

El *machine learning* (ML) es una de las áreas más importantes en el campo de la inteligencia artificial (IA), que está cada vez más presente en nuestra vida cotidiana. Los algoritmos de ML siempre han desempeñado un papel importante en el desarrollo de sistemas de ayuda al diagnóstico destinados a mejorar la eficacia y la precisión de los expertos. En este contexto, la imagen médica ha cobrado especial interés, ya que las técnicas de *computer vision* (CV) pueden realizar automáticamente tareas de reconocimiento de patrones para asociar determinadas estructuras biomédicas con una enfermedad específica.

A lo largo del tiempo, diferentes modalidades de imagen se han utilizado para abordar una amplia gama de enfermedades bajo el paraguas del CV. En esta tesis, nos centramos en dos áreas de investigación importantes en el campo de la imagen médica: la patología digital y la oftalmología. Usamos imágenes histológicas para ayudar a los patólogos en el diagnóstico del cáncer de próstata y de vejiga, y datos de tomografía por coherencia óptica (OCT) para ayudar a los oftalmólogos en la toma de decisiones sobre el glaucoma. Para ello, proponemos diferentes soluciones de vanguardia basadas en métodos tradicionales de ML y de *deep learning*, así como enfoques híbridos.

Además, abordamos varios paradigmas de aprendizaje para cubrir diferentes escenarios de supervisión. Con respecto a las imágenes histológicas, proponemos métodos supervisados para segmentar y clasificar estructuras específicas de la próstata, así como técnicas totalmente no supervisadas para el reconocimiento de patrones histológicos de la vejiga. Con respecto al glaucoma, recurrimos al aprendizaje recurrente para detectar la enfermedad en volúmenes OCT en el dominio espectral (SD), así como a métodos de *few-shot learning* para determinar su gravedad a partir de imágenes OCT circumpapilares.

En los estudios sobre la próstata, ofrecemos una comparación entre los métodos de *hand-driven* y *deep learning* para identificar la etapa más temprana del cáncer de próstata. El enfoque convencional muestra un mejor rendimiento a la hora de distinguir entre artefactos (glándulas falsas), glándulas benignas y patológicas, ya que las características codificadas manualmente permiten tener en cuenta el cálculo de jerarquías y orientaciones espaciales, lo cual es esencial en este escenario multiclase. El sistema propuesto contribuye a la precisa localización y clasificación de las estructuras histológicas de la próstata, logrando una precisión del 88.30% en la discriminación entre glándulas normales y de grado 3 de Gleason. Por el contrario, el algoritmo propuesto de *deep learning* no supervisado supera con creces a otros métodos de *clustering* convencional en la clasificación del cáncer de vejiga músculo-invasivo (MIBC). En este caso, utilizamos muestras histológicas de alta resolución teñidas con técnicas de inmunohistoquímica para reconocer patrones de MIBC no tumorales, leves e infiltrativos. El modelo propuesto alcanza una precisión multiclase del 90.31% sin incurrir en pasos previos de anotación, lo cual reduce la brecha con respecto a entrenar el modelo utilizando datos etiquetados.

En cuanto a la detección de glaucoma a partir de volúmenes SD-OCT, proponemos la combinación de redes neuronales convolucionales (CNN) con algoritmos de memoria a corto plazo (LSTM) para encontrar dependencias espaciales específicas de glaucoma entre los cortes 2D. Se incluyen contribuciones clave para la detección del glaucoma en las arquitecturas tanto del extractor de características a nivel de imagen como del modelo predictivo basado en el volumen. El sistema propuesto centrado en el aprendizaje recurrente mejora otros enfoques del estado del arte basados en arquitecturas 3D, alcanzando una precisión del 81.25% en la clasificación entre volúmenes SD-OCT sanos y glaucomatosos. Profundizando en la evaluación del glaucoma, llevamos a cabo una novedosa estrategia de aprendizaje para discernir, por

primera vez, entre diferentes niveles de gravedad del glaucoma a partir de imágenes OCT circumpapilares. Proponemos una nueva arquitectura híbrida para optimizar el proceso de extracción de características y la embebemos en un novedoso escenario de *few-shot learning* basado en redes neuronales prototípicas (PNN) dinámicas. Los coeficientes convolucionales de la arquitectura se refinan durante el entrenamiento del modelo de acuerdo con la asignación prototípica de las características latentes, lo que conduce a un mayor rendimiento en comparación con las capas densas activadas por *softmax*. Durante la etapa de test, el modelo propuesto alcanza precisiones del 96.97% y 87.88% en la detección y gradación del glaucoma, respectivamente.

En definitiva, los métodos de IA propuestos en esta tesis contribuyen al diagnóstico del cáncer de próstata y vejiga a partir de imágenes histológicas, así como a la detección del glaucoma a partir de muestras de OCT, utilizando algoritmos de ML bajo diferentes escenarios de supervisión.