

# 仮想彫刻 — 仮想空間における対話型形状生成の一手法

水野 慎士<sup>†</sup> 岡田 稔<sup>††</sup>  
鳥脇 純一郎<sup>†</sup> 横井 茂樹<sup>†††</sup>

本論文では、仮想空間内の素材に対して彫刻をするような感覚で曲面多面体のモデリングを行うための一手法について検討する。ユーザは楕円体で定義された仮想彫刻刀をマウスを使って操作し、彫刻素材を削り取る、または付け加えることができる。実際に彫刻をしている感覚での操作を実現するためには、彫刻操作に応じて瞬時に表面形状が変化する必要があるが、そのために本手法では交点リストを用いることによりこれを実現している。また仮想彫刻刀を楕円体で定義することによって、表面形状が実際に木を彫刻したような雰囲気を持つことを実現している。本手法で作成した彫刻作品の形状は平面または2次曲面による CSG 表現で記述され、それは彫刻操作ごとに自動生成される。そして光線追跡法を用いれば反射や屈折を考慮した高品質な画像生成が可能である。また彫刻操作中の視点変更の際には高速に彫刻物体の画像を生成する必要があるが、彫刻履歴によって交点リストを並べ替える手法によれば、光線追跡法に比べてかなり高速に任意の視点からの画像を生成可能であることが確かめられた。

## Virtual Sculpturing: A Method of Interactive Modeling in Virtual Space

SHINJI MIZUNO,<sup>†</sup> MINORU OKADA,<sup>††</sup> JUN-ICHIRO TORIWAKI<sup>†</sup>  
and SHIGEKI YOKOI<sup>†††</sup>

In this paper we studied a virtual sculpturing to form objects with curved surfaces as if we are sculpturing them. A user can operate a virtual graver, and can remove or attach arbitrary shapes of ellipsoids from a material. A surface of the solid object needs to be changed in every cutting operation in real time for virtual sculpture, and lists of the intersecting points enable it. And the graved solid object looks like a real wooden sculpture by using a virtual graver with the shape of an ellipsoid. In this system, the shape of a graved solid object is described with the CSG model by planes or quadratic surfaces, and this expression is produced automatically in each cutting operation. We can generate a high quality image by ray tracing. It is needed to generate an image of a graved solid object quickly in changing a view point. We confirmed that we could generate the image much faster by using a sculpture record and by renewing lists of intersecting points than by ray tracing.

### 1. ま え が き

近年の計算機技術の発達はめざましく、それにともない従来は不可能だった3次元仮想空間における仮想物体の対話的操作が可能となってきた。そして現実世界における操作をコンピュータ・グラフィクス技術を駆使して計算機上で仮想体験する研究もいろいろ行われている。それは、バーチャルリアリティ (VR) の

応用分野の拡大とともに、実用面からも重要性を増している。その中で仮想空間の物体操作に関する重要な問題の1つとして、任意形状物体を対話的に生成することがあげられる。

本論文では、仮想空間の物体操作および自由形状生成の具体例として、対話的に仮想的「素材」を切削して形状を作り上げる方式—以下「仮想彫刻」と呼ぶ—の一実現方法を提案する<sup>1),2)</sup>。この手法では3次元仮想空間内の素材に対し「彫刻操作」を行うことにより、複雑な形状の物体を生成することが可能である。操作者はスクリーン上の物体に対して楕円体で定義された仮想的彫刻刀の操作によって、対象物の一部を切削したり付加したりする。作成される物体の形状は表面が平面または2次曲面の一部で構成される曲面多面体である。

<sup>†</sup> 名古屋大学大学院工学研究科  
Graduate of Engineering, Nagoya University

<sup>††</sup> 名古屋大学情報処理教育センター  
Education Center for Information Processing, Nagoya University

<sup>†††</sup> 名古屋大学情報文化学部  
School of Informatics and Sciences, Nagoya University

ユーザが実際に彫刻を行っているように感じるためには、彫刻操作に対応して高速に表面形状が変化することが必要である。そのため本手法では、表示スクリーンの各画素に対する視線ごとに視線と素材物体および彫刻刀との交点を保持する交点リストを用意しており、このリストを利用することで高速な変形を実現している。

彫刻で作られた物体の形状は CSG (Constructive Solid Geometry) 表現で記述される。そこでは、彫刻操作を行った彫刻刀の楕円体が物体を構成するプリミティブとなる。作成した物体形状の CSG 表現は彫刻操作によって自動的に生成され、これを用いた物体の画像合成が可能である。また彫刻履歴によっても作成形状の任意の視点から見た画像を合成することができる。

彫刻 (Sculpting) という操作感覚を想定したと思われるモデリング法の研究としては、Galyean ら<sup>3)</sup>の手法が報告されている。これは物体をボクセルデータで表し、その形状変形には、ボクセルの消去や生成を行ってそれをもとにポリゴンデータを生成するため、かなり自由な形状生成が可能となっている。ただし、ボクセル格子は最大で  $30 \times 30 \times 30$  であるため、細かい部分の形状は表現できない。他に、Coquillart<sup>4)</sup>の手法や Jeng ら<sup>5)</sup>の手法などが報告されている。ただし、これらは sculpting と表現しているが、実際は物体を埋め込んだ格子や物体を構成する三角形パッチの対話的変形操作であり、操作感覚や作成形状が現実の彫刻とは異なる。我々の手法は上記の手法と比較すると、実際に木材を彫刻刀で削り取るような操作感覚で形状生成ができ、その表面は必ずしも滑らかではないが実際に木を削ったような形状になるという特徴を持つ。また形状が CSG 表現で記述されるため、光線追跡法が容易に適用でき高品質な画像を生成することができる。

本論文では、2章で仮想彫刻の概要について述べ、3章では実装のための手法である、交点リストについて述べる。4章で実際に作成した彫刻システムのユーザ・インタフェースについて述べた後、5章で画像生成の実験結果について述べ、本手法を用いた彫刻作品の作成の例を示す。

## 2. 仮想彫刻の概要

### 2.1 形状生成

本論文の仮想彫刻では、仮想空間内に彫刻素材および仮想彫刻刀が用意される。彫刻刀は1個の楕円体で定義されたものである。そして彫刻操作としては、切削および付加が可能である。仮想彫刻では、仮想彫刻刀である楕円体の位置をユーザが指定し、その楕円体

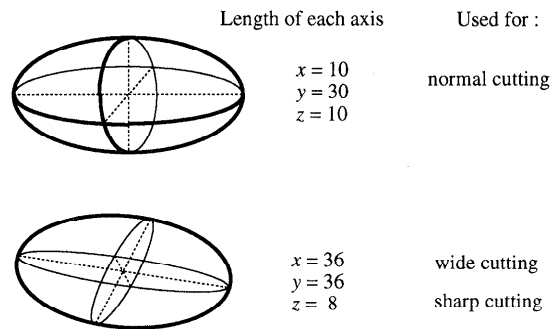


図1 仮想彫刻刀の例

Fig. 1 Examples of virtual gravers.

によって彫刻素材を切削もしくは付加するという操作を対話的に繰り返し行うことによって物体形状を生成する。なお、ここで切削は彫刻刀内部の部分素材から取り除くことによって、付加は同じ内部を素材に付け加えることによって実現される。

### 2.2 彫刻素材と彫刻刀

彫刻素材は、表面形状が平面または2次曲面で定義される曲面多面体を CSG 表現を用いて記述する。これにより最終的な形状も CSG 表現で記述できる。彫刻素材としては任意の形状のものを使用できるが、実際には、円柱や直方体など現実に木を彫刻する場合と同様に単純な形状ものを使用することが多い。

仮想彫刻刀は前述したように楕円体で定義されている。楕円体を用いた理由としては、まず、実際に木を彫刻刀の丸刀で切削したときの表面形状が楕円体に似ていることがあげられる。また、楕円体は無限に広がることなく限られた範囲に収まるため、彫刻素材を切削したときに再描画する範囲が小さくて済むことも理由の1つである。楕円体の形状や大きさは用途もしくはユーザの意図に応じて変化させる。図1に実際に用いた彫刻刀の例を示す。

## 3. 実装のための手法

### 3.1 交点リスト

仮想彫刻システムを実現するには、ユーザが彫刻操作を行うたびに彫刻素材の表面形状を変形することが必要である。しかし、CSG 表現の集合演算処理による可視交点の計算は対話的処理には適さない。これを高速に実現するため、交点リストを用いる。

本手法では彫刻物体の画像を生成するために、表示スクリーンの各画素ごとに視線を設定している。交点リスト(図2)とは、彫刻素材および彫刻刀と視線との交点をすべて求め、視点から近い順に並べたものである。交点リストは表示スクリーンのすべての画素に

対して用意される。リスト内の各交点は視点からの距離と含まれるプリミティブの情報を持つ。

交点リストはまず彫刻素材に対して作成される。そして彫刻操作を行った後の彫刻素材の再描画は、交点リストの更新によって行う。すなわち、最終的にリストの先頭となった交点が可視交点となり、これを用いて彫刻物体の描画を行う。

### 3.2 交点リストの更新規則

ユーザが彫刻操作を行ったとき、まず各視線に対して彫刻刀の2つの交点を求める。そして彫刻刀の交点とリスト内の交点の位置関係から交点リストを更新する。更新のアルゴリズムは以下のとおりである。

#### [交点リスト更新アルゴリズム]

- (1) 表示スクリーンの、ある画素の視線に対する交点リストを  $\{p_i | 1 \leq i \leq n\}$  とする。このとき  $i_1 < i_2$  の場合、視点から見て  $p_{i_1}$  は  $p_{i_2}$  の手前である。また、その視線と彫刻物体の交点が存在しない場合には交点リストは空  $\{\}$  である。
- (2) 視線と彫刻刀を表す楕円体の2つの交点  $p_A, p_B$  を求め、視点からの距離により、交点リストでの位置を調べる。そして、それぞれの交点がリストにおいて、 $i_A$  番目、 $i_B$  番目 ( $1 \leq i_A, i_B \leq n+1$ ) であったとする。ここで楕円体の交点が交点リストにおいて先頭になるときが1番目であり、 $i \geq 2$  で  $i$  番目であるということは、交点リストにおいて  $p_{i-1}$  の次に位置するということである。
- (3) 交点リストの交点の中で、 $p_A$  と  $p_B$  の間に存在する交点 ( $\{p_{i_A}, \dots, p_{i_B-1}\}$ ) をすべて取り除く。 $i_A$  と  $i_B$  が等しい場合には何もしない。

### (4) (a) 切削の場合

楕円体の交点  $p_A$  について、 $i_A$  が偶数の場合 (すなわち、 $p_A$  が彫刻素材の内部にある場合) には  $p_A$  を交点リストに加える。 $p_B$  についても同様の操作を行う。

### (b) 付加の場合

楕円体の交点  $p_A$  について、 $i_A$  が奇数の場合 (すなわち、 $p_A$  が彫刻素材の外部にある場合) には  $p_A$  を交点リストに加える。 $p_B$  についても同様の操作を行う。

(1)~(4) を表示スクリーンの彫刻刀楕円体を含むすべての視線について行う。

図3に交点リスト更新の様子を示す。なお交点リストの更新は表示スクリーンにおける彫刻刀楕円体の中心を含む画素 (視線) から開始し、徐々に外側に広げられるようにスキャンしていく。そして完全に楕円体を含む領域まで行う。

### 3.3 交点リスト更新の計算コスト

交点リストの更新に要するコストは彫刻回数には直接関係はなく、交点リストの長さ依存する。交点リストの長さは物体形状に依存し最悪の場合は彫刻回数に比例するが、実際には彫刻操作の回数が増加しても、大部分のリストの長さは小さい値に収まることが多い。図4に約500回の彫刻操作を行ったときの交点リストの長さの分布を示すが、リストの長さは小さい値にとどまっている。そのため、1回の彫刻操作に対する交点リストの整列操作はそれまでの彫刻操作回数には関係なくほぼ一定の時間で行うことができる。

このように、交点リストの長さがそれほど増加しないことと、リスト更新を行う領域が小さいことから、素材表面の再描画は高速に行うことが可能である。

### 3.4 CSG 表現

彫刻によって作成した物体の形状はCSG表現によって記述される。今回は、3値論理演算に基づくCSG表現<sup>6)~8)</sup>を用いた。これは物体と空間の点との位置関係を内部、外部のほかに境界を加えた3値によって表すものである (表1)。本彫刻システムでは、最初にCSGで記述された彫刻素材に対して光線追跡を行うが、境界を明確にする3値論理演算は光線追跡による交点リスト作成に都合が良いため、この手法を用いた。本手法では、物体を構成するプリミティブとして平面または2次曲面で定義された半空間を用いることができる。仮想彫刻刀である楕円体は2次曲面である。平面と2次曲面はそれぞれ、

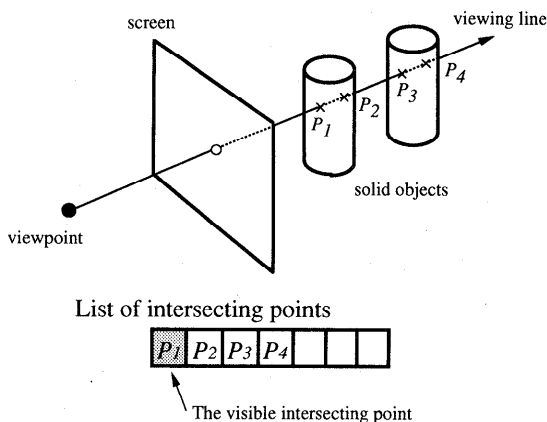


図2 交点リスト

Fig. 2 A list of intersecting points.

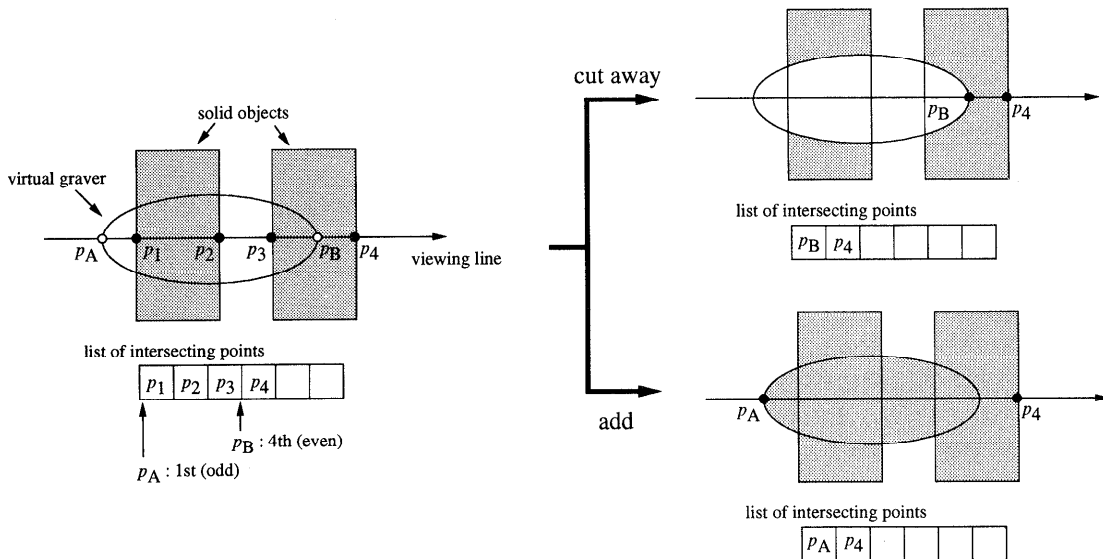


図3 交点リストの更新例  
Fig. 3 Example of renewing the list of intersecting points.

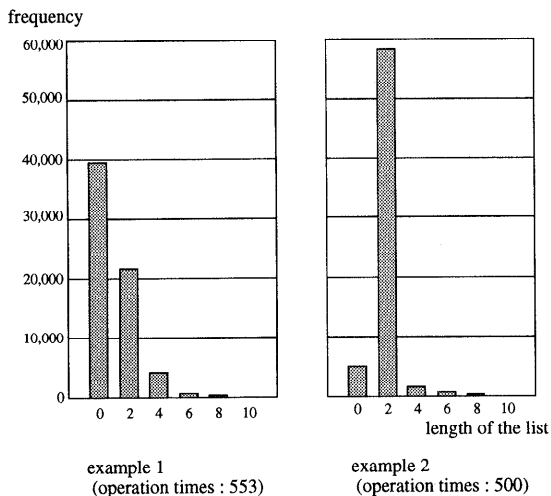


図4 交点リストの長さの分布

Fig. 4 Statistics of length of lists of intersecting points.

平面:  $f_1(\mathbf{p}) = ax + by + cz + d$

2次曲面:  $f_2(\mathbf{p}) = Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Eyz + Fzx + Gx + Hy + Iz + J$

ただし,  $\mathbf{p} = (x, y, z)$

で定義され, これらを用いてプリミティブ  $R$  は

$$R = \{\mathbf{p} | f_i(\mathbf{p}) \leq 0\}$$

と表される. 物体形状はプリミティブの集合演算 (3値論理演算) で記述されるが, その定義と表現法であるS式を図5および表1に示す.

表1 本文中で用いる3値論理演算の定義と表現法

Table 1 Definition and expression of the three value logic.

	定義	表現方法
和集合	$R_1 \cup R_2$	(or $R_1 R_2$ )
積集合	$R_1 \cap R_2$	(and $R_1 R_2$ )
準補集合	$R^{SC} = R^O \cup R^B$	(not $R$ )

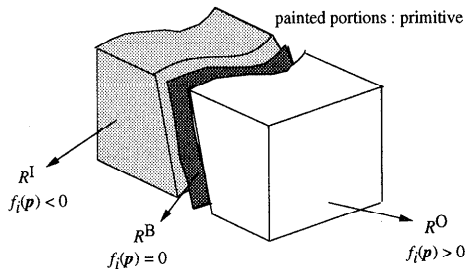


図5 プリミティブの内部, 境界, 外部

Fig. 5 Inside, boundary and outside of a primitive.

物体形状を表すS式は彫刻操作のたびに自動的に順次生成される. 彫刻素材を  $F_0$ , 彫刻途中の形状を  $F_i$ , 彫刻刀である楕円体を  $R$  とした場合, これに1回の彫刻操作を加えた物体の形状  $F_{i+1}$  は,

切削:  $F_{i+1} = (\text{and } F_i (\text{not } R))$

付加:  $F_{i+1} = (\text{or } F_i R)$

と記述できる. 彫刻物体の形状のS式はこの操作の反復適用によって生成される. 詳細は文献6)~8)にゆずる.

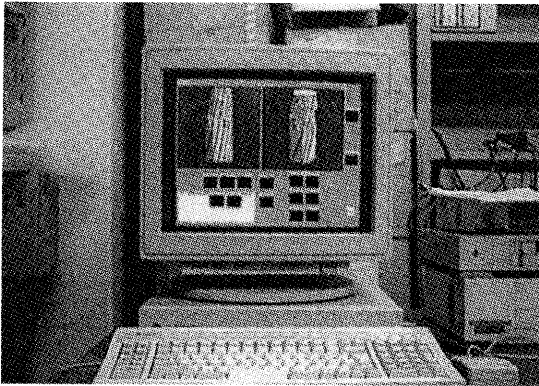


図6 システムの外観  
Fig. 6 Appearance of the system.

#### 4. ユーザ・インタフェース

前章で述べた方法により、ワークステーション上に仮想彫刻システムを実現した。このシステムの操作画面は2つのスクリーンといくつかのスイッチで構成され、ユーザはマウス等のポインティングデバイスを用いてこれらに対して操作を加える。図6にシステムの外観を示す。

2つのスクリーンには彫刻する物体が表示され、各スクリーンが別々の視点を持つ。そのため立体視等への応用も可能であるがまだ実装はしていない。スイッチは仮想彫刻刀のパラメータの変更に用いる。仮想彫刻刀のパラメータには以下のものがある。

彫刻刀の種類：3軸の長さを変えた形の異なる楕円体から選択。

操作の種類：切削，付加の選択。

彫刻刀の方向：素材法線および楕円体の軸まわりの回転移動。

彫刻の深さ：素材表面からの素材法線方向への平行移動。

彫刻刀の方向と深さは、切削も付加もされていない元の彫刻素材に対するもの、および現時点の彫刻物体に対するものの、いずれかから選択することができ、場合により使い分ける。そして方向や深さの値はスイッチで増減させる。また、今行った彫刻操作を取り消して1つ前の状態に戻したり、視点を移動させるためのスイッチなどもある。

彫刻操作は、表示された仮想的彫刻素材に対して直接的に行う。ユーザは彫刻刀のパラメータを決定した後、マウスマウスカーソルをスクリーンに表示された彫刻素材上の削りたい部分に移動してクリックまたはプレス&ドラッグを行う。そのとき、スクリーン上のカーソルと視点を結ぶ直線から彫刻素材上の1点の座標が決

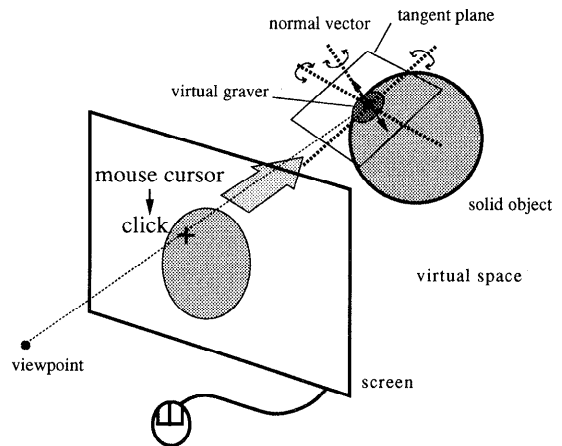


図7 彫刻刀が置かれる状態の例  
Fig. 7 Example of placing a graver.

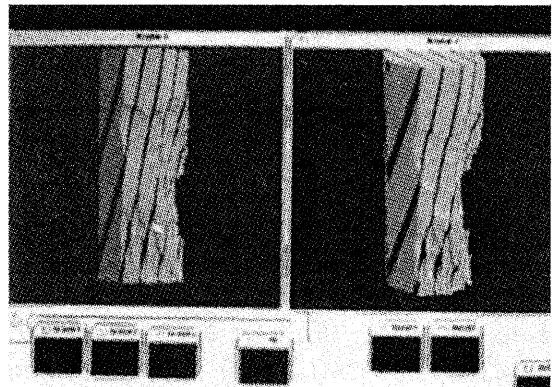


図8 彫刻操作の過程の例  
Fig. 8 Example of the sculpting process.

定し、その点での素材の法線ベクトルも求めることができる。よって、前述の彫刻刀のパラメータから彫刻刀である楕円体の位置や方向が決定される(図7)。彫刻刀パラメータのうち、素材の法線方向に関する回転角はドラッグの方向によって決定することもできる。これにより彫刻操作の感覚ががかなり現実の彫刻と近いものとなっている。彫刻素材の表面は決定した楕円体によって瞬時に切削される。なお、実際の彫刻とは異なり、彫刻刀である楕円体を付加したり、切削や付加される1つ前の状態に戻ることなどの操作も行える。そして、ユーザはこれらの操作を繰り返すことで自由な形状を形成していく。図8に彫刻操作の様子を示す。

#### 5. 画像生成実験

##### 5.1 画像生成法

彫刻で作成した物体をユーザはディスプレイ装置に

表示された画像によって鑑賞する。このとき、物体の画像は2つの方法で作成することができる。

まず1つの方法は光線追跡法である。これは本システムで生成された物体形状のCSG表現を使用する。CSG表現で記述された物体の光線追跡法による画像生成のアルゴリズムとしては、Roth<sup>9)</sup>、Wyvillら<sup>10)</sup>などによるものがあるが、今回は我々の研究室で研究されている手法を用いた。この手法の詳細は文献6)～8)にゆずる。

この手法において、画像生成に要する計算コストはプリミティブの個数 $n$ に対して最悪で $O(n^2)$ である。なお、彫刻素材を構成するプリミティブの個数は彫刻操作回数に比べ非常に小さいことから、 $n$ はほぼ彫刻操作の回数と見なすことができる。これから分かるように、光線追跡法は彫刻操作回数の増加とともに画像生成の計算コストが急激に増大するという欠点がある。ただし反射や屈折も考慮した高品質な画像を生成することが可能である。

もう1つの方法は彫刻操作の履歴と交点リストを用いる手法である。これは彫刻履歴の各操作ごとに交点リストを前述した更新規則を用いて並べ替え、最終的にリストの先頭となった交点を用いて画像を生成する。

この手法では、彫刻素材の状態から彫刻履歴に従い逐次的に画像を生成するので、画像生成の計算コストはやはり最悪の場合 $O(n^2)$ となる(すべての交点リストの長さが $n$ に比例した場合)。ただし、前章で示したように実際には交点リストの長さは $n$ に比べ非常に小さいため、計算コストはほぼ $O(n)$ となることが期待される。よって光線追跡法に比べ画像生成が高速であるので、本システムでは視点変更の際にこの手法を用いている。ただし、この手法においても彫刻素材についてはS式を評価する必要があるため、複雑な彫刻素材を使うと画像生成時間は増大する。

図9に、1つの楕円体を彫刻素材として、これに切削や付加の彫刻操作を行ったとき、2つの手法による画像生成に要した時間を示す。なお、画像サイズは $256 \times 256$  pixelsである。また、本実験において使用した計算機は、Sun SPARC station 20、プログラミング言語はCで、ステップ数は約2,400である。

## 5.2 彫刻作成例

図10および表2に本システムで作成した彫刻作品の例を示す。作品(d)が他の作品に比べ作業時間が非常に大きいのは、彫刻操作回数が多いうえ、形状が複雑で不規則なため何度も彫刻操作をやり直しながら作成したためである。

本システムでは、彫刻素材に木目のソリッドテクス

Computation time (sec.)

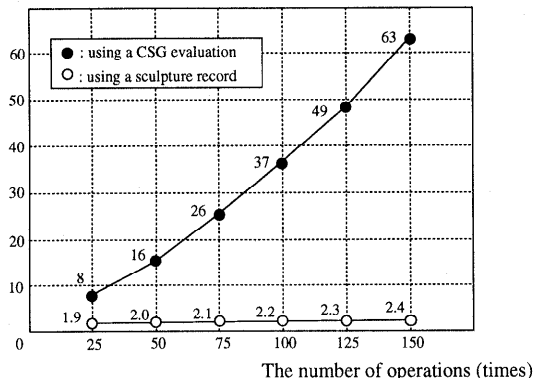


図9 画像生成に要する時間(画素数 $256 \times 256$ の場合)

Fig. 9 The computation time which is needed to generate a figure.

チャ<sup>11)</sup>を施しており、その状態での彫刻も可能である。今回示した例では(b)や(c)の作品についてソリッドテクスチャが施してある。

## 6. むすび

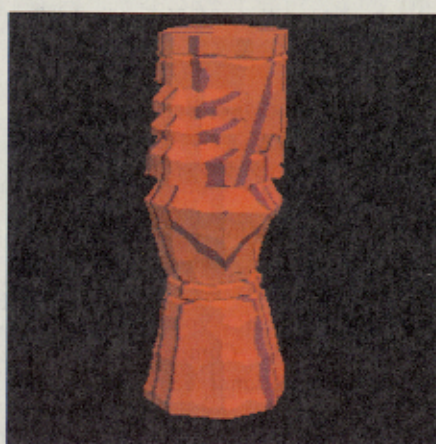
本論文では、仮想空間内の素材に対して彫刻を行うような感覚で切削・付加操作を対話的に反復実行して任意形状物体を生成する一方法を検討し、ワークステーション上にて実装して動作を検証した。本システムの特徴は次のようなものである。

- (1) 実際に木を削るような操作感覚
- (2) 楕円体の彫刻刀を用いた曲面多面体のCSG表現によるモデリング
- (3) 交点リストによる高速な表面再描画
- (4) 彫刻履歴再現による彫刻作品の画像生成
- (5) 物体形状のCSG表現の自動生成
- (6) 作品の実際に木を彫刻した雰囲気

今後の課題としては、まず操作環境の充実があげられる。彫刻刀の正確な方向や位置は実際に彫刻操作を行って物体の形状を変化させなければ分からないので、複雑な形状を作成するには、かなり時間を要する。そのため、これらの情報を事前にユーザに知らせる方法を検討する必要がある。また、彫刻刀の形状に関しては現在は楕円体に限られるが、平刀など彫刻刀の形状の種類を増やすことで、より自由な形状を作成できるようになることが期待される。さらに、視点変更に要する時間の低減についても検討する必要がある。たとえば、彫刻作業中に解像度を可変にすることで大まかな形状における視点変更を高速に行うことなどが考えられる。さらに、本システムで作成した凹凸の情報から版画などの作成についても検討している<sup>12)</sup>。



(a) flower



(b) nipopo



(c) cup



(d) bear

図10 彫刻作品の例

Fig. 10 Examples of sculptures.

表2 図10の彫刻作品に関するデータ  
Table 2 Data of sculptures in Fig.10.

	彫刻素材 (プリミティブ数)	彫刻操作回数	制作時間 (h)
(a)	直方体 (3)	500	0.5
(b)	八角柱 (5)	550	2.5
(c)	直方体の組合せ (6)	500	2.5
(d)	楕円体と平面の組合せ (5)	1300	10.0

謝辞 日頃熱心にご指導ご討論をいただく鳥腦研究室の皆様へ感謝する。なお、本研究の一部は文部省科研費による。

### 参考文献

- 1) 水野慎士, 岡田 稔, 横井茂樹, 鳥腦純一郎: CSGを用いた仮想彫刻, 情報処理学会研究報告, グラフィクスとCAD, 95CG73-7 (1995).
- 2) Mizuno, S., Okada, M., Yokoi, S. and Toriwaki, J.: A Virtual Sculpture System, *proc. Virtual System and MultiMedia '95*, pp.308-313 (1995).
- 3) Galyean, T. and Hughes, J.: Sculpting: An Interactive Volumetric Modeling Technique, *Computer Graphics*, Vol.25, No.4, pp.267-274 (1991).
- 4) Coquillart, S.: A Sculpting tool for 3D geometric modeling, *Computer Graphics*, Vol.24, No.4, pp.187-196 (1990).
- 5) Jeng, E.K.-Y. and Xiang, Z.: Moving Cursor Plane for Interactive Sculpting, *ACM Trans. Graphics*, Vol.15, No.3, pp.212-222 (1996).
- 6) Kim, K.-E., 岡田 稔, 横井茂樹, 鳥腦純一郎: 半空間集合のCSG表現形状データに対する光線追跡アルゴリズムの検討, 信学技報, PRU88-129, pp.33-40 (1989).
- 7) 岡田 稔, Kim, K.-E., 横井茂樹, 鳥腦純一郎:

半空間プリミティブと3値論理代数系に基づく多面体の記述, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.8, pp.1583-1592 (1997).

- 8) 水野慎士, 岡田 稔, 横井茂樹, 鳥脇純一郎: 曲面多面体の CSG モデリングに関する一考察, 情報処理学会研究報告, グラフィクスと CAD, 95CG72-17 (1995).
- 9) Roth, S.D.: Ray Casting for Modelling Solids, *Computer Graphics and Image Processing*, Vol.18, pp.109-144 (1982).
- 10) Wyvill, G. and Sharp, P.: Volume and Surface Properties in CSG, *Computer Graphics 1988 (Proc. CG International '88)*, pp.257-266 (1988).
- 11) 岡田 稔, 横井茂樹, 鳥脇純一郎, 堀 健二: 3次元ランダムフラクタルを利用した不均質材料のテクスチャ表現, 情報処理学会論文誌, Vol.28, No.11, pp.1146-1153 (1987).
- 12) 水野慎士, 岡田 稔, 鳥脇純一郎: 仮想彫刻からの版画作成, 1996年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, p.411 (1996).

(平成8年12月4日受付)

(平成9年10月1日採録)



水野 慎士 (学生会員)

平成5年名古屋大学工学部情報工学科卒業, 平成7年同大学大学院博士前期課程修了. 現在同大学大学院博士後期課程. コンピュータグラフィクスに関する研究に従事.



岡田 稔 (正会員)

昭和59年名古屋工業大学工学部電気工学科卒業, 平成元年名古屋大学大学院博士後期課程(情報工学)修了. 工学博士. 昭和63・平成元年度日本学術振興会特別研究員, 平成2年名古屋大学情報処理教育センター助手を経て, 平成5年同助教授, 現在に至る. 平成7年より1年間, 米国ミシガン大学客員准教授. 画像の認識と理解, 計算幾何学, 画像合成とそれらの医用臨床診断への応用, 大規模計算機システムおよび情報ネットワークの構成理論に関する研究に従事. 電子情報通信学会, IEEE各会員. 平成4年度情報処理学会研究賞, 平成6年度市村賞学術貢献賞各受賞. 著書「Cによるプログラミング演習」(近代科学社), 「OpenWindowsによるワークステーション入門」(朝倉書店), 「情報科学基礎論」(朝倉書店) など.



鳥脇純一郎 (正会員)

昭和14年生. 昭和37年名古屋大学工学部電子工学科卒業. 昭和42年同大学大学院博士課程修了. 同年4月同大学工学部助手. 以後, 昭和45年同助教授, 昭和49年同大学大型計算機センター助教授, 昭和55年豊橋技術科学大学情報工学系教授, 昭和58年名古屋大学工学部電子工学科教授を経て, 昭和60年4月より同大学工学部情報工学科教授. 工学博士. パターン認識, 画像処理, グラフィクス, およびそれらの医学情報処理への応用に関する研究に従事. 著書「パターン認識の画像処理」(朝倉書店), 「認識工学」(コロナ社), 「見えないイメージを見る」(共立出版). 電子情報通信学会, 日本ME学会, 画像電子学会, 人工知能学会, コンピュータ支援画像診断学会, IEEE各会員.



横井 茂樹 (正会員)

昭和24年生. 昭和52年名古屋大学大学院博士課程(電気系専攻)修了. 同年名古屋大学工学部情報工学科助手, 昭和53年三重大学工学部電子工学科助教授, 昭和57年名古屋大学工学部情報工学科助教授を経て, 平成5年同大学情報文化学部自然情報学科教授, 現在に至る. 工学博士. コンピュータグラフィクス, バーチャルリアリティ, マルチメディアなど, 映像を中心とした情報メディア技術とその社会的影響に関する研究に従事. 市村賞学術貢献賞, 日本ME学会論文賞各受賞. 電子情報通信学会, 日本ME学会各会員.