

構造物の透視図の自動作製

名古屋大学 正員 島田 静雄
地域振興整備公団 正員 久保田 博巳
名古屋大学 学生員 柴田 伸治

1. まえがき

3次元図形を2次元のディスプレイ画面上に投影し、いかにリアリスティックに3次元的に見せるかというのは、グラフィック・ディスプレイのアプリケーション上非常に重要な面である。

3次元図形を画面上で、移動、回転、拡大、縮小、透視等の変換をおこなったり、隠れ線処理をおこなうには、一般に大量のデータの検索と処理が必要である。その上、ユーザーの指示により、一度表示された図形がたえず変更を受け、それに応じて蓄積されたデータの内容も変化する。このような図形データには、それなりの付加情報の蓄積が必要である。これらの問題を解決するために、データを pointer をつなぎ、リングを形成するリングストラクチャを採用した。

3次元図形を表示するシステムがある程度完成したので、ここに概要を報告する。

2. 基本処理操作

隠れ線処理を施した3次元図形の投影処理は、図-1のような流れ図によりおこなわれる。これらの作業のうち主なものを説明する。

(1) BODYの生成

3次元図形は、いくつかの単純な多面体から構成されると考え、この基本となる多面体(BODY)を生成する。BODYとしては、底面が三角形、長方形、正多角形、任意の多角形および円のそれぞれ柱体と錐体を考えた。

基本BODYを生成する際、入力条件とともに、BODYのNAMEを与える。生成されたBODYは、作業領域 stack に登録され、その stack pointer の値が返される。

ユーザーは、NAMEによりBODYにアクセスすることができ、機械および他のプログラムからアクセスするのは、stack pointer の値を利用する。

(2) BODYの位置決め

生成されたBODYを平行、回転移動により、定められた位置に設置する。

移動操作するには、まず基準となる座標系を決める。空間固定座標系、移動させようとするBODYが持つ座標系、またはその他のBODYが持つ座標系のうちどれかを基準座標系として指定する。

空間座標系以外の座標系は、任意に変換マトリクスとして作業領域に登録できる。このような座標系をあらかじめ設定しておく、組み立ての指示などを与えるのに便利である。

移動操作の対象は、BODYおよびBODYの集まり、そして座標系も対象となる。BODYの集まりの相互関係は、parent, son という tree 構造により定義される。この関係を用いることにより、移動操作の対象を個々の、あるいは tree 関係にある全体といったように指定することができる。

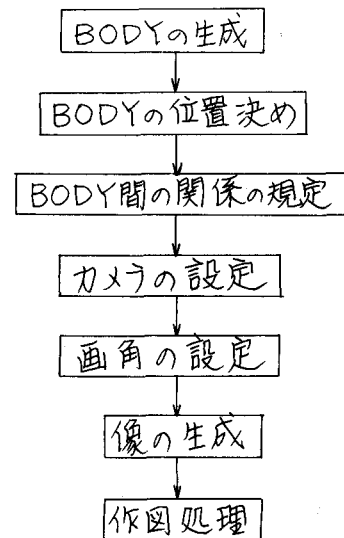


図-1 操作流れ図

(3) BODDY間の関係の規定

基本BODDYの組み合わせにより、対象とする構造を表現するため、BODDY間の関係を明らかにしておけば、移動、映像などの処理をする際何かと便利である。基本BODDYの集まりをparent, son, brotherの関係で結合し、全体をtree状に構成する。同時にBODDYをtree構造から解除できるようにしておく。

移動、投影などの処理をするときの対象範囲は、このtree構造がもととなり、ユーザーが任意に処理範囲を指定することができる。

(4) カメラの設定

カメラの設定には、次の値をパラメーターとして定義する。

- (a) カメラの中心位置
- (b) カメラの視軸
- (c) 画角
- (d) 像の分解能
- (e) 投影法

カメラの視軸は、効率を上げるため通常は座標原点を向いているが、座標点Pあるいはベクトル量を与えて設定することもできる。作製されたカメラはstackに登録される。

カメラを移動したい場合には、zooming, 平行, 回転および視軸方向へも移動させることができる。また、新しく設定し直すことも可能である。

カメラの分解能は、例えば横1000, 縦800のように指定する。作図の寸法は、この横縦の比率で定義される。また、この値は作図の際の誤差判定に使用される。

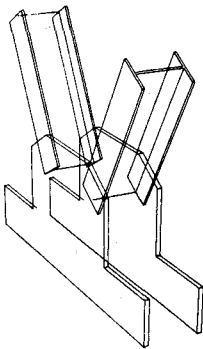
投影法については、中心投影、X-Y, Y-Z, Z-X面への平行投影および斜投影をこなうことができる。

(5) 像の生成

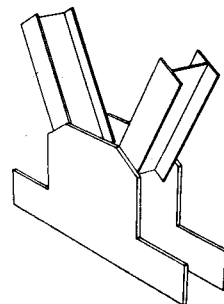
与えられたBODDY, またはBODDYの集まりを指定したカメラから見た時の出力図の元になるデータを計算機内部で作成する。

完全な隠線消去をおこなうものと、そうでないものの2種類用意した。後者の方法では、次に示す稜線に対応する線分を全てプロットする。

- (a) 凸の稜線で、両側の面のうち少なくとも一方の面がビジブルであるような稜線
- (b) 両側の面がビジブルであるような凹稜線



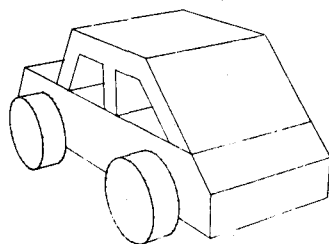
(a) 簡略隠線消去



(b) 完全隠線消去

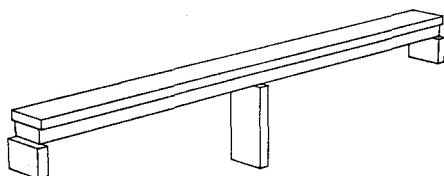
図・2 トラス接合部の透視図

この方法は、完全な隠線消去をおこなうよりも処理速度が速く、物の形を知るには十分である。ユーザーが望む最終的な出力図が得られるまでは、簡略隠線消去で判断を下し、最後に完全隠線消去の図を出させれば、リアル・タイム処理ができる。



3. データ構造

データを保管、処理する作業領域として、stack と list cell が確保されている。stack は、3ワードで1組を成してあり、モデルの構成要素を示す category number, ユーザーがモデルにつけた NAME, および stack pointer から構成されている。



図・3 完全隠線消去の例

モデルの属性を示す構成要素は、8ワードからなる記憶単位である list cell にまとめられている。この cell は、その表現するモデルの属性を示標する category number と他の属性との関連を示す ring pointer と、任意の情報を含ませることのできるデータ部の3つの部分から構成されているデータ・ストラクチャである。list cell は、構成要素の種類により、body, vertex, edge, face, camera など18種類の category がある。

例として基本BODYを作製したときの stack, list cell の中をのぞいてみる。BODYは、body, vertex, edge, faceという属性を表わす要素を持っている。これらの要素は、list cell 上に登録されると共に、ring pointer によってそれぞれringを形成し連結されている。同時にBODYが作られたことを示すために body という属性を示す category number とユーザー用のNAMEがstack上に登録される。ユーザーがBODYにある変換を施した場合、NAMEによりstack上のモデルを呼び出し、list cell 上のデータをring pointer をたどることにより必要な変換をおこなって行く。

データをpointerで連結し、リング・ストラクチャとして保管することにより大量のデータの検索、処理が可能となった。

4. むすび

以上のような操作を、CRT装置を用いておこなった。操作の過程は全て画面上に表示される。画面に表示された図形は、任意に接続のプロッターでコピーがとれる。

完全隠線消去をおこなう処理は、かなり時間がかかり、40装置のリアル・タイム処理という利点がそこなわれる。そこで、ユーザーの望む画面が得られるまでは、簡略隠線消去で操作を進め希望の図だけを完全消去で出力すれば、タイム・ラグは生じなくなり、40の能力を十分発揮することができる。

現段階では、BODY同士が離れて存在する。あるいは重なっていてもカメラの位置から見えない場合のみ、完全隠線消去が可能である。この点が今後の課題として残っている。また、立体と面、線構造を組み合わせたモデルの処理も課題の一つである。

これら一連のシステム開発にあたって、電研研の木村文彦氏、東大航研の穂坂衛氏の研究を大部分利用しました。また名大工学教室の田嶋太郎教授、近藤助幸の多大な協力に感謝します。なお、この研究には、名古屋大学大型計算機センターFACOM 230-4B、および40装置FACOM 6233Aを用いた。