

Sujet de thèse : Restauration virtuelle d'objets archéologiques à partir d'images.

Unité d'accueil : Université de Poitiers, Laboratoire XLIM, axe synthèse et analyse d'image, équipe IG (Informatique Graphique).

Direction : Daniel Meneveaux, professeur (daniel.meneveaux@univ-poitiers.fr)

Encadrement : Eric Desjardin, maître de conférences (eric.desjardin@univ-reims.fr) et Nicolas Courilleau, maître de conférences (nicolas.courilleau@univ-poitiers.fr)

Date de démarrage : Janvier ou février 2023

Mot clefs : texture restoration, 3D computer graphics, deep-learning, cultural heritage, procedural generation.

Contexte et motivations :

Les archéologues font preuve d'une grande minutie durant leurs fouilles. Ils trouvent principalement des fragments, des morceaux plus ou moins importants d'objets ayant souffert des aléas du temps. Les facteurs d'altérations peuvent être nombreux : l'eau (ruissellement, humidité, etc.), la lumière (les rayons du soleil, etc.), les variations de température, pression, les vents, etc. Tous ces facteurs font disparaître les couleurs, les pigments, les motifs, les nuances, les textures, mais touchent également l'intégrité physiques des modèles (ex : cassures, brisures, fissures, érosion, etc.). Finalement, trouver un objet dans un état de parfaite conservation est assez rare. Ainsi, il est commun de faire appel à un travail de restauration pour reconstituer les formes et couleurs originales, en respectant diverses contraintes liées aux connaissances des historiens.

De nombreux outils numériques offrent actuellement des possibilités de réaliser des traitements plus ou moins automatiques pour l'aide à l'analyse et à la restauration. Certains permettent également de reconstruire la forme et les caractéristiques des objets à partir de photographies. Pour autant aboutir à une restauration virtuelle complète de la forme et de l'apparence (couleur, texture, brillance) des objets requiert des compétences de graphiste difficiles à acquérir, en plus des connaissances du chercheur archéologue / historien dans l'histoire contemporaine de ses objets, leurs contextes et environnements. Ce sujet de thèse concerne en particulier l'étude des dégradations et restaurations de textures d'objets 3D acquis par photogrammétrie.

Malheureusement, il n'existe que peu d'outils numériques dédiés à l'archéologie, pour aider les chercheurs à matérialiser virtuellement leurs hypothèses. C'est pourquoi ce travail sur les textures, leur évolution dans le temps et la restauration virtuelle est abordée dans ce travail. Les objets étudiés seront des photographies numériques de peintures provenant de différents supports (tableaux, parois ou céramiques par exemple). Nous souhaitons proposer des outils de simulation numérique de dégradation et de restauration virtuelle de ces modèles.

Objectifs de la thèse :

Notre approche pour lever les verrous scientifiques associés à ce domaine repose sur la mise en œuvre de méthodes d'apprentissage profond, et de génération procédurale de textures. Les images résultantes seront exploitées en tant que textures pour de la visualisation interactive d'objets archéologiques virtuels reconstruits par photogrammétrie.

La première étape du travail consiste à réaliser l'état de l'art dans les domaines (i) des méthodes de détérioration de matière (ii) de la reconstruction d'objets à partir d'images et (iii) de l'utilisation de l'apprentissage profond dans ces contextes.

Les objectifs identifiés sont :

- d'expérimenter différentes approches possibles permettant la génération d'une base de données d'images d'objets « avant/après » restauration pour de l'apprentissage machine, en ayant en considération sa robustesse et son exhaustivité [1, 2, 3] ;
- d'explorer les possibilités de méthodes d'apprentissage profond pour de la reconstruction d'objets à partir d'images, tout en s'intéressant aux méthodes développées pour de la reconstruction 3D [4] ou encore celles se reposant sur des algorithmes de génération procédurale ;
- d'identifier les méthodes les plus adaptées à la visualisation des objets restaurés, puissent-elles être basées sur du rendu basé images [5] ou passer par des reconstructions de maillage [4].

Contexte de la thèse :

Cette thèse est financée par le projet ANR DIGITALIS, avec une collaboration entre 3 équipes d'informatique (XLIM, CRESTIC et LIAS) et deux laboratoires d'archéologie et histoire (CESCM et IFAO). En pratique, l'étudiant sera accueilli à XLIM à l'université de Poitiers (locaux du site du futuroscope) et en co-encadrement avec le CRESTIC à l'université de Reims.

Rémunération :

2 135,00 € brut mensuel

Contraintes :

Le travail de thèse se déroulera essentiellement à Poitiers, mais plusieurs déplacements seront à prévoir avec les autres laboratoires, notamment à Reims. Par ailleurs des communications en conférences internationales sont envisagées, ainsi que des potentielles missions de travail au Caire en Egypte pour l'IFAO.

Références bibliographiques :

- [1] Simulating How Salt Decay Ages Buildings - N. Merillou, S. Merillou, E. Galin, D. Ghazanfarpour - IEEE Computer Graphics and Applications, 32(2), pp 44-54, 2012.
- [2] Simulating Building/Monuments Aging using Procedural Generation, Nearchos Nearchou, 2021 (https://graphics.cs.ucy.ac.cy/files/1642536375_Thesis-final.pdf)
- [3] Layer-Based Procedural Design of Façades, Ilčík, M., Musialski, P., Auzinger, T. and Wimmer, M. (2015). Computer Graphics Forum, 34: 205-216.
- [4] Single image 3D object reconstruction based on deep learning: A review, Fu, K., Peng, J., He, Q. et al. Multimed Tools Appl 80, 463–498 (2021)
- [5] Interactive HDR Image-Based Rendering from Unstructured LDR Photographs. Loubna Lechlek, Daniel Meneveau, Mickaël Ribardière, Romuald Perrot, Chaouki Babahenini. Computers & Graphics (Elsevier), November 2019.