

Déformation interactive par skinning à volume constant

**Damien ROHMER, Stefanie HAHAMANN et
Marie-Paule CANI**

Laboratoire Jean Kuntzmann, Universités de Grenoble
13 mars 2008

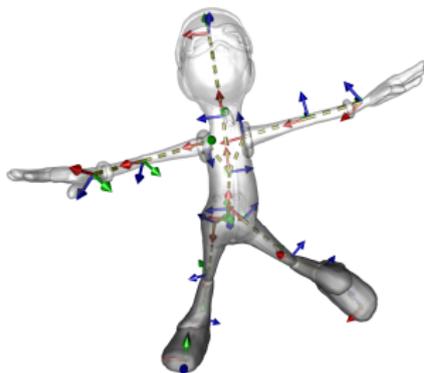
GTMG 2008 - Mulhouse

Table des matières

- 1 Introduction
- 2 Méthode Générale
- 3 Correction Locale
- 4 Cas d'animaux complets

Motivations

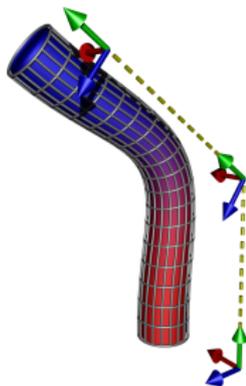
- Méthodes de déformations **rapides et intuitives**.
⇒ **skinning (SSD)**
- **Comportement Réaliste** des tissus mous
⇒ **Contrainte de conservation de volume**
- Utilisation d'animations **pre-existantes**, pas de **surcharge de travail** pour l'artiste
⇒ **Pre-calcul automatique**



Le skinning

- Une **surface** de départ (N_s sommets)
- Un **squelette** = Repères hiérarchiques (N_b repères)
- Les **matrices de transformation** : T_i (N_b matrices)
- Les **poids de skinning** ω ($N_s \times \mathcal{O}(N_b)$)

$$\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \\ 1 \end{pmatrix} = \left(\sum_{i=1}^{N_b} \omega_i^s T_i(t) \right) \begin{pmatrix} x^0 \\ y^0 \\ z^0 \\ 1 \end{pmatrix}$$



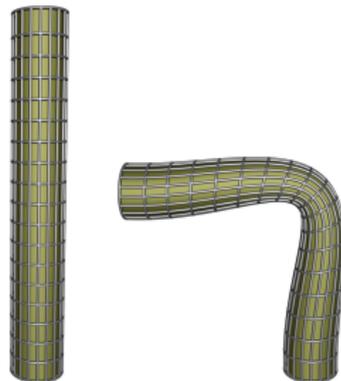
État de l'art

Limitation du “Collapsing-Elbow”

- Poses d'apprentissages (Kry 2002, Wang 2002, James 2005, ...)
- Méthode de skinning (Alexa 2002, Kavan 2005, Blomethal 2002, ...)

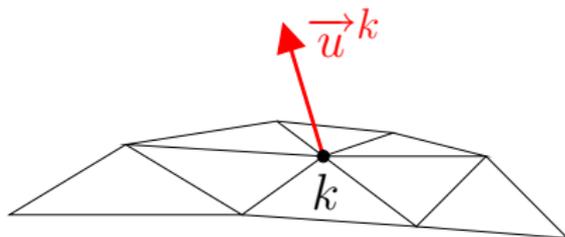
Application d'une contrainte de Volume

- Déformation sous contrainte (Sauvage 2007)
- Déformation de l'espace (Angelidis 2007)



Méthode

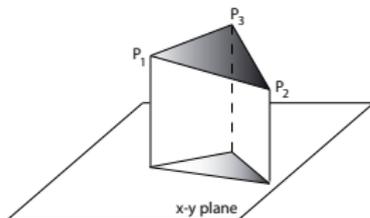
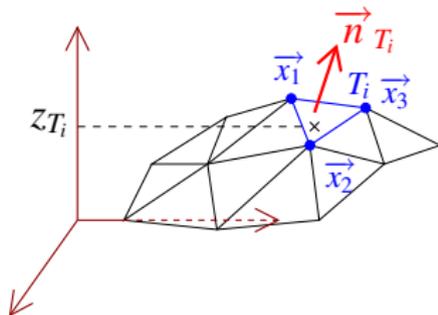
- 1 Application d'un skinning simple
- 2 Correction de la surface déformée pour obtenir le volume original \bar{V} .



Expression du Volume

$$V = \frac{1}{6} \sum_{\text{Triangles}} (z_1 + z_2 + z_3) \begin{vmatrix} x_2 - x_1 & x_3 - x_1 \\ y_2 - y_1 & y_3 - y_1 \end{vmatrix}$$

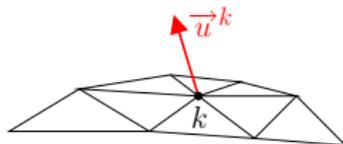
$$\Rightarrow V = \langle \vec{\nabla}_x V, \vec{x} \rangle = \langle \vec{\nabla}_y V, \vec{y} \rangle = \langle \vec{\nabla}_z V, \vec{z} \rangle$$



Méthode de restauration de volume

- Déformation de la surface suivant le vecteur \vec{u}
- Minimisation sous contrainte

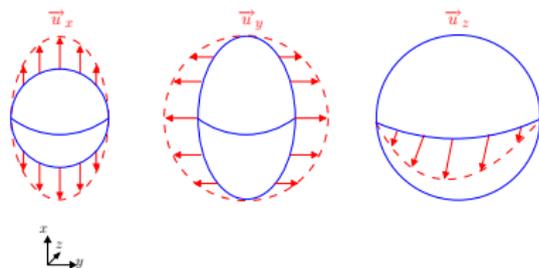
$$\begin{cases} \min & \|\vec{u}\|^2 \\ \text{sujet à} & V(\vec{x} + \vec{u}) = \bar{V} \end{cases}$$



Correction en trois étapes

- Correction analytique possible par trilinearité.
- Séparation en 3 étapes successives suivant x , y puis z .

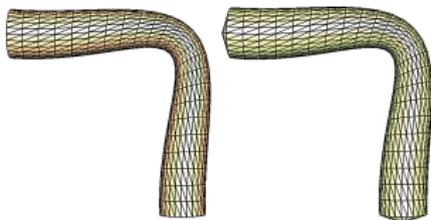
$$\begin{aligned}
 &V(x + u_x, y, z) \\
 &V(x + u_x, y + u_y, z) \\
 &V(x + u_x, y + u_y, z + u_z)
 \end{aligned}$$



$$(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z) = \frac{\Delta V}{3} \left(\frac{\vec{\nabla}_x V}{\|\vec{\nabla}_x V\|^2}, \frac{\vec{\nabla}_y V^*}{\|\vec{\nabla}_y V^*\|^2}, \frac{\vec{\nabla}_z V^{**}}{\|\vec{\nabla}_z V^{**}\|^2} \right)$$

Nécessité d'une correction locale

- La résolution globale n'est pas suffisante



- Changement de norme de minimisation

$$\|\vec{u}\|_{\gamma} = \sqrt{\sum_i \frac{u_i^2}{\gamma_i}} \Rightarrow \begin{cases} \min & \|\vec{u}\|_{\gamma}^2 \\ \text{sujet à} & V(\vec{x} + \vec{u}) = \bar{V} \end{cases}$$

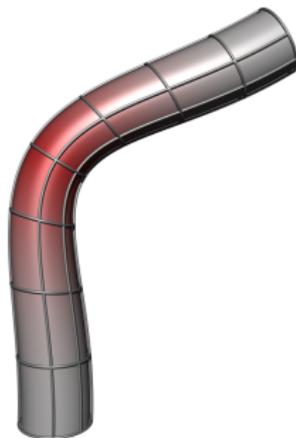
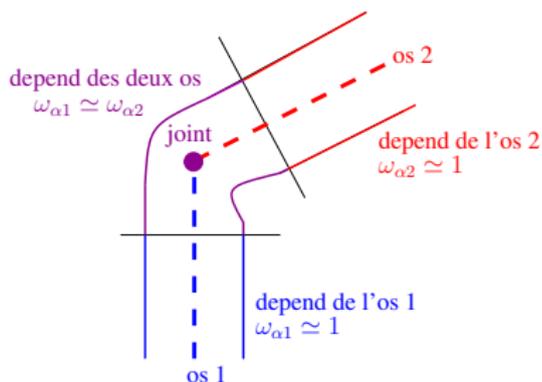
- Résolution identique

$$u_X^i = \frac{\Delta V}{3} \frac{\gamma_i (\nabla_x V)_i}{\sum_j \gamma_j (\nabla_x V)_j^2}$$

Pondération locale

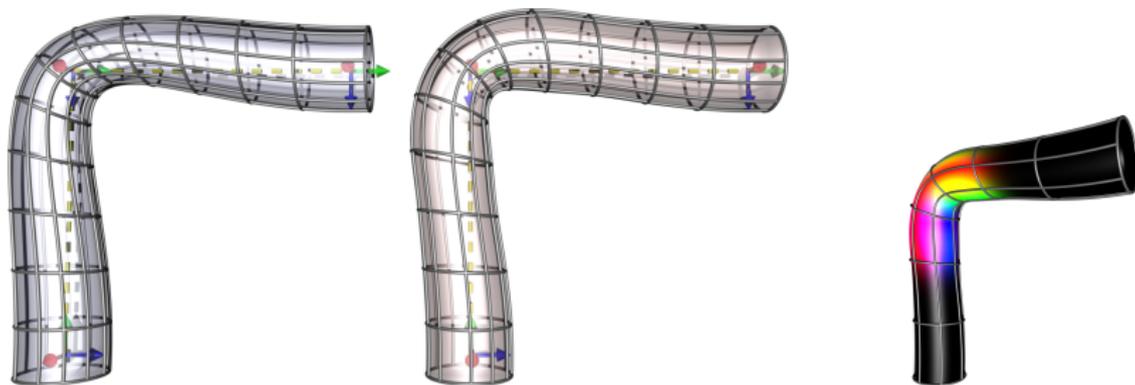
- Pondération des sommets

$$\gamma = (1 - \max_k(\omega_k))$$



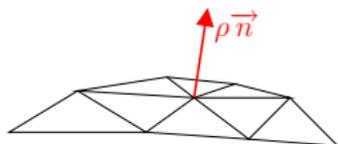
Pondération locale

- Résultats



Direction normale

- Correction normale à la surface $\vec{u} = \rho \vec{n}$

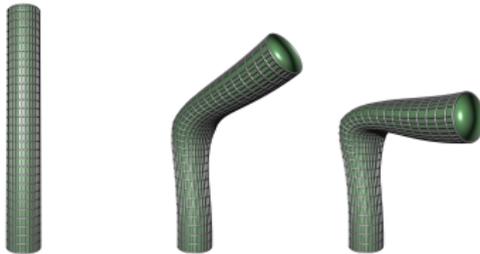


$$\begin{cases} \min & \|\rho\|_{\gamma}^2 \\ \text{ sujet à } & V(\vec{x} + \rho \vec{n}) = \bar{V} \end{cases}$$

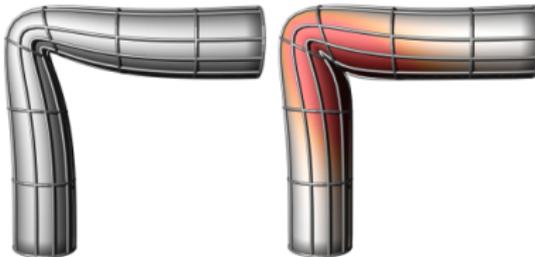
- Nécessite la linéarisation de la contrainte.

Correction normale

- Effet de caoutchouc

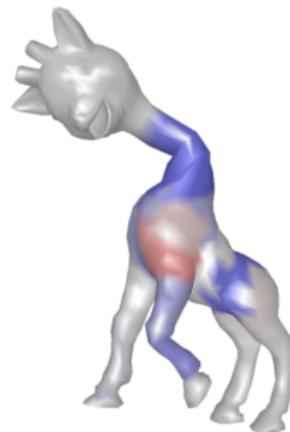
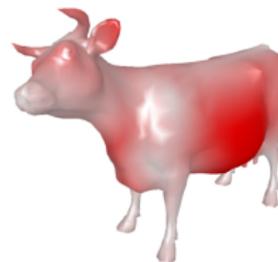
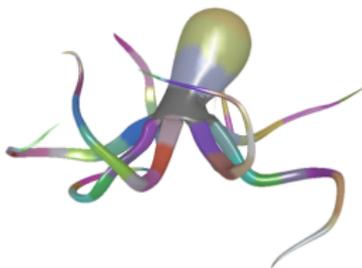


- Effet organique

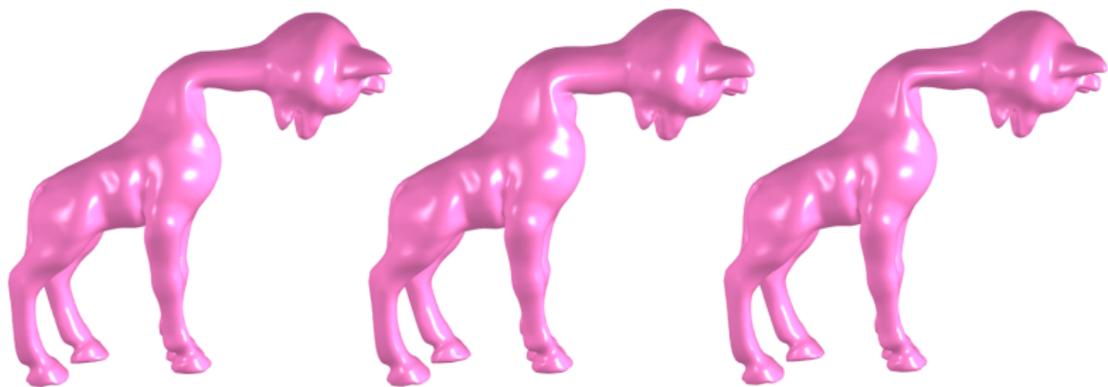


Application aux cas d'animaux complets

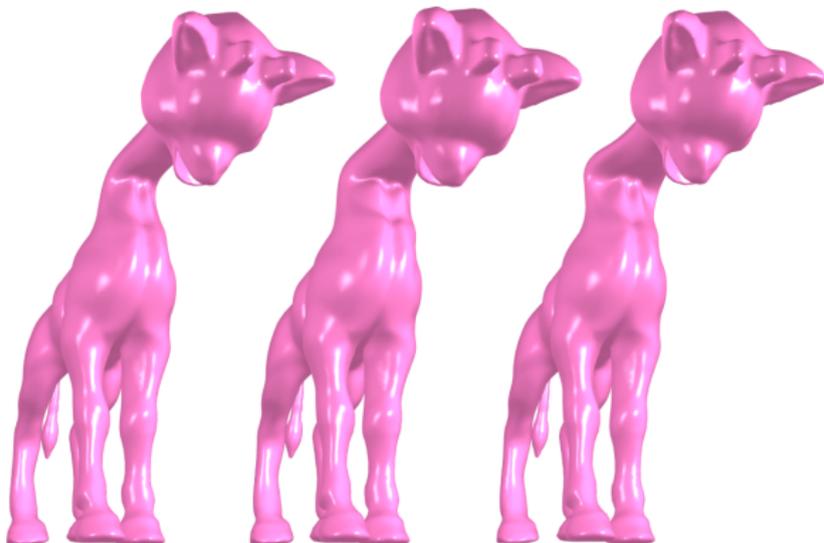
- Nécessité d'une évaluation de ΔV locale
- Segmentation automatique de la surface
- Cartes de pondérations spécifiées pour chaque régions.



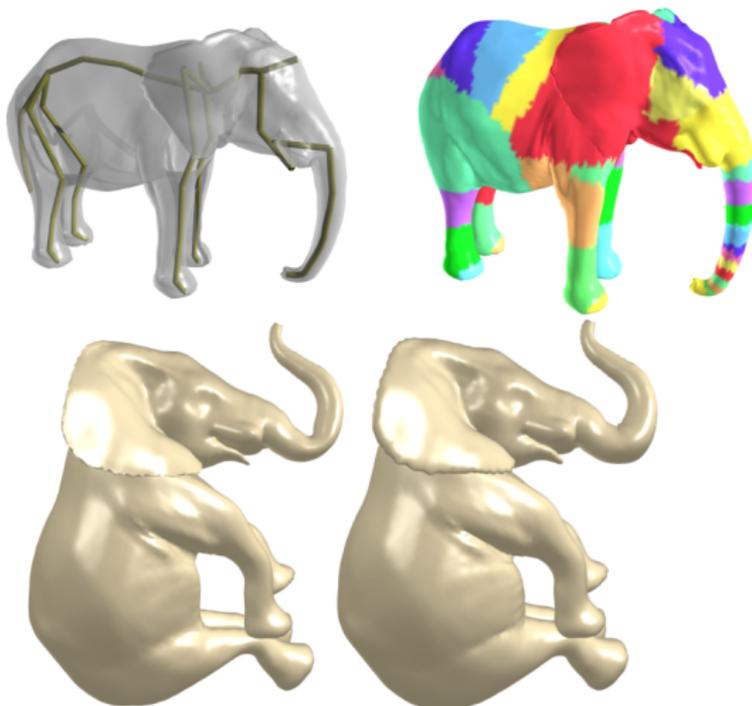
Application aux cas d'animaux complets



Application aux cas d'animaux complets



Application aux cas d'animaux complets



Merci de votre attention