

Software para la Extracción del Esqueleto por Contracción y Suavizado

Alexander Pinzón, Eduardo Romero

Abstract

Este artículo presenta un software para el procesamiento, visualización, y extracción del esqueleto desde mallas de polígonos. El software se diseñó con base en un sistema de plugins y filtros, se implementó un plugin que contenía un filtro para la extracción del esqueleto por contracción en dirección gradiente con suavizado Laplaciano. El software producido proporciona una plataforma flexible para el diseño e implementación de plugins.

Métodos de Suavizado de Mallas

Los métodos para suavizar mallas reducen el ruido, o permiten iterativamente eliminar frecuencias altas presentes en el muestreo tridimensional de los modelos.

Métodos Laplacianos

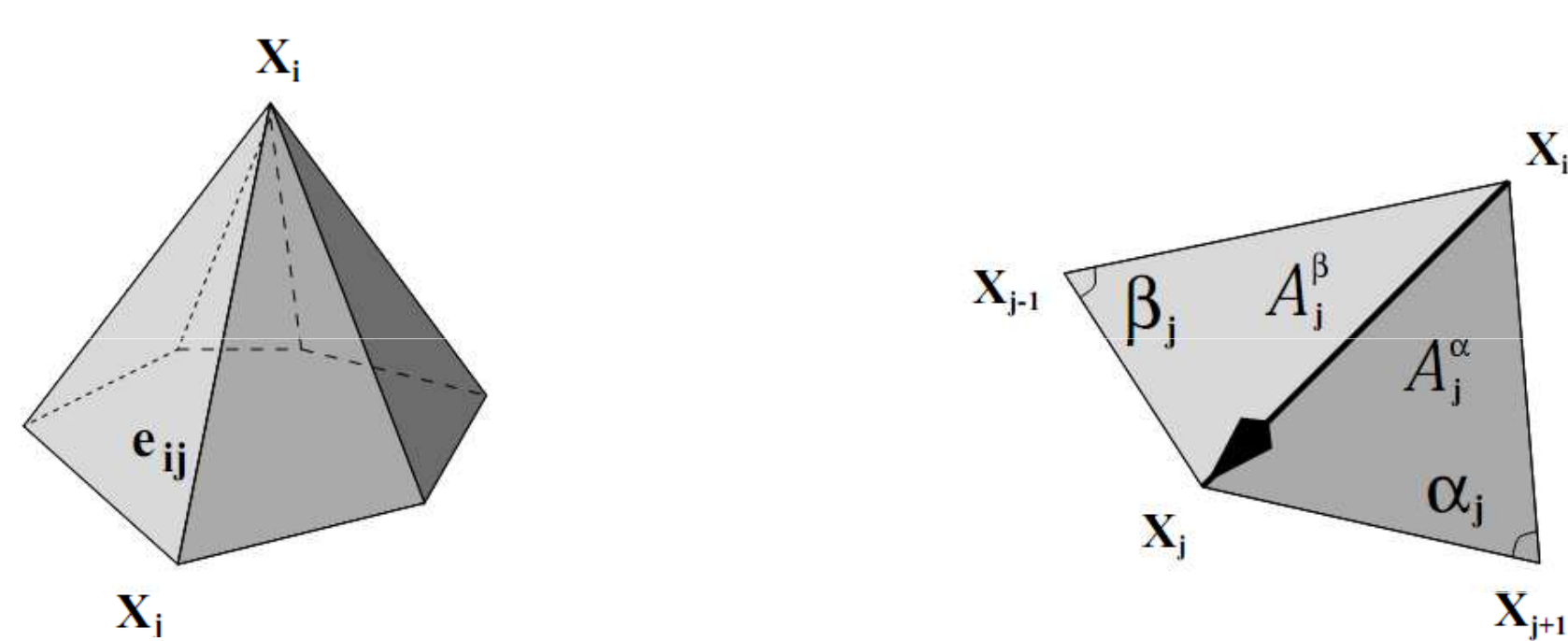
La idea básica consiste en mover un vértice en la misma dirección del Laplaciano.
$$Eq(1) \quad \frac{\partial X}{\partial t} = \lambda L(X)$$

La ecuación 1 se implementa como la ecuación de diferencias hacia adelante así:
$$Eq(2) \quad X_{t+1} = (I + \lambda L)X_t$$
 Donde X es el conjunto de vértices, L es el Laplaciano, y $\lambda \in \mathbb{R}$ es la velocidad de difusión.

Y la aproximación discreta de la ecuación 2 es:

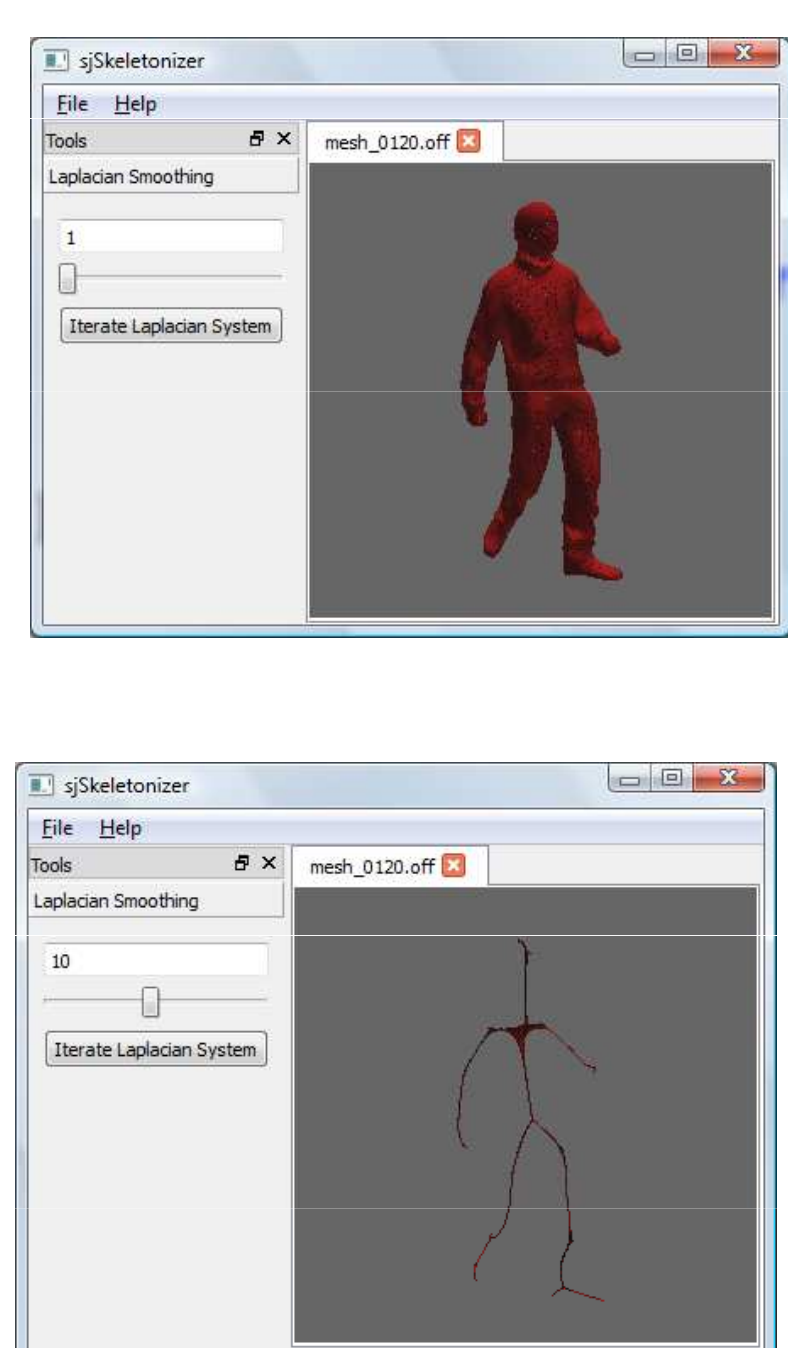
$$Eq(3) \quad L(x_i) = \sum w_{ij}(x_j - x_i), \quad x_j \in Vecinos(x_i)$$

Aproximación del Laplaciano mediante la Curvatura normal



Con $w_{ij} = \cot \alpha_j + \cot \beta_j$ para el vértice x_i y sus vecinos x_j

Software Skeletonizer



sjSkeletonizer es el software desarrollado en el grupo Bioingenium para el procesamiento, visualización y extracción del esqueleto desde mallas de polígonos.

- Usa **CGAL** (Computational Geometry Algorithms Library)
- Usa **Graphite** (Software de Geometría Numérica y Computación Gráfica)
- Se integraron las siguientes librerías de procesamiento numérico: ACE, AMD, ARPACK, ARPACK_UTIL, CBLAS, COLAMD, CHOLMOD, CLAPACK, COLAMD, F2CLIBS, METIS, MISC, NL, SUPERLU, TAUCS

Implementación para la extracción del esqueleto

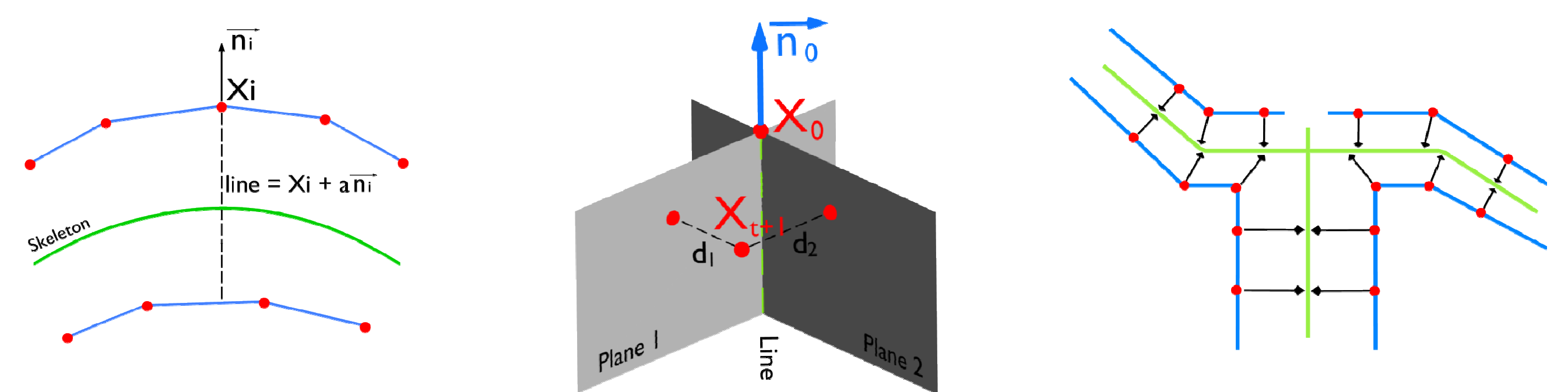
La Esqueletonización reduce la dimensionalidad y representa un cuerpo como una estructura unidimensional.

El esqueleto puede ser obtenido suavizando la malla pero bajo dos restricciones, W_L que da peso al Laplaciano y W_H que mantiene los vértices en su localización original.

$$\text{Extracción del esqueleto.} \quad \begin{bmatrix} W_L L \\ W_H \end{bmatrix} X_{t+1} = \begin{bmatrix} 0 \\ W_H X_t \end{bmatrix}$$

Donde $L(X)$ = Suavizado Laplaciano con w_{ij} basado en la curvatura de flujo $w_{ij} = \cot \alpha_j + \cot \beta_j$

Y la nueva restricción propuesta en este trabajo



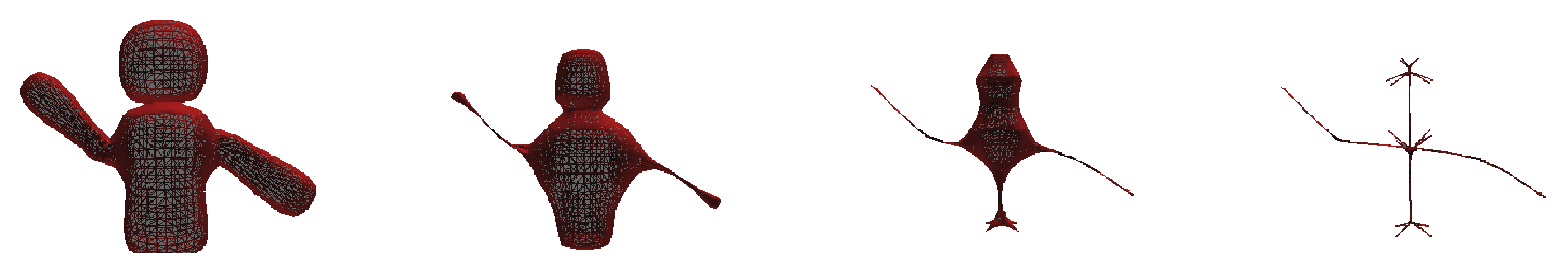
Tratar de suavizar los vértices a lo largo de la línea
La distancia del punto a la línea

$$line = \vec{P_1} + t\vec{P_2}, \text{ point } P_0 \Rightarrow distance(line, P_0) = \frac{|(P_2 - P_1) \times (P_1 - P_0)|}{|P_2 - P_1|}$$

Cada punto en un plano satisface esta ecuación

$$P_0 : ax + b_0y + c_0z + d_0 = 0.$$

Resultados



- Los vértices se pueden mover a lo largo de la línea.
- El esqueleto tiene muchas ramas.
- Muchas más ecuaciones que incógnitas.
- La solución debe ser restringida a una región particular de la línea.

Referencias y Agradecimientos

- Oscar Kin-Chung Au, Chiew-Lan Tai, Hung-Kuo Chu, Daniel Cohen-Or, and Tong-Yee Lee. **Skeleton extraction by mesh contraction.** *ACM Transactions on Graphics*, 27(3):10, 2008. Skeleton Extraction.
- Daniel Vlasic, Ilya Baran, Wojciech Matusik, and Jovan Popović. **Articulated mesh animation from multi-view silhouettes.** *ACM Trans. Graph.*, 27(3):1–9, 2008. 3D Reconstruction.
- Nicu D. Cornea and Patrick Min. **Curve-skeleton properties, applications, and algorithms.** *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(3):530–548, 2007. Skeleton Extraction Survey Member-Silver, Deborah.

Agradecimientos: The captured performance data were provided courtesy of the Computer Graphics Group of the MIT CSAIL Vision Research (Cambridge, USA).

Contacto

Alexander Pinzón Fernández apinzonf@gmail.com
Grupo de Investigación Bioingenium www.bioingenium.unal.edu.co
Universidad Nacional de Colombia www.unal.edu.co
Facultad de Medicina, Edificio 471 Primer Piso

