

空間表現のためのオブジェクト指向プログラミング

3N-7

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

1. はじめに

今後益々必要となってくる設計の初期段階の支援を考える場合、設計が不完全であいまいな設計要求から次第に完全で厳密な設計解へと進むことから、形状モデラーに対しても、それに対応できる図形処理の堅固さや柔軟性が要求されている。本論文では、上記の問題をカバーするために、新たに距離尺度に基づく形状表現法をオブジェクト指向型モデルとして提案、このモデルを試作し、その方式の実現性と有効性に関する検討を行った。

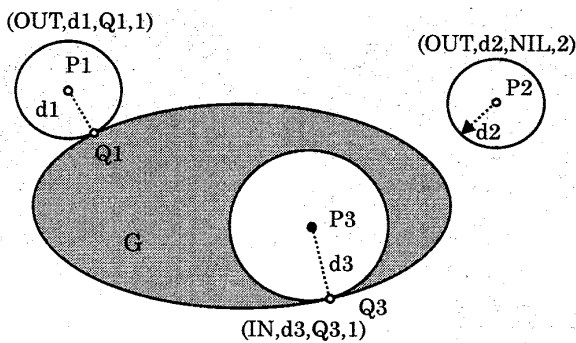
2. オブジェクト指向に基づく距離尺度モデル

本研究の距離尺度モデルは、オブジェクト指向型形状モデルとして、下記の体系を有する。

(1) 距離場データ

空間に置かれた物体Gが存在する場合、空間内の任意の点Pに関して次のような距離場データと呼ばれるリスト（ベクトル）データが存在し、これが、前記Gに基づく距離場を形成する（図1参照）。

(IO, d, Q, KIND).....(1)
 IO: 点Pの物体Gに対する内外属性(IN/OUT)
 d: 点Pと物体境界δGとの距離または下側近似値,
 Q: PとδGとの最短点, 求まらなければNIL,
 KIND: 最短点があるとき1, ないとき2,



(2) 図形オブジェクト

物体は、図形クラスのオブジェクトとして次のように表される。

(図形クラス; パラメータ; オペランド図形オブジェクト).....(2)

図形オブジェクトは、参照点Pをメッセージとして受け、距離場データを返信する唯一の通信手段を有する。このクラスは、式(2)においてオペランドを持たないプリミティブ形状と、オペランドを持つ組み合わせ形状の二つに分かれる。これらは形状のタイプによって、さらに複数のサブクラスに展開される。

3. 三次元距離尺度モデルの試作

今回、三次元距離尺度モデリングシステムを試作するにあたって、オブジェクト指向プログラミング言語として、C++言語上で試作、検討を行った。

ここで取り扱う距離尺度モデルは、その有用性を検証するために、必要にして、十分であり、且つ、最小の構成を有する、次のような三つの図形生成機能だけから構成されるモデルである：

- ・図形Gとして少なくとも一つの図形をあらかじめ基本図形として生成する機能、
- ・図形Gの反転図形を生成する機能、
- ・二つの図形の集合和の図形を生成する機能。

また、生成図形の画面表示出力としては、八分木法表示、多面体表示による表示を行った。

この距離尺度モデルは、最小セットではあるが、上記の機能により、基本的な集合算による図形生成、即ち、集合差および集合積等による図形は、ド・モルガンの定理により全て生成可能となる。

Class TShape <基底クラス> 表示用データ: パラメータ 図形オペランド: オプション 距離場データ: (IO, d, Q, KIND) 距離場関数: Virtual Dmeasure (P) 図形表示データ: OCT, POLY	
Class TSphere パラメータ: 中心, 半径 距離場関数: Dmeasure (P)	Class TCube パラメータ: 中心, 縦, 横, 高さ 距離場関数: Dmeasure (P)
Class TAdd オプション: 図形1, 2 距離場関数: Dmeasure (P)	Class TComp オプション: 図形1 距離場関数: Dmeasure (P)
Class TSub オプション: 図形1, 2, 新図形1, 2, 3, 4 距離場関数: Dmeasure (P)	Class TInt オプション: 図形1, 2, 新図形1, 2, 3, 4 距離場関数: Dmeasure (P)

図2 クラスマップ

図2に本プログラムのクラスマップを示す。

4. 距離尺度モデルにおける図形表示

(1) 空間細分による形状の概形表現

これは形状を八分木法表現に展開することにより、概形表現を行うものである。一辺Hの立方セルの中心点Pに対する形状Gの距離場データを距離場関数により求め、以下の基準で判定を行う。

基準1：点Pを中心とした半径rの球がセルを含むとき、内外判定データのIN, OUTに応じて、セルは‘内’、‘外’と判定する。

基準2：点Pを中心とした半径rの球がセルに含まれるとき、セルは‘未定’であると判定し、元のセルの中心を通り、各面に平行な平面で八つの合同な正方セルに細分し、同様な処理を繰り返す。

この再帰処理は、細分化されたセルの一辺の大きさが一定値以下(分解能)になるまで繰り返す。

(2) パターン表示による形状の多面体表現

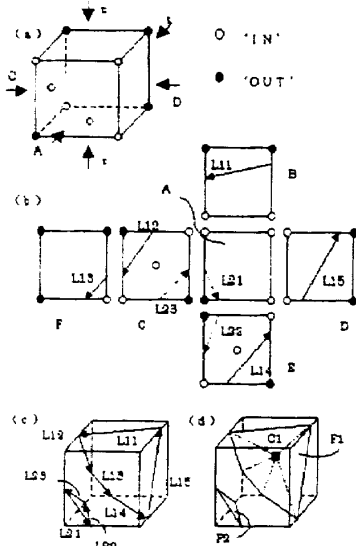


図3 パターン表示による形状の多面体表現

八分木法によって得られた‘未定’セルの各面に対して、その四頂点について得た内外判定データの組み合わせパターンに応じて、あらかじめ定めた所定の境界辺セグメントを求め、各面の境界辺セグメントを所定の手順の基で結合して得られる表示面セグメントを、当該未定領域の表示面とするものである。

未定セルに対する手順について、図3の例を用いて説明する。図3(a)は未定セルの一つを、図3(b)はその展開図を表している。これら各々の未定セルの各面に対して、頂点の内外判定によって、セルを、六種類、計七つのパターンに分類した後、二分法を用いて、未定セルにおける領域の境界線分 Q_0Q_1 (Q_2Q_3)を求める。こうして得られた境界辺セグメントL11~L15, 及び、L21~L23に対して、‘IN’の頂点を右に、‘OUT’の点を左に見るように向きを与える。そして、これ

らの境界辺セグメントを、隣接するもの同士を、まとめてグループ化すると、図3(c)のように、向き付けられた2つの多边形、L11~L15, 及び、L21~L23が得られる。さらに、これらの多边形をそれぞれ、その頂点の重心に関して三角形分割することにより、表示面セグメントを求める。即ち、図3(d)に示すようにC1に関して三角形分割して得られる面F1と、三辺形のため分割されない三角形領域F2が表示面セグメントとなる。

5. 実行結果

八分木法、多面体表現それぞれ図形表示を行った。環境設定はviewで設定を行う。まず、表示の中心座標(0, 0, 0), 表示範囲30, 表示のdepth 5, 視線方向(1, 1, 1)とする。

図4は、中心(5, -5, 5), 半径6の球s1を表示。

図5, 図6は、中心(0, 0, 0), 一辺10の立方体c1と、中心(5, -5, -5), 一辺12の立方体c2の和図形a1, そのa1から、前述の球s1をひいた差図形su1を表示した結果を示す。

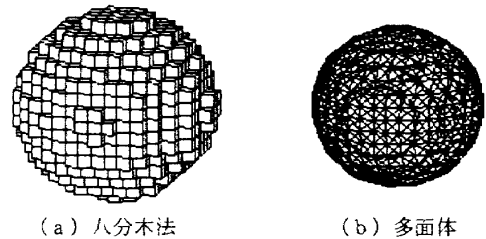


図4 球の表示

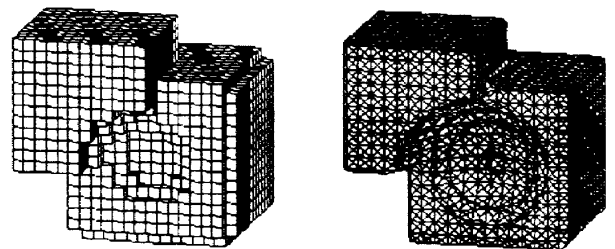


図5 合成図形の八分木法表示

図6 合成図形の多面体表示

6. むすび

本論では、新たなスペースモデラーとして、距離尺度モデルを提案し、試作に基づく実験によって、その有用性を実証した。図形処理のための統一的な形状表現を可能とする距離尺度モデルは、次世代の機械系CADやコンピュータグラフィックスに適した幾何モデリング手法として位置づけている。

今後の課題としては、本距離尺度モデルの特性を活かしたアプリケーションの研究、並列処理による処理高速化、本プログラムのデータ入力簡略化、基本図形のプリミティブの追加、拡大図形の作成、形状のマスプロパティの導出についての研究などが挙げられる。