

# IGEL ~ ヒートカッターを模した3次元形状モデリング

IGEL:A 3D Shape Modeling Tool Mimicking Heat Cutter

今泉 仁美 伊藤 貴之\*

**Summary.** IGEL is a 3DCG modeling system mimicking heat cutters. Heat cutter is a tool for processing styrene form. Since blades of cutters are steal wires, user can freely bend them than other tools. IGEL realizes this operation by a sketch input system. IGEL has two different modes, 2D and 3D modes, and users can switch them anytime freely. In 2D mode, users can draw the shapes of cutters freely, and IGEL approximates the curve to the straight line so that reduce the number of new nodes. As a result, this approximate operation greatly reduce processing. In 3D mode, users can cut the styrene forms using their own cutters. Users can design various shape depending on the device. For example, when users design the wave-like shape of cutter, users can get the object with a wave-like ruggedness on the surface by two strokes. Moreover, when the user draw a circle and cut the styrene form by using it, user can get the object like difference set operated. Our implementation represents the styrene forms as triangular meshes, and cuts the meshes according to the user's operation.

## 1 はじめに

今日3DCGは映画、ゲームなどのエンタテインメントにおいて欠かせないものとなっている。3DCGの制作には多くの場合、専用のモデリングソフトが用いられているが、これらのモデリングソフトは直観的ではなく、CGの知識や使用経験のない初心者には使いにくい。近年、初心者でも楽しみながら直観的なモデリングができるような手法が多く提案されてきたが、初心者に向けたインタフェースでは複雑な形状の設計は難しい場合が多い。

本報告では、ヒートカッターを模倣したスケッチベースの3次元形状モデリング手法「IGEL」を提案する。ヒートカッターとは、電熱線を利用して熱に弱いスチロールを切断するための工具である。IGELではヒートカッターの電熱線の形状をスケッチ入力し、それを3次元座標系で自由に動かすことで、初期形状を削りながら加工することができる。

## 2 関連研究

手軽に3次元形状をモデリングするための手法として、スケッチ入力で3次元形状を生成する手法[1]が活発に研究されている。2次元入力から3次元形状を生成する手法は、直感的であり、簡単にモデリングを行えるが、細部まで凝ったモデリングをするのには不向きである。手法[2]ではその問題点を、大まかな形状を生成した後、スケッチ入力によるメッシュ変形を行うことで補っている。

このような手法は絵を描くようにモデリングを行うという視点から研究されているが、3次元形状として存在しているものを加工するという視点から提案された[3]のような手法もある。このような手法は、前者と比べて、繊細な形状の制作に向いていると考えられる。本研究が対象とするユーザ層は、ある程度熟達した、趣味としてモデリングを楽しみたい者としているため、前者と比較して制作時間がかかるが、微調節を得意とし、徐々に作品を仕上げていく達成感をユーザに与えることができる後者の視点から研究を行っている。

## 3 提案内容

ヒートカッターは電熱線の形状を工夫することで、様々な使い方が可能になる。また、IGELでは、実際のヒートカッターでは実現できない閉曲線状の刃も設計できるため、物体をくりぬくような操作が可能になる。これにより、従来なら差集合演算を必要とした形状も、直感的に設計できる。

IGELでは、ユーザは以下の2つのモードを切り替えることで、3次元形状モデリングを行う。

- カッター形状をスケッチ入力するための2次元モード
- スケッチ入力したカッター形状で物体を加工するための3次元モード

また、IGELでは切断される物体の形状や切断面を三角形メッシュで表現している。以下にIGELの処理手順を示す。

Copyright is held by the author(s).

\* Hitomi Imaizumi and Ito Takayuki, お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学科 理学専攻

### 3.1 2次元モード

図1に示すように、IGELでは2次元モードでヒートカッターの形状をスケッチ入力する機能を提供する。この曲線は、自動的に折れ線に近似される。この処理によって曲線を構成する頂点数を大幅に削減できるので、これ以降の処理量を軽減し、実行時の処理速度低下を防ぐことができる。

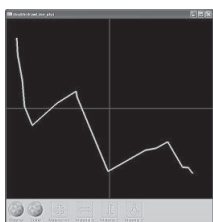


図1. 2次元モードでの入力例

### 3.2 3次元モード

ヒートカッターの形状を入力後、IGELを3次元モードに切り替えることで、2次元モードで描いたカッターを操作できる。ドラッグを開始するとカッターの色が変化し、切断操作を開始する。そしてドラッグした軌跡を切断の軌跡として、画面上の3次元形状を切断・加工する。軌跡の入力を終了すると、IGELは以下の手順で3次元形状を表現するメッシュを切断する。

#### 3.2.1 切断面メッシュの生成

IGELでは、ヒートカッターの軌跡として得られる曲面と、3次元形状の交差判定によって、3次元形状の切断処理を実現する。本報告では、この曲面を近似する三角形メッシュを、切断面メッシュと呼ぶ。切断面メッシュは、軌跡の入力中に並行して生成され、軌跡の入力を終了した時点で完成となる。

#### 3.2.2 メッシュの分割

切断面メッシュが生成されると、次にIGELは切断面メッシュと切断される3次元形状メッシュの交差判定を行う。これにより生成された交差線を制約辺とみなし、制約付きドロネメッシュの生成アルゴリズムに基づいて、頂点を随時追加するような形でメッシュ分割を実現する。

#### 3.2.3 メッシュの選択

全てのメッシュの分割処理を終了すると、IGELでは切断されるメッシュの色を、切断面との交線を境界として2色に塗り分ける。この時ユーザが2色のいずれかの領域をクリックすると、IGELは選択された色のメッシュと切断面の貼り付け処理を行い、メッシュの組み換え処理を行い、結果として図2に示すような新しいメッシュを生成する。その後ユー

ザは、3次元形状を加工し続けることも、2次元モードに切り替えて新しいカッター形状を描くことも可能である。

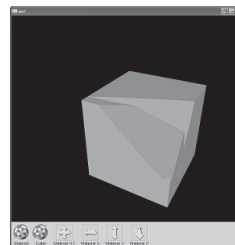


図2. 切断されたメッシュ

### 3.3 ユーザインタフェース

IGELでは、ユーザの回転操作、平行移動操作などを容易にするため、GLUIによるサブウィンドウ上での操作を可能にした。このサブウィンドウは3次元モードにおける操作を支援するものであり、切断される物体やカッターの回転・平行移動、および視点の変更などに用いるものである。将来的には、マウスもしくはペンタブレットなど、十分に普及したポインティング入力デバイスのみにより、直観的な基本操作を可能にできるように開発を進めたい。

## 4 今後の課題

今後の課題として、奥行き方向の快適な移動や、手首のひねりといった複雑な操作を実現することがあげられる。奥行き方向への操作に関しては、入力デバイスをペンタブレットに限定することで筆圧を利用することを検討中である。また、現段階ではメッシュを切断する処理しかできないが、将来的には、やすりがけを模倣する形状平滑化処理や、ボンドを模倣する形状接合処理など、ユーザが楽しみながら快適にモデリングできるような機能の実装を検討したい。

## 参考文献

- [1] T. Igarashi, S. Matsuoka, H. Tanaka, Teddy: A Sketching Interface for 3D Freedom Design, Proc. SIGGRAPH 99, pp. 409-416, 1999.
- [2] J. J. Cherlin, F. Samavati, M. C. Sousa, J. A. Jorge, Sketch-based modeling with few strokes, Proceedings of the 21st spring conference on Computer graphics, pp. 137-145, 2005.
- [3] 水野, 岡田, 鳥脇, 横井, 仮想彫刻-仮想空間における対話型形状生成の一手法, 情報処理学会論文誌, vol. 38, No. 12, pp. 2509-2516, 1997.