

Sujet de thèse

ADIMANU: Adaptation intelligente des maquettes numériques pour la réalité virtuelle

1 - Contexte

La thèse proposée est en lien avec la thématique de l'immersion virtuelle pour la construction durable. L'objectif est de concevoir un système numérique intelligent permettant de faciliter et accélérer le processus de la création de l'application interactive et immersive dans le domaine de la construction de bâtiments.

Cette thèse fait l'objet d'une collaboration scientifique entre les Arts et Métiers (laboratoire de réalité virtuelle de Chalon-sur-Saône) et l'Université Los Andes (laboratoire Imagine à Bogota).

2 - Problématique

Aujourd'hui dans le domaine de la construction, l'ingénierie numérique (**IN**) est présente à toutes les phases de la conception du bâtiment jusqu'au chantier de la construction. La technologie numérique est devenue nécessaire pour concevoir, construire et exploiter les bâtiments de manière plus efficace en termes de temps et de coût. L'idée est de modéliser toutes les informations nécessaires autour du bâtiment, en anglais on parle du Building Information Modeling (**BIM**). Pour cela il est créé une **maquette numérique (MN)** du bâtiment en question à l'aide de la conception assistée par ordinateur (**CAO**). La visualisation concrète en 3D de la MN fournit une meilleure vision des étapes de construction et des rôles des différents acteurs du chantier [1].

Depuis quelques années la révolution des technologies numériques en 3D proposent non seulement l'IN mais aussi la **réalité virtuelle (RV)** [2]. La RV dans la construction du bâtiment du produit est une technologie numérique et interactive permettant de restituer virtuellement un environnement dans lequel le bâtiment existe en relation avec les êtres humains pour un instant particulier parmi ceux de son cycle de vie. Le milieu du bâtiment adopte de plus en plus la RV pour aider à l'optimisation des différentes phases le long du cycle de vie du bâtiment. Par exemple :

- L'aspect visuel du bâtiment perçu par les habitants en situation d'une visite.
- L'aspect architecture intérieure conçue par les architectes.
- L'aspect organisationnel du chantier de construction.

La RV permet également d'aider les différents acteurs du chantier à mieux comprendre leurs rôles sans avoir le chantier réel devant eux.

La **maquette virtuelle (MV)**, ou maquette destinée à la RV consiste à enrichir l'expérience d'immersion virtuelle par des interactions avec une personne réelle. A partir d'une MV le système de RV est en mesure de produire des informations visuelles, sonores, haptiques etc. La préparation des MVs est communément basée sur les MNs déjà réalisées par la CAO utilisées pour le BIM. Mais cette préparation nécessite souvent beaucoup de temps de travail manuel qui consiste à adapter les MNs pour pouvoir générer les MVs "optimales". L'idée de cette thèse est d'exploiter les techniques innovantes d'**intelligence artificielle (IA)** afin de constituer un outil intelligent d'aide à l'adaptation des MNs vers les MVs. Une approche similaire a été proposée et expérimentée par Danglade (A&M ParisTech, Cluny) [3] dans le cadre de la préparation des modèles pour la simulation numérique par éléments finis.

Ces travaux de thèse devraient permettre de proposer un outil d'aide à la préparation des modèles virtuels à

partir des maquettes numériques des bâtiments. Cela permettrait aux ingénieurs en charge de la réalisation de la MV de se libérer de tâches longues et à faibles valeur ajoutée.

3 - Démarche proposée

La démarche proposée suivra les étapes suivantes :

- Etat de l'art
 - o la préparation des maquettes virtuelles dans les différents domaines d'application de la RV.
 - o L'IA dans les approches du traitement des géométries.
 - o La formalisation des connaissances des métiers et leur modélisation par l'IA.
- Expression des questions de recherche
 - o Est-ce que les connaissances des infographistes de la préparation des modèles virtuels peuvent être modélisées par l'IA ?
 - o Est-ce que les systèmes d'IA peuvent apporter une aide à l'infographiste lors du processus de préparation de la maquette numérique vers la maquette virtuelle?
- Proposition d'une approche (scénarios, analyse de données)
 - o L'analyse auprès des infographistes des pratiques lors de la préparation des modèles virtuelles, cette étape fera appel à la notion de knowledge management (Gestion des connaissances), l'objectif sera de capitaliser l'ensemble des connaissances mises en œuvre mais non formalisées par l'infographiste. Le principal verrou technologique de cette thèse se situe au niveau de cette étape.
 - o La compilation et modélisation des pratiques dans une base de données.
 - o La mise en place des techniques d'intelligence artificielle pour identifier automatiquement le processus optimal de préparation des modèles virtuels
- Expérimentation
 - o Des expérimentations et la comparaison entre le processus adopté par l'infographiste et celui identifié automatiquement pour un nouveau cas.
 - o Développement d'un démonstrateur technologique du système d'IA infographiste
 - o Evaluation des modèles virtuels produits par ce système d'IA
- Publications

4 - Résultats attendus

- Proposition d'une méthode
- Démonstrateur technologique comme preuve de concept
- Publications scientifiques

5 - Réalisation de la thèse

Ce travail sera réalisé dans le cadre d'une thèse de doctorat en co-tutelle entre les Arts et Métiers (ENSAM) et l'Université Los Andes en Colombie.

Pour ces raisons, la thèse sera réalisée sur 2 sites :

- France (à Chalon-sur-Saône à l'institut image)
- Colombie (à Bogota au laboratoire Imagine)

Démarrage prévu de la thèse : octobre 2017

Financement partagé provenant de la région Bourgogne et de Los Andes Univ. pour le salaire du doctorant.

6 - Contacts

Arts et Métiers - France :

- Frédéric Merienne (Prof) : frederic.merienne@ensam.eu
- Florence Danglade (A/Prof) : florence.danglade@ensam.eu
- Ruding Lou (A/Prof) : ruding.lou@ensam.eu

Université de Los Andes – Colombie :

- Jose-Tiberio Hernandez (Prof) : jhernand@uniandes.edu.co

7 - Bibliographie

- [1] Eastman, C.M. (1999), *Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction*, ISBN 0-8493-0259-5, *CRC Press LLC*.
- [2] Stefan Woksepp, (2007), *Virtual reality in construction: tools, methods and processes*, *PhD thesis*.
- [3] F. Danglade, J-P Pernot and P. Véron, (2013), *On the use of Machine Learning to Defeature CAD Models for Simulation*, *J. Computer-Aided Design and Applications*, 11(3), pp. 358-268.