

SUPPRIMER TOUTE CONTRAINTE DE POSITIONNEMENT: MODÉLISATION PAR ASSEMBLAGE DE VUES 3D ARBITRAIRES

GETTING RID OF POSITIONING CONSTRAINTS: MODELING FROM ARBITRARY 3D SCANS

*H. Hügli,
IMT, Université de Neuchâtel (Suisse)*

Résumé

Cet exposé présente une approche de numérisation et modélisation par scanner 3D qui supprime toute contrainte de positionnement lors de la mesure et permet ainsi une grande souplesse lors de l'acquisition: la mesure ne requiert plus ni mesure de positionnement de l'objet, ni pose préalable de marques de positionnement sur l'objet.

La méthode utilise un ensemble de vues tridimensionnelles obtenues à partir d'un scanner 3D comme par exemple un scanner à lumière structurée, un scanner laser ou un scanner autofocus. Son principe prévoit une reconstruction de l'objet à partir de cet ensemble de vues arbitraires par un assemblage géométrique. Le point central de cet assemblage est une opération de mise en correspondance géométrique qui tire profit de la géométrie même des vues pour guider leur assemblage. Les performances obtenues, illustrée par des exemples variés, démontrent l'intérêt de cette approche pour la numérisation 3D de formes complexes lorsque les contraintes d'acquisition ne permettent pas d'envisager - ou dictent de supprimer - les mesures de positionnement.

Abstract

This paper presents a 3D digitizing and modeling method that gets rid of any positioning constraint during the acquisition by a scanner. It therefore allows full flexibility during the acquisition procedure. The advantage results from the fact that the procedure does not require any positioning of the scanner or object, nor does it make use of landmarks to be applied onto the object surface.

The method uses a set of 3D views obtained from a 3D scanner like a structured light scanner, a laser scanner or an auto focus scanner. The principle is to reconstruct the object model from this set of views by geometric assembly. The central point of this geometric assembly is the registration which relies on the sole geometry of neighboring views to guide it. The obtained performances are illustrated by various examples which demonstrate the advantage of this method for digitizing free-form 3D objects when acquisition constraints do not permit - or force to remove - positioning measurements.

Introduction

Des domaines aussi variés que le multimédia, l'ingénierie inverse, le moulage, la muséographie ou l'habillement requièrent la construction de modèles tridimensionnels à partir d'objets réels. Comme la construction manuelle au travers d'un modèleur standard est une tâche souvent fastidieuse, les scanners tridimensionnels de surface sont de plus en plus utilisés à cet usage.

Les différents scanners 3D reposent sur des principes qui peuvent être très divers. Les scanners laser sont basés sur le principe de la triangulation établie entre un rayon laser et les rayons de vue d'une caméra vidéo. Les scanners à lumière structurée établissent une triangulation entre ces rayons de vue et des motifs de lumière projetés. Les scanners autofocus dérivent la profondeur à partir des distances de l'image en position de mise au point. Ces scanners, ainsi que d'autres digitaliseurs utilisant des principes analogues, sont caractérisés par le fait que l'information qu'ils fournissent est produite sous la forme d'une image de profondeur décrivant la géométrie d'une vue de l'objet.

Une autre caractéristique commune de ces scanners est le fait, intrinsèque au principe de mesure, que chaque image ne décrit qu'une partie de l'objet. Chaque image représente en soit une vue de l'objet et, de même qu'un seul coup d'oeil ne permet pas d'appréhender tous les aspects d'un objet 3D, chaque image de profondeur ne constitue en fait qu'une partie de la description géométrique et surfacique de l'objet à modéliser. On voit bien que pour tous ces scanners, les images de profondeur une fois acquises, la modélisation consiste essentiellement en l'assemblage des ces différentes vues.

Assembler les pièces d'un puzzle

Comme la mise en place des pièces d'un puzzle ordinaire (2D), l'assemblage 3D requiert le positionnement des différentes pièces 3D. Généralement, un effort important est consenti lors de la numérisation, pour produire des images de profondeur qui soient positionnées dans un référentiel commun de sorte qu'il suffise de faire appel à ces coordonnées pour positionner lors de la modélisation, les différentes pièces du puzzle. Dans cet exposé, nous présentons une manière de faire cet assemblage sans la connaissance a priori des positions des différentes pièces. Nous proposons les moyens de faire la reconstruction en se basant sur la seule connaissance des formes des pièces. De même qu'avec le puzzle, la reconstruction précise d'un modèle final est ainsi rendue possible [1].

L'avantage d'une reconstruction par assemblage de pièces de puzzle réside dans le fait que le positionnement des différentes vues lors de l'acquisition est maintenant superflu. Ceci ouvre la porte à de nouvelles possibilités de numérisation sans positionnement [2].

Intérêt de la numérisation sans positionnement

Ainsi, supprimer le positionnement lors de la numérisation rend l'acquisition plus simple et plus souple. On imagine par exemple un scanner portable, dépourvu d'infrastructure de positionnement et donc meilleur marché. On imagine aussi l'acquisition de structures micrométriques où un positionnement absolu représente des difficultés pratiques considérables. On pense encore à un scanner où la présentation des objets peut se faire de manière très libre, sans contrainte de positionnement.

Dans ces applications, ainsi que dans beaucoup d'autres, une reconstruction de modèle 3D par la méthode présentée peut représenter un avantage décisif par rapport aux méthodes traditionnelles.

Le reste du texte est consacré à une présentation de la méthode et à une description de son fonctionnement.

Scanner l'objet sans le positionner

La numérisation sans positionnement est particulièrement simple. L'objet à numériser (**figure 1**) est placé à la main dans le champ du scanner 3D de manière à prendre les différentes positions et orientations requises pour la mesure. Un système de fixation compliqué est superflu. Dans une série de mesures, le scanner fournit ainsi typiquement une dizaine de vues correspondant à des surfaces partielles.



figure 1 Canard en plastique à numériser

Ces surfaces mesurées sont alors visualisées à l'écran en utilisant un rendu réaliste. La **figure 2** montre deux vues du canard affichées dans l'interface graphique de l'outil de numérisation.

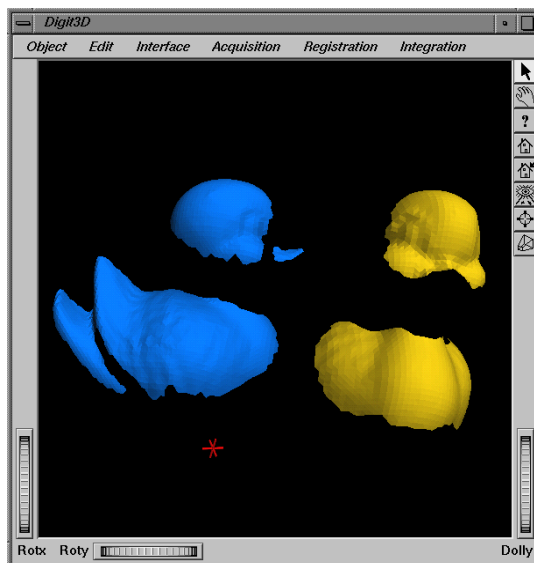


figure 2 Interface graphique de l'outil de numérisation

Aligner et fusionner les surfaces

Comme on ne connaît pas les positions et orientations dans lesquelles l'objet a été scanné, la première étape de la numérisation consiste à aligner les surfaces. Pour cette tâche, le système prévoit un alignement grossier fait à l'écran par un opérateur, suivi par un alignement de grande précision des deux surfaces effectué par une opération automatique de mise en correspondance logicielle (voir **figure 3**).

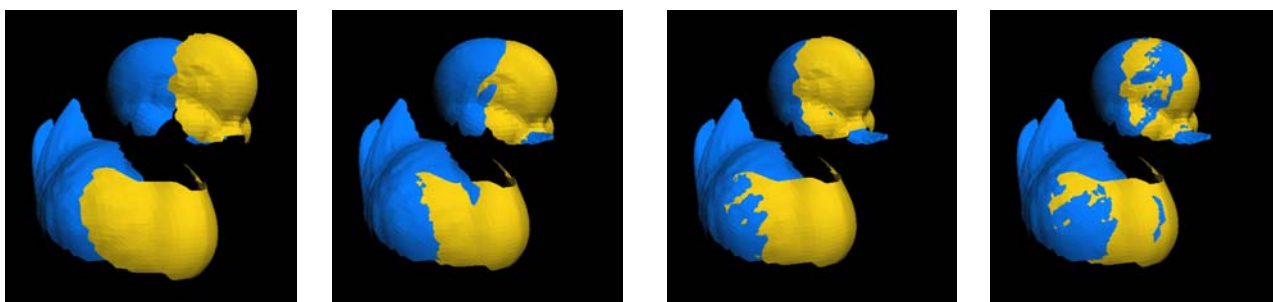


figure 3 Alignement automatique et précis à partir d'un alignement grossier entré manuellement

Une fois les deux surfaces alignées, les maillages respectifs sont fusionnés par l'ordinateur et constituent le modèle en construction. Les autres surfaces peuvent alors être ajoutées successivement au modèle en construction jusqu'à l'obtention d'une représentation finale et entière de la surface de l'objet (voir **figure 4**).

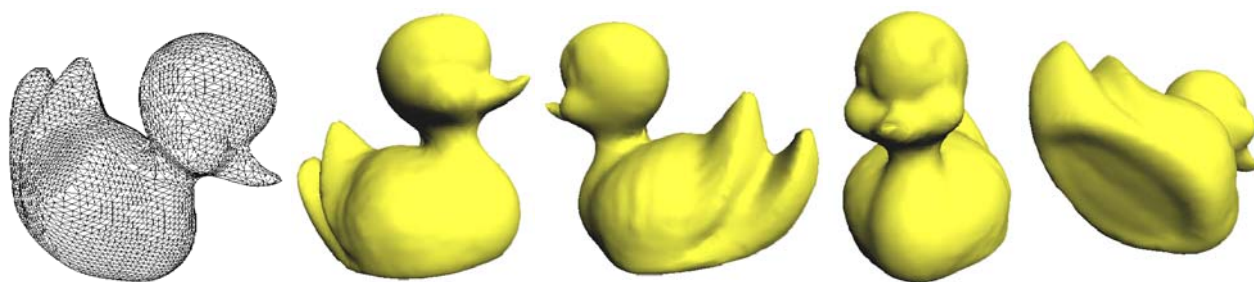


figure 4 Canard numérisé

Conclusions

Le principe énoncé permet la modélisation à partir d'un ensemble de vues arbitraires, non positionnées. Il s'applique typiquement à des images de profondeur qui peuvent provenir des scanners les plus divers. Le modèle numérique final est issu d'une procédure d'assemblage qui fait intervenir la mise en correspondance géométrique. Il produit un modèle qui a la forme d'un maillage de triangles, qui peut ensuite desservir plusieurs fins et être utilisé pour les applications les plus diverses.

Le modèle numérique obtenu à partir du système développé est disponible directement pour une visualisation dans un contexte de réalité virtuelle ou peut être utilisé pour la fabrication d'objets, notamment par des procédés de reproduction comme la stéréolithographie. Une réutilisation ultérieure dans un environnement de CAO est aussi possible grâce aux moyens d'importation des outils utilisés. Pour certaines applications, une conversion en une représentation fonctionnelle est parfois nécessaire.

On voit finalement que la méthode présentée ouvre une perspective intéressante et nouvelle pour la numérisation et modélisation ultérieure d'objets 3D de forme complexe en se passant de toute forme de positionnement durant l'acquisition. Les marchés concernés sont typiquement celui des scanners bon marché, la mesure et modélisation de microstructures biologiques ou mécaniques, la numérisation sans contraintes, etc.

Remerciements

Les travaux présentés ont bénéficié du soutien du Fonds national suisse de la recherche scientifique.

Références

- [1] Heinz Hügli, Christian Schütz, "Geometric matching of 3D objects: assessing the range of successful configurations", Proc. International Conference of Recent Advances in 3-D Digital Imaging and Modeling, 1997, IEEE Computer Society Press, pp 101-106
- [2] C. Schütz, T. Jost & H. Hügli, "Numérisation d'objets 3D", MSM Marchés Systèmes Management, décembre 1998, pp 20-21
- [3] Timothée Jost, Christian Schütz & Heinz Hugli, "Modeling 3D Textured Objects by Fusion of Multiple Views", Proc. EUSIPCO, Sept 1998