

Detection and segmentation of railway sinkholes from LiDAR data using neural networks with data augmentation

Background: *Railway sinkholes represent a major safety risk for railway infrastructure, with serious consequences such as derailments or damage to rails. Regular track monitoring using LiDAR data enables early detection of subsidence and ensures the safety of railway equipment. However, the variability of environments and the rarity of observed events make it difficult to train segmentation models.*

Internship objective: The aim of the internship is to develop a model for detecting and segmenting railway sinkholes using 3D data derived from LiDAR point clouds. Using neural network architectures adapted to this type of data (3D CNN, PointNet, Graph CNN), the student will implement robust segmentation solutions. Particular attention will be paid to data augmentation, to enrich training sets and improve the model's ability to generalize.

Work to be carried out:

- Study and compare different neural network architectures adapted to LiDAR point cloud segmentation (PointNet, 3D CNN, Graph CNN).
- Set up LiDAR data processing and pre-processing pipelines to optimize model training.
- Implement data augmentation techniques adapted to 3D point clouds (geometric transformations, deformations, generation of synthetic examples).
- Evaluate model performance with and without data augmentation, on annotated datasets.
- Suggest improvements to optimize real-time detection of rail anomalies.
- Full report presenting methods used, results obtained and comparisons between different neural network architectures.
- Implemented model code with training and evaluation pipelines.
- Recommendations for the real-time integration of models for the detection and segmentation of sinkholes.

Skills required

- Knowledge of machine learning, deep learning (particularly on architectures for 3D segmentation, and techniques for data augmentation GANs, VAE...).
- Experience in handling LiDAR data.
- Python programming (TensorFlow, PyTorch)."

Training supervisor: Muhammad Ali SAMMUNEH: msammuneh@estp.fr & Rani EL MEOUCHE

Laboratory / host company: IR- ESTP, 28 avenue du Président Wilson, 94230 Cachan

Duration : 6 months

Salary and benefits: 800 euros net per month in accordance with the legal requirements of the Master 2 Research program (65% reimbursement of transport costs; luncheon vouchers).

Détection et segmentation des fontis ferroviaires à partir de données LiDAR à l'aide de réseaux de neurones avec augmentation de données

Contexte : *Les fontis ferroviaires constituent un risque important pour la sécurité des infrastructures ferroviaires, avec des conséquences graves telles que des déraillements ou des dommages aux rails. La surveillance régulière des voies à l'aide de données LiDAR permet de détecter les affaissements de terrain de manière précoce et d'assurer la sécurité du matériel ferroviaire. Cependant, la variabilité des environnements et la rareté des événements observés rendent difficile l'entraînement des modèles de segmentation.*

Objectif du stage : Le stage a pour objectif de développer un modèle de détection et de segmentation des fontis ferroviaires à partir de données 3D issues de nuages de points LiDAR. En utilisant des architectures de réseaux de neurones adaptées à ce type de données (3D CNN, PointNet, Graph CNN), l'étudiant devra implémenter des solutions robustes de segmentation. Une attention particulière sera portée à l'augmentation des données, permettant d'enrichir les ensembles d'entraînement et d'améliorer la capacité du modèle à généraliser.

Travail à réaliser :

- Étudier et comparer différentes architectures de réseaux de neurones adaptées à la segmentation de nuages de points LiDAR (PointNet, 3D CNN, Graph CNN).
- Mettre en place des pipelines de traitement et de prétraitement des données LiDAR pour optimiser l'entraînement des modèles.
- Implémenter des techniques d'augmentation de données adaptées aux nuages de points 3D (transformations géométriques, déformations, génération d'exemples synthétiques).
- Évaluer les performances des modèles avec et sans augmentation des données, sur des ensembles de données annotées.
- Proposer des améliorations pour optimiser la détection en temps réel des anomalies ferroviaires.
- Rapport complet présentant les méthodes employées, les résultats obtenus et les comparaisons entre les différentes architectures de réseaux de neurones.
- Code des modèles implémentés avec les pipelines d'entraînement et d'évaluation.
- Recommandations pour l'intégration en temps réel des modèles de détection et de segmentation des fontis.

Compétences requises

- Connaissances en machine learning, deep learning (notamment sur les architectures pour la segmentation 3D, et des techniques d'augmentation de la donnée GANs, VAE..).
- Expérience en manipulation de données LiDAR.
- Programmation en Python (TensorFlow, PyTorch)."

Maître de stage : Muhammad Ali SAMMUNEH: msammuneh@estp.fr & Rani EL MEOUCHE

Laboratoire /entreprise d'accueil : IR- ESTP, 28 avenue du Président Wilson, 94230 Cachan

Durée : 6 mois

Gratification : Selon conditions légales master 2 Recherche (Remboursement 65% titre de Transport ; Tickets Restaurants).