دراسة مقارنة منهجية لخوارزميات التعلّم الآلي التقليدية لتصنيف آفات الكبد في صور الموجات فوق الصوتية

اعداد: عائشه لؤي ابراهيم انعيرات

المشرف: الأستاذ الدكتور رضوان القصراوي

الملخص

يُعدّ التصوير بالموجات فوق الصوتية للكبد من أكثر وسائل التصوير شيوعاً نظراً لتوفره وسلامته وانخفاض تكلفته، إلا أن التمييز بين الآفات الكبدية الحميدة والخبيثة لا يزال يمثل تحدياً بسبب الضجيج، وضعف التباين، والتداخل الكبير في الخصائص البصرية بين أنواع الآفات. تهدف هذه الرسالة إلى تقييم أداء وقدرة التعميم لتقنيات التعلم الآلي التقليدية في تصنيف آفات الكبد اعتماداً على صور الموجات فوق الصوتية ضمن ثلاث مهام تصنيف ثنائية ذات أهمية سريرية: (الحميد مقابل الطبيعي)، (الخبيث مقابل الطبيعي)، و(الحميد مقابل الخبيث).

تم دمج مجموعة بيانات سريرية محلية مع مجموعة بيانات عامة متاحة على منصةZenodo ، مما أسفر عن مجموعة أولية تضم 6,791 صورة موجات فوق صوتية. ولتقليل التكرار وضمان نزاهة البيانات، تم حذف الصور المكررة والمتشابهة بدرجة عالية، ليصبح عدد الصور الفريدة في المجموعة المنقّحة 2,387 صورة. كما تمت مقارنة المعالجة المسبقة الافتراضية مع تحسين التباين باستخدام تقنية المعادلة التكيفية للمدرج التكراري محدودة التباين(CLAHE) ، وتم اختبار مجموعة من المصنفات التقليدية، بما في ذلك نماذج التجميع(Ensemble) ، وآلات متجه الدعم، والنماذج الخطية، والمصنفات المعتمدة على الجوار، والنماذج الاحتمالية. وقد تم تقييم أداء النماذج باستخدام التحقق المتقاطع الطبقي، والاختبار المستقل، ومجموعة تحقق معزولة بالكامل (Holdout) لضمان تقييم أكثر دقة لقابلية التعميم.

أظهرت النتائج أن المصنفات المعتمدة على التجميع قدّمت أداءً أكثر ثباتاً وتفوقاً، لا سيما في مهمتي تصنيف (الخبيث مقابل الطبيعي) و(الحميد مقابل الطبيعي). في المقابل، كانت مهمة (الحميد مقابل الخبيث) الأكثر صعوبة بسبب التشابه البصري الكبير بين نوعي الآفات. كما ساهمت تقنية CLAHE في تحسين الحساسية وزيادة قابلية الفصل بين الآفات في عدد من النماذج، مع اختلاف الفائدة وفقاً لطبيعة المهمة التصنيفية.

بصورة عامة، تشير النتائج إلى أن خطوط المعالجة القائمة على التعلم الآلي التقليدي، عند دعمها بمعالجة مسبقة مناسبة وتحقق صارم، قد تكون فعّالة في دعم تصنيف آفات الكبد باستخدام صور الموجات فوق الصوتية، كما يمكن أن تشكل أساساً لأعمال مستقبلية تهدف إلى تطوير وتحسين هذه المنهجيات.

الكلمات المفتاحية: الموجات فوق الصوتية للكبد؛ تصنيف آفات الكبد؛ التعلّم الآلي التقليدي؛ المعادلة التكيفية للمدرج التكراري محدودة التباين(CLAHE) ؛ التعلّم التجميعي؛ آلات متجه الدعم(SVM) ؛ التحقق المتقاطع؛ التحقق باستخدام مجموعة معزولة.(Holdout)