

# OptiNum<sup>TM</sup> : La numérisation 3D par un capteur visuel porté à la main

Benoît BOCQUILLON Ludovic BRÈTHES Benjamin COUDRIN Frédéric COURTEILLE

NOOMEO ; rue Galilée, BP 57267, 31672 Labège CEDEX, France  
 benoit.bocquillon@noomeo.eu, ludovic.brethes@noomeo.eu,  
 benjamin.coudrin@noomeo.eu, frederic.courteille@noomeo.eu  
 Site web : [http ://www.noomeo.eu](http://www.noomeo.eu)

## Résumé

*Nous présentons ici, le système de numérisation 3D OptiNum<sup>TM</sup>. Développé par la société NOOMEO<sup>TM</sup>, ce capteur basé Vision permet de modéliser en 3D des objets à partir de la capture d'une série de d'images et de données inertielles. A travers différentes démonstrations, nous montrons la capacité du système à générer des modèles exploitables dans différentes applications.*

## Mots Clef

Modélisation d'objets 3D, Capteur portatif, Rétro-conception

## 1 Introduction

Crée en 2007 par deux jeunes docteurs en Vision artificielle et Robotique, la société NOOMEO<sup>TM</sup> a mis au point une solution innovante de numérisation 3D. Après plusieurs années de recherche et développement<sup>1</sup> durant lesquelles différents prototypes ont été mis au point et ont été testés par différents partenaires, NOOMEO<sup>TM</sup> lance officiellement son nouveau produit : OptiNum<sup>TM</sup>. La démonstration proposée dans le cadre de la conférence vise à montrer les capacités de numérisation 3D de ce nouveau système.

## 2 Le capteur OptiNum<sup>TM</sup>

Face à une demande croissante dans les domaines de la rétro-conception et de la mesure mécanique pour le contrôle dimensionnel, de nombreux systèmes de numérisation 3D ont vu le jour ces dernières années. Parmi les technologies développées on trouve notamment les systèmes de mesure optique sans contact. Fondés sur le traitement d'images et la Vision par Ordinateur, beaucoup de ces systèmes reposent sur des méthodes de reconstruction 3D par projection de lumière structurée. Bien que très performants, ces systèmes sont généralement coûteux, encombrants et ils nécessitent une mise en oeuvre complexe qui impose de rester fixé sur un trépied durant la phase de capture. Ces caractéristiques limitent leur utilisation à des lieux équipés spécifiquement ce qui réduit considérablement le champ des applications.

1. En collaboration avec le LAAS-CNRS et l'Ecole des Mines d'Albi Carmaux

Depuis peu, quelques systèmes de numérisation 3D portables exploitant une technologie laser sont apparus. Ces systèmes nécessitent pour se localiser de positionner dans l'environnement de numérisation une référence magnétique ou d'équiper la pièce de cibles. Ces contraintes de mise en oeuvre sont souvent problématiques et rédhibitoires pour certaines applications. C'est notamment le cas pour la numérisation de statues ou d'objets précieux. Avec son système OptiNum<sup>TM</sup> (figure 1), NOOMEO<sup>TM</sup> propose une solution innovante de numérisation 3D ultra-portable ne nécessitant pas de préparation des pièces. Léger et compact, ce capteur porté à la main permet de numériser des pièces en 3D à partir de prises de vues obtenues par un opérateur qui déplace le capteur autour de l'objet.



FIGURE 1 – Le capteur OptiNum<sup>TM</sup>

## 3 Fonctionnement

Basé vision, OptiNum<sup>TM</sup> effectue la modélisation 3D d'un objet à partir du recalage de plusieurs reconstructions 3D partielles de la scène. OptiNum<sup>TM</sup> intègre une caméra dédiée à la localisation et une centrale inertielle. Il se présente sous la forme d'un pistolet muni d'un simple bouton poussoir utilisé pour le déclenchement de la numérisation. Deux pointeurs lasers ont été positionnés dans le boîtier pour converger à la distance de travail optimale du capteur. En fonctionnement, l'appareil de capture est positionné face à l'objet. Un clic sur le déclencheur provoque l'allumage des pointeurs lasers pour aider l'utilisateur à ajuster la distance. Un appui long sur le déclencheur provoque l'acquisition d'une séquence jusqu'au relâchement du bouton. Une séquence ainsi générée par le système est constituée de nuages de points 3D de densité réglable acquis à une fréquence pouvant varier. Entre les

prises d'image 3D, des acquisitions 2D par la caméra de localisation peuvent être réalisées et on dispose également à chaque instant de données inertielles qui permettent de connaître l'attitude du capteur. Les vues 3D acquises depuis des points de vue différents, sont des représentations parcellaires de l'espace qu'il faudra combiner entre elles. Cela impose une connaissance de la position du numériseur à chaque prise de vue. Le capteur étant tenu à la main, nous ne disposons d'aucun modèle *a priori* sur ce déplacement. Le problème de recalcr des images 3D est abordé par la communauté Vision depuis longtemps. Besl *et al.* ont introduit l'algorithme ICP<sup>2</sup> [1], principale méthode pour l'optimisation de la transformation rigide entre deux nuages de points 3D. Cette méthode a depuis connu de nombreuses variantes [2] permettant d'améliorer la convergence de l'algorithme. Sandhu *et al.* [3] ont proposé récemment une méthode de recalage combinant ICP avec une approche par filtrage particulière. Le problème de déterminer la position et la dynamique d'un système visuel peut, quant à lui, être abordé par une approche SLAM<sup>3</sup>. Les recherches récentes ont démontré la viabilité de ces méthodes pour des systèmes mono-caméra tenus à la main [4]. D'autres solutions exploitant plusieurs capteurs, éventuellement hétérogènes, ont été proposées, par exemple en utilisant plusieurs caméra [5] ou une centrale inertielle [6]. Nous exploitons dans notre système ces différentes méthodes et par la démonstration proposée, nous montrons que la combinaison de ces différents algorithmes permet un fonctionnement robuste pour la reconstruction de pièces variées.

## 4 Démonstrations

Plusieurs démonstrations pourront être réalisées lors de la conférence. Ce type de système peut répondre à différents besoins pour différents secteurs d'activités qui n'ont pas le même usage de la numérisation 3D. On distingue généralement les applications mécaniques, patrimoine et paramédicale. Pour illustrer l'intérêt de notre système pour ces différents secteurs, nous montrerons par exemple des résultats de numérisation d'une pièce mécanique telle que la pièce de la figure 2.

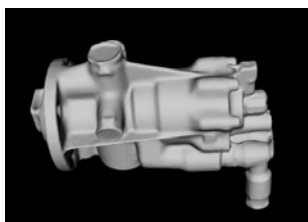


FIGURE 2 – Exemple de modèle mécanique.

Nous présenterons une utilisation dans le cadre d'un contrôle dimensionnel de pièce en effectuant la numérisation 3D d'une pièce dont nous disposons du modèle théorique. Le résultat de la comparaison entre le modèle et la

2. Iterative Closest Points

3. Simultaneous Localization and Mapping

mesure réelle sera présenté et permettra de visualiser les écarts. L'intérêt ici est de montrer l'utilisation directe d'un nuage de point issu du numériseur. Dans la suite de la démonstration, nous nous attacherons à numériser des pièces de type statue ou pièce archéologique. Pour ce type d'application, il est intéressant de visualiser à la fois la forme de la pièce mais aussi de disposer de la texture associée. Nous montrerons donc des résultats de numérisation sous la forme de maillage texturé obtenus automatiquement par le numériseur (figure 3).



FIGURE 3 – Exemple de modèle maillé texturé.

Enfin, pour illustrer les applications paramédicales, nous présenterons des résultats de numérisation 3D obtenus sur des parties du corps comme illustré dans la figure ?? . Pour rendre nos démonstrations ludiques, nous pourrions notamment proposer aux visiteurs de servir de modèles en numérisant leur visages.

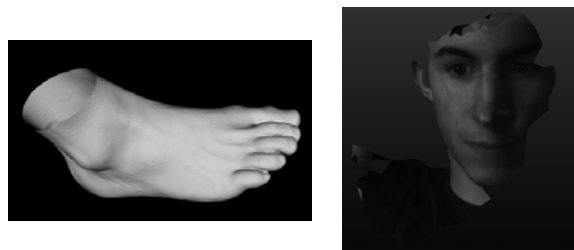


FIGURE 4 – Exemple de modèles issus de la reconstruction 3D.

## Références

- [1] P. Besl and N. McKay, *A method for registration of 3-d shapes*, PAMI vol. 14, 1992.
- [2] S. Rusinkiewicz and M. Levoy, *Efficient variants of the ICP algorithm*, 3DIM, 2001.
- [3] R. Sandhu, S. Dambreville and A. Tannenbaum, *Particle Filtering for Registration of 2D and 3D Point Sets with Stochastic Dynamics*, CVPR, 2008.
- [4] A.J. Davison, I.D. Reid, N.D. Molton and O. Stasse, *MonoSLAM : Real-time single camera SLAM*, PAMI vol. 29, 2009.
- [5] J. Sola, A. Monin and M. Devy, *BiCamSLAM : Two times mono is more than stereo*, ICRA, 2007.
- [6] P. Gemeiner, P. Einramhof and M. Vincze, *Simultaneous Motion and Structure Estimation by Fusion of Inertial and Vision Data*, IJRR vol. 26, 2007.