

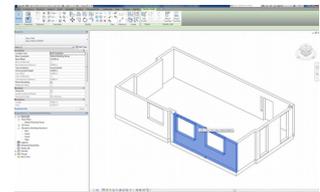
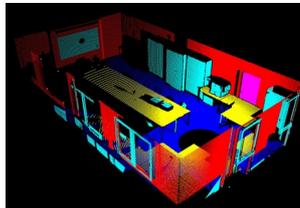
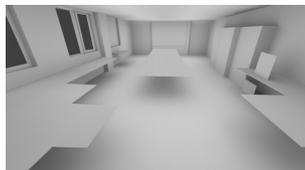
# Sujet de thèse :

## Approche conjointe sémantique et géométrique pour la construction automatique de maquettes numériques à l'aide de drones

### Contexte

La production et la mise à jour de maquettes numériques est aujourd'hui un enjeu majeur dans l'industrie, qu'il s'agisse de la construction aéronautique ou du BTP (où ces modèles numériques sont communément appelés BIM, pour Building Information Model). Ces données centralisent l'ensemble des informations géométriques et sémantiques liées à une construction (bâtiment ou aéronef) et à son fonctionnement. Les maquettes numériques sont généralement produites lors de la phase de conception, et elles sont utilisées pour guider la construction. En revanche, elles sont peu exploitées après la construction car ce type d'utilisation impose auparavant de numériser précisément l'objet existant pour le comparer à un modèle a priori, car il n'est pas toujours fidèle à l'objet planifié initialement. Et elles sont encore moins mise en oeuvre pour des constructions anciennes, produites avant l'existence de maquettes numériques, du fait du coût de création des modèles. Pourtant, pouvoir opérer à l'aide d'une maquette numérique sur un objet déjà existant est un besoin pratique majeur, par exemple pour la détection de défauts ou la planification d'interventions.

À l'heure actuelle, les maquettes numériques pour des objets existants sont principalement produites manuellement ou semi-manuellement à partir de données acquises par des capteurs lidar (télémètre laser) sur trépied. Ce type d'acquisition de données, bien que très précise, souffre d'un manque de flexibilité car il faut déplacer manuellement l'outil à chaque acquisition successive. Plus grave, elle conduit à des données manquantes, dues au nombre pratique limité d'acquisitions et à des difficultés d'accès à certaines zones de l'objet pour un appareil sur trépied, par exemple le toit ou les escaliers pour un bâtiment.



### Sujet de thèse

Cette thèse concerne l'utilisation de drones autonomes, munis de capteurs embarqués, pour la construction de maquettes numériques. Cette solution offre une grande flexibilité car elle permet de varier les points de mesure pour numériser les zones difficiles d'accès et de concentrer les efforts de numérisation sur les détails anormaux par rapport à un modèle a priori de l'objet que l'on reconstruit (fissures, défauts de fabrication). Par ailleurs, elle autorise une revisite plus régulière des structures pour extraire des informations d'évolutions temporelles critiques pour la maintenance.

Cette thèse est au centre d'une collaboration entre l'ONERA et l'École des Ponts (ENPC). Dans le cadre de plusieurs projets internes et de l'étude Carnot CODA, l'ONERA développe des systèmes de minidrones permettant ce type d'acquisition. L'École des Ponts quant à elle développe depuis plusieurs années des techniques de reconstruction 3D et d'analyse sémantique pour la création de maquettes numériques de l'existant.



### Description

Plusieurs études ont montré que l'approche séquentielle « géométrique puis sémantique » peut mener à des difficultés et erreurs de sémantisation du fait des défauts initiaux d'acquisition et de modélisation de la géométrie. Au contraire, des travaux récents ont mis en lumière l'intérêt d'utiliser a priori des informations d'ordre sémantique sur les objets composant une scène pour améliorer la qualité de la reconstruction

géométrique [Guney 2015]. L'objectif de cette thèse est ainsi de coupler la phase de reconstruction géométrique 3D et la phase de sémantisation dans l'objectif de fournir une maquette numérique la plus fidèle possible du sujet d'étude. On s'attachera à produire ou à remettre à jour conjointement une géométrie fiable ainsi que les informations sémantiques liées aux différents éléments de la scène. On s'appuiera pour cela sur les travaux effectués en reconstruction de maquettes numériques à partir de nuages de points laser [Boulch 2013] et plus généralement sur les travaux d'apprentissage statistique pour la reconnaissance des formes [Handa 2015] et la reconstruction de surfaces [Boulch 2014, Monzpart 2015].

La question de la place de l'utilisateur dans la boucle de production de la maquette numérique sera aussi étudiée, au moins dans l'objectif de permettre la construction ou la complétion (apprentissage interactif en ligne) de bases de modèles 3D a priori utilisables lors de processus ultérieurs de construction de maquettes.

## Lieu et encadrement de la thèse

La thèse est co-financée par l'ONERA et l'ENPC. Le doctorant sera à mi-temps dans chacun des deux organismes : au centre ONERA de Palaiseau et dans l'équipe IMAGINE du Laboratoire d'informatique Gaspard-Monge (LIGM) de l'ENPC à Marne-la-Vallée.

La thèse sera co-encadrée par Renaud MARLET (ENPC) et Alexandre Boulch (ONERA).

## Profil du candidat

Les compétences requises pour cette thèse sont :

- des connaissances solides en vision par ordinateur et en apprentissage statistique,
- de bonnes bases de géométrie algorithmique,
- la maîtrise de la programmation en C++.

La programmation Python est un plus.

## Candidature

Pour candidater, envoyer un email avec :

- votre CV,
- une copie de vos notes de Master, même si elles sont encore incomplètes,
- un rapport que vous avez écrit pour votre stage de Master ou pour un stage précédent si votre Master est en cours,
- des lettres de recommandation ou des noms de personnes à contacter pour obtenir une recommandation (encadrants de stage, professeurs...),
- une brève lettre expliquant votre intérêt pour la recherche dans ce domaine et les liens éventuels entre votre parcours et le sujet de thèse proposé,

aux personnes suivantes :

- Renaud Marlet <[renaud.marlet@enpc.fr](mailto:renaud.marlet@enpc.fr)>,
- Alexandre Boulch <[alexandre.boulch@onera.fr](mailto:alexandre.boulch@onera.fr)>.

## Bibliographie

[Boulch 2013] Semantizing Complex 3D Scenes using Constrained Attribute Grammars, Alexandre Boulch, Simon Houllier, Renaud Marlet, Olivier Tournaire. Computer Graphics Forum, 2013, 32 (5), pp.33-42.

[Boulch 2014] Piecewise-Planar 3D Reconstruction with Edge and Corner Regularization, Alexandre Boulch, Martin De La Gorce, Renaud Marlet. Computer Graphics Forum, 2014, 33 (5), pp.55--64.

[Guney 2015] Displets: Resolving Stereo Ambiguities using Object Knowledge. Fatma Guney, Andreas Geiger, Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2015.

[Handa 2015] SynthCam3D: Semantic Understanding With Synthetic Indoor Scenes. Ankur Handa, Viorica Patraucean, Vijay Badrinarayanan, Simon Stent, Roberto Cipolla, CVPR 2015 Workshop.

[Monzpart 2015] RAPTER: Rebuilding Man-made Scenes with Regular Arrangements of Planes. Monzpart, Aron and Mellado, Nicolas and Brostow, Gabriel J and Mitra, Niloy J. Siggraph 2015.