

Jumeaux Numériques des Structures Végétalisées Urbaines : Reconstruction 3D Assistée par l'Intelligence Artificielle

Proposé par : Eva Dokladalova, Tanguy Desgouttes, LIGM

Contexte

Les espaces urbains contemporains font face à des défis environnementaux majeurs, notamment en termes de qualité de vie et de durabilité. La végétalisation constitue une réponse innovante à ces enjeux, offrant de multiples bénéfices :

- Amélioration du bien-être et de la santé des habitants
- Régulation thermique des quartiers urbains
- Réduction significative des niveaux de pollution atmosphérique
- Création d'îlots de biodiversité au cœur des métropoles

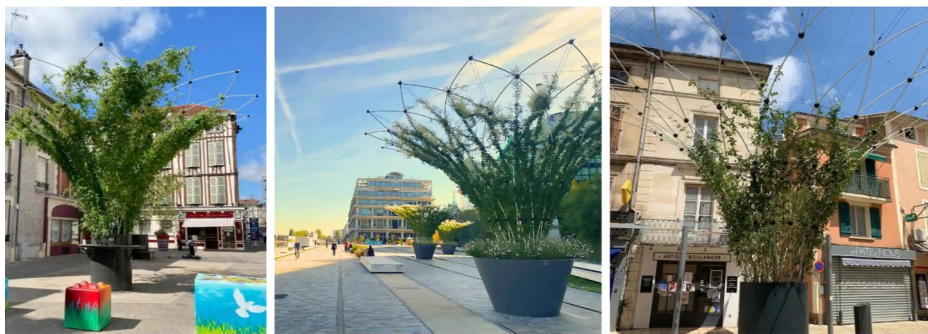


Figure 1 : Exemple des structures végétalisées : Urban Canopée
(<https://www.urbancanopee.com/solutions/>)

Cependant, les contraintes architecturales et spatiales limitent souvent l'implantation d'arbres traditionnels. L'émergence de structures végétalisées innovantes, utilisant des plantes grimpantes sur du mobilier urbain, représente une solution alternative prometteuse (Fig. 1).

Objectifs

L'objectif principal de ce projet est de développer un outil de suivi et d'analyse avancé basé sur l'intelligence artificielle et la vision par ordinateur, permettant de reconstruire des modèles 3D détaillés de structures végétalisées pour évaluer la croissance et les caractéristiques des surfaces végétales.

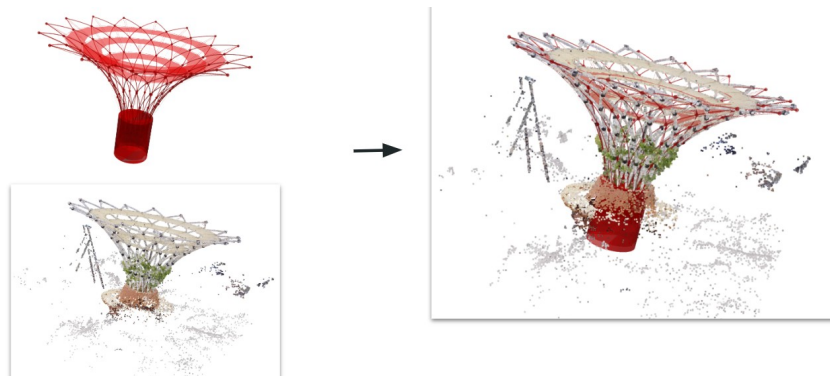


Figure 2 : Exemple d'un nuage de points créé par la reconstruction 3D à l'aide de NeRFs, comparaison avec un modèle 3D géométrique

Travail à réaliser

Reconstruction 3D par Intelligence Artificielle en conditions contrôlées

- Génération de modèles 3D à partir de vidéos amateurs (utilisation des dernières techniques de reconstruction 3D (NeRF - Neural Radiance Fields),
- Développement d'algorithmes de segmentation et classification des surfaces végétales
- Si possible identification automatique des surfaces foliaires pour le calcul de métriques environnementales (à proposer et définir) :
 - Taux de couverture végétale, potentiel d'absorption du CO₂, impact sur l'ombrage et la température locale

Étape 1 : Dispositif expérimental

- Conception et impression 3D d'une structure support
- Création de différents scénarios de couverture végétale :
 - Plantes artificielles et/ou plantes vivantes avec configurations variées de densité et de répartition

Étape 2 : Constitution du jeu de données

- Création d'un dataset exhaustif et diversifié
- Acquisition de vidéos dans des conditions contrôlées
- Enregistrement de séquences avec contrôle de la luminosité, angle de vue, distance

Étape 3 : Validation

- Développement de méthodes d'IA pour l'identification des surfaces foliaires
- Comparaison des résultats avec des mesures de terrain
- Évaluation des performances des modèles NeRF

Étape 4 : Imaginer les perspectives et retombées potentielles

- Outil d'aide à la décision pour l'aménagement urbain, Suivi précis de l'évolution des espaces végétalisés , Optimisation des stratégies de végétalisation urbaine
- Compréhension de l'impact des infrastructures vertes

Livrables Attendus

- Jeux de données, documentés, organisés
- Algorithmes de segmentation et classification, rapport complet
- Démonstrateur technologique

Compétences Mobilisées

- Traitement d'images, Intelligence artificielle, Modélisation 3D, Vision par ordinateur
- Programmation Python