

Article Summary

The article “**A Study on Railway Surface Defects Detection Based on Machine Vision**” presents a deep learning–based approach to improve the detection of surface defects on railway tracks, which is critical for ensuring rail safety. Traditional inspection methods (manual checks, ultrasonic or radar techniques) are either inefficient, costly, or ineffective for detecting small and complex surface defects. While existing deep learning methods improve accuracy, they often suffer from large model sizes and slow detection speeds.

To address these limitations, the authors propose an **improved YOLOv4-based detection method**. The main innovation lies in replacing the original YOLOv4 backbone (CSPDarknet53) with **MobileNetV3**, a lightweight network designed for efficient feature extraction. Additionally, **depthwise separable convolutions** are applied in the PANet layer to further reduce computational complexity and model size while maintaining detection performance.

Field data were collected using an intelligent railway inspection vehicle, producing a dataset of 1000 rail images. The model was trained and tested under normal conditions as well as with added Gaussian noise to evaluate robustness. Experimental results show that the proposed method significantly outperforms Faster R-CNN, YOLOv3, YOLOv4, and YOLOv5 in terms of **accuracy, speed, and model size**. Specifically, the method reduces the number of parameters by about **78%**, increases detection speed by over **10 FPS**, and achieves the highest **mAP (93.21%)** among the compared methods.

Overall, the study demonstrates that the improved YOLOv4 model is **lightweight, fast, accurate, and noise-robust**, making it well suited for real-time railway surface defect detection and practical engineering applications

entropy-23-01437

Résumé de l'article

L'article « **A Study on Railway Surface Defects Detection Based on Machine Vision** » présente une approche basée sur l'apprentissage profond pour améliorer la détection des défauts de surface des rails, un enjeu majeur pour la sécurité du transport ferroviaire. Les méthodes traditionnelles d'inspection (inspection manuelle, ultrasons, radar, etc.) sont soit coûteuses, lentes, soit peu efficaces pour détecter des défauts de petite taille et aux formes complexes. De plus, les méthodes récentes basées sur le deep learning offrent de bonnes performances, mais souffrent souvent d'un volume de modèle élevé et d'une faible vitesse de détection.

Pour résoudre ces limitations, les auteurs proposent une **méthode améliorée basée sur YOLOv4**. L'amélioration principale consiste à remplacer le backbone classique de YOLOv4 (CSPDarknet53) par **MobileNetV3**, un réseau léger optimisé pour l'extraction de caractéristiques. En parallèle, des **convolutions séparables en profondeur (depthwise separable convolution)** sont intégrées dans la couche PANet afin de réduire significativement le nombre de paramètres et la complexité de calcul, tout en conservant une bonne précision.

Les données expérimentales ont été collectées à l'aide d'un véhicule intelligent d'inspection ferroviaire, constituant une base de données de 1000 images de rails. Le modèle a été entraîné et testé dans des conditions normales ainsi qu'en présence de bruit gaussien afin d'évaluer sa robustesse. Les résultats expérimentaux montrent que la méthode proposée surpasse Faster R-CNN, YOLOv3, YOLOv4 et YOLOv5 en termes de **précision, vitesse de détection et taille du modèle**. En particulier, le nombre de paramètres est réduit d'environ **78 %**, la vitesse de détection est augmentée de plus de **10 images par seconde**, et la précision moyenne (mAP) atteint **93,21 %**.

En conclusion, cette étude démontre que le modèle YOLOv4 amélioré est **léger, rapide, précis et robuste au bruit**, ce qui le rend particulièrement adapté à la **détection en temps réel des défauts de surface des rails** dans des applications industrielles et opérationnelles.