



**LABORATORIO DE PROCESADO DE IMAGEN**

**OFERTA DE TRABAJOS FIN DE GRADO Y TRABAJOS FIN  
DE MÁSTER**

**CURSO 2021/22**

El laboratorio de procesamiento de imagen (LPI) oferta para el curso 2021/22, la realización de trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) en diferentes áreas temáticas:

- Movilidad y transporte. Carreteras inteligentes.
- Ingeniería biomédica (análisis de señal y procesamiento de imagen)
- Aplicaciones generales del aprendizaje profundo (deep learning)

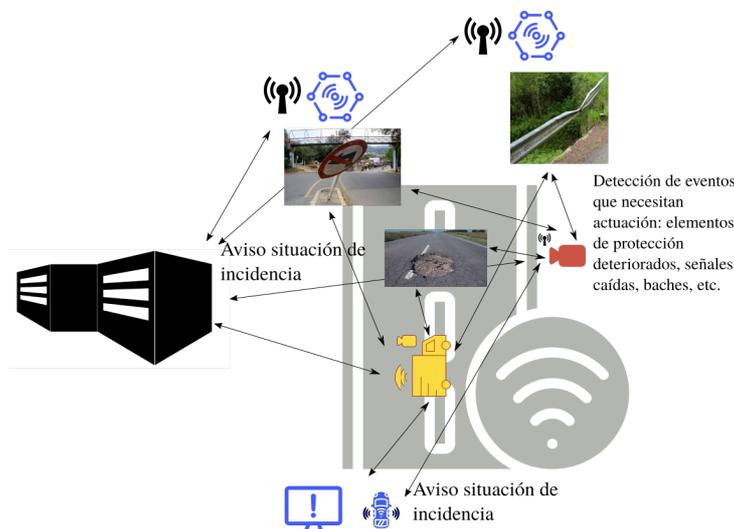
Las descripciones de los diferentes trabajos se proporcionan a continuación. El alcance de los mismos se definirá de forma particular entre alumno y tutor una vez adjudicado el trabajo, teniendo en cuenta si se trata de un TFG y un TFM.

La mayor parte de los trabajos propuestos, presentan la posibilidad de realizar prácticas en empresa dentro del propio grupo de investigación. Los detalles se concretarán con el tutor.

Interesados, enviar CV y expediente académico a los tutores de cada una de las áreas temáticas indicando el orden de preferencia de los trabajos en dicho área (caso de haber más de uno).



## ÁREA TEMÁTICA 1. MOVILIDAD Y TRANSPORTE. CARRETERAS INTELIGENTES (EN COLABORACIÓN CON LA UNIDAD DE INGENIERÍA DE DATOS)



### SISTEMA AUTOMÁTICO DE INSPECCIÓN DE CARRETERAS BASADO EN VISIÓN ARTIFICIAL. TUTORES: PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es)) Y JAVIER AGUIAR ([javagu@tel.uva.es](mailto:javagu@tel.uva.es))

Este proyecto plantea desarrollar una aplicación que permita identificar y localizar en un mapa (tipo google maps o similar) la presencia o ausencia de señales de tráfico y la existencia de defectos en la calzada en tramos de carretera. Para ello se emplearán algoritmos de visión artificial (en principio, basados en deep learning) que identificarán sobre videos georreferenciados la presencia de estos elementos. Sobre las señales y defectos identificados en los videos se llevará a cabo la localización en los mapas de carreteras. El desarrollo del proyecto comprenderá la programación de los algoritmos de detección de señales y defectos y la interfaz con el sistema de información geográfica.

**NOTA:** Proyecto ya adjudicado como TFG. No obstante, si algún alumno tiene interés en la temática, puede contactar con el/los tutor/es para explorar alternativas similares.

### IDENTIFICACIÓN DE MODO DE TRANSPORTE URBANO A PARTIR DE DATOS INERCIALES DE SMARTPHONES E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es)) Y JAVIER AGUIAR ([javagu@tel.uva.es](mailto:javagu@tel.uva.es))

En este proyecto se utilizarán algoritmos de inteligencia artificial (IA) para identificar el modo de transporte (autobús, metro, coche, etc.) utilizado por un usuario durante sus desplazamientos urbanos. Se utilizarán datos contextuales adquiridos mediante smartphones, que incorporarán medidas obtenidas con sensores inerciales (acelerómetro, giróscopo, etc.) y se procesarán estos datos para incorporarlos a un algoritmo de inteligencia artificial que sea capaz de identificar la modalidad de transporte en cada momento. Se trabajará inicialmente con bases de datos públicas, si bien se incorporarán al proyecto datos adquiridos de forma específica durante su realización. El trabajo comprenderá la adquisición y procesado inicial de esos datos, la investigación de algoritmos y su programación, y la evaluación del sistema final.



**FUSIÓN DE DATOS LIDAR/CÁMARA PARA EXTRACCIÓN AUTOMÁTICA DE ATRIBUTOS EN CARRETERAS. TUTORES: PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es)) Y JAVIER AGUIAR ([javagu@tel.uva.es](mailto:javagu@tel.uva.es))**

Un aspecto importante en el contexto del vehículo autónomo que no se ha tenido en cuenta hasta la fecha es el nivel de seguridad y preparación de las carreteras para su despliegue. Para poder evaluar si una determinada infraestructura está preparada para este despliegue es necesario determinar una serie de atributos como existencia o no de arcones y su tamaño, distancias de la calzada a elementos externos, adecuación y estado de las señales, etc. El uso de técnicas de visión artificial permite automatizar esta evaluación que de otra forma sólo puede llevarse a cabo mediante inspección visual.

En este proyecto se pretenden desarrollar técnicas de visión artificial que permitan la determinación automática de atributos de carretera. Para que la localización sea precisa se trabajará con datos multimodales obtenidos mediante cámaras (imagen 2D/3D) y LIDAR (nube de puntos 3D). Se desarrollarán técnicas basadas en deep learning para la fusión de dichos datos y la extracción de estructuras de interés.

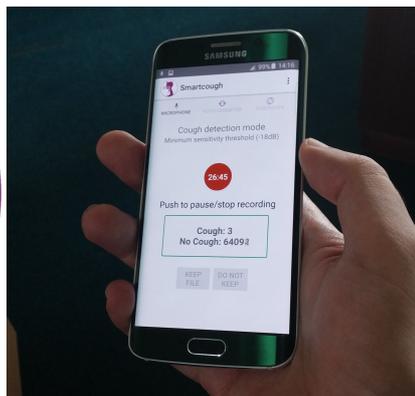
**ACELERACIÓN DE DETECTOR Y RASTREADOR DE VEHÍCULOS BASADOS EN DEEP LEARNING. TUTORES: PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es)) Y JAVIER AGUIAR ([javagu@tel.uva.es](mailto:javagu@tel.uva.es))**

La detección de objetos y su posterior rastreo (*tracking*) constituyen uno de los problemas más tratados en visión artificial. En los últimos años, ambos han mejorado su precisión considerablemente gracias a la incorporación de técnicas de aprendizaje profundo o deep learning. Estas técnicas, tienen sin embargo un coste computacional importante, lo que dificulta su despliegue en tiempo real. Esto tiene gran relevancia en el contexto de carreteras inteligentes y despliegue de vehículo autónomo, donde la detección de vehículos y otros objetos en tiempo real resulta fundamental.

Este proyecto pretende desarrollar una versión optimizada de un conjunto detector de objetos-*tracker* desarrollado previamente. Para ello se estudiarán diferentes técnicas de simplificación y se evaluará el compromiso rendimiento/precisión adquirido con ellas. Por otra parte, se llevará a cabo una implementación del sistema utilizando un kit JETSON Nano de NVIDIA, para validar su funcionamiento en dispositivos cercanos al hardware de adquisición.



## ÁREA TEMÁTICA 2: INGENIERÍA BIOMÉDICA. ANÁLISIS DE SEÑAL.



### TÉCNICAS AVANZADAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO PARA EL ANÁLISIS DE SEÑALES DE TOS EN PACIENTES RESPIRATORIOS

TUTORES: PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es)) Y CARLOS ALBEROLA ([caralb@tel.uva.es](mailto:caralb@tel.uva.es))

En este proyecto se pretende mejorar el rendimiento obtenido por nuestro grupo de investigación en el uso de algoritmos de aprendizaje automático basados en deep learning para identificar “firmas” espectrales o temporales en señales de audio obtenidas durante episodios de tos. El objetivo último es el diagnóstico temprano y seguimiento eficaz de estos pacientes a partir de señales grabadas mediante sus teléfonos móviles. Para realizar el proyecto se contará con señales de pacientes respiratorios con diferentes enfermedades grabadas durante episodios de tos.

Para el análisis se empleará extracción no supervisada de características mediante técnicas de aprendizaje profundo o deep learning además de utilizar este tipo de métodos para realizar la clasificación de las toses. En concreto en este trabajo nos centraremos en las potenciales mejoras en detección de tos que puedan obtenerse mediante el uso conjunto de redes convolucionales y recurrentes. Por otra parte, dada la necesidad de bases de datos de gran tamaño para el correcto funcionamiento de estos métodos, se prestará especial atención al uso de técnicas de síntesis automática y extensión para aumentar la fiabilidad del sistema desarrollado. En concreto, se estudiará la utilidad de las redes generativas antagónicas (Generative Adversarial Networks, GAN) para este cometido.

**NOTA:** Proyecto ya adjudicado como TFM. No obstante, si algún alumno tiene interés en la temática, puede contactar con el/los tutor/es para explorar alternativas similares.

### TÉCNICAS AVANZADAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO PARA EL ANÁLISIS DE PATRONES DE MOVIMIENTO EN EL DIAGNÓSTICO DEL TDAH EN LA INFANCIA

TUTORES: CARLOS ALBEROLA ([caralb@tel.uva.es](mailto:caralb@tel.uva.es)) Y PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es))

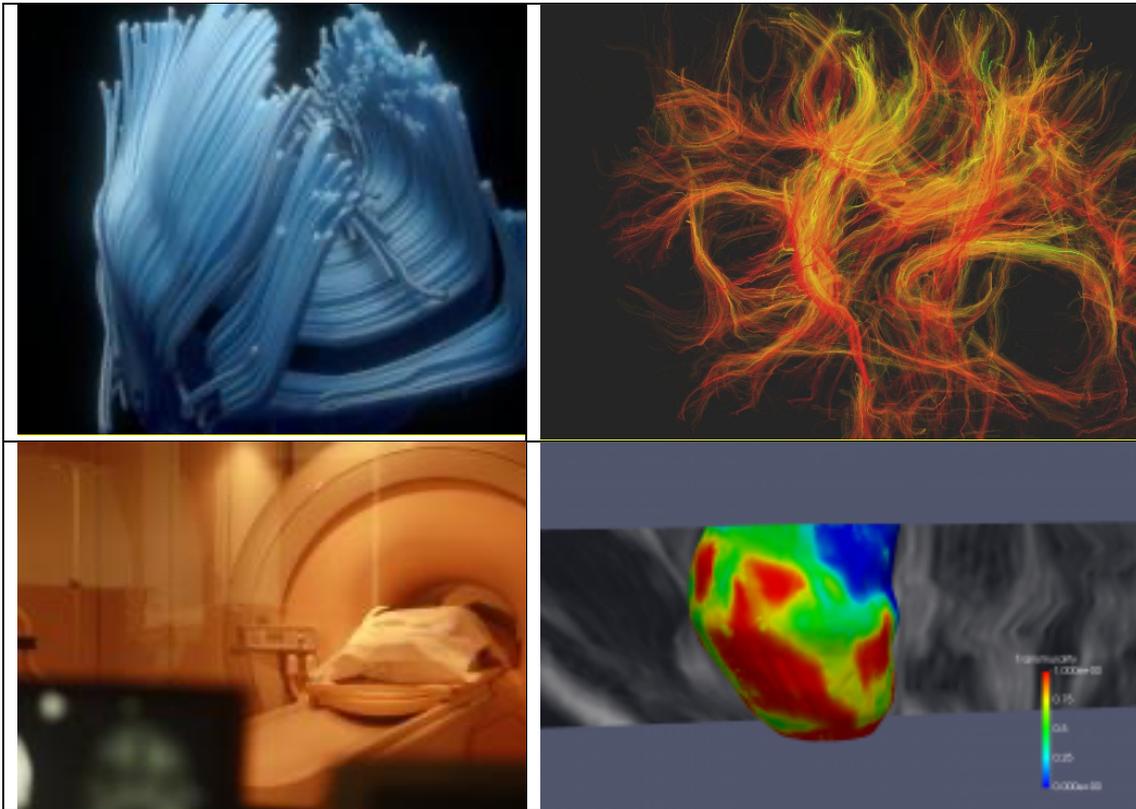
En este proyecto se continuarán los trabajos realizados por los tutores y colaboradores en materia de procesamiento de señales de actigrafía para el diagnóstico del TDAH. Se trata de



profundizar en el empleo de técnicas de deep learning para conseguir la realización de un sistema fiable y no invasivo para la detección de la hiperactividad/inatención en niños. En concreto, se buscar avanzar en algunas direcciones no exploradas hasta el momento, las cuales podrían incluir el uso combinado de redes recurrentes (uni- o bidireccionales) y convolucionales, o el uso de redes generativas antagónicas (Generative Adversarial Networks, GAN) para aumentar el tamaño de las bases de datos de pacientes en grupos estratificados.

**NOTA:** Proyecto ya adjudicado como TFM. No obstante, si algún alumno tiene interés en la temática, puede contactar con el/los tutor/es para explorar alternativas similares.

### ÁREA TEMÁTICA 3. INGENIERÍA BIOMÉDICA. PROCESADO DE IMAGEN



**DESARROLLO EN GPU DE ALGORITMOS PARALELOS DE PROCESADO DE IMAGEN APLICADOS A LA SIMULACIÓN DEL FENÓMENO DE RESONANCIA MAGNÉTICA**  
**TUTORES: FEDERICO SIMMROSS ([fedsim@tel.uva.es](mailto:fedsim@tel.uva.es)) Y CARLOS ALBEROLA ([caralb@tel.uva.es](mailto:caralb@tel.uva.es))**

La imagen de resonancia magnética (MRI) es una de las modalidades de imagen médica más potentes entre las disponibles hoy en día. Las demandas del ámbito clínico y los altos costes llevan de forma inmediata a que los escáneres se utilicen constantemente, con lo que difícilmente queda hueco para programar sesiones de aprendizaje para los técnicos en formación ni para diseñar, implementar y probar nuevas secuencias de adquisición. Así, la simulación de MRI en el campo de investigación se convierte en algo absolutamente necesario. Con este fin, el grupo LPI dispone del framework OpenCLIPER, que facilita el desarrollo de algoritmos paralelos en dispositivos heterogéneos (GPU, CPU, DSP, FPGA, etc.).

En este Trabajo de Fin de Grado se desarrollarán algoritmos específicos de simulación de MRI, así como otros básicos de procesamiento de imagen, sobre OpenCLIPER, en el marco de un proyecto de investigación más amplio de la misma temática.

**CONSTRUCCIÓN DE UN EDITOR Y SIMULADOR DE SECUENCIAS DE IMAGEN DE RESONANCIA MAGNÉTICA CON OPENCLIPER**  
**TUTORES: MANUEL RODRÍGUEZ CAYETANO ([manrod@tel.uva.es](mailto:manrod@tel.uva.es)) Y CARLOS ALBEROLA ([caralb@tel.uva.es](mailto:caralb@tel.uva.es))**



La imagen de resonancia magnética (MRI) es una de las modalidades de imagen médica más potentes entre las disponibles hoy en día. Las demandas del ámbito clínico y los altos costes llevan de forma inmediata a que los escáneres se utilicen constantemente, con lo que difícilmente queda hueco para programar sesiones de aprendizaje para los técnicos en formación ni para diseñar, implementar y probar nuevas secuencias de adquisición. Así, la simulación de MRI en el campo de investigación se convierte en algo absolutamente necesario. Con este fin, el grupo LPI dispone del framework OpenCLIPER, que facilita el desarrollo de algoritmos paralelos en dispositivos heterogéneos (GPU, CPU, DSP, FPGA, etc.).

En este Trabajo de Fin de Grado se desarrollará una plataforma gráfica que permita la construcción de una secuencia arbitraria de resonancia magnética, así como su simulación, a partir de unos mapas de características de los tejidos obtenidos previamente mediante técnicas de relaxometría, en el marco de un proyecto de investigación más amplio de la misma temática.

### **EYE-TRACKING DURANTE EL VISIONADO DE VÍDEOS COMO BIOMARCADOR DE PATOLOGÍAS NEUROLÓGICAS**

**TUTORES: RODRIGO DE LUIS GARCÍA ([rodlui@tel.uva.es](mailto:rodlui@tel.uva.es)) Y PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es))**

Eye-tracking es una tecnología con la que se pueden observar y analizar los movimientos oculares de una persona mientras realiza una cierta tarea, utilizando un dispositivo que es esencialmente una cámara de infrarrojos. En los últimos años se ha investigado mucho sobre la relación entre múltiples patologías cerebrales (enfermedades neurodegenerativas y psiquiátricas, entre otras) y alteraciones en los movimientos oculares que se pueden medir con eye-tracking. Para ello es necesario obtener parámetros que describan las características más relevantes de los movimientos oculares, normalmente mientras el sujeto realiza experimentos de tipo psicológico.

Este TFG plantea analizar los movimientos oculares de las personas mientras realizan el visionado de un vídeo corto, en lugar de realizar tareas guiadas como es habitual. A partir de los movimientos oculares producidos durante el visionado, se realizará un análisis para extraer parámetros descriptores, y se investigará su potencial como posibles biomarcadores de patologías cerebrales.

### **ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DE BIOMARCADORES DE EYE-TRACKING**

**TUTORES: RODRIGO DE LUIS GARCÍA ([rodlui@tel.uva.es](mailto:rodlui@tel.uva.es)) Y PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es))**

Eye-tracking es una tecnología con la que se pueden observar y analizar los movimientos oculares de una persona mientras realiza una cierta tarea, utilizando un dispositivo que es esencialmente una cámara de infrarrojos. En los últimos años se ha investigado mucho sobre la relación entre múltiples patologías cerebrales (enfermedades neurodegenerativas y psiquiátricas, entre otras) y alteraciones en los movimientos oculares que se pueden medir con eye-tracking. Para ello es necesario obtener parámetros que describan las características más relevantes de los movimientos oculares.

Este TFG plantea estudiar hasta qué punto estos parámetros son estables a lo largo del tiempo para una cierta persona, y cómo de reproducible es su obtención. Para ello, deberán realizarse experimentos con personas sanas, realizando múltiples adquisiciones, y luego procesar los datos hasta obtener las características descriptoras y analizar su estabilidad y reproducibilidad.



**DETECCIÓN REMOTA DE LA FRECUENCIA CARDIACA Y RESPIRATORIA A PARTIR DE SECUENCIAS DE VÍDEO CON WEBCAM**

**TUTORES: RODRIGO DE LUIS GARCÍA ([rodlui@tel.uva.es](mailto:rodlui@tel.uva.es)) Y PABLO CASASECA ([casaseca@ipi.tel.uva.es](mailto:casaseca@ipi.tel.uva.es))**

La obtención y análisis de señales fisiológicas es de gran importancia en el estudio y monitorización de múltiples patologías. Muchos parámetros fisiológicos, como la frecuencia cardiaca o respiratoria, son sencillos de obtener mediante procedimientos más o menos invasivos, como sensores de distintos tipos que se colocan en contacto con el paciente. Esto, sin embargo, dificulta su utilización en algunos contextos.

Este TFG plantea la obtención simultánea de la frecuencia cardiaca y respiratoria de manera remota y sin contacto a través del análisis de la señal de vídeo obtenida mediante la webcam que incorporan la gran mayoría de los ordenadores de la actualidad.

Tras la obtención de un conjunto de datos sobre el que trabajar, se implementarán y compararán diferentes métodos de estimación de estos parámetros fisiológicos a partir de las imágenes, analizando su precisión.



## **ÁREA TEMÁTICA 4: APRENDIZAJE PROFUNDO. APLICACIONES GENERALES**

**ANÁLISIS DE MÉTODOS DE INTERPRETACIÓN DE LAS SALIDAS DE REDES PROFUNDAS. TUTORES: PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es)) Y CARLOS ALBEROLA ([caralb@tel.uva.es](mailto:caralb@tel.uva.es))**

Gran parte de los recursos de investigación actual en el ámbito del procesado de señal e imagen y análisis de gran cantidad de datos (big data) se está dedicando a la creación y aplicación en diferentes dominios (medicina, transportes, redes de comunicaciones, etc.) de algoritmos de inteligencia artificial. El éxito reciente de las técnicas de aprendizaje profundo o deep learning se debe por una parte al hecho de contar con recursos computacionales cada vez más potentes que permiten entrenar estos modelos, y por otra, a la capacidad que estos tienen para generar información de utilidad a partir de los datos, sin necesidad de tener un conocimiento preciso de cómo estos se comportan. Sin embargo, al comportarse los algoritmos de IA como cajas negras, poco se sabe sobre qué propiedades de los datos les llevan a tomar unas decisiones u otras. Dado que estas decisiones son de vital importancia en ciertos escenarios como el diagnóstico de un paciente, la configuración crítica de una red de comunicaciones o la detección de una incidencia de gravedad en carretera, resulta de creciente interés el conocimiento de cómo y por qué un determinado modelo toma sus decisiones.

Este proyecto pretende estudiar metodologías que permitan interpretar los resultados de salida de redes convolucionales basadas en aprendizaje profundo, analizando las implicaciones que esto tiene en el contexto de proyectos realizados por el grupo de investigación. Como caso de uso inicial se plantea el diagnóstico del TDAH sobre señales de actimetría.

**ESTUDIO DE ALGORITMOS ADAPTATIVOS PARA APRENDIZAJE PROFUNDO (DEEP LEARNING). TUTOR: PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es))**

La aplicabilidad en situaciones reales de las redes neuronales profundas se ve limitada por la necesidad de haber sido entrenadas con todo el conjunto de datos disponible para su funcionamiento en modo producción. No obstante, existen situaciones en las que la disponibilidad de los datos no es completa en el momento inicial y estos van siendo disponibles a lo largo del tiempo. En estas situaciones es deseable que la red pueda adaptarse y tenga lugar un aprendizaje incremental.

Este trabajo pretende llevar a cabo un estudio de diferentes técnicas de aprendizaje incremental y de la influencia que la disponibilidad de datos tiene en la precisión de los modelos en función de la técnica utilizada. Se explorará este aprendizaje incremental tanto desde el punto de vista de cambio de los parámetros de un modelo específico, como la variación de la propia configuración del modelo. El trabajo incluirá la programación de las diferentes técnicas y su evaluación para modelos ya existentes.

**SIMPLIFICACIÓN DE REDES NEURONALES PROFUNDAS. TUTORES: PABLO CASASECA ([casaseca@lpi.tel.uva.es](mailto:casaseca@lpi.tel.uva.es)) y LUIS MIGUEL SAN JOSÉ ([lsanjose@tel.uva.es](mailto:lsanjose@tel.uva.es))**

Una limitación importante de los sistemas de aprendizaje profundo es su gran tamaño, lo que conlleva una ocupación importante de la memoria del dispositivo en el que se ejecutan y lentitud en la ejecución. Esto reduce de forma significativa la aplicabilidad de estos sistemas en tiempo real, aplicabilidad que es cada vez más demandada.



En este proyecto se estudiarán diferentes técnicas de simplificación de redes neuronales profundas para optimizar su rendimiento manteniendo precisiones adecuadas en las diferentes aplicaciones. Entre las técnicas a estudiar se incluirá tanto la reducción de precisión de coeficientes como la eliminación de neuronas cuya activación tenga influencia mínima en la precisión. El trabajo a realizar comprenderá la revisión de las diferentes técnicas existentes, la selección e implementación de algunas relevantes, y el estudio comparativo de las mismas.