

Generación de Objetos Flexibles 3D

Adela González

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial¹
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis (UNSL)
Ejército de los Andes 950
5700, San Luis, Argentina
e-mail: adelag@unsl.edu.ar

Resumen

El objetivo de esta investigación es desarrollar una herramienta para la generación de objetos 3D modelados con materiales flexibles. Se desea priorizar la simplicidad de la interfaz con el usuario en el tratamiento interactivo de las deformaciones del objeto. Computar las deformaciones del objeto sujeto a fuerzas externas, como son los elementos con los que se simulará el moldeado lo que implica el tratamiento entre el objeto deformable y objetos rígidos.

1. Introducción

La investigación sobre modelado de objetos deformables se ha incrementado aceleradamente en los últimos años [1, 6, 7, 11], la simulación de este tipo de objetos es necesaria en varias áreas en computación gráfica:

- En animación gráfica: entre otros para la generación de movimientos de ropas [5], expresiones faciales [3, 12, 13], movimiento del cuerpo humano, video juegos interactivos, animación de dibujos animados, en sistemas de entrenamiento en cirugías para proveer un rendering gráfico realístico del tejido humano [1, 7], etc.
- En modelado interactivo: [15] donde diseñar objetos poliédricos de forma libre 3D es en general una tarea pesada, aquí la aplicación de técnicas de deformación a algún objeto creado puede resultar beneficiosa.
- En la simulación del comportamiento de ciertos materiales con propiedades que permiten la deformación (por ejemplo los plásticos o elásticos) para resaltar interacción dinámica con el entorno como ser en la simulación de una pelota que rebota o de la colisión de un auto en carrera.

El tratamiento computacional de objetos deformables involucra una combinación compleja de resultados que se extienden desde estimar parámetros mecánicos a solucionar grandes sistemas de ecuaciones diferenciales, detectar colisiones, modelar respuestas a las colisiones, entre otros. Estos procesos generan problemas cuando las simulaciones deben ser ejecutadas en tiempo real [1, 3, 8, 9, 10, 14].

Por otro lado el diseño de objetos poliédricos de forma libre 3D es en general una tarea ardua. Las técnicas constructivas de sólidos geométricos son muy útiles en el contexto del diseño industrial, pero parecen ser menos flexibles para aplicaciones con animación de caracteres o simulación de

¹ Director: PhD. Raúl Gallard. El grupo de investigación está soportado por la Univ. Nacional de San Luis, y la ANPCyT.
<http://www.lidic.unsl.edu.ar/>

objetos biológicos. Frecuentemente los objetos son modelados por medio del muestreo de objetos existentes 3D y modificaciones subsecuentes. Un método alternativo es el modelado a través de superficies implícitas [17, 18].

Algunos sistemas permiten el diseño de modelos 3D [5] posibilitando un prototipo rápido en las primeras etapas de diseño, esto favorece a aplicaciones de interés educativo o recreativas.

2. Modelo y Técnicas de deformaciones

La deformación de los objetos ocurre por ejemplo cuando se mueven los vértices de un objeto poligonal o cuando se alteran los puntos de control de una curva paramétrica, la deformación exitosa de un objeto poligonal requiere que existan suficientes números de polígonos en el mismo ya que si la resolución es baja las deformaciones podrían resultar en una degradación de los bordes de la silueta o en aliasing de bordes.

La técnica de deformación de forma libre (FDD) desarrollada por Watt [2], sumerge al objeto en un espacio que puede ser deformado, una analogía comúnmente usada es considerar al objeto embebido en un paralelepípedo imaginario de plástico flexible, transparente. Cuando esta estructura es deformada el objeto en su interior también lo será ya que los objetos se consideran que son flexibles por lo que pueden ser deformados con el plástico que los rodea.

En el desarrollo de interfaces simples para el modelado encontramos el trabajo de Igarashi [5] que desarrolló un sistema de modelado de forma libre basado en un bosquejo 3D, donde el usuario simplemente realiza un bosquejo 2D con movimientos del cursor del mouse y el sistema automáticamente genera una geometría 3D razonable de forma libre con un método novedoso para inflación de polígonos, en este trabajo el objetivo fue explorar el concepto de *UI de forma libre*, donde utilizó un rendering no-fotorealístico interactivo con el propósito de evitar que el usuario se preocupe de los detalles y se dedique a una tarea explorativa.

Soporta funciones de transformación: doblar, alargar y torcer al objeto pero a partir de indicaciones de formas objetivos finales (target) preservando la topología poligonal del acoplamiento, no de la realización de una operación directa sobre el objeto a deformar.

La principal motivación de la técnica de inflado de polígonos es tener una alternativa computacionalmente menos costosa de modelado [4]. La técnica de inflación del polígono, puede ser útil en la etapa del diseño de un modelo poliedral 3-D. Puesto que en muchos aspectos es similar en alcance y propósito al modelado de superficies implícitas, puede considerarse como una alternativa a esta técnica de modelado; ofrece una definición de forma intuitiva vía un esqueleto ubicado en espacio, y soporta una gran variedad de formas realizables. Es una generalización de la operación de extrusión para aumentar polígonos a objetos prismáticos poligonales. La configuración inicial del polígono y el mesh poligonal que resulta son estructuras topológicas 2D embebidas en el espacio 3-D.

3. Desarrollo:

Se estudia el hecho que las deformaciones sean realizadas con alguna herramienta (por ejemplo al moldear plastilina se emplean los dedos) que deberá simularse, luego será necesario un estudio sobre su interacción con el objeto a deformar.

Aquí, nos centramos en dos problemas principales:

- Computar la deformación de un objeto conforme a fuerzas externas,
- Manejar la interacción entre objetos que se deforman y objetos rígidos, como son el objeto con la herramienta que lo moldeará.

Nuestra meta es el desarrollo de estructuras y algoritmos eficientes que pueden procesar modelos en tiempos compatibles para una función interactiva. Para ello, se explora el hecho de realizar deformaciones *locales*, limitando los cálculos a las porciones de los objetos que experimentan deformaciones significativas.

En este sentido se estudian diversas técnicas con el objetivo de generar objetos blandos (o con capacidad de deformarse) forma libre 3D interactivamente, favoreciendo la simplicidad de modelado e incorporando la posibilidad de deformar los objetos que se definan flexibles simulando distintos tipos de materiales.

Otra dirección importante de la investigación es desarrollar operaciones de modelado para crear pliegues, torcer el modelo, etc. Es necesario definir entonces técnicas para el desarrollo de una interfaz simple que trate la complejidad inevitable del soporte de estas operaciones.

4. Bibliografía

1. Joel Brown, Stephen Sorkin Cynthia Bruyns Jean-Claude Latombe Kevin Montgomery Michael Stephanides *Real-Time Simulation of Deformable Objects: Tools and Application*, Stanford University
2. Watt Alan, Watt Mark y Parry, Scott. *Free Form Deformation of solid Geometric Models*. SIGGRAPH, volume 20, Number 4, 1986. 151-159
3. P.Kalra, A. Mangili, N. M.Thalmann,D. Thalmann *3D Interactive Free Form Deformations for Facial Expressions*, University of Geneva, Switzerland
4. C.W.A.M. van Overveld, B.Wyvell *Polygon Inflation for Animated Models: a method for the extrusion of arbitrary polygon meshes*. University of Calgary October 18, 1996
5. Takeo Igarashi†, Satoshi Matsuoka†, Hidehiko Tanaka *Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design* ACM SIGGRAPH 99. University of Tokyo, Tokyo Institute of Technology.
6. D. Baraff and A. Witkin. *Large steps in cloth simulation*. In ACM SIGGRAPH 98 Conference Proceedings, pages 43–52,1998.
7. M. Bro-Nielsen and S. Cotin. *Real-time volumetric deformable models for surgery simulation using finite elements and condensation*. *Computer Graphics Forum (Eurographics '96)*, 15(3):57–66, 1996.
8. J. D. Cohen, M. C. Lin, D. Manocha, and M. K. Ponamgi. ICOLLIDE: An interactive and exact collision detection system for large-scale environments. In *Proceedings of ACM Interactive 3D Graphics Conference*, pages 189–196, 1995.
9. S. Gottschalk, M. C. Lin, and D. Manocha. OBB-tree: A hierarchical structure for rapid interference detection. In *ACM SIGGRAPH 96 Conference Proceedings*, pages 171– 180, 1996.
10. S. Quinlan. Efficient distance computation between non convex objects. In *Proceedings of the IEEE International Conference On Robotics and Automation*, pages 3324–3329, 1994.

11. G. van den Bergen. Efficient collision detection of complex deformable models using AABB trees. *Journal of Graphics Tools*, 2(4):1–13, 1997.
12. Terzopoulos D and Waters K (1990) Physically Based Facial Modeling, Analysis, and Animation, Visualization and Computer Animation, Vol. 1, No. 2, pp. 73-80.
13. Kalra P, Mangili A, Magnenat-Thalmann N and Thalmann D (1991) SMILE : A Multilayered Facial Animation System, Proc IFIP WG 5.10, Tokyo, Japan (Ed Kunii Toshiyasu L) pp. 189-198.
14. Sederberg TW and Parry SR (1986), Free Form Deformation of Solid Geometric Models, Proc. SIGGRAPH '86, pp. 151-160.
15. LeBlanc A, Kalra P, Magnenat-Thalmann N and Thalmann D (1991), Sculpting with the "Ball & Mouse" Metaphor, Proc. Graphics Interface '91, Calgary, Canada,
16. James D. Foley, Andries van Dam, Steven Feiner, and John Hughes. *Computer Graphics Principles and Practice*. Addison-Wesley, 1990.
17. J.Vince. *3-D computer animation*. AddisonWesley, 1992. [Loop 94] Charles Loop. Smooth Spline Surfaces over Irregular Meshes. *Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH 94)*, 28:303–309, July 1994.
18. M.Desbrun, N. Tsingos, and M.P.Gascuel. *Adaptive sampling of implicit surfaces for interactive modeling and animation*. pages 171–186, 1995.