



Modélisation Géométrique par Croquis

Unité d'Accueil : IGG, ICUBE, Université de Strasbourg

Directeur(s) de Thèse : Frédéric Cordier, Hyewon Seo

Collaboration(s) (s'il y a lieu) : co-encadrement avec Arash Habibi

Date de début : 1er septembre 2016

Durée : 3 ans

Rémunération : Montant égal à l'allocation ministérielle (environ 1680 € bruts par mois). Possibilité de monitorat en complément.

Descriptif du sujet :

La modélisation géométrique est une technique qui consiste à créer une représentation mathématique de modèles 3D. Malgré le développement de nombreux logiciels, la modélisation géométrique reste un travail compliqué, qui demande beaucoup de temps et un savoir-faire important. Par exemple, la modélisation d'une scène pour les effets spéciaux d'un film peut demander plusieurs jours de travail. La principale raison de la difficulté du travail de modélisation est due au fait que nous disposons d'outils qui fonctionnent en deux dimensions (souris, tablettes, etc.) pour créer des modèles en trois dimensions.

Le sujet de cette thèse est de développer des méthodes pour reconstruire un modèle 3D à partir d'un croquis. L'intérêt de ce thème de recherche est de pouvoir proposer des outils qui permettent à n'importe quelle personne de créer un modèle 3D très rapidement avec un simple croquis. Étant donné un dessin composé de courbes polygonales placées sur un plan, l'objectif est de construire une surface 3D telle que la projection de sa silhouette corresponde aux courbes polygonales du croquis.

Bien qu'un grand nombre de chercheurs aient développé des algorithmes pour reconstruire les formes en trois dimensions à partir de croquis, la reconstruction 3D reste un problème ouvert. Il y a deux questions qui doivent être résolues. La première concerne le calcul de la partie cachée de la forme dessinée sur le croquis. Le second problème concerne le calcul des coordonnées 3D à partir des données bidimensionnelles du croquis.

Calcul des parties cachées de la forme à reconstruire

Seules les parties visibles de la forme sont dessinées sur un croquis. Cela implique qu'une grande partie de la silhouette de la surface n'est pas disponible; ces données qui sont absentes du croquis doivent être générées pour reconstruire la forme entière en trois dimensions. Les méthodes existantes [Karpenko et al. 2006] [Cordier et al. 2007] [Cordier et al. 2011] [Entem et al. 2015] résolvent le problème de la reconstruction des parties cachées avec des courbes d'énergie minimale (c'est-à-dire, des courbes dont l'intégrale du carré de la courbure est la plus petite possible). Ces courbes sont reliées aux extrémités des courbes du croquis de manière à reconstruire la silhouette complète. Malheureusement, ces courbes sont une approximation grossière de la silhouette et cette méthode échoue très souvent pour calculer les parties cachées de la silhouette. Une partie du travail de cette thèse sera de proposer une solution pour ce problème.

Calcul des coordonnées 3D à partir des données 2D du croquis

Le deuxième défi majeur concerne la reconstruction de la surface 3D à partir des courbes 2D du croquis. Ce problème est sous-déterminé, c'est-à-dire, il existe un nombre infini de surfaces 3D dont la silhouette correspond au même croquis. Les chercheurs ont proposé plusieurs solutions pour trouver la « meilleure » surface 3D. [Cordier et al. 2007] calculent la surface tel que son axe médian ait l'énergie de courbure la plus faible possible. [Karpenko et al. 2006] sélectionnent la meilleure surface en utilisant un système masse-ressort qui imite le gonflement d'un ballon. [Sýkora et al. 2014] utilisent une fonction mathématique pour calculer une forme arrondie en 3D à partir du croquis. Plutôt que d'utiliser ces méthodes ad hoc, nous proposons d'utiliser des méthodes qui sont directement inspirées des travaux de recherche en science cognitive. [Li et al. 2009] ont proposé quatre critères pour calculer la « meilleure » reconstruction qui sont la « symétrie », la « courbure minimale », la « compacité maximale » et la « surface minimale ». Des études ont montré que la reconstruction 3D qui respecte ces quatre critères correspond assez bien à la représentation mentale de la forme que nous construisons quand nous regardons le croquis. Le critère de symétrie suppose que la forme reconstruite doit être symétrique quand cela est possible. Le critère de courbure minimale consiste à calculer une surface dont la courbure totale est la plus faible tandis que le critère de surface minimale consiste à chercher la surface dont l'aire est la plus faible possible. Enfin, le critère de compacité consiste à chercher la surface dont le volume est le plus grand possible par rapport à son aire.

Références bibliographiques :

- [Karpenko et al. 2006] Karpenko O., Hughes J., "SmoothSketch: 3D free-form shapes from complex sketches", ACM Transaction on Graphics 25(3), pp. 589-598, 2006
- [Cordier et al. 2007] Cordier F., Seo H., "Free-Form Sketching of Self-Occluding Objects", IEEE Computer Graphics and Applications, special issue on Sketching, Volume 27, Issue 1, pp. 50-59, January/February 2007

- [Cordier et al. 2011] Cordier F., Seo H., Park J., Noh J., "Sketching of Mirror-symmetric Shapes", IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics, in press, 2011
- [Li et al. 2009] Li, Y., Pizlo, Z. & Steinman, R.M. "A computational model that recovers the 3D shape of an object from a single 2D retinal representation", Vision Research, Volume 49, Issue 9, 11 May 2009, Pages 979-991
- [Sýkora et al. 2014] Daniel Sýkora, Ladislav Kavan, Martin Cadík, Ondrej Jamriska, Alec Jacobson, Brian Whited, Maryann Simmons, Olga Sorkine-Hornung: Ink-and-ray: Bas-relief meshes for adding global illumination effects to hand-drawn characters. ACM Trans. Graph. 33(2): 16 (2014)
- [Entem et al. 2015] Even Entem, Loïc Barthe, Marie-Paule Cani, Frederic Cordier, Michiel van de Panne: Modeling 3D animals from a side-view sketch. Computers & Graphics 46: 221-230 (2015)