

国土数値情報を用いた3次元地形の高速表示方式

5H-6

萩原 利幸 向井 信彦 亀山 正俊
三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

1. はじめに

従来、レーダーで捕捉する航空機及び航空機情報の表示は2次元表示が主であり、高さ方向の情報は高度を数値で表示していた。しかし、航空機の空間的位置関係を直感的に把握するために、航空機と地形の3次元表示が求められている。

本報告では、このような3次元レーダー表示システムにおいて地形情報を高速に表示するための地形データベースとライブラリのアルゴリズムについて報告する。

2. 高速表示のための方針

レーダー表示システムにおいてはインタラクティブな操作に対する応答性能が要求され、視点変更などの操作を行ってから、0.2秒以内に画面更新の必要がある。そこで、以下に示す方針に従って地形データベース及び地形ライブラリの設計を行った。

- 視野に入る地形データのみを地形ライブラリで抽出し、グラフィックス処理の対象データを削減する。
- 視点からの距離に応じて地形を構成するポリゴンの精度を変える。
- 要求応答性能の0.2秒以内に粗いポリゴンにより地形を表示する粗表示モードと2秒以内に細かいポリゴンにより地形を表示する精密表示モードの2つの表示モードを設ける。
- ポリゴンが大きい場合はテクスチャマッピング、小さい場合はグローシェーディングを使用した表示をおこなう。

3. 地形データベース

地形データは国土地理院から提供されている国土数値情報の1つである標高データを使用している。

3.1. 国土数値情報

国土数値情報は日本の国土に関する地理情報をデジタル化したものであり、標準地域メッシュと呼ばれる区画にしたがって各種の情報が整備されている。標準地域メッシュとは国土を一定間隔の緯度経度により区切った区画のことで、主に使用されるものは

大きさにより一次メッシュ、二次メッシュ、三次メッシュの3つである。一次メッシュとは経度1度、緯度40分に分割した区画、二次メッシュとは一次メッシュを縦横それぞれ8等分した区画、三次メッシュとは二次メッシュを縦横それぞれ10等分した区画である。各区画にはそれぞれメッシュコードを与え、緯度、経度方向の2つのコードの組み合わせで定義される。

地形表示のために使用したのはこの国土数値情報の1つである標高データである。標高データは三次メッシュを更に縦横それぞれ4等分した約250m間隔の格子点における1m精度の標高値と測定コードから成るデータである。

3.2. データベースの内容

レーダー表示システムにおいて使われる地形データベースは以下のデータから構成されている。

- ① 地形グラフィックデータ
格子点の標高値と属性データのみを標高データから、3次元グラフィックスにより表示可能な地表面のポリゴン形状データを作成したものである。格子点の3次元座標値、標高値及び標高に応じた色情報から構成される。
- ② テクスチャデータ
テクスチャデータはグローシェーディング描画した地形のイメージを使用しており、1画面内にテクスチャマッピングとグローシェーディングを混在させた場合でも違和感が少ない。
- ③ 座標-メッシュコード変換テーブル
2次元座標値からその位置にある二次メッシュのメッシュコードの求めるテーブルである。このテーブルは表示領域解析の時に視野に入る二次メッシュを求めるために使われる。

4. 地形ライブラリ

4.1. 表示領域解析

表示領域解析は視野に入る地表の範囲とそこに含まれる二次メッシュを座標-メッシュコード変換テーブルで求め、各二次メッシュに対して地形描画の時のポリゴンの大きさを決定する処理である。この処理は以下に示す3つの段階に分類できる。

- 視野クリップ
- メッシュコード解析
- ポリゴン数調整

Fast 3D Terrain Display Method using Digital National Land Information,
Toshiyuki Hagiwara, Nobuhiko Mukai, Masatoshi Kameyama
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

4.1.1. 視野クリップ

視野に入る地表範囲を求めるために視野を表す四角錐であるビューボリュームと地表面との交点を求める。ただし、視線方向によっては必ず4つの交点が求まる訳ではなく、この場合、地球が球であるために水平線より先は見えないことを利用してクリップする。求めた表示範囲は四辺形（以後視野四辺形と呼ぶ）の各頂点の座標として求められる。

4.1.2. メッシュコード解析

視野クリップにより求められた視野四辺形の頂点の座標値から表示範囲に入る二次メッシュを求め、得られた各二次メッシュに対して視点からの距離及び視線との成す角度から地形描画の時に使用するポリゴンサイズを決定する。表示範囲に入る二次メッシュを求める方法はアルゴリズムの単純化と高速化のために表示モード、表示範囲、視線の方向、視線の俯角といった条件により場合分けを行い、それぞれに対して最適な解析方法を使用した。以下にその場合分けを示す。

(1) 表示モードが粗表示のとき

(1-1) 広範囲表示

二次メッシュを求める処理時間が表示処理時間に比べて大きくなってしまいうので、二次メッシュを求める処理は行わず、全二次メッシュを表示対象とする。

(1-2) 狭い範囲表示

二次メッシュを求める方法を単純化するために視野四辺形を含むようなXZ軸にそれぞれ平行な矩形に含まれる二次メッシュを求める。

(2) 表示モードが精密表示のとき

(2-1) 俯角が大きいとき



二次メッシュを求める方法を単純化するために視野四辺形を含むようなXZ軸にそれぞれ平行な矩形に含まれる二次メッシュを求める。

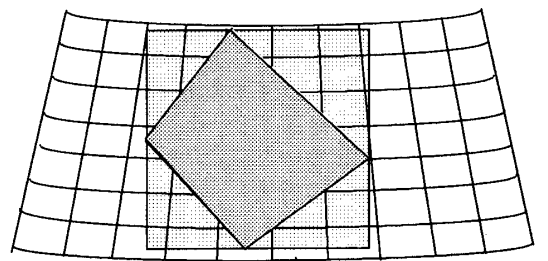
(2-2) 俯角が小さいとき

東西南北方位を8分割し、視野方向に適合してメッシュを求める。

4.1.3. ポリゴン数調整

応答性能の粗表示0.2秒、精密表示2秒を満たすために、表示ポリゴン数を表示H/Wで処理可能なポリゴン数に調整する必要がある。メッシュコード解析の所で決めたポリゴンサイズでのポリゴン数を求め、表示H/Wが処理可能なポリゴン数以上であればポリゴンサイズを大きくなるよう調整してポリゴン数を削減する。このとき、表示品質を落とさないために視点から遠いものからポリゴンサイズを大きくする。

-  視野四辺形を含むようなXZ軸に平行な矩形
-  ビューボリュームと地面との交点から求められた視野四辺形



2次メッシュ

2次メッシュと表示領域の関係

5. 地形描画方法

メッシュコード解析により求めたメッシュコードを使い、表示モードに応じたポリゴンサイズで二次メッシュ単位に描画する。地形の配色は標高値に応じた配色とする。地形のシェーディング方式としてはグローシェーディング及びテクスチャマッピングを併用する。地形のポリゴンサイズは三次メッシュの大きさを1倍として、1/4, 1/2, 1, 2, 5, 10倍の6種類を使う。ポリゴンサイズが1/4, 1/2倍の時にはグローシェーディングにより描き、1, 2, 5, 10倍の時にはテクスチャマッピングにより描く。

6. おわりに

以上の表示領域解析をおこなうことにより、視点位置や視線方向によって変わる地形表示のデータ量やディスプレイ上の表示面積に関らず、一定の応答時間内に描画を完了できる。

参考文献

- [1] 国土庁計画・調整局、建設省国土地理院 編：国土数値情報、大蔵省印刷局(1987)
肥後、清宮：レーダ用三次元状況表示装置、信学技報(1994)