

ショートノート

彩色遠近法による地形の立体表示†

松井 甲子雄†† 松岡 真樹††

この報告では、地図の入力処理により地形をカラーグラフィック装置上に彩色立体表示する方法を提案する。

1. ま え が き

地形の投影図を描かせる方法についてはすでにいくつかの報告がある¹⁾。たとえば、フライトシミュレータに用いられる平板近似法は山の斜面を粗な平板で補填するものであり、描画速度を重視するためかなり大まかな形で表し²⁾、また XY プロットによる描画は簡単であるが線図形のため地形の臨場感にとぼしい難点がある¹⁾。

この欠点を補うものとして、ここでは彩色遠近法を用いる。従来の方法では、前景と背景との差異を透視投影法に従って表示していたが、彩色遠近法では視点からの距離を色レベルに置換することにより、人間の視界に写る景色感覚を素直に表現できるものである。

2. 等高線情報の抽出処理

この実験に用いたハードウェア構成を図1に示す。等高線の茶色情報をビデオカメラを通して画像表示装置で抽出し、白黒の2値データに変換する。この等高線は、一般に文字、記号等により切断されているのでカーソル機能により連結し、細線化する。最後に、その等高線点列にキーボードコマンドで標高を入力すると図2のような3次元データ (x, y, z) が得られる(たとえば図2の標高20と25の部分である)。

3. 等高線間データの補間

図2の等高線間データをつぎの方法で補間する。標高 z を示す等高線上の画素 $P_i = (x_i, y_i, z)$ から、隣接等高線(標高 $z + \alpha$: $\alpha > 0$)上の画素 $P_j = (x_j, y_j,$

$z + \alpha)$ への最近傍画素を求める。すなわち、

$$R_i = \min_j \{ |x_j - x_i| + |y_j - y_i| \} \quad (1)$$

を満たす画素 $P_j^0(x_j^0, y_j^0, z + \alpha)$ である。このとき P_i からの最大傾斜線が P_j^0 に向かっているものと仮定する。この手順を各 i について実行すれば、標高差 α 間を最大傾斜線で埋めることができる。しかし、すべての画素について式(1)の計算を行うと計算量が多くなりすぎるため、ここでは、4~5画素間隔に最大傾斜線を求めて、上下の等高線とこれらの2線で囲む微小領域を生成した(図2参照)。この領域を平斜面と仮定し、その領域内の全画素の標高をつぎのように決定する。

標高差 α を最大傾斜線上の各画素に比例配分し、その標高とする。これにより微小領域の周囲点の標高が求められたので、次に x (または y) 軸にそって領域内の標高差を比例配分する。この手順を画面全域に適用し、近似標高データとする。この処理過程を図2に示す。

4. 視距離データの生成

地図上の任意の視点 $P_0 = (x_0, y_0, z_0)$ と視線方位 θ_0 が与えられたとする。この方位上の近似点列 $P_j^1 = (x_j^1, y_j^1, z_j^1)$ からつぎの極座標変換式を用いて、 P_0 から P_j^1 への直距離 D_j^1 および P_0 から P_j^1 への仰角(またはふ角) Φ_j^1 を求める(図3参照)。

$$D_j^1 = \sqrt{(x_j^1 - x_0)^2 + (y_j^1 - y_0)^2 + (z_j^1 - z_0)^2} \quad (2)$$

$$\Phi_j^1 = \tan^{-1} \frac{z_j^1 - z_0}{\sqrt{(x_j^1 - x_0)^2 + (y_j^1 - y_0)^2}} \quad (3)$$

θ_0 方向のふ角の下限 Φ_0 から仰角の上限 Φ_0 までの $\{D_j^1, \Phi_j^1\}$ ($j=0, 1, 2, \dots, n$) を求め、さらに $\theta_0 - 30^\circ \sim \theta_0 + 30^\circ$ の範囲にわたり、この計算を実行する。このとき、同じ仰角においては、 D_j^1 の大きい点 j は小さい点の陰で見えないから近いほうで書換えを

† Three-Dimensional Display of Terrain Map by Distance-Color Conversion by KINEO MATSUI and MASAKI MATSUOKA (Department of Electrical Engineering, National Defense Academy).

†† 防衛大学校電気工学教室

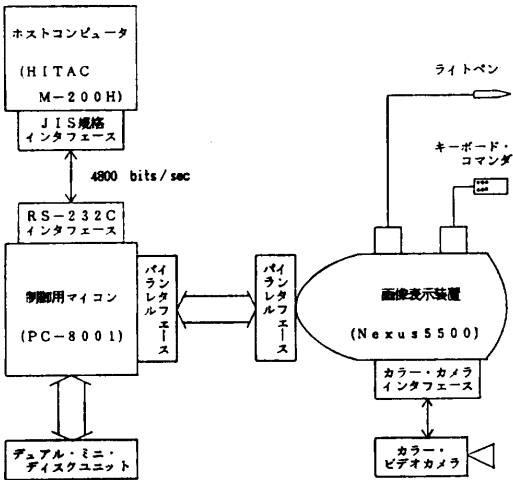


図 1 ハードウェア構成
Fig. 1 Hardware configuration.

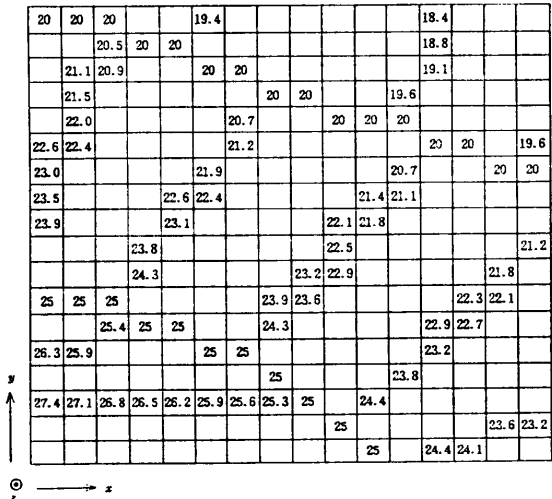


図 2 3次元データ
Fig. 2 Three dimensional data.

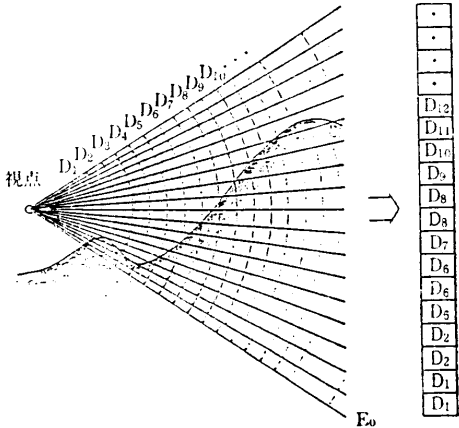


図 3 視距離データの生成
Fig. 3 Generation of visual distance data.

表 1 距離・色変換表 (例)
Table 1 Distance-color conversion table.

距 離	R	G	B
近 距 離	3	15	6
↑	4	15	6
	5	15	6
	3	14	6
	4	14	0
	5	14	0
	3	13	0
	4	13	0
	3	12	0
	3	11	0
	3	10	0
	3	9	0
	4	9	4
	3	8	0
	4	7	0
	4	6	0
	3	5	2
	4	5	2
	5	6	0
	7	7	0
	7	8	0
↓	8	8	0
	9	10	0
遠 距 離	11	12	0
空	15	15	10



図 4 出力表示の例

Fig. 4 Examples of output display for a hill.

する (図3の D_2 と D_3).

5. 色データへの変換とその表示例

実際の山々の景色は天候や太陽の位置, 植生により多様に変化するが, ここでは地形の概形を把握するため視距離データに対応して映像信号データを生成する彩色遠近法を用いる. 近距離を明るく, 遠くなるに従い暗緑色からアサギ色, 灰色へと変化させて遠近感を表現するため表1を配色テーブルとした. この方法で表示した実例を図4に示す.

これらの結果でもわかるように, 視点からの視距離にもとづいて配色をほどとした彩色遠近法が従来の平板近似やプロッタ描画に比較し, はるかに明確な地形表現を与えており, 立体感ある図形を提示できる.

6. む す び

この報告では, 地図を直接入力して地形を立体表示する方法を述べた. 彩色表現にはやや時間がかかるが臨場感あふれた表示ができるので地図教育などの場
に利用できる.

参 考 文 献

- 1) Horn, B. K. P.: Hill Shading and the Reflectance Map, *Proc. IEEE*, Vol. 69, No. 1, pp. 14-47 (1981).
- 2) 日立電子(株): HITACHI Visual Display for Flight Simulators 説明書, DA-E010 (1982).

(昭和58年7月21日受付)

(昭和58年9月13日採録)