

実時間3次元動画システムにおける動画記述

2Q-2

中島 康彦 新実 治男 富田 眞治 萩原 宏
(京都大学 工学部)

1. はじめに

我々は、現在、3次元図形表示専用マルチプロセッサ EXPERTS (EXpandable Parallel processor Enhancing Real-Time Scan conversion)^[1]を核とする実時間動画システムの開発を進めている。このシステムでは、動画に登場する立体の形状記述・動画記述・動画表示の作業を一貫して対話的に行うことができる。

2. 実時間3次元動画システムの概要

本システムでは、動画の作成過程を 1)動画に登場する立体の形状定義; 2)立体・視点・光源光線を用いた動画の定義; 3)動画の実時間表示; の3段階に分けている。そして、それぞれを立体構築部・動画構築部・動画表示部とし、図1に示すように、ホスト計算機・EXPERTS間で処理分担を行っている。特に動画表示部では、EXPERTSとホスト計算機のパイプライン処理により、図形表示の高速化を図っている。

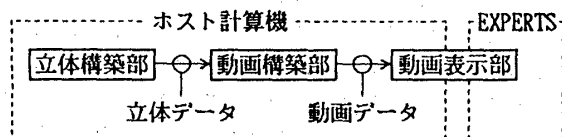


図1 実時間3次元動画システムの構成

(1) 立体構築部

ユーザは、CSG表現に基いて立体の形状を記述する。随時、ディスプレイ上に立体を表示することで、対話的な作業を行うことができる。

入力されたCSG表現は、動画表示部における図形の高速表示のために境界表現に変換する。ただし、EXPERTSは、曲面をスムーズ・シェイディングを施した三角形の集合として表示するため、立体が含む全ての曲面は三角形によって分割近似する。作成した境界表現は、立体データとして動画構築部で使用する。

本サブシステムは、Rochester大学開発の『PADL-2』^[2]を改良したものである。CSG表現を解釈する部分はそのまま利用しており、境界評価を行う部分に曲面の分割近似処理機能を追加した。

(2) 動画構築部

ユーザは、各フレームを『時刻Tにおける一つの立体集合』と見なし、立体のCSG表現と同等な表現を用い

て動画を記述する。また、随時、ディスプレイ上に各フレームを表示することが可能である。

入力された動画の記述から、各時刻における各立体の座標変換行列および光源光線ベクトルを求め、これらのデータと立体データの組から動画データを構成する。

本サブシステムは、『PADL-2』のCSG表現解釈部に、動画を記述するために必要な、新たなシステム変数を導入することで構成した。詳細は、3節以下で述べる。

(3) 動画表示部

ユーザは、動画データを指定することにより、実時間での動画表示を行うことができる。

ここでは、立体の座標変換処理およびクリッピングをホスト計算機が担当し、より計算コストのかかる隠れ面消去処理および現実感表出処理をEXPERTSが担当している。

3. 形状記述と動画記述の類似性

立体構築部で採用しているCSG表現は、目的立体を根、立体プリミティブを葉、論理演算操作・座標変換行列・色情報を節とする二分木構造を成している(図2)。

これに対し、動画構築部では、フレームに登場する立体を葉、座標変換行列および色情報を節とし、フレームを根とする二分木により動画を表現している。この表現は、次の点を除いて立体のCSG表現と同等である。

- ① 節の論理演算操作が和演算に限られる。
- ② 座標変換行列・色情報が、時刻変数“T”を含む。

4. 動画記述の実際

以下、形状記述と比較しながら動画記述について具体的に説明する。ここでは、図2に示す目的立体を用いた動画の記述例を取り上げる。図3に、この立体の形状記述を示す。各行の意味は、以下の通りである。

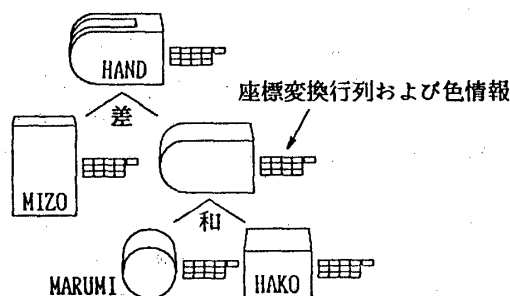


図2 立体のCSG表現

```

1: GENERIC HAND ( PART );
2: PART = ( HAKO UN MARUMI ) DIF MIZO;
3: HAKO = BLO ( X=4, Y=4, Z=4 ) AT MOVX=-2, MOVZ=-1;
4: MARUMI = CYL ( R=2, H=4, COL=7 ) AT MOVZ=-1;
5: MIZO = BLO ( X=6, Y=6, Z=2 ) AT MOVX=-3, MOVY=-3;

```

図3 形状記述例

- 1: 目的立体を"PART"、ファイル名を"HAND"とする。動画記述においては、このファイル名により立体を参照する。
 - 2: "HAKO"と"MARUMI"の和演算により得られる立体から"MIZO"を差し引き、これを"PART"とする。
 - 3: 一辺の長さが4である立方体を基準位置からX軸方向に-2, Z軸方向に-1移動し、これを"HAKO"とする。
 - 4~5: 第3行と同様、円筒と立方体を定義する。
- 一方、図4に、"HAND", "ARM", "BASE"の3つの立体を用いた動画の記述例を示す。この中で、"_"で始まる識別子が2節で述べたシステム変数である。

```

1: GENERIC SAMPLE ( ROBOT );
2: _VIEW = DEG X=-45,
      MOVZ=40,
      MOVY=40;
3: _RAY = ROTY=_T;
4: _TMIN = 0;
   _TMAX = PI/2;
   _TSTEP = PI/20;
5: ROBOT = PBASE UN PARM UN PHAND;
6: PBASE = BASE ( COL=113 ) AT CS1;
7: PARM = ARM ( COL=070 ) AT CS2;
8: PHAND = HAND ( ) AT CS3;
9: CS1 = ROTY=_T;
10: CS2 = ROTZ=_T, CS1 XFRMEDBY ( MOVY=12 WRT CS1 );
11: CS3 = ROTZ=-_T, CS2 XFRMEDBY ( MOVY=10 WRT CS2 );
12: PI = 3.14159;

```

図4 動画記述例

- 1: フレームを"ROBOT"、ファイル名を"SAMPLE"とする。
- 2: ワールド座標(0, 40, 40)に視点を置き、視線ベクトルを(0, -1, -1)とする。視点および視線ベクトルは、視点座標(0, 0, 0), 視線ベクトル(0, 0, -1)の基準視野に対する座標変換として記述する。
- 3: 光源光線ベクトルが $(-\sin(_T), -\cos(_T), 0)$ となるように定義している。平行光線・点光源の区別なく、視点・視線ベクトルと同じ方法で記述するが、平行光線の場合にはベクトルだけが有効となる。
- 4: 時刻変数"_T"を0からPI/2まで、PI/20ずつ変化させることを指定する。
- 5: フレーム"ROBOT"をサブフレーム"PBASE", "PARM", "PHAND"から構成する。サブフレームとは、フレ

ームを構成する際に使用する一時的な節で、形状定義における中間的な立体に対応している。中間的な立体を目的立体として扱えるのと同様、サブフレーム自身をフレームとして扱うことができる。

6: 立体"BASE"を色コード113で着色し、座標系"CS1"に属するサブフレーム"PBASE"に割り付ける。

7~8: 第6行と同様、立体を各サブフレームに割り付ける。

9: ワールド座標系を基準とし、Y軸の周りを"_T"の増加とともに回転する座標系を"CS1"とする。

10: 座標系"CS1"を基準とし、Y軸方向に12だけ平行移動、Z軸周りを回転する座標系を"CS2"とする。

11: 第10行と同様、座標系"CS3"を定義する。

12: "PI"を定数3.14159とする。

階層的な動画記述も可能である。例えば、図4で記述した動画は、"SAMPLE()"という識別子で他の動画記述から参照することができる。この場合、"SAMPLE()"は、サブフレームと同等なものとして扱われる。

5. 動画記述の特長

以上に述べた動画記述の特長を列挙する。

- ① 動画の記述方法が、動画に登場する立体の形状記述とほとんど同様の概念であり、一貫した作業として捉え易い。また、CSG表現の柔軟性をフレームの定義の際にも利用できる。
- ② 記述した動画を一つのサブフレームと見なし、別の動画におけるフレームの一部として使用するという階層的な動画記述が容易に実現できる。
- ③ 形状記述と動画記述それぞれの解釈および内部表現への変換を共通の処理系で行うことができるため、システム全体をより小さくまとめることができる。

6. おわりに

本システムでは、立体構築部と動画構築部がともに「立体」を扱うことから、立体構築部で作成した複数の立体を動画構築部において組み合わせ、さらに複雑な立体を構成したり、動画において同じ動きをする立体を一つの立体と見なして、予め立体構築部で作成しておくなどの柔軟な動画作成が可能となっている。しかし、現段階では、立体自身の時間的な変形がX, Y, Zの各座標軸方向のスケーリング(拡大・縮小)に限られており、しかも局所的な変形を行うことができない。動画システムには、立体の局所的な変形などさらに自由な振舞の記述能力が必要であると考えており、今後、この方向の拡張を行う予定である。

7. 参考文献

- [1] 萩原宏:「ファームウェア制御・並列処理方式によるVLSI向き高速図形表示処理システムの開発」昭和59年度 試験研究・研究成果報告書 昭和60年3月
- [2] Christopher M. Brown: "PADL-2: A Technical Summary", IEEE CG&A, Vol.2, No.2, pp.69-84, Mar.1982.