By : **Carole Satre-Duraj,** master Advance Imaging and Material Appearance (AIMA), Université Jean Monnet St Etienne (2022)

**Simuler le rendu des cheveux/fourrure animale dans les films d’animation**

Simuler le rendu des cheveux, de la fourrure animale ou de la peau est la clé du réalisme de plus en plus impressionnant des films d’animation en images de synthèse [1] (figure 1, le lion de gauche est celui du remake du Roi Lion sorti en 2019, par exemple).

Dans cette notice, nous allons nous pencher sur la simulation des cheveux et de la fourrure. Nous allons nous appuyer sur le travail de Jean-Rémi Bethys [2], qui a réalisé une notice bibliographique intitulée « Simuler le rendu du textile », en effet beaucoup de modèles créés pour la simulation textile sont basés sur la simulation des cheveux.

Beaucoup de paramètres sont à prendre en compte pour optimiser le photoréalisme [3] de l’image de synthèse : les collisions entre les cheveux, à cause du vent ou des mouvements de tête ; les collisions entre les cheveux et les épaules ; la quantité de cheveux que possède un être humain, ou la quantité de poils que possède un animal, ...

Les débuts de l’animation des cheveux/poils traitaient l’ensemble de la masse capillaire/poilue comme un seul fluide s’écoulant au gré des mouvements, et qui aurait pour obstacle à cet écoulement le visage, les épaules ou les membres du corps de manière générale. Les ondulations et boucles de ces cheveux/fourrures de synthèse étaient modélisées grâce à la simulation de vortex [4 à 8].

Les techniques de simulation les plus récentes permettent de traiter les cheveux ou les poils non plus comme une seule entité, mais comme des milliers de brins individuels modélisés par des cylindres ou des petites sections courbées. L’augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs permet en effet de traiter les interactions entre ces milliers de brins, mais également par rapport à l’éclairage, en fonction de leur structure interne et de leur pigmentation (par exemple, un cheveu foncé et bouclé est plus opaque et « poreux » qu’un cheveu clair lisse). C’est d’autant plus vrai pour les fourrures animales, très denses et compactes, qui nécessitent parfois de modéliser plusieurs poils par pixel [9-10-11].

Lors de la simulation de cheveux ou de poils d’animaux, d’autres paramètres plus complexes encore rentrent en jeu : par exemple, si la chevelure/fourrure va être mouillée [12] ; ou encore le fait que les cheveux ou poils ne sont pas extensibles dans la vraie vie, et ne doivent donc pas l’être dans la simulation [13]. Il est également nécessaire de pouvoir modéliser différentes coiffures, afin de coller au réalisme diversifié de la réalité ; cette simulation est par exemple réalisée mèche à mèche, afin de placer chacune d’elle selon le rendu désiré [14].

Cette notice est non-exhaustive, beaucoup d’articles n’ont pas pu être intégrés aux références car je n’ai pu consulter que le résumé, sans en connaître le contenu réel.

Références

[1] Floriane Boyer, « Cinéma d’animation : simuler la peau, les cheveux et la fourrure, un défi », futura-sciences.com (23/07/2020) https://www.futura-sciences.com/tech/dossiers/technologie-cinema-animation-techniques-plus-grands-films-2537/page/7/

[2] Jean-Rémi Bethys, « Simuler le rendu du textile », notice bibliographique

[3] Michael Haller, « Photorealism or/and non-photorealism in augmented reality », VRCAI ’04 : Proceedings of the 2004 ACM SIGGRAPH international conference on Virtual Reality continuum and its applications in industry (juin 2004) https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1044588.1044627 [4] Kelly Ward, Florence Bertails, Tae-Yong Kim, Stephen R. Marschner, Marie-Paule Cani, Ming C. Lin, « A Survey on Hair Modeling : Styling, Simulation, and Rendering », IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics volume 13 (mars-avril 2007) <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4069232>

[5] Florence Bertails, Sunil Hadap, Marie-Paule Cani, Ming C. Lin, Tae-Yong Kim, Stephen R. Marschner, Kelly Ward, Zoran Kačić-Alesić, « Realistic hair simulation : animation and rendering », SIGGRAPH ’08 : ACM SIGGRAPH 2008 classes article 89 (août 2008) <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1401132.1401247>

[6] Mark Henne, H. Hickel, E. Johnson, S. Konishi, « The making of Toy Story [computer animation] », COMPCON ’96. Technologies for the Information Superhighway Digest of Papers (février 1996) <https://ieeexplore.ieee.org/document/501812>

[7] Lena Petrovic, Mark Henne, John Anderson, « Volumetric Methods for Simulation and Rendering of Hair » (2006) <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.162.2324&rep=rep1&type=pdf>

[8] Allen Van Gelder, Jane Wilhelms, « An Interactive Fur Modeling Technique », Proceedings of Graphics Interface ’97: Kelowna (mai 1997) <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.114.1389&rep=rep1&type=pdf>

[9] Andrew Selle, Michael Lentine, Ronald Fedkiw, « A mass spring model for hair simulation », SIGGRAPH ’08: ACM SIGGRAPH 2008 papers article 64 (août 2008) <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1399504.1360663>

[10] P. Kmoch, U. Bonanni, N. Magnenat-Thalmann, « Hair simulation model for real-time environments », CGI ’09 : Proceedings of the 2009 Computer Graphics International Conference pages 5 à 12 (mai 2009) <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1629739.1629740>

[11] Hayley Iben, Mark Meyer, Lena Petrovic, Olivier Soares, John Anderson, Andrew Witkin, « Artistic simulation of curly hair », SCA ’13 : Proceedings of the 12th ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation pages 63 à 71 (juillet 2013) <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2485895.2485913>

[12] W. Rungjiratananon, Y. Kanamori, T. Nishita, « Wetting Effects in Hair Simulation », The Eurographics Association and Blackwell Publishing (2012) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8659.2012.03191.x>

[13] Matthias Müller, T.J. Kim, N. Chentanez, « Fast Simulation of Inextensible Hair and Fur », Eurographics/ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation (2012) <https://www.researchgate.net/profile/Matthias-Mueller> 41/publication/235259170\_Fast\_Simulation\_of\_Inextensible\_Hair\_and\_Fur/links/0912f510b7f15d96c 2000000/Fast-Simulation-of-Inextensible-Hair-and-Fur.pdf

[14] Tae-Yong Kim, Ulrich Neumann, « Interactive multiresolution hair modeling and editing », ACM Transactions on Graphics (juillet 2002) <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/566654.566627>