

近隣から遠景まで同時に表現できるデフォルメ地図の提案

岡島 仁美[†] 堀 久実子[†] 宮村 (中村) 浩子[‡] 斎藤 隆文[‡]

[†]東京農工大学 工学部情報コミュニケーション工学科

[‡]東京農工大学 大学院生物システム応用科学府

本研究では近隣と遠景の両方を同時に表現できるデフォルメ地図の作成を行う。地理情報の提示方法は様々あり、それぞれ長所と短所を併せ持っている。2次元地図の場合、距離や方角がわかりやすい反面、3次元の山の形状がわかりにくい。一方鳥瞰図は、山の形状はわかりやすいが距離や方角がわかりにくい。そこで注視点付近の領域では2次元地図の長所を、遠方では鳥瞰図の長所を活かすようにデフォルメを加える。提案手法では、視点からの距離によって投影方法を変える非線形な単視点投影を用いる。また、描画領域が非常に広範囲となることから、二等辺三角形メッシュを用いた詳細度制御法を適用し、遠方領域の要素数を削減する。

Proposal of Deformation Map Using Expression of the Close and Distant View

Hitomi OKAJIMA[†] Kumiko HORI[†]

Hiroko Nakamura MIYAMURA[‡] Takafumi SAITO[‡]

[†]Department of Computer, Information and Communication Sciences,
Tokyo University of Agriculture and Technology

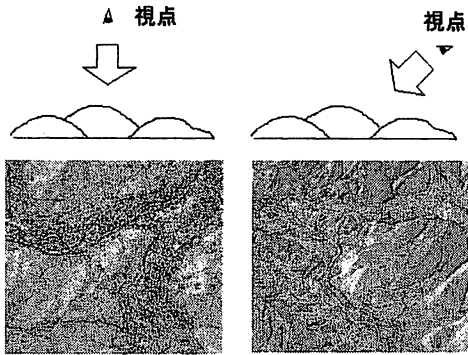
[‡]Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering,
Tokyo University of Agriculture and Technology

In this paper, we propose a new type of deformation maps where both the close and the distant view are expressible. Various types of geographical maps have been used, and each type has strengths and limitations. In a 2D general chart, distance and direction information are comprehensible, while the shape of mountains are not. In a bird's eye map, the shapes of mountains are comprehensible, while distance and direction information are not. Thus, we combine the merit of a general chart in the closed area and the merit of bird's eye map in the distance area. The proposed method uses nonlinear single aspect projection that changes the projection method according to the distance from the aspect. Moreover, the LoD control method of the triangular meshes that reduces the number of elements is examined in the distant area.

1. はじめに

地図の表現方法にはさまざまなものがある。通常の地図は真上から平行投影したものであり(図1(a)), 方角や距離はわかりやすいため、主に目

的地までの道順や建物の位置を知りたいときに用いる。しかし、山の形状や高さの関係は把握しづらいことから、その土地の景観をイメージしにくい。一方、注視点の斜め上に視点を置いた鳥瞰



(a)一般図 (b)鳥瞰図
図1: 視点位置による地図の見え方[1]

図(図1(b))では、山の形状が表現されるので、景観がイメージしやすくなる。そのため観光マップなどに利用される。しかし、山で遮蔽領域が生じるほか、距離や方向がわかりにくく、道や建物などの細かい情報を得るのには適していない。そこで本稿では2つの地図の長所を活かし、近距離の領域では方向や距離が、遠方の領域では山の形状がわかり易く表現できるようなデフォルメ地図を提案する。

2. 非線形投影によるデフォルメ

2.1 投影方法

3次元形状を2次元に投影して描画する場合、通常は透視投影あるいは平行投影が用いられる。地図では一般図や鳥瞰図がこれに分類される(図1)。これらは、視点が一つに固定された単視点投影であり、また同次座標系において線形変換で表現できる。

投影によって形状をデフォルメさせるためには、非線形な単視点投影、もしくは多視点投影が用いられる。前者の場合、視点は1点だが、投影面に曲面を用いるなど非線形変換を用いることで、形状を歪ませる。例えば、Hyperbolic Tree[2]では、形状を球面に投影したものを平面に中心投影することで、遠方ほど小さく描画している。一方、多視点投影は、描画領域に応じて二つもしくはそれ以上の異なる視点から投影を行うものである。例えば Takahashi ら[3]は、鳥瞰図におい

て目的物の遮蔽を緩和したり輪郭形状を効果的に表示するために、多視点投影を用いている。

今回は、非線形単視点投影を用いたデフォルメを試みる

2.2 提案手法によるデフォルメ

ここでは近距離の領域では真上から、遠方の領域では横から見たように視点を設定した非線形単視点投影を行う。

本手法では Hyperbolic Tree[2]に見られる投影方法と同様、球面に一度投影した地形を平面に中心投影することでデフォルメを実現している。図2において Z は視点から注視点までの距離の z 成分、 r は xy 成分であるとし、注視点を (r, Z) とする。この点をデフォルメした点 R を求める式は次のようになる。

まず視点から注視点までの距離 D は以下のよう

$$D = \sqrt{r^2 + Z^2}$$

に定義される。視点 O を中心に仮想的な半径 1 の球を描き、この球面に注視点を投影する。投影した点 A を、点 B から球面に接する面へ投影する。このときの投影点を M とするとき、 $\triangle BAC$ と $\triangle BMN$ は相似であることから、次の関係式が求まる。

$$R : \frac{r}{D} = 2 : 1 + \left(-\frac{Z}{D}\right)$$

従って求める値 R は以下のようになる。

$$R = \frac{2r}{D - Z} \quad (1)$$

この R の値を用いて地図を描画することで、デフォルメが加わる。球面投影の利点はデフォルメが可能となる他、無限遠の点を表示することが可能となる点も挙げられる。

また(1)の式と、変数を用いて投影面を変化させる Denis らの手法[4]を利用することで、次の式が得られる。

$$R = \lambda \times \frac{r}{r_{Max}} + (1 - \lambda) \times \frac{2r}{D - Z} \quad (0 < \lambda < 1) \quad (2)$$

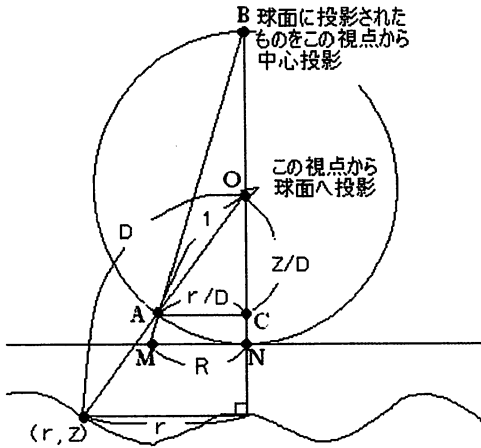


図 2: 球面投影の原理

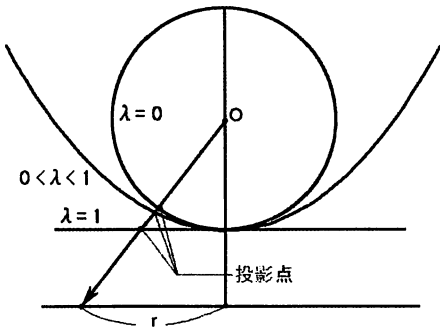


図 3: 投影面の設定

r_{Max} はデフォルメ後の最大半径である。λ は球面投影と平行投影の割合を変化させるもので、0 に近いほど球面投影、1 に近いほど平行投影に近い投影となる。 $0 < \lambda < 1$ のとき、投影面は球面と平面をあわせた曲面となる(図 3)。この式(2)を用いて地図の中央は平行投影で、端に行くほど球面投影になるように λ の値を設定する。

3. 詳細度制御

提案手法の場合、実際に見渡すことができる範囲を全て表示しないと、遠方の山の形状が正しく表現されない。例えば富士山の頂上は約 220km 先の地点から見る事が可能であるから、表示すべき領域は半径 220km に及び、扱うデータは大規

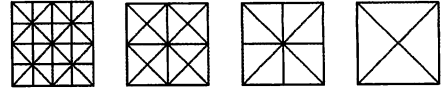


図 4: 詳細度制御の例

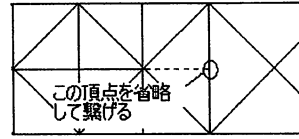


図 5: メッシュを繋げた例

模化してしまう。このため、リアルタイム描画を行うには詳細度制御が不可欠である。

詳細度制御法として、ポリゴンの形状特徴を保持する方法[5]などが知られている。しかし、データが不規則になるために、メッシュごとに分割して管理する必要があり、領域の境界での接続方法が複雑になる。また、河川や道路などのテクスチャデータとの整合性からメッシュが不規則になることは避けたい。そこで、図 4 に示すような階層的な直角二等辺三角形メッシュを用いる。これにより大規模なデータの管理をより簡単にし、詳細度が異なるメッシュを容易に繋げることができる(図 5)。

4. 描画実験

4.1 標高データ

国土地理院の数値地図 50m メッシュデータを用いて描画実験を行った。標高データの位置を xy 平面上にとり、標高値を z として扱い、ポリゴンを描画することで 3 次元地図を作成する。

また、広範囲の地図を作るために多くのメッシュを繋げることに加え、今後 3 節の詳細度制御を用いることを考慮する。そのため標高データだけを、あらかじめ元のメッシュデータを全て読み込んだ 200×200 のデータと、メッシュの繋ぎ目となる部分のデータを合わせた 201×201 のテキストデータを作成する。データを読み込む際には、各メッシュのデータを均等に飛ばし、簡略データとして扱う。

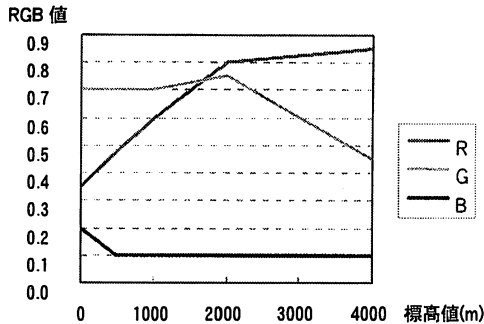


図 6: 標高と RGB 値の関係

4.2 擬似カラー表示

描画した地形の地表は、標高値ごとの連続色による擬似カラーで着色し、標高の低いところは深緑色、高いところは赤茶色とする。色は図 6 のように設定されており、R,G,B の値は 0 から 1 の範囲で取ることができる。

4.3 テクスチャマッピング

テクスチャ画像には国土地理院 数値地図の 20 万分の 1 地勢図を使用する。遠景では山の形状が表現できれば良いので、近隣のみテクスチャマッピングを行う。

5. 描画結果

実際のデータに提案手法を適用し、デフォルメ地図を作成した。その結果、全て球面投影した図 7(a)、また λ の値で投影の度合いを制御した図 7(b) が得られた。ここでの λ の値は xy 平面上での中心からの距離 r によって定まり、それぞれの λ と r の関係は図 7(e)、(f) のようになっている。また図 7(c)、(d) は、それぞれの形状の違いを明確にするためメッシュを表示したものであり、図 8(a)、(b) はテクスチャマッピングを行った結果である。描画対象は、甲府盆地を中心とした約 40km 四方の範囲であり、範囲内の南南東側に富士山を含む。今回は詳細度制御の部分が実装途中であるため、描画範囲を中距離までに制限したが、これが完成すれば、甲府から見える遠方の山並みがすべて表現可能となる。

全て球面投影を行っても中心部分は歪みが少なく平行投影に近い結果が得られると考えられる。しかし図 7(c)、(d) を比べてみると中心から少し離れた点では違いが大きく見られる。さらに図 8(a)、(b) より、平行投影されている領域では距離がわかりやすくなっている。このことから λ の値を場所によって変えることで、目的とするデフォルメにより近いものを表示できるといえる。

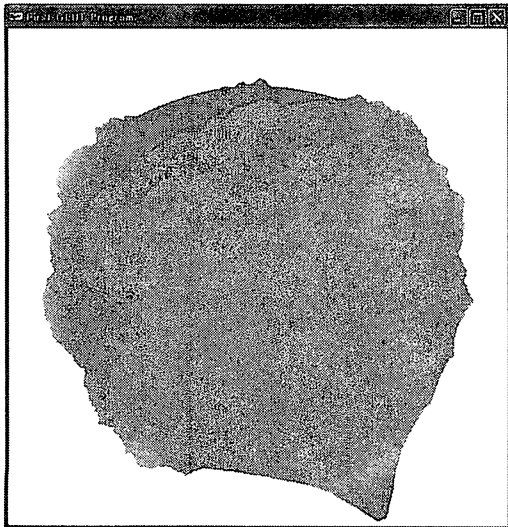
6. おわりに

本稿では新しいタイプのデフォルメ地図を提案した。実際の地形データに適用し、従来の 2 つの地図の長所を活かした結果が得られていることを確認した。

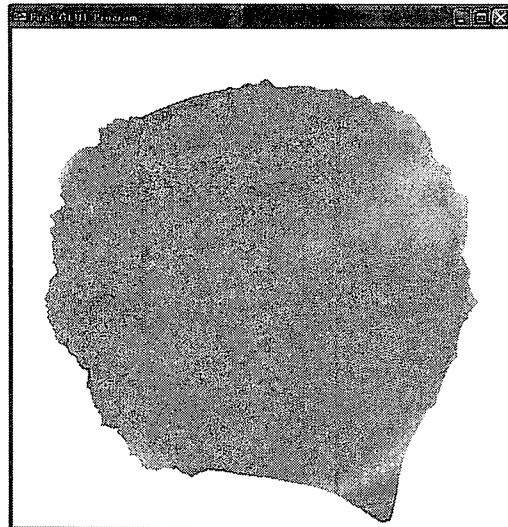
今後の課題として、 λ の値の与え方について検討し、 λ の値がデフォルメ効果に与える影響を調査する。また、よりユーザの意図したデフォルメを実現するために、多視点投影の利用を検討していく。なお、今回の実験では 40km 四方の範囲に適用した結果を示した。今後は、より広い領域を表示する地図を作成するために、頂点を間引いた詳細度制御の実装と、ポリゴン数が異なるメッシュの間を滑らかに繋ぐ手法を検討していきたい。

参考文献

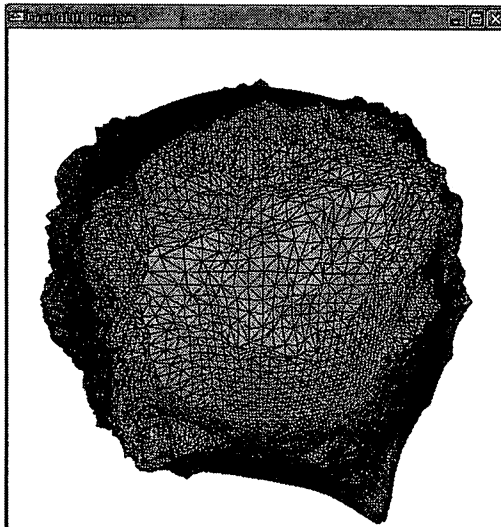
- [1] カシミール 3D, <http://www.kashmir3d.com>
- [2] Stuart K. Card and Jock Mackinlay: The Structure of the Information Visualization Design Space, *Proc. IEEE InfoVis'97*, pp.92-99, 1997.
- [3] Shigeo Takahashi, Naoya Ohta, Hiroko Nakamura, Yuriko Takeshima, and Issei Fujishiro: Modeling Surperspective Projection of Landscapes for Geographical Guide-Map Generation, *Computer Graphics Forum*, Vol.21, No.3, pp.259-268, 2002.
- [4] Denis Zorin and Alan H. Barr: Correction of Geometric Perceptual Distortions in Pictures, *Proc. ACM SIGGRAPH 95*, pp.257-264, 1995.
- [5] Hugues Hoppe: Progressive Meshes, *Proc. ACM SIGGRAPH 96*, pp. 99-108, 1996.



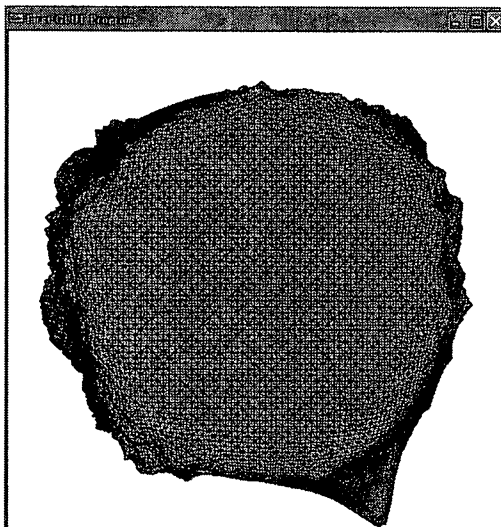
(a)



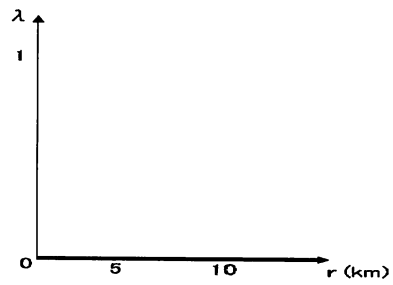
(b)



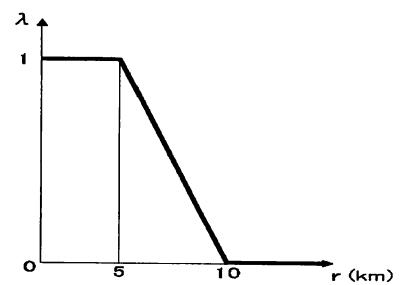
(c)



(d)

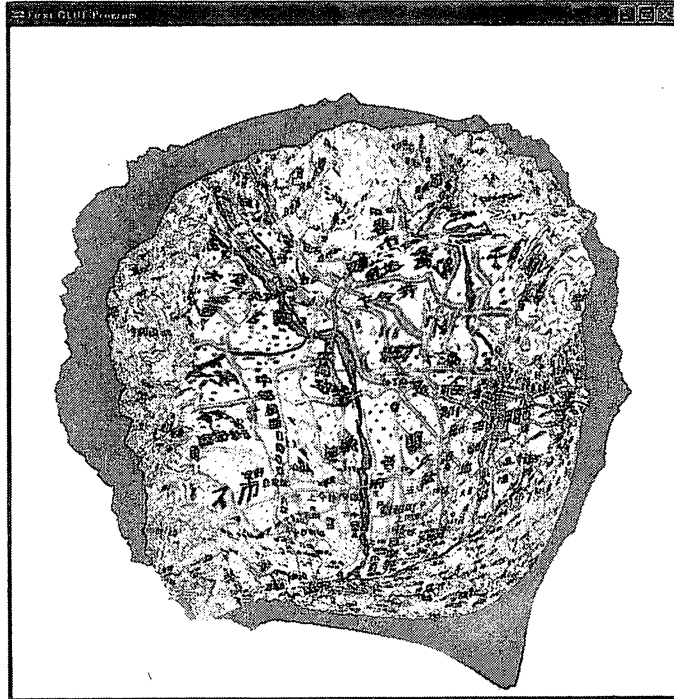


(e)

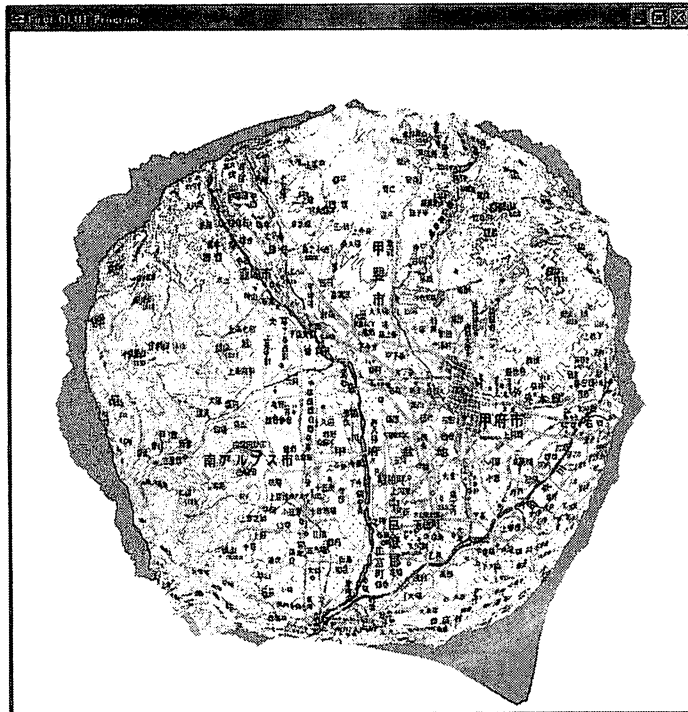


(f)

図 7: デフォルメ結果; (a)球面投影, (b)中心部を平行投影, (c)(a)のポリゴン表示, (d)(b)のポリゴン表示, (e)(a)の $\lambda \cdot r$ グラフ, (f)(b)の $\lambda \cdot r$ グラフ



(a)



(b)

図 8: テクスチャマッピング結果: (a)球面投影, (b) 中心部を平行投影