オブジェクト表現による複雑な物体形状の生成

3N－8

舘原　啓介　　田中　潤　　巽　久行　　徳増　眞司
神奈川工科大学　工学部　情報工学科

1．まえがき

本研究は、複雑な物体形状を三次元距離尺度モデルのオブジェクト表現として与え、基本システムを拡充して有用性の高いシステムを構築することである。具体的には、オフセット、フィレット、メタボールの三つの新しいオブジェクトのクラスを基本システムに組み込んでいる。

2．オフセット図形クラス生成

オフセットとは、ある図形の外側または内側に、ある一定の距離に拡大または縮小することである。

2．1　新概念の導入と図形の生成手順

新概念とは、図 1 の左図で示す図形G上の任意の各点P毎に半径ｒの超球を割り当てて得られる集合和の図形G*が元の図形Gを外側にｒだけオフセットした図形と概念的に等価であるというものである。また、この超球は、半径ｒの球としたが楕円体等にすることで新たなオフセットが得られる。
次に、この概念を用いてオフセット距離場関数図形の生成手順を図２を用いて説明する。

（ａ）Ｐ(1)の様に距離場データの内外判定が“ＩＮ”の場合、内外判定はそのままに、距離データを元の距離にｒを加えたものとする。

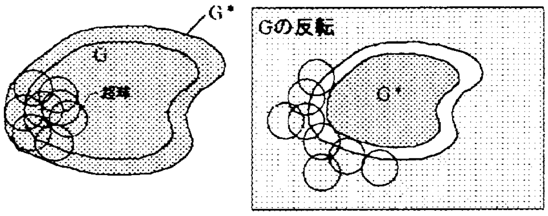

図１．オフセットの新概念の導入

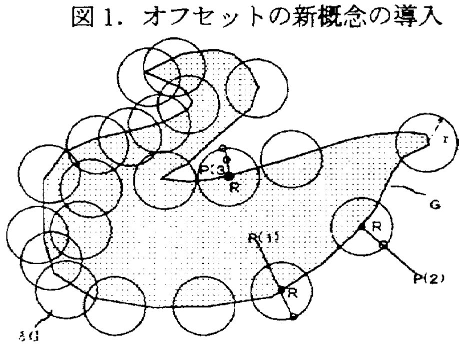

図２．オフセットの図形生成

（ｂ）Ｐ(2)の様に距離場データの内外判定が“ＯＵＴ”でかつ距離場（データがｒより大きい場合、内外判定はそのままに距離データを元の距離からｒだけ引いたものとする。

（ｃ）Ｐ(3)野用に距離場データの内外判定が“ＯＵＴ”でかつ距離データがｒよりも小さい場合、内外判定ができないので後に述べる超球判定法を用いて判定する。

2．2　超球判定法

超球判定法には、三種類の方法が存在する。まず、球領域に対して交差を判定する方法。次に、球面に対して交差を判定する方法。最後に、球面に一様な乱数を発生させて交差を判定する方法である。本研究では２、３番目の超球判定法である球面四分木法とモンテカルロ法を開発した。

まず球面四分木法とは、球面上の点（図３の上図）とそれを展開した球面展開図上の座標（図３の下図）とを一対一の関係とみなし、球面展開図に対して、四分木法で探索範囲を絞り込む方法である。
次にモンテカルロ法とは、二つの一様な乱数（図４のｚｚとθ）を発生させて、球面上の座標Ｔを決定し、Ｎ回繰り返すことで超球の球面上にＮ個の一様

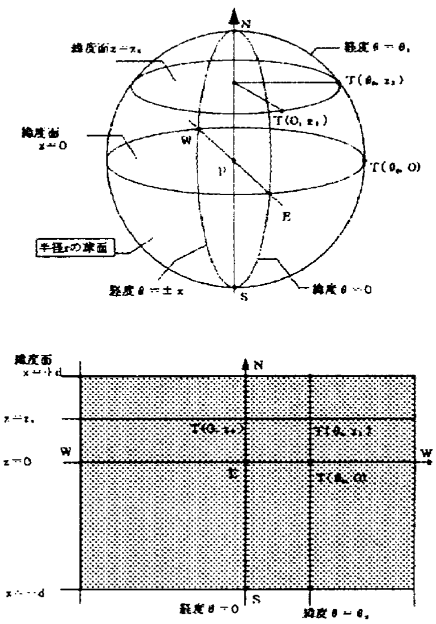

図３．超球の球面（上）と　球面展開図（下）

な乱数を発生させ、その点毎に交差を判定する方法である。
これらを用いたオフセット図形生成を行った実験結果を図５、図６に示す。

Object-Oriented Expression for Complex 3D Shapes

Keisuke Tatehara, Jun Tanaka, Hisayuki Tatsumi, Shinji Tikumasu
Kanagawa Institute of Technology

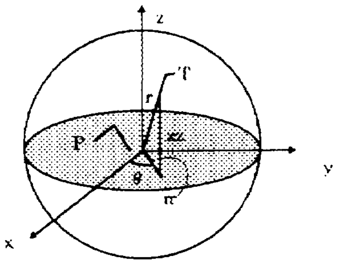

図4．モンテカルロ法

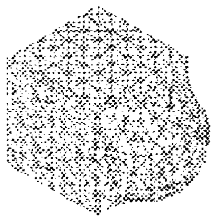

図5．オフセット前の図形

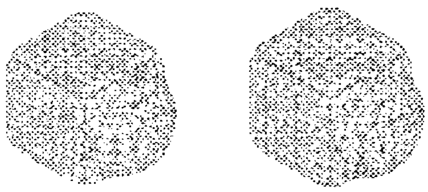

図6．球面四分木法（左）　と　モンテカルロ法（右）

4．フィレット図形クラス生成

フィレットとは図7に示す様に、図形の角の凸部または、凹部を半径ｒ$_1$または半径ｒ$_2$で丸める処理である。

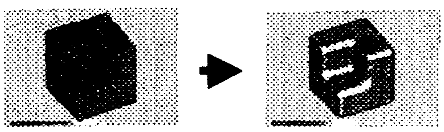

図7．元の図形（左）　と　フィレット図形（右）

フィレット距離場関数の生成手順は、次のようになる。（ａ）与えられた図形Ｇに対して、凹部を丸める半径ｒ$_2$でオフセットする（図形Ｇ$_1$とする)。

（ｂ）図形Ｇ$_1$を反転し、半径ｒ$_1$＋半径ｒ$_2$でオフセットする（図形Ｇ$_2$とする)。

（ｃ）図形Ｇ$_2$に対して、凸部を丸める半径ｒ$_1$でオフセットする。

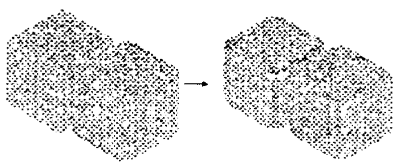

図8．フィレット図形の実験結果

5．メタボール図形クラス生成

これは、ＣＧの図形処理法の一つであるメタボールモデルを距離尺度モデルに取り込んだものである。メタボール図形距離場関数の生成手順を図 9 を用いて示す。

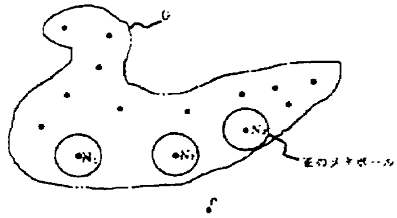

図9．メタボール図形生成

（ａ）正の点電化の先群｛Ｎ$_i$｝を空間中に重ならないように分布させ点電化｛Ｎ$_i$｝毎に電位関数ｆ$_i$(r)を対応させる。

（ｂ）図形Ｇの内部を規定する関数で内外判定する。

$$F(P)=\Sigma f(\overline{NiP})\cdot var \geqq 0$$

但しｖａｒは、図形Ｇの等電位境界を決定する変数である。

（ｃ）任意の空間点Ｐの図形Ｇに対する距離尺度を計算する。即ち、$F(Q) \geqq Fr(r)=\Sigma f(\overline{NiP+r})\cdot var$ である。

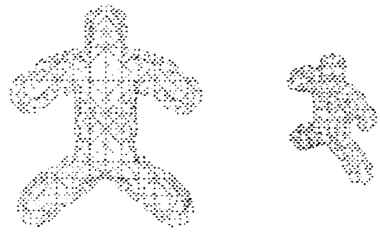

図10．メタボール図形の実験結果

6．むすび

複雑な物体形状を三次元距離尺度モデルのオブジェクト表現として与え、基本システムに組み込み評価する事でモデルの有用性を確認した。今後の課題として、物体の移動や姿勢制御等への応用が挙げられる。

7．参考文献

(1) 徳増　眞司、川島　泰正、野中　士郎、中島　憲広．距離場に基づく形状モデリング.

(2) 佐野　寿久、庄司　武史．ボロノイ／メタボール図形のオブジェクト表現.

(3) 杉山　彰、渡辺　敏雄、巽　久之、徳増　眞司.空間表現　のための２次元距離尺度モデルの構築.

(4) 渡辺　敏雄、杉山　彰、巽　久之、徳増　眞司．２次元距離尺度モデルによるボロノイ／メタボールの図形生成.

(5) 杉山　彰．空間表現のためのオブジェクト指向プログラミングの研究－三次元距離尺度モデルの試作

(6) 徳増　眞司、野中　士郎、仁尾　都、原島　一郎、松本　輝夫．距離場に基づく形状表現法.