UNIVERSITÉ PARIS-EST MARNE-LA-VALLÉE

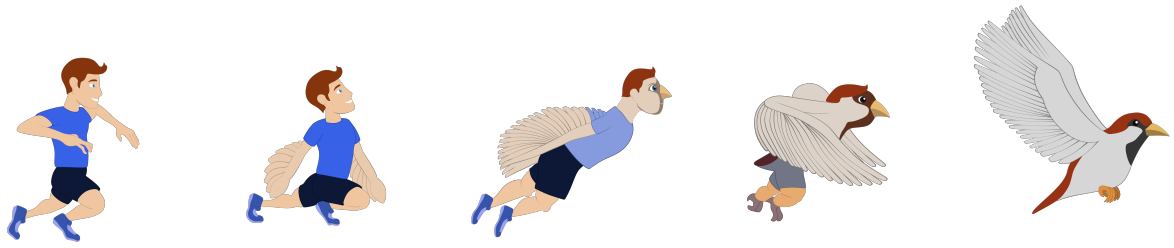
GASPARD MONGE LABORATOIRE D'INFORMATIQUE

Métamorphose d'entités articulées à squelette quelconque pour l'animation.

Sujet de thèse

proposé par Kevin TRANCHO

le 14 mai 2019.



(a) (b) (c) (d) (e)

FIGURE 1 – **Illustration de la transformation d'un enfant en oiseau** : l'entité d'origine (a) commence à déployer ses ailes (b), s'envole tout en gardant ses jambes d'origine (c), puis les jambes se transforment (d) en les pattes de l'entité finale (e).

Introduction

Les jeux vidéos, films d'animation ou encore effets spéciaux au cinéma prennent une place de plus en plus importante sur nos écrans pour notre divertissement et exigent des résultats en synthèse d'image toujours plus réalistes et spectaculaires. Ces besoins demandent souvent aux modeleurs et aux animateurs des tâches de plus en plus précises et chronophages. Ce qui conduit l'informatique à proposer des outils aux infographistes qui rendent leurs tâches moins fastidieuses et donnent des résultats de meilleure qualité. L'une de ces tâches qui reste encore aujourd'hui difficile à réaliser par les infographistes et peu observée est celle de la métamorphose, car celle-ci est souvent effectuée par la déformation d'un même maillage ce qui limite la tâche à des entités semblables. Pour offrir un degré de liberté qui laisserait la possibilité de transformer une entité quelconque en une autre, nous souhaitons trouver une méthode qui permettrait la métamorphose d'entités à squelette quelconque et par la suite proposer un outil facilement paramétrable pour une application dans le domaine de l'animation. Nous illustrons en figure 1 un exemple de résultat attendu qui laisserait en plus de la métamorphose la possibilité d'animer les étapes intermédiaires et contrôler temporellement les différentes transformations locales.

Sujet

Notre approche consistera à prendre deux entités articulées pour l'animation, c'est-à-dire composées chacune d'un squelette d'animation ainsi que du maillage à déformer (nous supposerons que le rigging est établi : association des poids liant chaque sommet du maillage aux os du squelette). Puis laisser à l'infographiste le travail de mise en correspondance des deux squelettes pour choisir comment régler les problèmes de différences entre les topologies. Un ensemble d'opération élémentaires possibles pour établir la correspondance seraient par exemple la création/suppression d'un os ou encore la séparation/fusion d'os. En figure 2 nous illustrons deux interpolations possibles : en (a) qui illustre le mécanisme de création/suppression et en (b) qui illustre celui de séparation/fusion. [Kravtsov et al., 2014] propose une approche dans un esprit similaire à la notre, mais l'interpolation proposée est ici une approximation pour l'animation, là où nous souhaitons une interpolation telle que proposée par [Bansal and Tatu, 2018] sur des éléments semblables ou encore par [Wu et al., 2016] depuis l'interpolation de voxels et résolution d'un problème d'optimisation par une correspondance automatique.

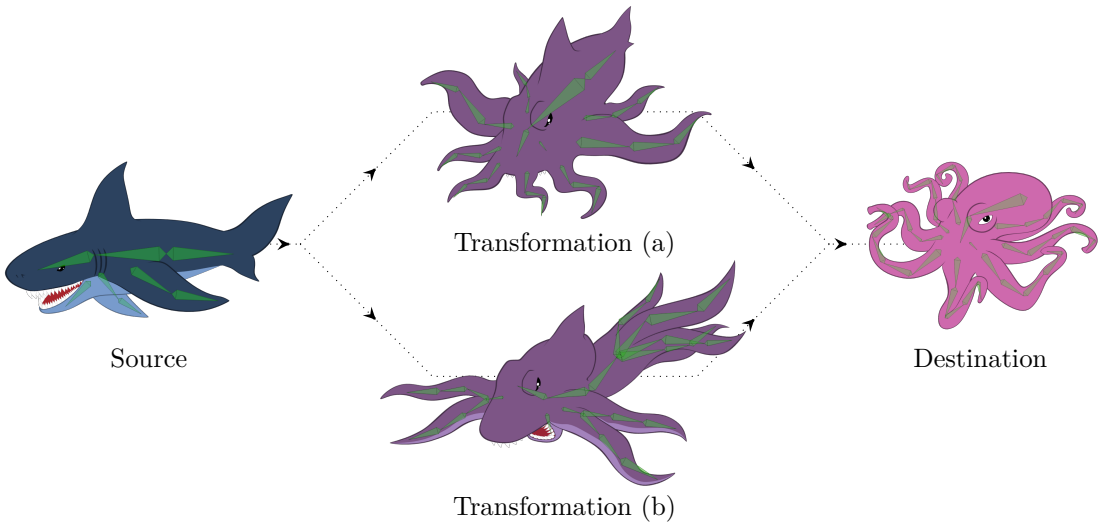


FIGURE 2 – **Illustration de deux métamorphoses possibles pour passer de squelettes à topologies différentes (en vert) entre un requin et une pieuvre** : (a) met en correspondance les nageoires de la source avec deux tentacules de la destination, les six autres tentacules n'ont pas de correspondance et sont créées. Pour (b) la correspondance est établie respectivement entre les nageoires du requin avec quatre tentacules de la pieuvre et entre la queue de la source et quatre autres tentacules de la destination.

Dans un premier temps, il serait possible d'extraire du rigging un ensemble de surfaces implicites associées à chaque os par des HRBF (Hermite Radial Basis Functions [Macedo et al., 2011]). Ceci nous permettrait à la fois une interpolation des surfaces implicites [Turk and O'Brien, 1999] ce qui conserverait potentiellement des volumes intéressants (à noter que ceci peut aussi permettre de régler des problèmes de topologie sur les maillages), s'adapter à la création d'articulations ou suppression de composants et de faire suivre le maillage lors de la métamorphose en s'inspirant de la méthode proposée dans l'Implicit skinning [Vaillant et al., 2013]. Pour guider la métamorphose

et permettre une interpolation à la fois cohérente et paramétrable, notre méthode proposera de définir des correspondances (automatiques [Lipman and Funkhouser, 2009] [van Kaick et al., 2011] et/ou données par l'artiste). De plus, il serait possible de définir des trajectoires pour passer d'une correspondance à une autre dont le travail pourra s'inspirer de l'interpolation de maillages proposée par [Gregory et al., 1999].

Intérêt et objectifs

Les principaux objectifs du travail de recherche à effectuer consistera principalement à trouver une méthode pertinente permettant de faire (1) l'interpolation progressive entre les squelettes d'animation tout en proposant un squelette intermédiaire intéressant pour l'animation. Puis trouver une méthode permettant (2) une interpolation cohérente des surfaces implicites associées aux différentes articulations ceci incluant aussi leur déformation pour suivre la correspondance établie sur le maillage. Puis finalement proposer (3) un remaillage cohérent avec les correspondances établies et la résolution des sommets aidée par leur projection sur l'*isovalue* de la surface implicite associée tout en les plaçant de sorte d'avoir des coordonnées de textures pour le rendu de l'entité. Ceci proposerait des contributions théoriques intéressantes avec application en synthèse d'image. Une contribution au domaine de l'animation pourra être un plugin Blender ou Maya.

La principale originalité de la méthode serait de permettre l'animation durant la métamorphose d'entités articulées et ceci pour des squelettes quelconques tout en produisant des étapes intermédiaires pertinentes. De plus, la possibilité de déterminer automatiquement un maillage et coordonnées de textures intéressants permettrait à notre méthode d'être adaptée et utilisable pour offrir les résultats attendus par une utilisation directe pour les films d'animation ou effets spéciaux. Elle demanderait cependant d'être temps réel pour être utilisable pour les jeux vidéos. Ce qui rendrait notre méthode intéressante pour un infographiste serait le degré de liberté laissé pour résoudre les correspondances entre les squelettes et la possibilité de définir comment il souhaite interpoler les maillages, ceci tout en proposant des mécanismes semi-automatiques.

Extension possible du sujet

Pour approfondir le sujet, il serait possible de généraliser notre méthode pour la combinaison d'entités articulées et morphing vers celle-ci. Cette idée de généraliser le morphing à la combinaison est aussi proposée pour les images 2D [Wolberg, 1998]. Dans notre cas il s'agira d'équiper nos sources de masques (ici par des poids dans l'intervalle $[0, 1]$ associés aux sommets du maillage). Ceci permettra de paramétrer les différents mixages possibles puis choisir l'une des sources comme source principale pour utiliser le procédé de morphing développé précédemment. À noter que la méthode précédente correspondrait simplement à figer les poids du masque de la source principale à 0 et ceux du masque d'une unique source secondaire à 1. De plus l'avantage ici est que la correspondance sera déjà pré-établie entre les modèles. Nous illustrons en figure 3 des exemples de résultats vers lesquels le morphing serait effectué.

Contact

Kevin Trancho : ktrancho@etud.u-pem.fr

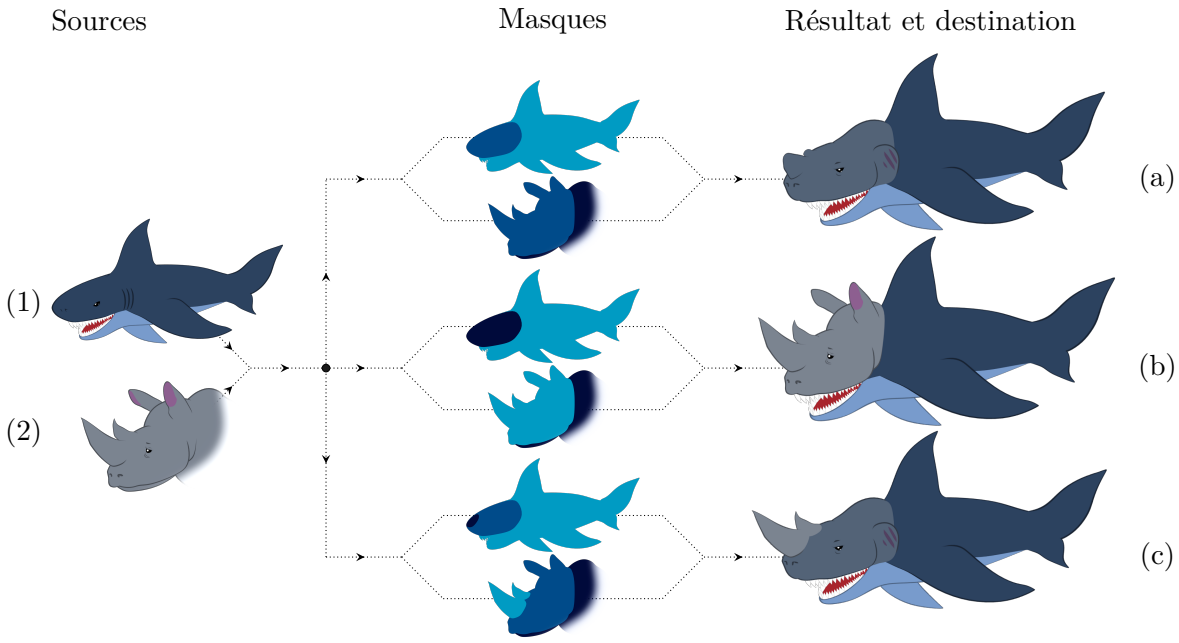


FIGURE 3 – **Illustration de combinaisons sur un requin (1 : source principale) et la tête d'un rhinocéros (2 : source secondaire) avec masque d'interpolation (en clair les poids les plus élevés et en sombre ceux de plus petite valeur)** : (a) illustre une interpolation classique entre les deux faces. (b) est le résultat où les masques sont définis de sorte de remplacer la face du requin par celle du rhinocéros. (c) propose d'interpoler les faces tout en gardant dans sa totalité la caractéristique du rhinocéros qu'est sa corne.

Références

[Bansal and Tatu, 2018] Bansal, S. and Tatu, A. (2018). Lie bodies based 3d shape morphing and interpolation. In *Proceedings of the 15th ACM SIGGRAPH European Conference on Visual Media Production*, page 5. ACM.

[Gregory et al., 1999] Gregory, A., State, A., Lin, M. C., Manocha, D., and Livingston, M. A. (1999). Interactive surface decomposition for polyhedral morphing. *The Visual Computer*, 15(9) :453–470.

[Kravtsov et al., 2014] Kravtsov, D., Fryazinov, O., Adzhiev, V., Pasko, A., and Comninos, P. (2014). Controlled metamorphosis between skeleton-driven animated polyhedral meshes of arbitrary topologies. In *Computer Graphics Forum*, volume 33, pages 64–72. Wiley Online Library.

[Lipman and Funkhouser, 2009] Lipman, Y. and Funkhouser, T. (2009). Möbius voting for surface correspondence. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 28(3) :72.

[Macedo et al., 2011] Macedo, I., Gois, J. P., and Velho, L. (2011). Hermite radial basis functions implicits. In *Computer Graphics Forum*, volume 30, pages 27–42. Wiley Online Library.

[Turk and O'Brien, 1999] Turk, G. and O'Brien, J. F. (1999). Shape transformation using variational implicit functions. In *SIGGRAPH Courses*.

[Vaillant et al., 2013] Vaillant, R., Barthe, L., Guennebaud, G., Cani, M.-P., Rohmer, D., Wyvill, B., Gourmel, O., and Paulin, M. (2013). Implicit skinning : real-time skin deformation with contact modeling. *ACM Trans. Graph.*, 32 :125 :1–125 :12.

[van Kaick et al., 2011] van Kaick, O., Zhang, H., Hamarneh, G., and Cohen-Or, D. (2011). A survey on shape correspondence. *Comput. Graph. Forum*, 30 :1681–1707.

[Wolberg, 1998] Wolberg, G. (1998). Image morphing : a survey. *The Visual Computer*, 14 :360–372.

[Wu et al., 2016] Wu, B., Xu, K., Zhou, Y., Xiong, Y., and Huang, H. (2016). Skeleton-guided 3d shape distance field metamorphosis. *Graphical Models*, 85 :37–45.