condiciones no ideales. Tras este estudio previo se implementará un sistema de reconocimiento facial automático usando imágenes en entornos controlados, para posteriormente evaluar su

rendimiento sobre entornos no controlados. En tal desarrollo y evaluación del sistema se utilizará la herramienta de programación Matlab.

**Requisitos imprescindibles:**

- Conocimiento de señales aleatorias, reconocimiento de patrones y procesado de imágenes.
- Programación en Matlab.
- Idioma inglés.

**Requisitos adicionales valorables:**

- Conocimientos de procesado de señal (Sistemas Lineales, Tratamiento Digital de Señales y Temas Avanzados en Procesado de señal).
- Conocimientos de análisis de imágenes y aprendizaje artificial.
- Conocimiento del lenguaje LaTeX.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior. Laboratorio C-109.

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

No.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

## ***6.6. Mejora de la Robustez de los Sistemas de Reconocimiento Facial Utilizando Medidas de Calidad.***

**Tutor:**

Pedro Tomé González

**Ponente (si procede):**

Julián Fierrez Aguilar

**Descripción:**

El reconocimiento facial es una tecnología muy utilizada y difundida en nuestra sociedad. El constante desarrollo y avance de este tipo de sistemas sigue una tendencia hacia su utilización sobre entornos cada vez menos controlados donde los factores de variabilidad presentes son muy complicados de modelar. Por ello es clave el estudio y aplicación de medidas de calidad que mejoren la robustez de los sistemas de reconocimiento facial.

En este proyecto se realizarán las siguientes tareas: en primer lugar se revisará el estado del arte de los principales factores de variabilidad en reconocimiento facial. Asimismo se estudiarán las bases de datos existentes de imágenes de cara en condiciones no

ideales. Tras este estudio previo se implementarán una serie de medidas de calidad, para posteriormente evaluar su rendimiento sobre entornos no controlados. En tal desarrollo y evaluación del sistema se utilizará la herramienta de programación Matlab.

**Requisitos imprescindibles:**

- Conocimiento de señales aleatorias, reconocimiento de patrones y procesado de imágenes.
- Programación en Matlab.
- Idioma inglés.

**Requisitos adicionales valorables:**

- Conocimientos de procesado de señal (Sistemas Lineales, Tratamiento Digital de Señales y Temas Avanzados en Procesado de señal).
- Conocimientos de análisis de imágenes y aprendizaje artificial.
- Conocimiento del lenguaje LaTeX.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior. Laboratorio C-109

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

No.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

**6.7. Reconocimiento Biométrico de Iris a partir de imágenes faciales en entornos no controlados.**

**Tutor:**

Pedro Tomé González

**Ponente (si procede):**

Julián Fierrez Aguilar

**Descripción:**

El reconocimiento biométrico de iris es una de las tecnologías más emergentes hoy día debido al desarrollo de los sistemas de adquisición, ya que cada vez son menos invasivos para el usuario. Son muchos los avances en la adquisición pero aún queda un largo camino por recorrer en la aplicación de este tipo de sistemas en entornos no controlados.

En este proyecto se realizarán las siguientes tareas: en primer lugar se revisará el estado del arte de los principales factores de variabilidad en reconocimiento facial centrándose en aquellos principales que afectan al iris. Asimismo se estudiarán las bases de datos existentes de imágenes de cara en condiciones no ideales. Tras este estudio previo se

implementará un sistema robusto apoyado por una serie de medidas de calidad, para posteriormente evaluar su rendimiento sobre entornos no controlados. En tal desarrollo y evaluación del sistema se utilizará la herramienta de programación Matlab.

**Requisitos imprescindibles:**

- Conocimiento de señales aleatorias, reconocimiento de patrones y procesado de imágenes.
- Programación en Matlab.
- Idioma inglés.

**Requisitos adicionales valorables:**

- Conocimientos de procesado de señal (Sistemas Lineales, Tratamiento Digital de Señales y Temas Avanzados en Procesado de señal).
- Conocimientos de análisis de imágenes y aprendizaje artificial.
- Conocimiento del lenguaje LaTeX.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior. Laboratorio C-109

**Horario (tentativo):**

Abierto.

**Beca:**

No.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

**6.8. *Desarrollo de un sistema de reducción de ruido multicanal empleando micrófonos digitales y un sistema de adquisición de audio tetra canal USB basado en DSP***

**Tutor:**

Doroteo Torre Toledano

**Ponente (si procede – es necesario siempre que el profesor no sea profesor permanente de la EPS):**

No

**Descripción:**

El proyecto parte de un sistema de adquisición de audio tetra canal desarrollado previamente que permite trabajar tanto con micrófonos analógicos como digitales (micrófonos integrados con un ADC en un chip, que devuelven ya audio digital). El sistema de adquisición de audio se basa en un Códec de audio avanzado de Texas Instruments y en un DSP de bajo consumo de la misma marca, y se conecta aun host Linux a través de un puerto USB que permite la transferencia del audio al host. La primera labor a realizar será realizar pruebas de calidad de este sistema de adquisición de audio. A continuación se establecerá una localización de micrófonos en una sala habilitada al efecto y se grabarán reuniones simuladas. Finalmente con los audios obtenidos simultáneamente a través de los cuatro canales se implementará un sistema de reducción de ruido basado en las cuatro grabaciones disponibles. Aunque la reducción

de ruido podría implementarse en tiempo real en el DSP, no está previsto llegar a este nivel de desarrollo en el proyecto, por lo que la implementación se realizará en el host Linux.

**Requisitos imprescindibles:**

Conocimientos de Linux y de procesamiento digital de señal. Interés por el desarrollo de proyectos integrales desde el hardware hasta el software.

**Requisitos adicionales valorables:**

Inglés. Disponibilidad horaria.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Si

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **6.9. *Diseño de Bajo Consumo en FPGA***

**Tutor:**

Eduardo Boemo

**Descripción:**

Desarrollo de un juego de circuitos para evaluar opciones de bajo consumo en FPGA

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por la FPGAs, la instrumentación electrónica y el manejo de equipos como analizadores lógicos, osciloscopios, o medidores de potencia.

**Requisitos adicionales valorables:**

-----

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior, Laboratorio C115

**Horario (tentativo):**

Libre

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **6.10. *Técnicas de Sincronización en FPGAs***

**Tutor:**

Eduardo Boemo

**Descripción:**

Desarrollo de un juego de circuitos para medir diversas técnicas de sincronización entre dominios de reloj diferentes

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por la FPGAs, la instrumentación electrónica y el manejo de equipos como analizadores lógicos, osciloscopios, o medidores de potencia.

**Requisitos adicionales valorables:**

-----

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior, Laboratorio C115

**Horario (tentativo):**

Libre

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

### **6.11. *Diseño de Custom DSPs en FPGAs***

**Tutor:**

Ramón García Gómez

**Ponente:**

Eduardo Boemo

**Descripción:**

Diseño de hardware a medida para procesamiento de señal en tiempo real. La tecnología marco es FPGAs. El sistema requiere además operar a alta frecuencia de operación y robustez.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés en FPGAs y DSPs. Conocimiento de VHDL y Matlab.

**Requisitos adicionales valorables:**

Interés en realizar el PFC en un laboratorio de investigación de la ETSI Telecomunicación, de la UPM.

**Lugar de realización del PFC:**

ETSI Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Si, a negociar

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **7. High Performance Computing and Networking group (HPCN)**

### **7.1. *Especificación de una Ontología de Medidas para Internet***

**Tutor:**

Dr. Jorge E. López de Vergara Méndez

**Descripción:**

El proyecto consiste en la especificación de una ontología (modelo de información) que permita definir medidas de calidad de servicio (QoS) y calidad de experiencia (QoE) en Internet. Las ontologías son una técnica de representación del conocimiento que describen un dominio desde un punto de vista semántico. Para ello se definen conceptos o clases, propiedades y ejemplares. En este caso, las clases son tipos de medidas de red (ancho de banda, retardo, etc.), y los ejemplares son cada una de las medidas a compartir. Este proyecto se apoyará en los resultados del proyecto europeo MOMENT (<http://www.fp7-moment.eu/>), para desarrollar nuevas tareas en el proyecto OpenLab relacionadas con la compartición semántica de medidas de red, y contribuirá a la estandarización de dicha ontología dentro del grupo de trabajo MOI ISG de ETSI (European Telecommunications Standards Institute) (<http://portal.etsi.org/portal/server.pt/community/MOI/346>).

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por las Redes de Comunicaciones y la Programación.

**Requisitos adicionales valorables:**

Cursar o haber cursado Programación Orientada a Objetos, Bases de datos e Inteligencia Artificial o Ingeniería del Conocimiento.

**Lugar de realización del PFC:**

High Performance Computing and Networking Group, Escuela Politécnica Superior, UAM.

**Horario (tentativo):**

Horario flexible

**Beca:**

Es posible en función de la valía/interés del candidato

**Plazo de solicitud:**

Abierto

***7.2. Desarrollo de un sistema de medición, monitorización y gestión de redes IPTV***

**Tutor:**

Dr. Jorge E. López de Vergara Méndez

**Descripción:**

El proyecto consiste en el desarrollo de un sistema para la recogida de datos y monitorización de una red IPTV, así como realizar los cálculos necesarios sobre dichos

datos, tanto de calidad de servicio (QoS) (p.e.: ancho de banda consumido, retardo, etc.) como de calidad de experiencia (QoE) (p.e.: MOS-A, MOS-V). Las técnicas a emplear se basarán en la captura pasiva del tráfico y su análisis posterior, estableciendo reglas que traduzcan QoS en QoE. Este proyecto se realizará en el entorno del proyecto europeo IPNQSIS del Programa Celtic (<http://www.celtic-initiative.org/Projects/Celtic-projects/Call7/IPNQSIS/ipnqsis-default.asp>), así como del proyecto nacional ÁNFORA (<http://www.hpcn.es/projects/anfora/>).

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por las Redes de Comunicaciones y la Programación.

**Requisitos adicionales valorables:**

Cursar o haber cursado Programación Orientada a Objetos y Sistemas Cliente-Servidor.

**Lugar de realización del PFC:**

High Performance Computing and Networking Group, Escuela Politécnica Superior, UAM.

**Horario (tentativo):**

Horario flexible

**Beca:**

Es posible en función de la valía/interés del candidato

**Plazo de solicitud:**

Abierto

***7.3. Diseño e implementación de escenarios de red utilizando herramientas de virtualización.***

**Tutor:**

Dr. Jorge E. López de Vergara Méndez

**Descripción:**

El proyecto consiste en el diseño e implementación de escenarios virtuales utilizando herramientas de virtualización de libre distribución que permita la emulación de servicios de redes para la realización de diversas mediadas de QoS. Este tema es considerado como una estrategia empresarial para esta década, en razón de que permite emular redes de ordenadores utilizando un único equipo físico, con lo cual se reducen los costes de inversión y se facilita la gestión del escenario virtual. Actualmente existen algunas técnicas de virtualización y varios temas que se pueden investigar e implementar, como es el caso de probar la interoperabilidad de diferentes herramientas

en el mismo equipo o en equipos distribuidos, formalizar modelos estandarizados para realizar procedimientos de benchmarking para medir el rendimiento y funcionalidad de redes utilizando herramientas de virtualización o la implementación de un sistema estandarizado que permita gestionar las mismas. Este proyecto se realizará en el entorno del proyecto PASITO, que interconecta los principales grupos nacionales de investigación en el área de Ingeniería Telemática (<http://www.rediris.es/proyectos/pasito/>).

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por las Redes de Comunicaciones, los sistemas operativos Linux y la Programación.

**Requisitos adicionales valorables:**

Cursar o haber cursado Programación Orientada a Objetos y Sistemas Cliente-Servidor.

**Lugar de realización del PFC:**

High Performance Computing and Networking Group, Escuela Politécnica Superior, UAM.

**Horario (tentativo):**

Horario flexible

**Beca:**

Es posible en función de la valía/interés del candidato

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## ***7.4. Detección forense de ataques usando trazas de red***

**Tutor:**

Dr. Jorge López de Vergara Méndez

**Descripción:**

La protección ante ataques es un tema importante para asegurar los servicios de comunicaciones de cualquier infraestructura de red. La comunidad científica ha desarrollado algoritmos que permiten detectar ataques de seguridad en base al tráfico que se genera en la red.

Este proyecto final de carrera analizará el estado del arte de algoritmos para detectar patrones de ataques y se elegirá uno que sea relevante. El alumno deberá implementar

dicho algoritmo y evaluarlo usando trazas de RedIris dentro del proyecto Anfora (<http://www.hpcn.es/projects/anfora/>).

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por las matemáticas, las redes y la programación.

**Requisitos adicionales valorables:**

Capacidad de trabajo y ganas de aprender.

**Lugar de realización del PFC:**

High Performance Computing and Networking Group, Escuela Politécnica Superior, UAM.

**Horario (tentativo):**

Flexible

**Beca:**

Es posible en función de la valía/interés del candidato

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **7.5. Analizando la accesibilidad de recursos en aplicaciones de almacenamiento web**

**Tutor:**

Dr. José Luis García Dorado

**Ponente (si procede):**

Dr. Javier Aracil Rico

**Descripción:**

La popularidad de los servicios de alojamiento de archivos, *File Hosting applications*, (FH), como *Rapidshare* y *Megaupload*, ha crecido de forma muy significativa en los últimos años. De hecho, es una de las pocas aplicaciones, junto al *video streaming*, que presentan tasas de crecimiento positivas en el Internet actual. Mientras que la caracterización activa de estas aplicaciones ha recibido atención por la comunidad científica, destaca que los portales web que facilitan la distribución de estos recursos apenas han sido analizados. Estos portales, a veces simples foros, permiten dar a

conocer los recursos disponibles a los miembros de esa comunidad. Son pieza fundamental de estos sistemas y probablemente la parte más desconocida.

Este proyecto pretende estudiar el funcionamiento en general de estos portales. Esto es, la popularidad de las distintas aplicaciones FH, cuantos usuarios están activos, cuantos usuarios suben contenido, cuánto tiempo están los recursos disponibles, cuantos presentan *copyright*, etc.... En concreto se propone estudiar el portal *avaxhome*, de tipo internacional, y otro foro, en este caso español, como *vagos.com*. Por último, se debería contrastar estos resultados con los obtenidos para aplicaciones *peer-to-peer* (P2P), por ejemplo, *mininova*; fundamentalmente, se pretende comparar la disponibilidad de los recursos P2P y FH y tiempo de descarga.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por las redes y la programación.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimiento o interés en técnicas de desarrollo web, como AJAX o XML.

**Lugar de realización del PFC:**

High Performance Computing and Networking Group, Escuela Politécnica Superior, UAM.

**Horario (tentativo):**

Flexible

**Beca:**

Es posible en función de la valía/interés del candidato

**Plazo de solicitud:**

Abierto

**7.6. Análisis y desarrollo de un sistema de medida de calidad de servicio en entornos móviles**

**Tutor:**

Ing. Javier Ramos de Santiago

**Ponente (si procede):**

Dr. Javier Aracil Rico

**Descripción:**

El proyecto constará de dos partes. En una primera parte se realizará un análisis de los parámetros de calidad de servicio relevantes en redes móviles de datos. Una vez obtenidos los parámetros se procederá a la implementación de un sistema de medida de calidad de servicio en una plataforma móvil (Android o Apple iOS). Se tomará como referencia el sistema de medida de calidad para redes de banda ancha QoS Poll desarrollado en el grupo HPCN UAM.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés por las Redes de Comunicaciones y ganas de aprender

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos básicos de programación en C y Java

Conocimientos básicos sobre sistemas Linux

**Lugar de realización del PFC:**

High Performance Computing and Networking Group, Escuela Politécnica Superior, UAM.

**Horario (tentativo):**

Flexible

**Beca:**

Es posible en función de la valía/interés del candidato

**Plazo de solicitud:**

Abierto

***7.7. Reproducción de tráfico en redes 10GbE con sistemas hardware basados en FPGA***

**Tutor:**

Jaime Jesús Garnica Betrán

**Ponente:**

Sergio López Buedo

**Descripción:**

Sistema de reproducción de tráfico a 10Gbps de tasa, mediante el uso de hardware dedicado (FPGA), para la creación de entornos de pruebas (testbeds) para desarrollos que requieran las tasas indicadas.

A partir de trazas PCAP capturadas, reproducir el tráfico contenido en la misma. Empleo de la tecnología FPGA para alcanzar la tasas de línea de las redes 10GbE y para

aplicar diferentes funcionalidades requeridas, como la variación de tiempo entre paquetes, tiempo de reproducción, modificación de campos en los paquetes, etc..

**Requisitos imprescindibles:**

Conocimiento avanzado en entornos con FPGAs y del lenguaje VHDL. Conocimiento notable en formación de paquetes de red. Conocimiento de Linux y drivers de red y PCIe para este SO.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimiento de la herramienta Wireshark. Verificación en FPGAs (ModelSim, ChipScope). Conocimientos en comunicaciones ópticas.

**Lugar de realización del PFC:**

High Performance Computing and Networking group. Escuela Politécnica Superior. Universidad Autónoma de Madrid.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Quizás

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **8. Human Computer Technology Laboratory (HCTLab)**

### **8.1. Control en FPGA de fuente de alimentación**

**Tutor:**

Ángel de Castro Martín

**Descripción:**

En este proyecto fin de carrera se abordará de forma práctica el control de una fuente de alimentación (convertidor alterna/continua conectado a un enchufe convencional de 230 V) mediante un dispositivo de hardware digital (FPGA). El alumno se centrará en la programación del dispositivo digital, desarrollando el controlador en VHDL, y las posteriores pruebas físicas con el sistema en lazo cerrado.

El sistema a controlar es una fuente de alimentación de alto rendimiento basada en el encendido y apagado de transistores MOSFET (que hacen de interruptores) a frecuencias de cientos de kHz. Controlando el ciclo de trabajo (proporción entre el tiempo de encendido y de apagado) se regula la tensión de salida.

El proyecto será práctico, así que habrá parte de “cacharreo”, incluyendo montaje de placas y componentes, soldadura, manejo de osciloscopio y polímetro, etc.

**Requisitos imprescindibles:**

Tener aprobada Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos (conocimientos de FPGAs).

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos básicos de control (funciones de transferencia, lazo cerrado) y “cacharreo” (soldar, manejar el osciloscopio).

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior – Laboratorio C-115.

**Horario (tentativo):**

Flexible según las posibilidades del alumno.

**Beca:**

No.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

## **8.2. Estudio y desarrollo de sistemas de tracción en robots móviles**

**Tutor:**

Guillermo González de Rivera Peces

**Descripción:**

El objetivo de este proyecto es el diseño y construcción de una serie de sistemas de tracción, diferentes de las clásicas cuatro ruedas, para implementaciones de plataformas de robots móviles. Su aplicación puede ser moverse en entornos rugosos, escalonados, incluso en paredes verticales.

Las plataformas pueden estar basadas en un completo sistema de desarrollo basado en un potente microcontrolador, dotado de comunicación Ethernet, wi-fi, usb, serie síncrono y asíncrono y diversos puertos digitales o bien en una sencilla placa de control basado en un simple microcontrolador.

Este trabajo se puede incluir dentro de un proyecto de más envergadura cuyo objetivo es que haya un gran número de robots, iguales o diferentes, que realicen tareas de forma colaborativa.

**Requisitos imprescindibles:**

Tener gran afición por los desarrollos hardware.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos básicos de robótica y de electrónica digital, programación de microcontroladores (tanto en ensamblador como en lenguajes de alto nivel), interés por el hardware. Manejo de programas de diseño electrónico, preferiblemente OrCAD, para la captura de esquemas, simulación y diseño de circuitos impresos.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior – Laboratorio C-115.

**Horario (tentativo):**

Flexible según las posibilidades del alumno, preferible por las mañanas.

**Beca:**

No.

**Plazo de solicitud:**

Abierto.

## **8.3. Concentrador de mediciones clínicas en hospitales**

**Tutor:**

Guillermo González de Rivera Peces

**Descripción:**

Diseño de un sistema concentrador de medidas clínicas en hospitales. El sistema recibe información digital o analógica de diversos equipos médicos de toma de datos del paciente, tipo presión arterial, pulso, temperatura, etc. Empaqueta las señales y las envía

de manera inalámbrica a un PC bajo Linux. El equipo además debe cumplir requisitos de bajo consumo, fiabilidad, mantenibilidad, configuración y autotest. Proyecto complementario a otro publicado por el DSLab

**Requisitos imprescindibles:**

Interés en programación de procesadores embebidos, conocimientos de protocolos de comunicación y redes de ordenadores.

**Requisitos adicionales valorables:**

Interés en incorporarse al finalizar el trabajo a una empresa relacionada con tecnología aplicada a hospitales.

**Lugar de realización del PFC:**

Mixto: Escuela Politécnica Superior y laboratorio de I+D de la empresa, situado en Leganés.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

450 euros mensuales

**Plazo de solicitud:**

Abierto

#### ***8.4. Mini-robot para el posicionamiento de una fibra óptica en un punto determinado del plano focal de un telescopio.***

**Tutor:**

Guillermo González de Rivera Peces

**Descripción:**

El grupo HCTLab está colaborando con varias instituciones científicas, principalmente de Estado Unidos, para el desarrollo de un nuevo telescopio dentro de un proyecto internacional para la búsqueda de materia oscura y observación de galaxias lejanas.

Nuestra parte en la investigación pertenece al área de electrónica y consiste en el desarrollo y puesta a punto de un prototipo de mini-robot capaz de posicionar una fibra óptica en un punto del plano focal del telescopio para la captura de la señal luminosa proveniente del exterior. Este mini-robot, de forma cilíndrica, consta de dos motores paso a paso que deben proveer de movimiento angular al extremo de la fibra óptica, para su correcto posicionado.

Se trata de colaborar en el diseño e implementación de la electrónica de control de los robots, así como de la comunicación con los mismos por vía inalámbrica. En un principio, se trataría de poner en marcha un prototipo que podría integrarse dentro de un cluster de 19 unidades de mini-robots, que en el caso de pasar todas las pruebas, podría llegar a multiplicarse hasta 5.000 unidades para llenar el plano focal de un telescopio de 1 metro aproximadamente.

**Requisitos imprescindibles:**

Interés en programación de procesadores embebidos y microcontroladores, conocimientos de protocolos de comunicación.

**Requisitos adicionales valorables:**

Interés en participar en un proyecto de investigación puntero a nivel mundial, relacionado con la exploración espacial.

**Lugar de realización del PFC:**

Laboratorio del grupo HCTLab, Escuela Politécnica Superior.

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

No

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## 9. Video Processing and Understanding Lab (VPULab)

### 9.1. *Caracterización de la coalescencia de burbujas en columnas verticales turbulentas mediante la aplicación de técnicas de análisis de secuencias de vídeo.*

**Tutor:**

Jesús Bescós Cano

**Descripción:**

Este proyecto se enmarca en el ámbito de proyecto sobre “Generación de burbujas por nucleación e inyección de gas; visualización y caracterización de flujos básicos con burbujas”, una iniciativa en la que es necesario caracterizar el número, velocidad y esquemas de fusión de burbujas generadas en una columna vertical llena de agua que fluye hacia arriba a una velocidad de entre 0 y 2 metros por segundo. El punto de partida son secuencias de vídeo capturadas por una o más cámaras de alta velocidad

El principal objetivo es hacer un estudio de las posibilidades de llevar a cabo dicha caracterización exclusivamente mediante técnicas de análisis de secuencias de vídeo, mediante el diseño y prueba de distintos esquemas, hasta obtener un prototipo preoperativo.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación en MatLab. Especial interés en el análisis de imágenes y, en particular, en el tema que se propone.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de Tratamiento Digital de Imágenes, motivación y disponibilidad.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

No.

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **9.2. Realización automática de secuencias con cámaras PTZ para la emisión de clases presenciales.**

**Tutor:**

Jesús Bescós Cano

**Descripción:**

Este proyecto se enmarca en el ámbito de una iniciativa para emitir una clase presencial a través de Internet a estudiantes que, por diversos motivos, no pueden asistir físicamente al aula en que se imparte dicha clase.

Se parte de una infraestructura consistente en una cámara PTZ (*Pan-Tilt-Zoom*) situada en la parte trasera del aula, del API (*Application Programming Interface*) o librerías de manejo de la cámara, y de los resultados de un proyecto previo en este mismo ámbito.

El principal objetivo es desarrollar el código necesario para analizar la señal de vídeo procedente de la cámara y accionarla de modo que realice un seguimiento del profesor que imparte la clase para así realizar una producción automática de la emisión final, de acuerdo a uno o varios esquemas de producción prediseñados. El esquema de producción debe contemplar la inserción de tomas correspondientes a las transparencias que el profesor está presentando

**Requisitos imprescindibles:**

Programación en C. Especial interés en el análisis de imágenes y, en particular, en el tema que se propone.

**Requisitos adicionales valorables:**

Conocimientos de Tratamiento Digital de Imágenes, motivación y disponibilidad.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **9.3. Caracterización cuadro a cuadro de regiones en secuencias de vídeo**

**Tutor:** Marcos Escudero Viñolo.

**Ponente:** Jesús Bescós Cano

**Descripción:**

Para el desarrollo del proyecto, se entenderá una región de interés en vídeo como un conjunto de píxeles que se agrupan acorde a uno o varios criterios de similitud. Si suponemos una serie de criterios de agrupación establecidos, cada cuadro de un vídeo

podrá dividirse en un número determinado de regiones, cada una de las cuales podrá caracterizarse espacio-temporalmente, bien con los atributos usados para la agrupación de sus píxeles (inherentes a la región y por tanto intra-caracterizadores), bien con atributos que la caracterizan respecto de su entorno (dependientes de las regiones vecinas), bien con una mezcla de ambos.

Lamentablemente, esta agrupación varía cuadro a cuadro a lo largo del video debido a múltiples factores: movimiento de cámara no compensado, fondos multimodales, presencia de objetos móviles, cambios de iluminación locales y/o globales y ruido de captación.

El objetivo del proyecto final de carrera que se propone es el de diseñar y construir una librería de funciones que permita calcular, de manera eficiente, una serie de atributos combinados que, usados en la caracterización y medición de distancias entre regiones, maximicen:

- La distancia entre dos regiones diferentes.
- La similitud entre dos regiones que representan el mismo concepto semántico en diferentes instantes temporales

La estabilidad cuadro a cuadro en las descripciones de las diferentes instancias de una misma región a lo largo del video. Finalmente, esta librería se utilizará para, empíricamente, verificar una serie de hipótesis que se plantearán como objetivos al inicio del proyecto.

Las futuras aplicaciones del trabajo incluirán entre otras:

- Bajo-medio nivel:
  - i. Segmentación automática frente-fondo de un video cualquiera.
  - ii. Caracterización de los objetos del video como conjuntos de regiones.
- Alto nivel:
  - i. Indexación de videos o imágenes por el concepto de búsqueda por ejemplo.
  - ii. Detección de objetos de interés en sistemas de video-seguridad.

El PFC partirá de un trabajo anterior (código y documentación) existente el grupo de investigación VPU-Lab. El proyecto está orientado a estudiantes que posean nociones generales en el campo del álgebra vectorial e interés en las áreas de tratamiento de imagen y video.

### **Requisitos imprescindibles:**

Soltura en programación en C o C++.

Nociones e interés por el álgebra vectorial.

### **Requisitos adicionales valorables:**

Programación en MatLab.

**Lugar de realización del PFC:** Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):** A negociar

**Beca:** Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados

**Plazo de solicitud:** Abierto

#### **9.4. Caracterización de elementos en secuencias de vídeo: regiones o puntos de interés.**

**Tutor:** Marcos Escudero Viñolo.

**Ponente:** Jesús Bescós Cano

##### **Descripción:**

El proyecto está orientado a estudiantes con especial interés en las áreas de tratamiento e interpretación de vídeo.

El análisis de puntos de interés en secuencias de vídeo busca caracterizar un área espacio-temporal, ya sea un objeto (hombre con sombrero de paja), una escena (atardecer en la playa) o un evento (hombre con sombrero de paja mirando el atardecer en la playa), como un conjunto de *puntos* que son intrínsecos a ella, de modo que no varían ante cambios de iluminación, escala, rotación, punto de vista, etc.

Existen varias opciones para la extracción y caracterización de estos puntos; entre ellas cabe destacar los puntos SIFT y los MOSIFT. Ambos realizan un filtrado recursivo de la señal de vídeo con el objetivo de identificar puntos o propiedades del área invariantes (o al menos más robustas) a los efectos antes señalados. Posteriormente, estos puntos se caracterizan en función de su entorno y se usan para construir modelos genéricos del área, con el objetivo de localizarla automáticamente en distintas secuencias de vídeo.

El objetivo de este proyecto final de carrera es realizar un análisis y caracterización multi-escala de áreas de interés en secuencias de vídeo, no sólo utilizando puntos sino también utilizando regiones (agrupaciones de píxeles con alguna característica común). A continuación se plantaría una comparativa punto vs región mediante la aplicación de ambas técnicas a problemas clásicos de detección y reconocimiento de objetos, escenas o eventos.

En función de la calidad del trabajo final realizado y de si éste supera el estado del arte actual en el área, se estudiará la participación del alumno y de su trabajo en concursos de detección organizados a nivel mundial, en los que compiten universidades y departamentos de investigación de todo el mundo (como por ejemplo el TREC Video Retrieval Evaluation: TRECVID: <http://trecvid.nist.gov/>).

##### **Requisitos imprescindibles:**

Soltura en programación en C o C++.

Soltura en programación en MatLab.

**Requisitos adicionales valorables:**

Vocación investigadora.

**Lugar de realización del PFC:** Escuela Politécnica Superior

**Horario (tentativo):** A negociar

**Beca:** Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados

**Plazo de solicitud:** Abierto

**9.5. Reconocimiento de actividades en video basado en la evolución temporal de descriptores de forma**

**Tutor:**

Álvaro García Martín

**Ponente:**

José M. Martínez Sánchez

**Descripción:**

El objetivo de este PFC es realizar un estudio de los diferentes descriptores de forma utilizados en el estado del arte e implementar un detector de actividades analizando la evolución temporal de la forma de las personas. Posteriormente, se realizará un estudio comparativo del uso de cada uno de los descriptores de forma y sus posibles combinaciones. Los experimentos se realizaran sobre secuencias de video del estado de arte en reconocimiento de actividades con el fin de comparar resultados.

**Requisitos imprescindibles:**

Tratamiento digital de señales.

**Requisitos adicionales valorables:**

Programación C/C++. Procesamiento de imágenes con Matlab.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior C111

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados.

**Plazo de solicitud:**

Abierto

**9.6. Segmentación Fondo-Persona basada en la evolución temporal de mapas de confianza de detección de personas**

**Tutor:**

Álvaro García Martín

**Ponente:**

José M. Martínez Sánchez

**Descripción:**

El objetivo de este PFC es el desarrollo de un algoritmo de segmentación de la escena en dos clases de diferente valor semántico, fondo y persona, con el objetivo definir con seguridad aquellas áreas de la escena donde no aparecen personas. Siendo una etapa de pre-procesado de gran utilidad para todo análisis de video que incluya detección de personas. Para ello se propondrá estudiar los mapas de confianza generados por cualquier detector de personas del estado del arte y su evolución en el tiempo.

**Requisitos imprescindibles:**

Tratamiento digital de señales.

**Requisitos adicionales valorables:**

Procesamiento de imágenes con Matlab.

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior C111

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados.

**Plazo de solicitud:**

Abierto

### **9.7. *Reconocimiento de acciones mediante descriptores locales y características holísticas***

**Tutor:**

José María Martínez Sánchez

**Descripción:**

Para el reconocimiento de acciones en secuencias de vídeo se ha trabajado tradicionalmente en esquemas que combinan la detección de objetos y su seguimiento. Esta aproximación es muy sensible a los posibles errores en ambas etapas. Para intentar mejorar el reconocimiento en entornos donde esa aproximación falla se han propuesto diversos sistemas que obtienen características de las escenas sin detectar ni seguir objetos. En este PFC se evaluarán diversos trabajos en esta línea y se implementará un sistema de reconocimiento acciones mediante el uso de descriptores locales y holísticos.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación C/C++

**Requisitos adicionales valorables:**

Tratamiento Digital de Señal e Imágenes

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior, C-111

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **9.8. Auto-evaluación de algoritmos de seguimiento de objetos (tracking)**

**Tutor:**

Juan Carlos San Miguel Avedillo

**Ponente:**

José María Martínez Sánchez

**Descripción:**

El seguimiento de objetos en secuencias de video es una etapa de análisis crítica en visión artificial donde existe gran variabilidad debido a cambios de pose, cambios iluminación, oclusiones y partes del fondo de escena similares al objeto analizado. En estas condiciones, un algoritmo de seguimiento no puede operar correctamente en todas las situaciones y se presupone su mal funcionamiento.

La solución clásica a este problema se basa en evaluar las características del algoritmo frente a secuencias anotadas con los objetos presentes. Este modo de evaluación presenta varias desventajas debidas a la dificultad de realizar una anotación precisa, sólo cubre un rango de variabilidad bajo y no está disponible para el análisis *online* (e.g., cuando la cámara captura el video). Recientemente, el estudio de características de los datos proporcionados por el algoritmo (auto-evaluación) se ha propuesto como solución a este problema.

El objetivo de este PFC es mejorar las técnicas de auto-evaluación existentes para el seguimiento de objetos. Para ello, se partirá del prototipo existente en el VPULab (*J. C. SanMiguel, A. Cavallaro y J. M. Martínez, "Adaptive performance evaluation of video trackers", IEEE Image Processing, 2012*). Primeramente se realizará un planteamiento de problema de auto-evaluación y se analizarán las ventajas/desventajas de las técnicas más relevantes. Después se estudiarán las características del prototipo con el fin de identificar sus limitaciones y se propondrán mejoras (implementando aquellas más relevantes). La última etapa de este PFC considera el diseño de una base de datos adecuada al problema y una comparación frente a técnicas relacionadas. Adicionalmente, se hará especial hincapié en la aplicación del algoritmo obtenido a distintas técnicas de seguimiento y su ejecución en tiempo real.

**Requisitos imprescindibles:**

Matlab

**Requisitos adicionales valorables:**

Tratamiento Digital de Imágenes, Interés por cursar estudios de tercer ciclo

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior, C-111

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **9.9. Detección de objetos estáticos de primer plano en escenarios altamente concurridos de video-seguridad**

**Tutor:**

Juan Carlos San Miguel Avedillo

**Ponente:**

José María Martínez Sánchez

**Descripción:**

Debido a la creciente demanda de seguridad en lugares públicos, el análisis automático de secuencias de video-vigilancia se ha convertido en un área de investigación muy activa. En este contexto, la detección de objetos robados o abandonados en lugares públicos es una de las principales aplicaciones. Este tipo de aplicaciones presenta diversos problemas debido a la variabilidad de los datos de análisis (escenarios, personas,...) y la alta densidad de objetos móviles.

El objetivo de este PFC es la mejora del prototipo existente en el VPU-Lab basado en información a nivel de píxel (A. Bayona, J. C. SanMiguel y J. M. Martínez “Stationary foreground detection using background subtraction and temporal difference in video surveillance”, *IEEE ICIP, Hong Kong, China, Sept. 2010*). Se propone la inclusión de información a nivel de región para mejorar la robustez del algoritmo frente al ruido de la imagen, zonas de paso y a personas que permanecen cuasi inmóviles en la secuencia de vídeo. Para ello, primeramente se estudiarán las aproximaciones más recientes y se realizará una evaluación intensiva del prototipo disponible para identificar las áreas de mejora. Posteriormente se procederá a la implementación de las más relevantes y finalmente se realizará una comparación frente a las técnicas del estado del arte utilizando una base de datos previamente diseñada.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación C

**Requisitos adicionales valorables:**

Programación C++, Tratamiento Digital de Imágenes, Interés por cursar estudios de tercer ciclo

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior, C-111

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados

**Plazo de solicitud:**

Abierto

## **9.10. Detección de sombras en secuencias de video-seguridad mediante análisis de regiones y coherencia temporal**

**Tutor:**

Juan Carlos San Miguel Avedillo

**Ponente:**

José María Martínez Sánchez

**Descripción:**

El análisis de sombras en video es una de las principales etapas de análisis para la extracción de objetos (personas, coches,...) con especial interés en el ámbito de video-seguridad. La correcta extracción de objetos determina la eficiencia del sistema

de video-seguridad ya que las etapas de análisis posteriores de nivel medio (e.g., reconocimiento de personas) o alto (e.g., detección de eventos) dependen directamente de ella. En este ámbito, una sombra es un efecto producido cuando objeto se interpone entre una fuente de luz y se traduce en el oscurecimiento de la parte de la imagen correspondiente a la zona sombreada. Además, se observa que la sombra presenta una coherencia temporal con respecto al objeto que la produce (es decir, se mueve junto a él aunque va variando dependiendo del punto de vista del objeto frente a la fuente de luz).

El objetivo de este PFC es la mejora del prototipo existente en el VPU-Lab basado en información a nivel de píxel (*J. C. SanMiguel y J. M. Martínez “Shadow Detection in Video Surveillance by Maximizing Agreement between Independent Detectors”, IEEE ICIP, Sept. 2009*) en entornos de video-seguridad. Se propone la inclusión de información a nivel de región y formalizar el uso de coherencia temporal para mejorar la robustez del algoritmo. Para ello, primeramente se estudiará la problemática de detección de sombras para posteriormente analizar las aproximaciones más recientes que utilizan información a nivel de región y coherencia temporal. Después se formalizará la inclusión de ambas características en el prototipo existente y por último, se realizará una evaluación con un conjunto de datos apropiado.

**Requisitos imprescindibles:**

Programación C, Matlab

**Requisitos adicionales valorables:**

Programación C++, Tratamiento Digital de Imágenes, Interés por cursar estudios de tercer ciclo

**Lugar de realización del PFC:**

Escuela Politécnica Superior, C-111

**Horario (tentativo):**

A negociar

**Beca:**

Posibilidad de beca en función del compromiso del becario y de los resultados

**Plazo de solicitud:**

Abierto