

2次元情報による簡易立体図形作成の一手法

5D-1

高城 宏明, 山崎 徹  
 富士ゼロックス(株) システム技術研究所

1 はじめに

プレゼンテーションを目的とするドキュメントに図柄を活用すると、見やすさが向上し、理解がはかどり、大きな効果がある。実際のドキュメントには基本的な立体形状の図柄などが多く見受けられる。そのような図柄の図形をオフィスにおける一般ユーザでも手軽に作図できることはドキュメント作成の効率を上げるうえで重要である。

立体的な図形を作成する一般的な方法として3次元グラフィックスを利用する方法があるが、高機能及び高品質である反面、操作が簡単ではない、計算コストが高いなど、オフィスユースには向いていない。

2次元グラフィックスを利用する場合には線や面を組み合わせて作図することになるが手間がかかるうえに、立体的に色付けする作業が難しく、問題がある。他に2次元情報の処理だけでも立体的な画像や図形を作成する方法の試み<sup>[1][2]</sup>がある。これらは陰影づけを主目的としており、多様な形状や陰影表現に適用させるものであるが、処理に必要な情報を与えるのが簡単ではなく、これもオフィスユースには向いていない。

本報告では2次元情報で、単純な形状の立体図形を手軽な操作と処理により生成する方法を提案する。

2 生成処理手法検討における考え方

単純で基本的な形状の立体図形のうち、必要頻度の高い角柱形状と角錐台形状の図形について手法を検討した。

手法検討にあたっては、一般ユーザでも立体図形を手軽に作図できることを目指し

- 操作は2次元と同様に平面的なものとする
- 処理は計算コストを抑えるため3次元にしない

こととした。出来上がり品質は不自然でなければ3次元で作成したように写実的である必要はないものとする。

3 図形の入力操作と形状情報

角柱図形は次のように作成する(図1)。まず角柱の上面側の図形を多角形として入力し、その座標値を $P_n(x, y)$ 、頂点数を $M$ とする。次に上面を起点とする任意の距離を高さ距離 $H(x, y)$ として入力する。下面側の図形は上面と高さ

距離から求め、その座標値を $Q_n(x, y)$ とする。上面と下面の間を結ぶ面を側面と呼ぶことにする。なお角錐台図形は角柱図形の上面または下面を拡大/縮小することで得る。

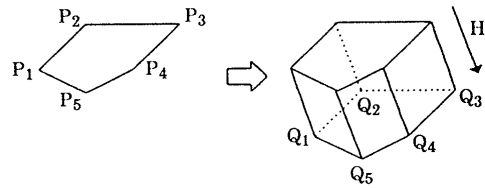


図1 角柱図形の入力と情報

4 表示処理

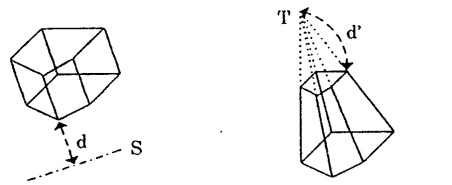
図形を表示するための処理は隠面消去処理と陰影づけ処理からなる。

4.1 隠面消去処理

本処理では面の表示順序を決定し、1面ずつ重ね表示する方法をとる。下面と上面の表示順序は全面の中で最初、最後とする。側面の表示順序は形状情報から導く。

角柱図形の側面の表示順序は、各側面の存在位置を図形の高さ方向に沿って比較させて決定する。例えば下面側に高さ方向に垂直な半直線 $S$ を配置し、その線から遠い面ほど先に表示するように順序を決定する(図2a)。

一方、角錐台図形の場合には角錐形状に拡張したときの仮想の先端頂点 $T$ の位置を求め、そこから各側面までの2次元上の距離 $d'$ を調べ、距離が小さいほど先に表示するように順序を決定する(図2b)。この方法は当然のことながら角錐図形の場合にも利用できる。



(a) 角柱図形の処理 (b) 角錐台図形の処理

図2 隠面消去処理

## 4.2 陰影づけ処理

本処理では、光源を用いて各面の明るさを決定し、面塗りを行う。光源の位置は2次元上の任意位置に設定するが、3次元的には図形より操作者に近い側(紙面より手前側)にある状況とする。光の進む方向は光源位置を中心にして2次元上で放射状とする。面の明るさは光線ベクトル $L$ と法線ベクトル $N$ とを2次元上で決定し、それらの配置関係から求める(図3)。

光線ベクトル $L$ は光源の位置から各面の中心点までの2次元上で向かうベクトルとする。

各側面の法線ベクトル $N_s$ の方向は、各側面の上面側の辺に対して2次元上で垂直、かつ図形の外側に向かうものとする。この方向を側面の正面方向と見なす。上面の法線ベクトル $N_u$ の方向は高さ距離 $H$ の正反対の向きとする。

光線ベクトル $L$ の反対方向のベクトルを逆光線ベクトル $L'$ とし、法線ベクトル $N$ に対する逆光線ベクトル $L'$ の変化角度を $\theta$ としたとき、光源による面の反射の強さ $R$ は

$$R = (W - 1) \times |\theta| / 180 + 1 \quad (1)$$

にて求める(図4)。ここで $W$ は0~1の範囲の値をとる重み係数で、例えば0.5などと設定するが、側面用と上面用と異なる値を用いてもよい。

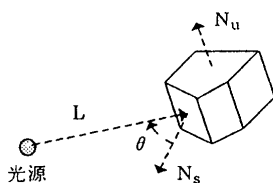


図3 陰影づけ処理

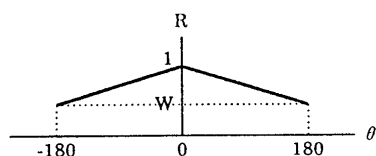


図4 反射の強さの算出

図形の面の明るさ $V$ は、式(1)の反射の強さ $R$ を用いて

$$V = P \times R + A \quad (2)$$

にて求める。ここで $P$ は光源の強さであり、 $A$ は全体的な明るさを調整する係数であり、いずれも0~1の範囲で値を設定する。式(2)の計算結果が1を越える時は1にクリップする。面の明るさは $V$ の値が0のときに最も暗く、1のときに最も明るくなる。

角錐台図形に対する陰影づけ処理は角柱図形と同様な方法で行う。

## 5 実験結果

角柱図形を生成した結果を図5に、円錐台図形を生成した結果を図6(但しスムーズな陰影づけ処理は施してはいない)に示す。図中の小さな白丸は光源である。これらの生成結果より図形には立体感があり、不自然感もないことが確認できる。本手法はこれらの形状以外に、角錐形状や円錐形状などの図形にも応用できる。この他、アウトラインフォントを用いると立体文字も作成可能である。

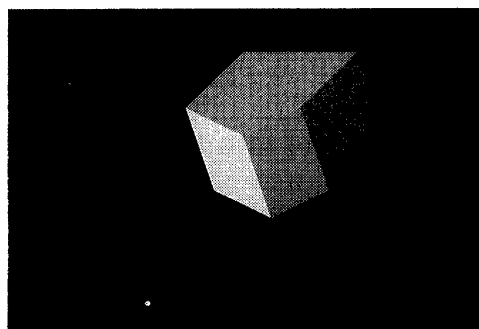


図5 角柱図形の生成結果

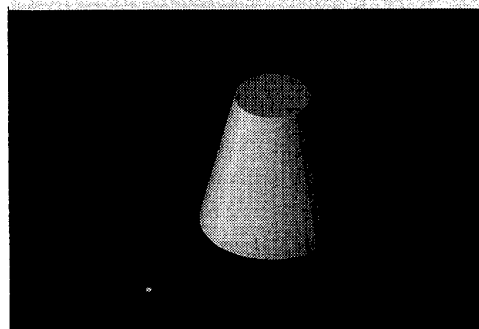


図6 円錐台図形の生成結果

## 6 おわりに

2次元の情報で、立体的な形状の図形を簡単な形状ではあるが生成できることを示した。操作も平面的でわかりやすいため十分オフィスユースに利用できるものと考えられる。

今後は形状の多様化のための拡張をはじめ、機能拡張や高品質化などを行っていく。

## 参考文献

- [1] 関, 鴨志田, 榎本: 輪郭情報による輝度データの生成と抽出, 情報処理学会第42回全国大会, 4Q-5 (1991.3)
- [2] 近藤: ペイント手法と図法幾何学を用いた疑似3次元レンダリング手法, 平成3年電気・情報関連学会連合大会, S30-2 (1991)