

3-Dアニメーションシステム — 物体記述、動き指定、補間 —

2Q-1

土井章男、青野雅樹、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

コンピュータアニメーションは、TV、映画、教育、シミュレーション等に特殊効果を出す目的で使用され、十分な成果をあげている。その中でも3次元物体を忠実に再現したり、その動きや視点の変化の効果を表現するためには、3次元アニメーションが注目されている。現在、筆者らが開発しているアニメーションシステムは、3次元で対話性に富んだ統合型のアニメーションシステムを作成することを目的としており、3次元の静止物体および多関節動作物体の入力から、その動きの指定、修正、補間、レンダリングまでの一貫した流れを統合的に支援しようとするものである。

2. システム・コンセプト

(1) 多様な動き

我々がここでいう動きとは、各物体の移動、回転、拡大、縮小といったアフィン変換で記述される動作だけでなく物体のもつ属性や幾何学的、位相的变化(変形)も含まれる。

(2) 物体と動きの分離

物体と動きを完全に分離することにより、物体のデータベースと動きのデータベースがお互い、相互干渉せずに構築できる。また、すでに作成したデータベースを用いることにより、種々のパリエーションでアニメーションを行うことが出来る。

(3) キーフレーム法とscript法の統合化

動きを指定するのに、キーフレーム法は各キーフレームを適宜指定してキーフレーム間を補間することによって複雑な動きを比較的容易に人力できる平面、アルゴリズム的な動きには、不向きである。script法は、動きを言語シーケンスの形で入力するのでアルゴリズム的な動きに対して効果を発揮するが、複雑な動きに対しては、記述そのものが困難になってしまう。そこで我々は、動きの指定に対して両方の手法で定義でき、場合に応じて両手法を使い分け、ひとつのシーンの中で統合出来るようになってきている。

(4) 動きの連続系と離散系

システム内では指定された動きは、すべて連続系の関数の形式で保持される。連続系から離散系への変換は、コマ取り等の表示の段階でのみ行なわれる。

(5) 動きの演算

任意の動きを容易に合成出来ることは、入力の容易さ、データの保持、再利用、多彩な動きの作成の

点から重要である。たとえば、キーフレーム法において指定された動きを変更することは、各キーフレームを変更することであり、全体の動きを変更するには、すべてのキーフレームを変更しなければ、ならなかった。このようなことを解消するために動きの演算の概念を導入する。各動きの演算には、加算(合併)、平均、減算、乗算、接合etc.があり、これらの演算を用いることにより動きを合成する。

(6) モーション・ソルバー(動作推定)

あらかじめ設定された環境、ルールにより、システムが、ある物体の動きの経路を類推することによりユーザの動きの指定の負荷を軽減する。

(7) 視覚的アニメーション環境

ユーザは、アニメーションの作成過程のどの段階でもグラフィクスと対話しながらシステムと応対が出来る。

3. 物体記述

物体記述は、形状記述、構造記述、属性記述、カメラ・ライト記述にわけて行う。

(1) 形状記述

各形状のデータ構造は、CSG (Constructive Solid Geometry)を基本とし幾つかのプリミティブ(平面、円柱、直方体、円錐、楕円、etc.)の和・差・積および移動・回転などの組合せで定義されている。CSGを用いることにより構造が簡単になり、入力・修正が容易でデータ量も少なくなる。アニメーションシステムにおいても入力の問題は、大きな比重を占めており容易な形状入力は、重要な要素となっている。

(2) 構造記述

ロボット、人間等、多関節をもつ物体に対してリンク構造は、次の形式であたえられる。

$$C_{i+1} = M_i \cdot C_i$$

ここで C_i, C_{i+1} は座標系である。 $i, i+1$ は従属関係を表しており、 C_i は C_{i+1} の親座標である。 M_i は、link関係を表す座標変換マトリックスである。

(3) 属性記述

アニメーションで使用する物体は、形状だけでなくその属性も重要である。各形状の属性は、それを構成しているプリミティブに対してその材質、比重、表面属性(色、反射属性、透過属性、各種マッピングの有無、etc.)が、記述され、モーション・ソルバー、レンダリング⁽¹⁾で使用される。

3-D Animation System

-Object Definition, Motion Specification, Interpolation-

Akio DOI, Masaki AONO, Naoki URANO, Sakae UNO
Science Institute, IBM Japan Ltd.

(4) カメラ・ライト記述

カメラとライトに関しては、コンピュータ・アニメーション特有のカメラ・ライト効果をもつため、倍率、ウィンドウ設定、ビューポート設定等が記述される。

図1は、形状記述、構造記述、属性記述の関連概念図である。我々は、これらの記述を言語の形式で実現している。

4. 動き指定

動き指定は、キーフレーム法とscript法を統合したアプローチを用いている。等速運動、円運動等のアルゴリズム的な動きには、scriptアプローチを用い、人間の動きに代表されるような動きには、キーフレームアプローチを用いて動きを指定し、その結果をscriptファイルに変換して保存する。キーフレーム法で補間されるものは、各構造、各物体のもつ位置、表面属性(色、反射属性)等の状態変数(パラメータ) {p1, p2, . . . , pn} である。われわれは、この状態変数の変化の過程を動きと定義する。キーフレーム法を用いると動き指定は、グラフィック端末にて対話的に行なわれる(図2)。

キーフレームの保存は、scriptファイルに変換されるので編集・加工が可能である。各動きは、最終的に補間により基本単位時間(1フレーム間隔)ごとの単位動きに変換される。動きの演算は、その単位動きの間でなされ、擬似的に同期のとれた動きが生成される。この方法は、補間方法に依存しないため各動きに最適な補間方法を選択出来る。

5. 補間

補間方法は、線形補間、3次カーブスプライン補間、3次βスプライン近似⁽²⁾、3次B-スプライン(2次まで連続)を現在、サポートしている。

6. システム構成

本システムは、図3の構成をしており、研究用プロトタイプとしてIBM3081/VM/CMS上で実現されている。グラフィック装置は、IBM5080を用い、標準インターフェースとしてPHIGS(Programmer's Hierachical Interactive Graphics System)⁽³⁾を使用している。

参考文献

- 1) 青野雅樹「複合属性型を用いたレンダリング法」S61(後)情報全大
- 2) B.Barsky and J.Beatty, "Local Control of Bias and Tension in Beta-Splines", Computer Graphics(SIGGRAPH'83), 17(3), pp.193-218, July, 1983
- 3) IBM, Programmer's Reference for graPHIGS

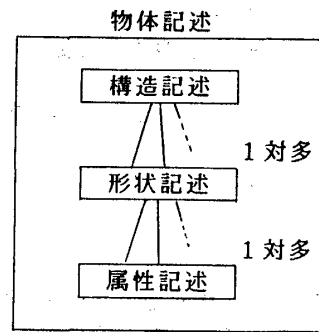


図1 形状記述、構造記述、属性記述の関連概念図

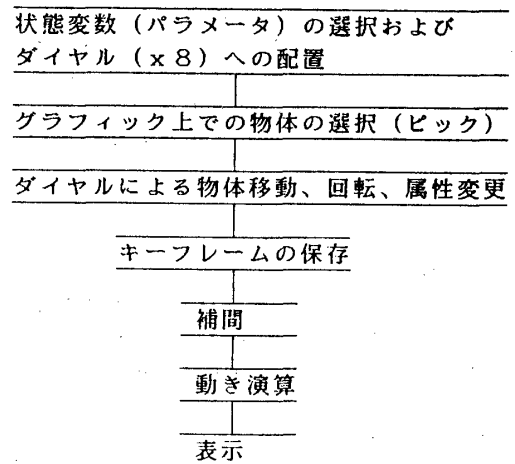


図2 キーフレーム法での動き指定

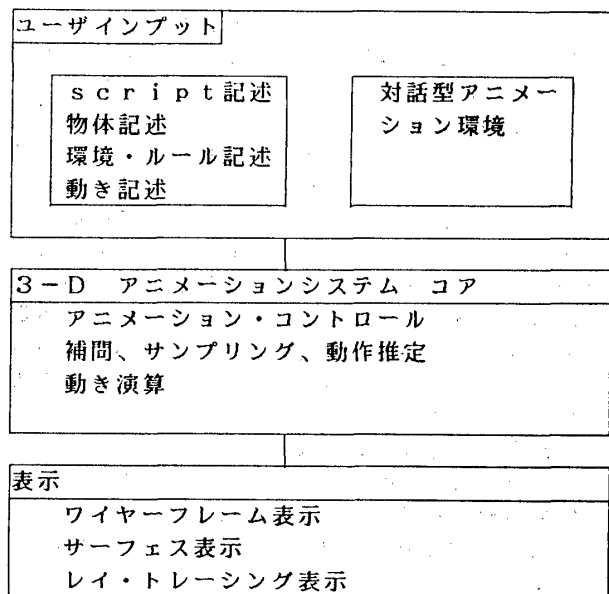


図3 システム構成図