

2Q-6

実時間アニメーションのための隠面消去

浦野直樹 宇野栄

日本アイ・ビー・エム株式会社 サイエンス・インスティテュート

1. はじめに

物体をダイナミックに動かすということについては、従来、物体を線画で表示する方法が多くとられてきたが、線画よりもはるかに三次元物体の表現力がある面画でのアニメーション表示の需要がますます高くなってきている。

面画のコンピューターアニメーションを実時間で可能にするには、高速に隠面消去の必要がある。我々は過去、高速に隠面消去する手法¹⁾を提案した。ここでは、その手法のもつ制約を、階層構造を持つ優先順位グラフを導入することによって緩和し、これまで容易に達成できなかった物体系の動きの組合せに対して、高速にそして効果的に実時間で隠面消去する方法について述べる。

2. 処理の流れ

処理は大きく分けて、優先順位リストを作る前処理とそのリストから表示順序を求めて隠面消去する処理とに分かれる。前処理に必要な入力データは物体を構成する多角形、物体の動的範囲を示す凸部分空間、そして部分空間の階層構造である。

前処理では入力データを部分空間と物体の動きが与えられた時に多角形の表示順序が容易に決まるようなデータ構造に変換する。ひとかたまりとして動く物体はFuchsらのBSP-Tree²⁾で表す。ここでの作業の一つはそれぞれの物体に対してBSP-treeを作ることであり、もう一つはそれらのBSP-treeを含む部分空間の表示順序を決定できるようなデータ構造を作ることである。それは、次章で述べるように、空間分割を表すグラフとその階層構造を作成することである。

部分空間と物体の動きが入力された時に、それにしたがって、まず、どの部分空間から表示するかが求められる。次に、それらの部分空間を再帰的に処理することによって最終的にどの物体、すなわちどのBSP-treeから表示するかが決り隠面消去が行なわれる。この作業が、動きのデータが入力されるたびに繰り返される。

3. アルゴリズム

1) 前処理の入力データ

前処理に必要なデータとして、次の三つがある。

- i. 空間分割を定義するデータ
- ii. 部分空間の階層構造を示すデータ
- iii. 物体の多角形データ

i. は、文献(1)で説明されている空間分割のデータである。図1のような空間分割を考えた時、表1と表2は図1の空間分割を表したものである。

ii. は、図1の場合、2という部分空間が2.1, 2.2, 2.3 という部分空間から構成されていて、その空間分割は表2であるというデータである。

iii. は、3次元座標の集合で表された多角形データであり、これからBSP-tree が作られる。

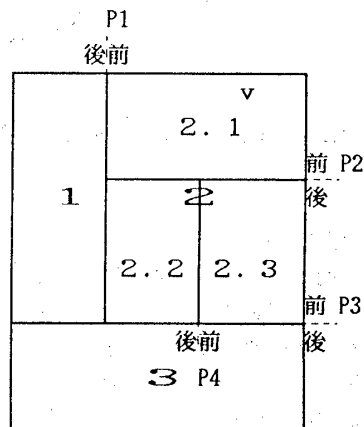


図1 空間分割の例 (上から見た図)

平面	部分空間	
	前	後
P 1	2	1
P 3	1 2	3 3

表1. rootの空間分割データ

平面	部分空間	
	前	後
P2	2.1	2.2
	2.1	2.3
P4	2.3	2.2

表2. 部分空間2の空間分割データ

2) 優先順位グラフの作成

優先順位グラフは文献(1)で示されている方法で求める。図2は、図1の空間分割に対する優先順位グラフと、その階層構造を示したものである。

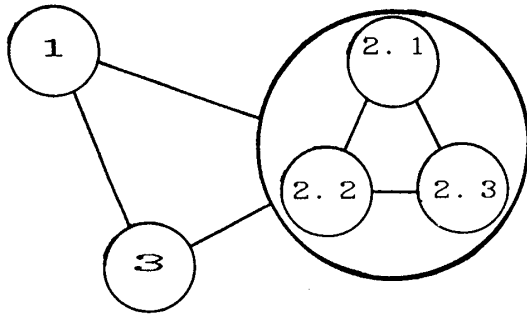


図2 空間分割の階層構造を表すグラフ

3) 疑似視点の計算

部分空間が動きうるため、視点 v を空間分割および物体データが記述されている系に変換し、これらのデータの系の整合性をとる必要がある。この結果を疑似視点 v' と呼ぶ。この過程は各階層レベルで再帰的に実行される。

部分空間の動きが行列 A で与えられた時、疑似視点 v' は次の式で求められる。

$$v' = vA'$$

ここで v はその階層レベルで与えられた(疑似)視点の位置である。

4) 有効グラフへの変換

文献(1)で示されている方法を使って、疑似視点を視点と見なしてそれぞれのグラフを有効グラフに変換する。

5) 優先順位の決定

有向グラフを縮退して、部分空間の優先順位を決定する。その処理は次の

Procedure REDUCEで示す。Gは有向グラフになる前の優先順位グラフで、AはGに対応する空間の動きを表す行列である。

Procedure Reduce(G, A)

- [1] Aから疑似視点 v' を求める
- [2] 有向グラフを作成する
- [3] 外向きのアークの無いノードを捜す
- [4] [3]に該当するノードがあれば、[5]へ飛ぶ
もしなければ、RETURN
- [5] [3]で得たノードが物体を指すもの(BSP-tree)なら、その物体を表示する
もしそれが他のグラフ G' とその動きをあらわす A' ならば、Procedure REDUCE(G' , A')を呼ぶ
- [6] [3]で処理したノードへ向かうアークを削除する
- [7] [3]へ戻る

上のProcedureが部分空間と物体の動きが入力されるたびに繰返される。

4. おわりに

ここでは、部分空間、そしてそれに対応する優先順位グラフに階層構造を持たせることによって、各々の物体と部分空間の動きを効果的かつ効率的に表現することができることを説明した。これにより、様々な物体の動きを、実時間で、面画のアニメーションにより表現することが可能になる。

参考文献

- [1] 浦野, 宇野, 隠面消去のための凸部分空間表示優先順位決定手法, 情報処理学会第31回全国大会論文集, Vol.III, pp.1707-1708 (Sep. 1985)
- [2] Fuchs, H., Abram G.D., and Grant E.D., Near-Real-Time Shaded Display of Rigid Objects, Computer Graphics, Vol. 17, No. 3 (July 1983)