

Titre de la thèse : Caractérisation d'objets archéologiques, analyse de rugosité, appariement

Laboratoire d'accueil : LIB

Spécialité du doctorat préparé : Informatique

Mots-clefs : Caractérisation, reconstruction, traitements géométriques, objets fragmentaires, rugosité

Descriptif détaillé de la thèse :

Introduction / contexte :

La numérisation d'objets archéologiques est maintenant largement utilisée [GDR+ 15], dans les laboratoires ou sur le terrain, dans un but d'analyse, de conservation ou de visualisation. Les caractérisations géométrique et sémantique du jumeau numérique sont un travail fastidieux pour l'expert archéologue, que ce soit pour la caractérisation ou l'indexation [ABB+ 20] [Cd16].

Ce processus est complexe à implémenter numériquement pour un objet archéologique dont les informations géométriques sont très parcellaires (usure, fracture, fragmentation) et les méthodes de fabrication ne sont pas connues a priori.

La résolution d'un système de pièces 3D archéologiques est une tendance importante de l'archéologie numérique. Depuis le défi « Stanford Digital Forma Urbis Romae Project » en 1999, toujours en cours, des publications récentes décrivent un processus de reconstruction (cf image) : description de faces dans les fragments, appariement face à face, appariement de parties d'objets par les combinaisons de faces [HFG+06] [MRS10] [AMK14] [SBVV14] [MAP15]. Le projet 3DKAR, initié dans l'équipe MG du LIB, grâce à un soutien de la région Bourgogne-Franche-Comté, vise la caractérisation automatique de zones d'intérêt d'objets archéologiques. Le projet combine l'analyse géométrique de surfaces numérisées, avec l'expertise-métier des archéologues du laboratoire ArTeHiS (UMR 6298, Université de Bourgogne).

Travaux envisagés :

Dans le cadre de ce projet, nous proposons de baser le processus de caractérisation des surfaces maillées sur l'extraction de caractéristiques locales (courbures, shape index, saillances, rugosités) et de manipuler ces caractéristiques de manière plus abstraite via des graphes. Un travail préliminaire est en cours dans le projet avec un post-doctorant (2023) dans le domaine des graphes de Reeb. La thèse mettra en œuvre des graphes multivalués [TS05] ou multi-échelles. Lors de la phase d'appariement, les données multi-modales pourront être intégrées : géométries, photographies ou texture, sémantiques dans un système expert afin d'améliorer la reconstruction (suivi d'éléments d'une partie à l'autre, logique de l'expertise-métier).

Références bibliographiques :

[ABB+20] Francesca Anichini, Francesco Banterle, Jaume Buxeda i Garrigós, Marco Callieri, Nachum Dershowitz, Nevio Dubbini, Diego Lucendo Diaz, Tim Evans, Gabriele Gattiglia, Katie Green, Maria Letizia Gualandi, Miguel Angel Hervas, Barak Itkin, Marisol Madrid i Fernandez, Eva Miguel Gascón, Michael Remmy, Julian D Richards, Roberto Scopigno, Llorenç Vila, Lior

Wolf, Holly Ellen Wright, and Massimo Zallocco. Developing the archaïde application : A digital workflow for identifying, organising and sharing archaeological pottery using automated image recognition. *Internet Archaeology*, 52, January 2020.

[AMK14] Enkhbayar Altantsetseg, Katsutsugu Matsuyama, and Kouichi Konno. Pairwise matching of 3d fragments using fast fourier transform. *Vis. Comput.*, 30(6-8) :929-938, jun 2014.

[Cd16] Nicola Carboni and Livio de Luca. Towards a conceptual foundation for documenting tangible and intangible elements of a cultural object. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 3(4) :108-116, 2016.

[GDR+15] Eloi Gattet, Jonathan Devogelaere, Romain Raffin, Laurent Bergerot, Marc Daniel, Philippe Jockey, and Livio Luca. A versatile and low-cost 3D acquisition and processing pipeline for collecting mass of archaeological findings on the field. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W4 :299-305, 02 2015.

[HFG+06] Qi-Xing Huang, Simon Flöry, Natasha Gelfand, Michael Hofer, and Helmut Pottmann. Reassembling fractured objects by geometric matching. *ACM Trans. Graph.*, 25(3) :569-578, jul 2006.

[MAP15] Pavlos Mavridis, Anthousis Andreadis, and Georgios Papaioannou. Fractured Object Reassembly via Robust Surface Registration. In B. Bickel and T. Ritschel, editors, *EG 2015 - Short Papers*. The Eurographics Association, 2015.

[MRS10] N. Mellado, P. Reuter, and C. Schlick. Semi-automatic geometry-driven reassembly of fractured archeological objects. In *Proceedings of the 11th International Conference on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, VAST'10*, page 33-38, Goslar, DEU, 2010. Eurographics Association.

[SBVV14] Carlos Sánchez-Belenguer and Eduardo Vendrell-Vidal. An efficient technique to recompose archaeological artifacts from fragments. In *2014 International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM)*, pages 337-344, 2014.

[TS05] Tony Tung and Francis Schmitt. The augmented multiresolution reeb graph approach for content-based retrieval of 3D shapes. *International Journal of Shape Modeling*, 11 :91-120, 06 2005.

Profil demandé : Master ou ingénieur en Informatique

Nous recherchons des candidat.e.s ayant une formation en informatique et en mathématiques. Une formation en informatique graphique serait un atout supplémentaire, ainsi que des connaissances expérimentales en C++ et OpenGL. Nous attendons également une candidature montrant l'esprit d'équipe, la capacité d'organiser son propre planning et son travail, ainsi que l'ouverture aux discussions et critiques sur le projet.

Financement : MESRI établissement

Dossier à envoyer pour le 08/06/2023

Début du contrat : Septembre 2023

Salaire mensuel brut : 1975 €

Direction de la thèse:

Romain Raffin, romain.raffin@u-bourgogne.fr

Encadrement de la thèse : co-directeur(s) et co-encadrant(s)

Sandrine Lanquetin, sandrine.lanquetin@u-bourgogne.fr

Pièces à joindre à la candidature, en un seul PDF, par mail aux encadrants :

- CV
- Lettre de motivation
- Au moins une lettre de recommandation
- Notes de L1 à L3, M1 et M2 ou équivalent
- Copie du dernier diplôme et/ou attestation de réussite

PhD title :

Archaeological objects recognition, rugosity analysis and fragments matching

Host laboratory : LIB

Speciality of PhD: Computer Science

Keywords : Geometry processing, characterization, reconstruction, objects' fragments, rugosity

Job description :

The digitization of archaeological objects is widely used [GDR+ 15], in laboratories or directly in the field, for the purpose of analysis, conservation, or visualization. The geometric and semantic characterizations of the digital twin are tedious work for the expert archaeologist, whether for characterization or indexing [ABB+ 20] [Cd16].

This process is complex to develop, for an archaeological object whose geometric information is very fragmentary (wear, fracture, fragmentation) and the manufacturing methods are not known a priori.

Proposing a reconstruction hypothesis for a set of 3D archaeological pieces is an important trend in digital archaeology. Since the "Stanford Digital Forma Urbis Romae Project" challenge in 1999, still ongoing, recent publications describe a common reconstruction process: description of sides in fragments, side-to-side matching, insertion of fragments in a combinations [HFG+06] [MRS10] [AMK14] [SBVV14] [MAP15].

The 3DKAR project, initiated in the MG team of the LIB, thanks to the support of the Bourgogne-Franche Comté regional council, aims at the automatic characterization of areas of interest of archaeological objects. It combines the geometric analysis of digitized surfaces, with the expertise of the archaeologists of the ArTeHiS laboratory (UMR 6298, University of Burgundy).

As part of this project, we propose to base the characterization process of mesh surfaces on the extraction of local characteristics (curvatures, shape index, salience, roughness) and to manipulate these characteristics in a more abstract way via Reeb graphs. Preliminary work is underway in the project with a post-doctoral position (2023). The thesis will implement multivalued [TS05] or multiscale graphs. During the matching phase, the multi-modal data can be integrated: geometries, photographs or texture, semantics in an expert system, in order to improve the reconstruction (follow-up of elements from one part to another, logic of business expertise).

Bibliography :

[ABB+20] Francesca Anichini, Francesco Banterle, Jaume Buxeda i Garrigós, Marco Callieri, Nachum Dershowitz, Nevio Dubbini, Diego Lucendo Diaz, Tim Evans, Gabriele Gattiglia, Katie Green, Maria Letizia Gualandi, Miguel Angel Hervas, Barak Itkin, Marisol Madrid i Fernandez, Eva Miguel Gascón, Michael Remmy, Julian D Richards, Roberto Scopigno, Llorenç Vila, Lior Wolf, Holly Ellen Wright, and Massimo Zallocco. Developing the archaide application : A digital workflow for identifying, organising and sharing archaeological pottery using automated image recognition. *Internet Archaeology*, 52, January 2020.

[AMK14] Enkhbayar Altantsetseg, Katsutsugu Matsuyama, and Kouichi Konno. Pairwise

matching of 3d fragments using fast fourier transform. Vis. Comput., 30(6–8) :929–938, jun 2014.

[Cd16] Nicola Carboni and Livio de Luca. Towards a conceptual foundation for documenting tangible and intangible elements of a cultural object. Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, 3(4) :108–116, 2016.

[GDR+15] Eloi Gattet, Jonathan Devogelaere, Romain Raffin, Laurent Bergerot, Marc Daniel, Philippe Jockey, and Livio Luca. A versatile and low-cost 3D acquisition and processing pipeline for collecting mass of archaeological findings on the field. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-5/W4 :299–305, 02 2015.

[HFG+06] Qi-Xing Huang, Simon Flöry, Natasha Gelfand, Michael Hofer, and Helmut Pottmann. Reassembling fractured objects by geometric matching. ACM Trans. Graph., 25(3) :569–578, jul 2006.

[MAP15] Pavlos Mavridis, Anthousis Andreadis, and Georgios Papaioannou. Fractured Object Reassembly via Robust Surface Registration. In B. Bickel and T. Ritschel, editors, EG 2015 - Short Papers. The Eurographics Association, 2015.

[MRS10] N. Mellado, P. Reuter, and C. Schlick. Semi-automatic geometry-driven reassembly of fractured archeological objects. In Proceedings of the 11th International Conference on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, VAST'10, page 33–38, Goslar, DEU, 2010. Eurographics Association.

[SBVV14] Carlos Sánchez-Belenguer and Eduardo Vendrell-Vidal. An efficient technique to recompose archaeological artifacts from fragments. In 2014 International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM), pages 337–344, 2014.

[TS05] Tony Tung and Francis Schmitt. The augmented multiresolution reeb graph approach for content-based retrieval of 3D shapes. International Journal of Shape Modeling, 11 :91–120, 06 2005.

Applicant profile:

Master or Engineer degree in Computer Science

We are looking for candidates with a strong background in computer science, preferably in computer graphics, as well as mathematics. The candidate will develop the project using C++ and OpenGL. The candidate should appreciate team working, should also demonstrate autonomy and initiative for his/her work. He/she will contribute to the writing of documents. English language should be ok.

Financing Institution: MESRI

Application deadline : 06/08/2023

Start of contract : September 2023

Salary (gross): 1975 €

Direction de la thèse:/ Thesis Supervisor

Romain Raffin, romain.raffin@u-bourgogne.fr

Encadrement de la thèse : co-directeur(s) et co-encadrant(s)

Sandrine Lanquetin, sandrine.lanquetin@u-bourgogne.fr

Applicants are invited to submit their application to the PhD supervisors, with the following documents, **gathered in one PDF file**:

- CV
- Cover letter
- At least 1 reference letter
- Transcript of marks in the previous degrees (Bachelor and Master)
- Duplicate of the last diploma, or at least certificate of the Master's degree