

4W-1

Hypermediaシステムにおける
簡易型3次元グラフィックス

杉本 和敏

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

Ted Nelson の造語である Hypertext⁽¹⁾ システムでは、利用者がそこに書かれている文章を注釈、脚注あるいは他の文書の内容をランダムにアクセスしながら読み進むことができる。このシステムをグラフィックスに拡張して開発された Electronic Book⁽²⁾ も報告されている。Brown University (Rhode Island, USA) の IRIS プロジェクト⁽³⁾ では現在テキスト、グラフィックスおよびイメージの利用を可能とした Hypermedia システムの開発を行っている。本論文では、筆者がそのプロジェクトの中で開発担当した簡易型3次元グラフィックスの成果を報告する。ここでは2次元グラフィックス、テキストやイメージとのリンク構造およびマルチウインドウを用いたユーザー・インターフェース部分については割愛させて戴き、3次元動画表示の高速化に焦点を当てる。

2. 簡易型3次元グラフィックスの概略

本システムは、3次元物体の生成・編集、表示および動画を制御する機能を提供することを目的に以下の点を考慮し、UNIX環境でC言語により開発された。

- 1) 教育用システムを志向しているため、特殊なハードウェア機能を持たない安価なグラフィックス装置 (APA, 白黒) を有するパーソナル・コンピュータ (PC) 上 (IBM-PC/AT, IBM6100) で稼働する。
 - 2) 3次元形状を任意の方向から観察したり、任意の断面を観察したりできる。
 - 3) 各分野におけるシミュレーション結果を視覚化するために3次元形状の動きをリアルタイム (最低2コマ/秒) で表示する。
 - 4) 計算機を十分に知らない人でも操作できるように、できるだけアイコンなどを利用したユーザー・インターフェースを提供する。
 - 5) 多くの学科で利用できるように形状データの構造が柔軟かつ形状定義が容易に行える。
 - 6) ユーティリティ・プログラムを充実にすると共に対話的にシステムを構築できるツールを用意する。
- 図1にシステムの概略を示す。

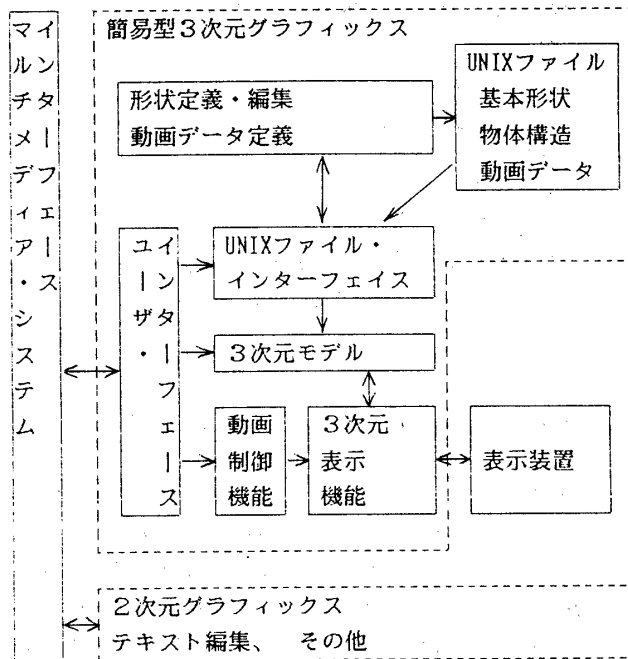


図1. システムの概略

3次元形状の表現にはB-Rep (Boundary Representation) を採用し、ユーザーは必要に応じてワイヤ・モデル、サーフェース・モデル、ソリッド・モデルを選択することができる。基本立体の生成は、アイコンより基本立体のタイプ (n角柱、n角錐、球、回転体、リング) を指定し、それぞれのタイプにより底辺の大きさや頂点の数、高さなど必要なパラメータを入力することにより行う。この基本立体から、集合演算や局所変形を施し、目的の形状を得る。現状では、生化学などの細胞の3次元形状の入力はできない。数個の形状からなる物体の構造記述および動画データの inputs は、システムと対話しながら作成・編集できる。これらのデータは、UNIXファイルとして管理されるがシステム稼働時、一時的に割り振られたバッファに、転送される。

数個の形状からなる物体の構造は、木構造によって管理されている。木構造の各ノードでは、基本形状間の親

子関係を指すためのポインター、形状データを指すポインター(数個のノードから一つの形状データを指しても良い)、および座標変換・射影変換の結果の座標値のみを構築した表示ファイルを指すポインターなどのポインターの管理と親の座標系との相対関係(距離、座標軸の回転角)などを示す属性データの管理が行なわれている。

表示機能としては、平行投影あるいは透視投影による射影変換で表示でき、以下の表現方法を利用できる。

- a) 線画表示
 - 全ての線を表示
 - 陰線を消去して表示
 - 陰線を適当な線種で表示
- b) 面画表示
 - 濃淡表示
 - 高速濃淡表示(全ての面が凸面の場合)
- c) 線画と面画表示の組合せ

3. 3次元動画表示の高速化へのアプローチ

3次元形状が複雑になるとその座標変換や射影変換に時間がかかりリアルタイムで動きを表現するのが難しくなる。そこで本システムでは、GKSというセグメント変換機能を積極的にとり入れ、ある時点から任意の間、3次元座標変換や射影変換により得られた表示ファイルのデータに対して2次元座標変換し、3次元物体を疑似的ではあるが高速に平行移動、回転移動、縮尺変換できるようにしている。これを実現するため、動画制御機能が提供されている。

2次元座標変換のための動画データは、3次元座標変換用の動画データの変位に対して射影変換し、表示座標系上の変位を求める方法と表示座標系上の座標値を動画データ・ファイルから直接与える方法の二通りの方法で与えられる。

表示機能では、2次元および3次元座標変換と射影変換された結果に対して陰線消去、陰面消去、陰影処理などの後、表示装置に図形を表示する。動画を表示する時の処理の流れを図2に示す。

ここで、この機能を利用した簡単な一例を示す。今、球状の錘をつけたバネの運動を3次元でリアルに表示することを考える。バネの形状を3次元自由曲線で表現したり、球状の錘(球面)に対して3次元座標変換、射影変換、陰影処理を各シーンごとに行うのは非常に処理が膨大である。本システムでは、上記の一連の処理を行った後、表示ファイル上の2次元データに対して2次元座標変換することでバネの動きを表現できる。この時、形状の位相情報および基本形状間の親子関係などは3次元モデルのデータが利用される。

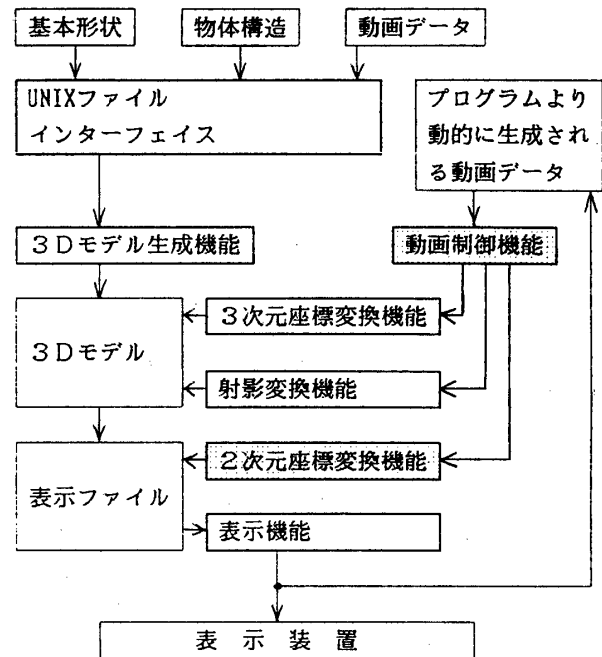


図2. 動画表示の処理の流れ

4. あとがき

緻密な写実的表現が要求されない応用分野では、常に3次元処理する必要がなく、表示ファイル上で2次元処理することで高速な疑似的3次元表示処理が可能である。したがって、本システムのように動画の制御機構に3次元座標変換、射影変換、2次元座標変換を時間的に混在させたパラメータ制御機能を有することは非常に処理効率面で有効である。今後は、自動的に2次元座標変換できる領域を抽出する機能を付加したい。

In closing this report, I wish to express my sincere gratitude to Prof. A. Van Dam, Dr. Norman Meyrowitz, and the scholar's workstations group of IRIS at Brown University.

参考文献

- 1) Nelson, T.H. "Getting it out of our system" in Information retrieval: A critical review, G. Schechter, Ed., Thompson Book Co., Washington D.C., 1967, pp.191-210
- 2) Feiner, S. etc. "An experimental system for creating and presenting interactive graphical documents," Trans. Gr. 1, 1 (Jan. 1982), pp. 59-77
- 3) Mart, S. Tucker, "The Star Wars Universities: Carnegie Mellon, Brown, and M.I.T.," AAHE, Number 2, 1983-84, pp. 3-23