

Travail de fin d'études / Projet de fin d'études : Potentialités de l'impression 3D pour la rénovation du patrimoine en béton

Auteur : Collignon, Théo

Promoteur(s) : de Boissieu, Aurélie; Courard, Luc

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en ingénierie architecturale et urbaine

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/23294>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Master à finalité spécialisée en Ingénierie
Architecturale et Urbaine
Année académique 2024–2025

Auteur : Collignon Théo
Co-promoteurs : Courard Luc
& de Boissieu Aurélie

Potentialités de l'impression 3D pour la rénovation du patrimoine en béton

Résumé

Le patrimoine en béton du XX^e siècle présente souvent des formes complexes et ornementées. Aujourd'hui, ces structures subissent des dégradations qui nécessitent des restaurations spécifiques. Les méthodes traditionnelles s'avèrent souvent coûteuses et complexes pour reproduire fidèlement ces éléments.

Ce travail explore le potentiel de l'impression 3D, en béton et en polymère, comme alternative à la rénovation de ce patrimoine. La méthodologie adoptée combine la numérisation 3D d'éléments dégradés (utilisant la photogrammétrie, le LiDAR et le scanner laser), la modélisation 3D des parties manquantes, et une approche expérimentale comparant deux techniques de fabrication : l'impression en béton et le moulage à l'aide de coques imprimées en polymère.

Des cas d'étude concrets, un chapiteau de colonne et la main d'une statue, ont servi de base à cette expérimentation. Les résultats mettent en évidence les avantages et limites de chaque méthode de numérisation en termes de précision et d'accessibilité. La comparaison des techniques de fabrication révèle que le moulage via impression polymère offre une meilleure qualité de surface et une capacité supérieure à gérer les formes complexes et les porte-à-faux, au prix d'un temps d'impression du moule plus long. L'impression béton, bien que rapide, est limitée par la taille des cordons et les contraintes liées à la gestion d'une pompe à débit continu, nécessitant le développement d'un script de post-traitement du G-code.

Ce travail démontre que l'impression 3D, particulièrement via la fabrication de moules polymères, présente un potentiel significatif pour la restauration d'éléments patrimoniaux en béton, ouvrant de nouvelles perspectives pour la reproduction de géométries complexes tout en soulevant des questions sur l'intégration esthétique et la maîtrise technique requise.

Mots-clés : Impression 3D béton, Impression 3D polymère, Restauration patrimoine, Numérisation 3D, Modélisation 3D, Béton du XX^e siècle.

Master's Degree in Architectural and Urban
Engineering
Academic Year 2024–2025

Author : Collignon Théo
Supervisors : Courard Luc
& de Boissieu Aurélie

Potential of 3D printing for the renovation of concrete heritage

Abstract

Twentieth-century concrete heritage often features complex and ornate forms. Today, these structures suffer from degradation requiring specific restoration. Traditional methods often prove costly and complex for faithfully reproducing these elements.

This work explores the potential of 3D printing, in both concrete and polymer, as an alternative for renovating this heritage. The adopted methodology combines 3D scanning of degraded elements (using photogrammetry, LiDAR, and laser scanning), 3D modeling of missing parts, and an experimental approach comparing two manufacturing techniques : direct concrete printing and molding using polymer-printed shells.

Concrete case studies, a column capital and a statue's hand, served as the basis for this experimentation. The results highlight the advantages and limitations of each scanning method in terms of precision and accessibility. The comparison of manufacturing techniques reveals that molding via polymer printing offers better surface quality and a superior ability to manage complex shapes and overhangs, at the cost of longer mold printing time. Direct concrete printing, although rapid, is limited by bead size and the constraints of managing a continuous flow pump, necessitating the development of a G-code post-processing script.

This work demonstrates that 3D printing, particularly through the fabrication of polymer molds, presents significant potential for the restoration of concrete heritage elements, opening new perspectives for reproducing complex geometries while raising questions about aesthetic integration and the required technical mastery.

Keywords : 3D Concrete Printing, Polymer 3D Printing, Heritage Restoration, 3D Scanning, 3D Modeling, 20th Century Concrete