

Détection de dégâts sur toitures

Thoma CHALON

Travail de bachelor 2025

Informatique et systèmes de communication – Ingénierie des données

Professeur : Alexis MAIRE

Expert : Corentin JUNOD

Description

Ce projet développe un système automatisé de détection de dégâts sur toitures utilisant l'intelligence artificielle et des données géospatiales haute résolution. Face aux défis croissants liés aux événements climatiques extrêmes, les méthodes d'inspection traditionnelles montrent leurs limites : coût élevé, durée d'intervention longue, etc. L'objectif est de créer un outil capable d'analyser simultanément des images aériennes RGB et des données d'intensité LiDAR pour identifier et classifier automatiquement les toitures endommagées sur de vastes zones géographiques. Cette approche de fusion multimodale exploite les avantages complémentaires des deux types de données : les images RGB fournissent des informations visuelles détaillées tandis que le LiDAR apporte des données géométriques et d'intensité précises. Le système vise à transformer l'évaluation post-catastrophe en proposant une solution rapide, objective et scalable, particulièrement cruciale après des événements comme les tempêtes de grêle, les ouragans ou les tremblements de terre, permettant ainsi une réponse d'urgence plus efficace des autorités compétentes.

Déroulement

- **Analyse des données** : préparation et annotation manuelle de polygones de toitures avec classification des dégâts
- **Développement de modèles IA** : implémentation et entraînement de plusieurs architectures (EfficientNet, ResNet, Vision Transformer, etc.)
- **Fusion multimodale** : création d'un modèle combinant données RGB et intensité LiDAR pour améliorer la précision
- **Validation et tests** : évaluation comparative des performances sur un jeu de test indépendant
- **Développement d'outils** : scripts d'extraction de données, d'augmentation et d'inférence automatisée

Résultats

Depuis l'extraction des données jusqu'à la prédiction finale, le modèle de fusion RGB simple (entraîné sur ~3000 images de toits) atteint un F1-score de 0.8 sur le jeu de test, surpassant de peu le modèle utilisant les données RGB-LiDAR (F1-score de 0.78). L'intégration des données d'intensité LiDAR est une piste prometteuse au vu du nombre restreint d'échantillons disponibles pour l'entraînement. Le système peut traiter automatiquement des zones entières et générer des cartes de dégâts géoréférencées. Les outils développés permettent un pipeline complet.



Zoom sur une zone de la prédiction
(intensité du rouge = prédiction du
modèle 0-1)



Vue d'ensemble de la prédiction sur la
ville de La Chaux-de-Fonds

Discussion : conclusions et perspectives

Points forts : le système démontre la faisabilité de la détection automatisée avec une précision acceptable pour un usage pratique.

Développements ultérieurs : explorer d'autres architectures de fusion, intégrer d'autres types de données. Le système pourrait être étendu à la détection d'autres types de dégâts (façades, infrastructures) et détection multi-classe.

Retombées : solution scalable, rapide et objective des dégâts sur de vastes territoires permettant ainsi une intervention éclair des équipes de terrain.