

Ministry of Higher Education and

Scientific Research

University of Mosul

College of Computer Science and Mathematics

Department of Computer Science



Pavement Road Cracks Detection and Classification Based on YOLOv8 Models

**A Thesis Submitted to the Council of the College of
Computer Science and Mathematics
University of Mosul
as a Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in
Computer Science**

By

Hather Ibraheem Abed Hassan

Supervised by

Prof.Dr. Israa Mohamed Khudher Mahmood

2025 A.D.

1446 A.H.

ABSTRACT

Rapid detection of pavement defects is essential for avoiding accidents and reducing damage to infrastructure. The manual check process for road crack detection and classification is difficult and requires significant time. Thus, an effective automated method for identifying road cracks is crucial for this advancement.

The proposed work aims to aid in the creation of an effective system for detecting and classifying pavement road cracks and employing an advanced deep learning system featuring a tailored YOLOv8 (You Only Look Once) model. The system construction requires visual data set which were collected from two sources with 5898 images. The first set was selected from Road Damage Dataset 2022 (RDD2022), a publicly available online dataset, and the second set of data was collected from the roads of Mosul city. The cracks were classified within the database into four types. These classes are Alligator, Longitudinal, Pothole, and Transvers.

Then, this dataset was applied by the three YOLOv8. The original YOLOv8n for (Nano) model. As well as two models YOLOv8m for (Medium) and YOLOv8x for (Extra) model. From YOLOv8n model four modified models were suggested. Named CBAM_YOLOv8n, SPPF_YOLOv8n, CBAM_SPPF_YOLOv8n, and YOLOv8-ghost-p6n. The unique subset of modules, including CBAM, SPPF_Enhanced, GhostConv, and C3Ghost, is incorporated into the YOLOv8n backbone and head for each modified model, with distinct variations between one modified model and another. The main goal of all modified versions of YOLOv8n is to improve its feature extraction and prediction performance while designing a network that remains both powerful and efficient.

The experimental results indicate that all modified versions of YOLOv8n exceeded the performance of the original YOLOv8n model. SPPF-YOLOv8n (93.6%) demonstrating the highest performance among the modified models at mAP@50. Furthermore, the enhanced YOLOv8m shows superior performance compared to the improved YOLOv8x model, achieving 93.9% mAP@50. Indeed, the results obtained from the pavement crack treatment application can be utilized by the municipality's road maintenance department to streamline road maintenance tasks.



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية علوم الحاسوب والرياضيات

قسم علوم الحاسوب

كشف شقوق الطرق المرصوفة وتصنيفها باعتتماد نماذج YOLOv8

اطروحة مقدمة

الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة في

علوم الحاسوب

من قبل

حاضر ابراهيم عبد حسن

بإشراف

ا.د. اسراء محمد خضر محمود

الخلاصة

يُعد الحفاظ على سلامة الطرق هاجسًا عالميًا. فالكشف السريع عن عيوب الرصف ضروري لتجنب الحوادث وتقليل الأضرار التي تلحق بالبنية التحتية. تُعد عملية الفحص اليدوي للكشف عن تشققات الطرق وتصنيفها صعبة وتستغرق وقتًا طويلًا. لذلك، فإن وجود طريقة آلية فعالة لتحديد تشققات الطرق أمر بالغ الأهمية لهذا التقدم.

يهدف العمل المقترح إلى المساعدة في إنشاء نظام فعال للكشف عن تشققات رصف الطرق وتصنيفها، وذلك باستخدام نظام تعلم عميق متقدم يتميز نماذج YOLOv8 مخصص. يتطلب بناء النظام مجموعة بيانات مرئية تم جمعها من مصدرين بإجمالي 5898 صورة. تم اختيار المجموعة الأولى من مجموعة بيانات أضرار الطرق 2022 (RDD2022)، وهي مجموعة بيانات متاحة عبر الإنترنت، بينما تم جمع المجموعة الثانية من البيانات من طرق مدينة الموصل.

تم تصنيف التشققات داخل قاعدة البيانات إلى أربعة أنواع. هذه الأنواع هي: تشققات التماسح (Alligator)، والشقوق الطولية (Longitudinal)، والحفر (Pothole)، والشقوق العرضية (Transverse).

من ثم تم تطبيق مجموعة البيانات هذه على ثلاثة نماذج من YOLOv8 (You Only Look Once) ، YOLOv8n (You Only Look Once Nano) ، YOLOv8m (You Only Look Once Medium) بالإضافة إلى نموذجين آخرين هما YOLOv8x (You Only Look Once Extra) ومن النموذج YOLOv8n الأصلي تم اقتراح أربعة نماذج معدلة وهي CBAM_YOLOv8n ، SPPF_YOLOv8n ، CBAM_SPPF_YOLOv8n ، YOLOv8-ghost-p6n. تم دمج مجموعة فريدة من الوحدات، بما في ذلك CBAM ، و SPPF_Enhanced ، و GhostConv ، و C3Ghost ، ضمن

البنية الأساسية والرأس للنموذج YOLOv8n ، مع اختلافات واضحة بين نموذج معدل وآخر. الهدف الرئيسي من جميع الإصدارات المعدلة لـ YOLOv8n هو تحسين أداء استخراج الخصائص والتنبؤ، مع تصميم شبكة قوية وفعالة في الوقت نفسه.

أما النموذجان الآخران، YOLOv8m و YOLOv8x، فقد تم تحسينهما عن طريق استبدال خوارزمية التحسين Adam (اللحظة التكيفية) بخوارزمية SGD (النزول التدريجي العشوائي). وكانت النتائج المحققة مُرضية. تشير النتائج التجريبية إلى أن جميع الإصدارات المعدلة من YOLOv8n تفوقت في الأداء على النموذج الأصلي YOLOv8n ، حيث أظهر نموذج SPPF-YOLOv8n أعلى أداء بين النماذج المعدلة بنسبة mAP@50 بلغت 93.6%. علاوة على ذلك، أظهر النموذج المحسن YOLOv8m أداءً متفوقاً مقارنةً بالنموذج المحسن YOLOv8x، حيث حقق mAP@50 بنسبة 93.9%. بالفعل، يمكن الاستفادة من النتائج المحققة في تطبيق معالجة تشققات الأرصفة من قبل إدارة صيانة الطرق في البلدية لتسهيل مهام الصيانة.