

El machine learning (ML) és una de les àrees més importants en el camp de la intel·ligència artificial (IA), que està cada vegada més present en la nostra vida quotidiana. Des del principi, els algorismes de ML han exercit un paper important en el desenvolupament de sistemes d'ajuda al diagnòstic destinats a millorar l'eficàcia i la precisió dels experts. En aquest context, la imatge mèdica ha cobrat especial interès, ja que les tècniques de computer vision (CV) poden realitzar automàticament tasques de reconeixement de patrons per a associar determinades estructures biomèdiques amb una malaltia específica.

Al llarg del temps, diferents modalitats d'imatge s'han utilitzat per a abordar una àmplia gamma de malalties sota el paraigua del CV. En aquesta tesi, ens centrem en dues àrees d'investigació importants en el camp de la imatge mèdica: la patologia digital i l'oftalmologia. Usem imatges histològiques per a ajudar als patòlegs en el diagnòstic del càncer de pròstata i de bufeta, i dades de tomografia de coherència òptica (OCT) per a ajudar als oftalmòlegs en la presa de decisions sobre el glaucoma. Per a això, proposem diferents solucions d'avantguarda basades en mètodes tradicionals de ML i de deep learning, així com enfocaments híbrids.

A més, abordem diversos paradigmes d'aprenentatge per a cobrir diferents escenaris de supervisió. Respecte a les imatges histològiques, proposem mètodes totalment supervisats per a la segmentació i classificació d'estructures específiques de la pròstata, així com tècniques no supervisades per al reconeixement de patrons histològics de la bufeta. Respecte al glaucoma, recorrem al recurrent learning per a detectar la malaltia en els volums SD-OCT, així com a mètodes de few-shot learning per a determinar la seua gravetat a partir d'imatges OCT circumpapilares.

En els estudis sobre la pròstata, oferim una comparació entre els mètodes de hand-driven i deep learning per a identificar l'etapa més primerenca del càncer de pròstata. L'enfocament convencional mostra un millor rendiment que el deep learning a l'hora de distingir entre artefactes (glàndules falses), glàndules benignes i patològiques, ja que les característiques codificades manualment permeten tindre en compte el càlcul de jerarquies i orientacions espacials, la qual cosa és essencial en aquest escenari multiclasse. El sistema proposat contribueix a la precisa localització i classificació de les estructures histològiques de la pròstata, aconseguint una precisió de 88.30% en la discriminació entre glàndules normals i de grau 3 de Gleason. Per contra, l'algorisme proposat de deep learning no supervisat supera amb escreix a altres mètodes de clustering convencional en la classificació del càncer de bufeta múscul-invasiu (MIBC). En aquest cas, utilitzem mostres histològiques tenyides amb tècniques d'immunohistoquímica per a reconèixer patrons de MIBC no tumorals, lleus i infiltratius. El model proposat aconsegueix una precisió multiclasse del 90.31% sense incórrer en passos previs d'anotació, la qual cosa redueix la bretxa respecte a entrenar models supervisats.

Quant a la detecció de glaucoma a partir de volums SD-OCT, proposem la combinació de xarxes neuronals convolucionals (CNN) amb algorismes de memòria a curt termini (LSTM) per a trobar dependències espacials específiques de glaucoma entre els talls 2D. S'inclouen contribucions clau per a la detecció del glaucoma en les arquitectures tant de l'extractor de característiques a nivell de diapositiva com del model predictiu basat en el volum. El sistema proposat centrat en recurrent learning millora altres enfocaments de l'estat de l'art basats en arquitectures 3D, aconseguint una precisió del 81.25% en la classificació entre volums SD-OCT sans i glaucomatosos. Aprofundint en l'avaluació del glaucoma, duem a terme una nova estratègia d'aprenentatge per a discernir, per primera vegada, entre diferents nivells de gravetat del glaucoma a partir d'imatges OCT circumpapilares. Proposem una nova arquitectura híbrida per a optimitzar el procés d'extracció de característiques i l'embevem en un nou escenari de few-

shot learning basat en xarxes neuronals prototípiques (PNN) dinàmiques. Els coeficients convolucionals de l'arquitectura es refinen durant l'entrenament del model d'acord amb l'assignació prototípica de les característiques latents, la qual cosa condueix a un major rendiment en comparació amb les capes denses activades per softmax. Durant l'etapa de test, el model proposat aconsegueix precisions 96.97% i del 87.88% en la detecció i gradació del glaucoma, respectivament.

En definitiva, els mètodes de IA proposats en aquesta tesi contribueixen al diagnòstic del càncer de pròstata i bufeta a partir d'imatges histològiques, així com a la detecció del glaucoma a partir de mostres de OCT, utilitzant algorismes de ML baix diferents escenaris de supervisió.