



<b>Apellidos, nome /Apellidos, nombre:</b> Lizancos Vidal, Plácido Francisco	<b>DNI:</b>	<b>e-mail:</b>	<b>Teléfono de contacto:</b>
<b>Título:</b> 614G01V01 - Graduado en Enxeñaría Informática			<b>Mención cursada:</b> 614G01V01 03

### Resumo / Resumen:

La imagen médica ha cobrado una importancia significativa en las últimas décadas. Gracias a ella, el éxito de los especialistas en su labor de evaluar las dolencias de sus pacientes se ha visto facilitada y mejorada. Esta fuente de información permite reducir el impacto del error humano, así como los tiempos necesarios para realizar los diagnósticos.

A medida que la esperanza de vida aumenta, también se dispara el número de enfermedades relacionadas con la edad. Por lo tanto, el estudio de técnicas para agilizar su diagnóstico comienza a ser prioritario. Además, la implementación de estas estrategias permite, no solo mejorar la calidad del diagnóstico y posterior progresión del paciente, sino reducir los costes derivados de los tratamientos. El campo destinado a la automatización y análisis de la información de estas imágenes es la denominada *Visión Artificial* o *Computer Vision*. Mediante estas técnicas somos capaces de extraer diferentes descriptores y estadísticos que abstraen la información de las imágenes para ser analizadas a posteriori por sistemas inteligentes (o los mismos expertos). Diferentes ámbitos industriales y especialidades (control de maquinaria, seguridad, navegación, reconstrucción de la información, estudio y réplica de modelos biológicos...) se valen de estos métodos para mejorar los procesos y la consecuente calidad del resultado. Por esta razón, aplicarla a la imagen médica es el siguiente paso lógico, siendo el que más puede llegar a cambiar y mejorar la vida de las personas.

El campo de la oftalmología, debido a la fragilidad de los órganos a estudio y su importancia para la calidad de vida del individuo, es un dominio que se ha beneficiado gratamente de los avances en imagen médica. Así, aparece en los últimos años la *Tomografía de Coherencia Óptica* (OCT), una tecnología que permite obtener imágenes *in vivo* de la retina. A pesar de haber sido planteada hace poco, la *tomografía de coherencia óptica* se ha posicionado como una de las técnicas más empleadas para estudiar enfermedades asociadas a la retina (como el glaucoma) o de impacto general (como la hipertensión, aterosclerosis o diabetes) que dejan su rastro (y consecuencias) en el fondo de ojo. Actualmente, la *retinopatía diabética* y la *degeneración macular asociada a la edad* (DMAE) constituyen las principales causas de pérdida de visión en países desarrollados. Estas enfermedades tienen como principal rasgo común la formación de quistes intrarretinianos (denominados *edema macular quístico*), que provocan manchas en la visión en estadios avanzados y lesiones graves e irreversibles en caso de no ser detectadas a tiempo.

A pesar del gran avance que supuso la aparición del OCT, el proceso sigue sufriendo de la subjetividad del diagnóstico del experto. Además, cada prueba extrae un número variable de cortes histológicos por paciente. Todos estos cortes tiene que ser examinados para realizar un exámen correcto, lo que resulta tedioso para el clínico. Tal es la dificultad de diagnosis de estas enfermedades que diferentes expertos pueden llegar a conclusiones totalmente diferentes ante una misma imagen o grupo de imágenes. La detección precoz y la aplicación de un tratamiento eficaz a tiempo son críticos para evitar consecuencias mayores y la correcta recuperación del afectado en las patologías aquí mencionadas. Además, los tratamientos preventivos y cuidados en estadios iniciales son considerablemente más económicos que los necesarios tras una detección en casos más avanzados.

Como dato a mayores, OCT es una técnica de imagen médica que requiere de la cooperación del paciente, así como su estabilidad durante la duración de la prueba (al requerir que el sistema tome múltiples muestras de una misma sección para crear la imagen final). Si tal colaboración no es posible, se tiene que reducir este número de muestras, resultando en una bajada de calidad de las medidas e imágenes obtenidas. Esta disminución de la calidad es significativa, y obstaculiza la correcta detección y evaluación de la enfermedad.

Una herramienta automatizada permitiría incrementar la fiabilidad de estas pruebas, añadiendo además el factor de repetibilidad de medidas (necesario a la hora de hacer un seguimiento de un paciente) y dando resultados cuantificables (en lugar de los subjetivos que se obtienen en la actualidad). Así, este proyecto tiene como objetivo aplicar las técnicas de *visión artificial* y *sistemas inteligentes* para generar *mapas de calor* en los cuales se muestre, de manera cuantitativa y objetiva, la existencia de estos cuerpos quísticos en las capas de la retina.

En primer lugar, se realizó un estudio en profundidad de las características relevantes del campo de la *visión artificial* aplicables al proyecto, llegando a un total de 377 factores. Cada una de estas características fue elegida de forma que cubriera diferentes aspectos considerados relevantes y distintivos de los diferentes tipos de tejidos (y las texturas características de estos) presentes en la retina y en los posibles cuerpos patológicos que se encuentran en ella. Después, este número fue reducido mediante técnicas de selección de características relevantes en el ámbito de la inteligencia artificial y testados con diferentes clasificadores representativos del dominio.

Tras haber analizado el rendimiento de los diferentes conjuntos con los clasificadores mediante diferentes métricas que cubrían diferentes aspectos de los resultados, se diseñó un algoritmo de generación de mapas que emplearía a los mejores candidatos del estudio anterior para hacer un barrido y analizase las diferentes secciones de la imagen. Además, este algoritmo fue optimizado mediante técnicas de paralelización para reducir el tiempo necesario para procesar las imágenes y así facilitar su uso en el entorno médico real. Así, dada una imagen procedente de un dispositivo OCT, el sistema es capaz de generar un mapa donde expresa; de forma repetible, objetiva y explícita; información sobre la presencia de cuerpos quísticos.

Como dato adicional, los resultados de la investigación previa fueron publicados para el congreso KES-2017:

**Feature definition, analysis and selection for cystoid region characterization in Optical Coherence Tomography**,  
J. de Moura, Plácido L. Vidal, Jorge Novo, José Rouco, Marcos Ortega, *Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems: Proceedings of the 21st International Conference, KES-2017*. 112, 1369 - 1377, Marseille, France

Otro artículo, invitado, fue mandado a la revista *Artificial Intelligence in Medicine*, pendiente de aceptación:

**Robust identification of intraretinal cystoid regions using Optical Coherence Tomography images**  
Joaquim de Moura, Plácido L. Vidal, Jorge Novo, José Rouco, Manuel G. Penedo, Marcos Ortega, *Artificial Intelligence in Medicine*.

Además de un artículo en revista de impacto en fase de realización describiendo el proceso de creación de los mapas y su relevancia en el dominio clínico.

Finalmente, el software resultante se ha registrado y será puesto en funcionamiento en un futuro:

**Autores:** Manuel Francisco González Penedo, Marcos Ortega Hortas, Noelia Barreira Rodríguez, Jorge Novo Buján, José Rouco Maseda, José Joaquim de Moura Ramos, Plácido Francisco Lizancos Vidal.

**Título:** Herramienta para la identificación automática de las regiones quísticas de la retina en imágenes de tomografía de coherencia óptica.

**Número:** C-434-2017

### **Posibles aplicaciones / Posibles aplicaciones:**

Este software, como se menciona en la introducción, tiene como objetivo ser implementado en los dominios clínicos oftalmológicos. El sistema, una vez en uso, ayudará al clínico al diagnóstico precoz de las enfermedades así como a la realización de un seguimiento del progreso del paciente de forma robusta y consistente.

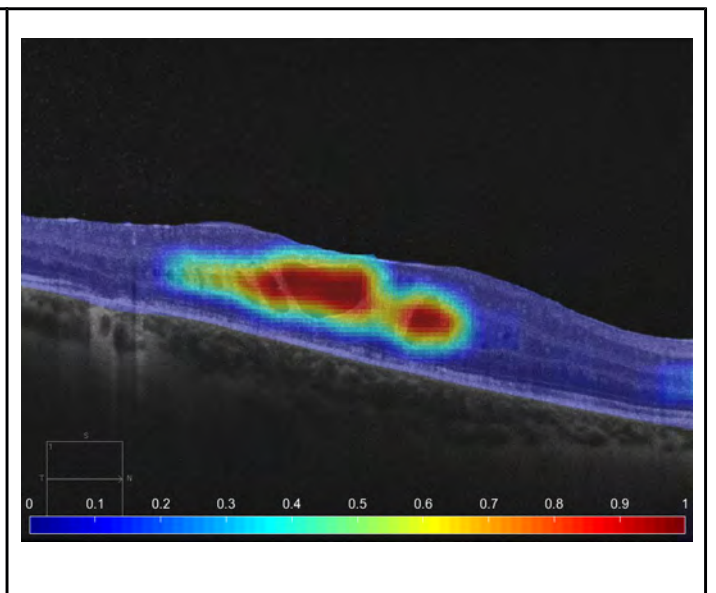
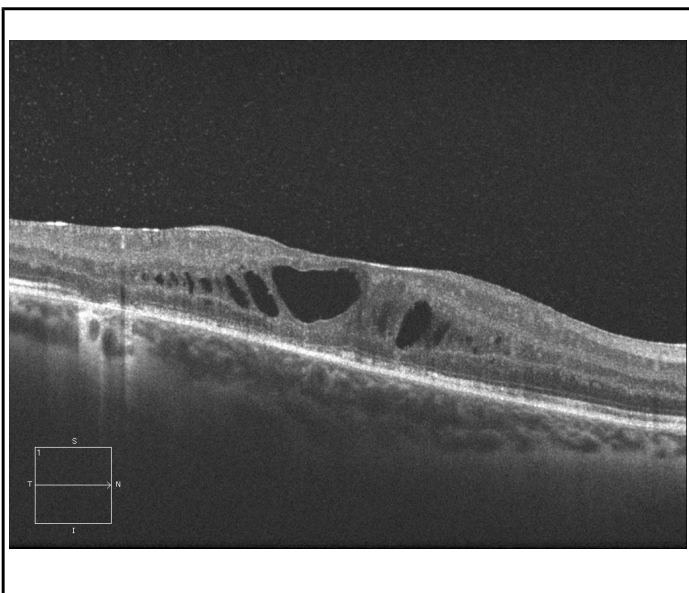
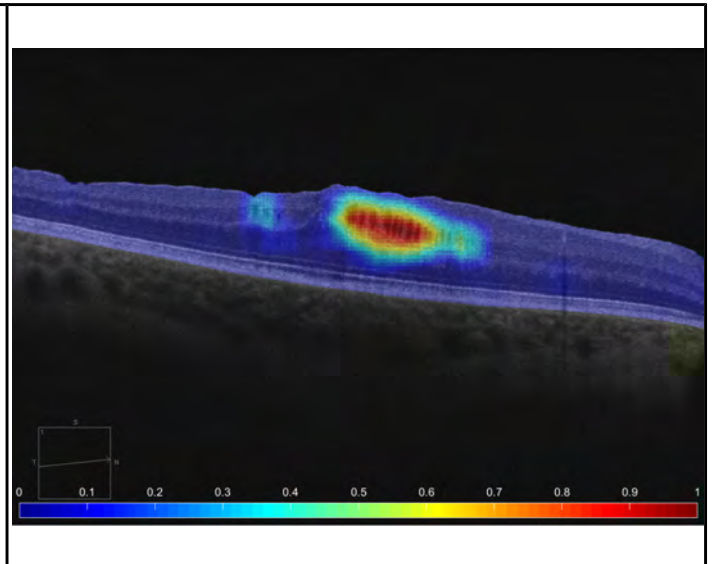
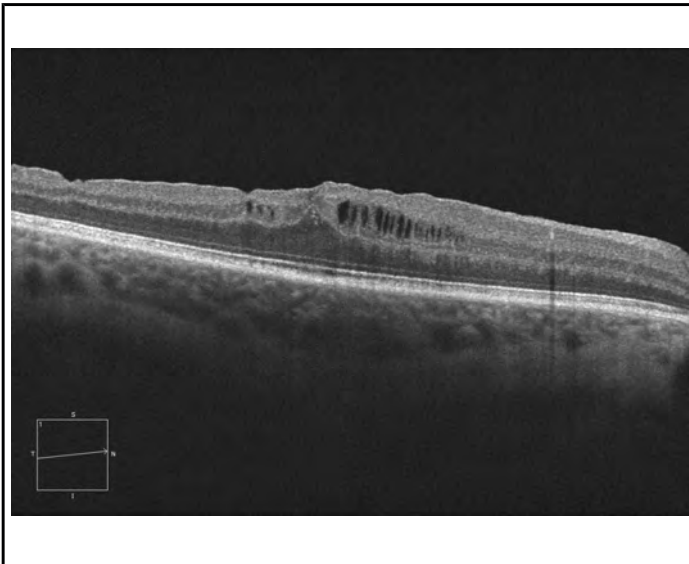
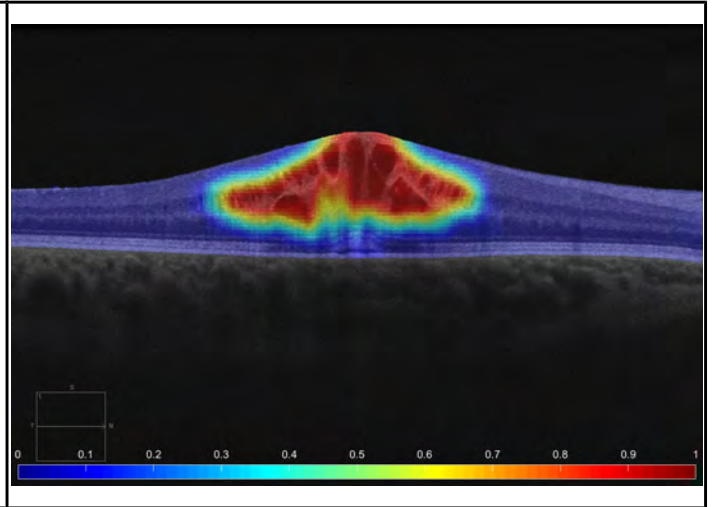
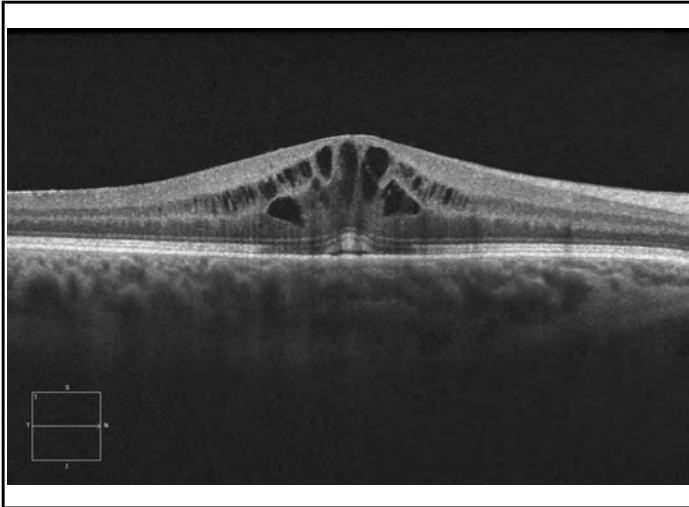
La capacidad del mismo de detectar los cuerpos patológicos antes que el especialista así como la capacidad de ofrecer medidas repetibles y cuantificables ante una misma enfermedad habilita el diagnóstico precoz y el posterior empleo de tratamientos preventivos. Estos tratamientos suponen un costo mínimo comparado con los tratamientos más comunes actualmente, producto de una detección tardía o la dificultad del seguimiento de los pacientes (por no hablar de los costes de los cuidados post-operatorios necesarios tras los tratamientos más graves). Así, tras el registro del sistema, está siendo preparado para ser puesto en explotación en casos reales en donde pueda ser empleado para ayudar a los afectados de estas dolencias.

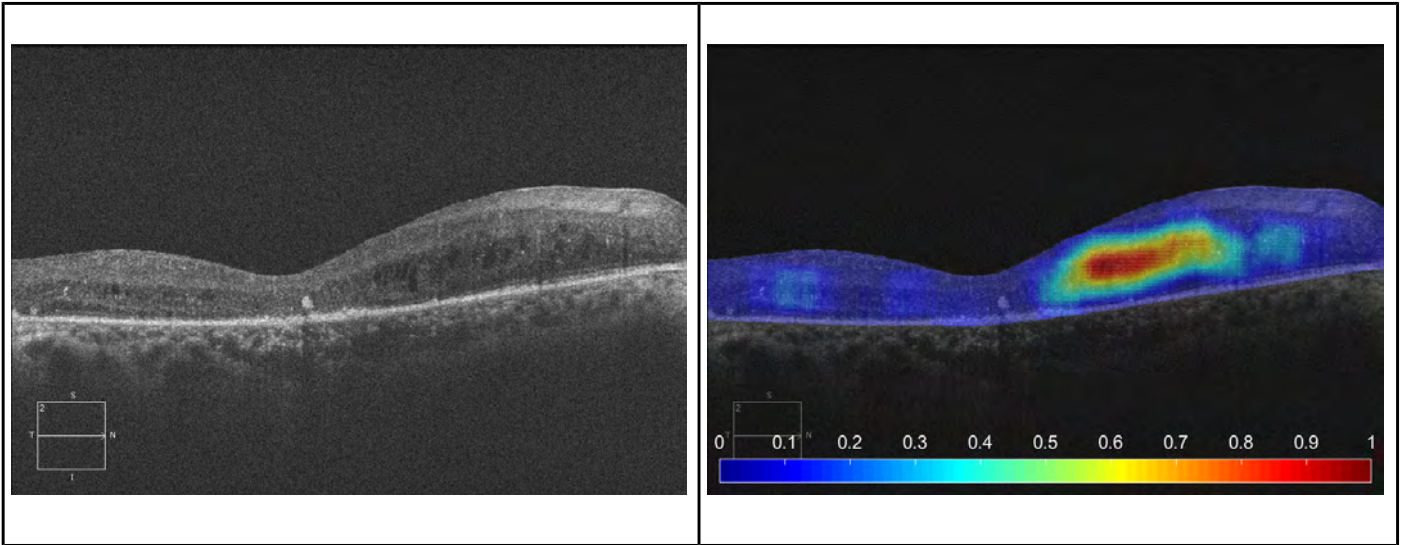
El sistema, también puede ser empleado como base para la investigación de tratamientos, o simulación de diferentes modelos realizados para las patologías. Los mapas de calor, a fin de cuentas, representan una abstracción de la información de la enfermedad: hay una relación directa entre lo mostrado en la imagen y el resultado mostrado por el sistema. Esta abstracción de la información puede ser empleada como base para crear modelos de la patología que ayuden a entender el por qué de las mismas, así como su avance. Además, una vez que se tiene un modelo verificado del avance de esta, se pueden estudiar los efectos de diferentes fármacos y cuantificar la bondad de los mismos enfrentando el avance predicho mediante una simulación sacada a partir de la información de los mapas y el real, resultante de la aplicación de los tratamientos en pruebas.

### **Etapas para o seu desenvolvimento futuro / Etapas para su desarrollo futuro:**

- Extensión del sistema a otras patologías, de forma que se puedan generar mapas con diferentes códigos de color asociados a cada una de las enfermedades y habilitando el diagnóstico múltiple en una sola herramienta.
- Extensión del sistema a otros medios de imagen médica, aplicando los mismos principios y estudios que en este.
- Creación de modelos 3D de las zonas de riesgo a partir de las secciones de mapas de calor.
- Estudio y simulación de la progresión de la patología (generación de modelos de la enfermedad que predigan su avance).

Imaxes representativas / Imágenes representativas:





X

Autorizo a consulta por parte dos membros da comisión evaluadora da memoria do meu proxecto /  
Autorizo la consulta por parte de los miembros del tribunal de la memoria de mi proyecto.

**Instruccións para o depósito da memoria / Instrucciones para el depósito de la memoria:**

Débese depositar na carpeta co nome correspondente dentro da seguinte dirección do repositorio svn da FIC:

Se debe depositar en la carpeta con el nombre correspondiente dentro de la siguiente dirección del repositorio svn de la FIC: