

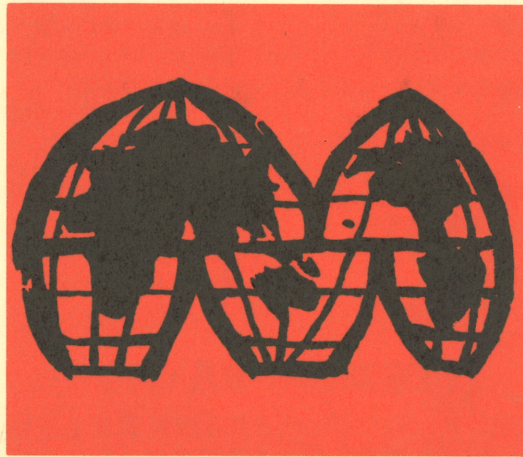
地図

ISSN 0009-4897

map

JOURNAL OF THE JAPAN CARTOGRAPHERS ASSOCIATION

日本国際地図学会



Vol. 37 No. | 1999

【原著論文】

ポリゴンシフト法を用いた影付き鳥かん等高線図の作成

村井俊治*・ビバラード=ポンケオ*

小野邦彦**・田中尚行**・安江茂隆**・柳 秀治***

キーワード：鳥かん等高線図，ポリゴンシフト法，隠れ処理

概要

著者らは「ポリゴンシフト法」と命名した新しい手法を開発することにより、影付きの鳥かん等高線図の作成を簡略にかつ効率的に作成した。このポリゴンシフト法は、等高帯で表わされるポリゴン(閉多角形)を定められた方向に、標高に応じて与えられる距離だけ順次連続的に移動させた時に、元の位置のポリゴンと移動したポリゴンとの間にブール演算(ビットを用いた論理演算)を適用するもので、鳥瞰図や影解析の際に必要な処理を簡略化できる。

著者らは、ポリゴンシフトの際に前面、後面の概念および奥行き距離の概念を導入することにより、鳥瞰図作成の際に必要な隠れ点処理や影解析の際に必要な影処理を幾何学および論理的に容易にすることができた。

著者らによって開発したポリゴンシフト法は、ラスト型の得意とするポリゴンの論理演算を基本とし、ラスト型の不得意とする位相構造(Topology)を、上記の概念を導入することで鳥瞰図の作成と影の生成を同じ手続きで処理できるという新しい知見を得たといえる。

1. 研究の背景

著者らはすでにポリゴンシフト法を提案し、最初の論文をすでにGIS学会誌「GIS—理論と応用」に投稿中である。(村井ほか、投稿中)ポリゴンシフト法を最初に発表予定の論文は、高層ビルの集中する市街地の建物景観図に、建物の影を付加する手法を紹介したものである。

本論文は、ポリゴンシフト法を地形景観の鳥瞰図の作成に拡張応用することを目論んだものである。

現在までに、いくつかの地形景観の鳥瞰図の作成手法が開発されてきた。(村井, 1997; Meijerink et al., 1994; A. Gruen, 1997)

その多くは格子状に与えられた数値標高データ(DEM)を利用したものであり、最近では地形図や衛星画像を属性データとして付与されたものも発表されている。(J. D. Wilson, 1998; L. Chen et al, 1993)

地形陰影(Hill Shading)は一般に地形表面が完全拡散面で構成されていると仮定して、光源と地形表面の法線のなす角の余弦で与えられ画像出力されてきた。(村井, 1997)

これらの地形景観は殆どが格子状の数値標高データ(DEM)が用いられ、等高線の形のままでは表現されてこなかった。これは等高線のままでは内挿が容易ではないことと、隠れ点処理が複雑になる処理上の問題にもよる。また等高線が三次元景観図に描画されていなくても地形景観を把握できることにもよる。

著者らが提案し開発したポリゴンシフト法は、等高線から得られる等高帯をポリゴンと見なし、これを視準方向あるいは影の投射方向に移動させるのみで、隠れ点あるいは影になる点の識別が論理判断できるというもので、従来の考え方と異なる隠れ処理方法といえる。

2. ポリゴンシフト法の等高線地図への適用

ポリゴンシフトとは、図1(a)に示すようにあるポリゴンを「シフト方向」と呼ばれる方向に「シフト量」と呼ばれる基本移動量だけ移動させることと定義される。ポリゴンシフトを施した後、元のポリゴンAと移動したポリゴンA'との間に次の三つの領域が生じる。

* アジア工科大学院宇宙技術応用研究科(STAR Program, Asian Institute of Technology)

** 中央地図株式会社(Chuo Mapping Co., Ltd.)

*** 株式会社 ジオ インフォ クリエイティブ(GEO INFO CREATIVE INC)

(1) A と A' の重複する領域 : $A \text{ AND } A'$

(2) A' に含まれない A の領域 : $A - (A \text{ AND } A')$

(3) A に含まれない A' の領域 : $A' - (A \text{ AND } A')$

著者らは上記の (2) の領域を「前面」と定義し、(3) の領域を「後面」と定義する。ポリゴンシフト法では、シフト以前のポリゴン A のうち前面のみと、シフト後のポリゴン A' を残す手続きを取る。こうすると「後面」は必ず隠れる側となるので処理対象から外すことができる。「前面」は見える可能性を有しているが、他の等高帯の作るポリゴンの「前面」との重複により一部見えなくなる可能性がある。

ポリゴンシフトは図 1 (b) に示すように連続的に繰り返しを施すことができる。図 2 は三つの異なる等高帯のポリゴンシフトをそれぞれ三回ずつ繰り返したものである。「後面」は自動的に消去され、見える部分のみが表示される。

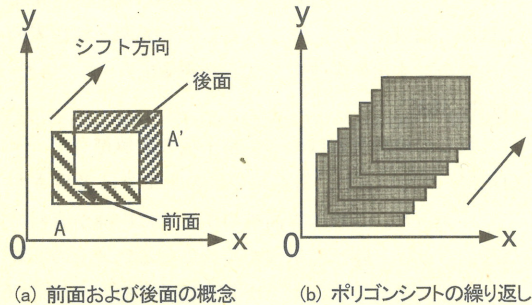


図 1 ポリゴンシフト法 の概念

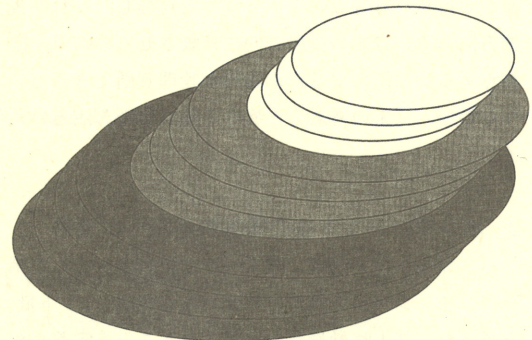


図 2 等高帯のポリゴンシフト

3. 奥行き距離による視隠チェック

著者らは、ポリゴンシフトを施す際に「奥行き距離」と呼ばれる新しい概念を導入し、ある等高帯上の点がある他の等高帯上の点を隠すか否かを論理判断するのに利用した。

まず等高帯を格子状のラスターデータに変換し、標高値に応じて低い方を小さな値になるよう整数値を割りあてる。これを奥行き距離の初期値とする。

ポリゴンシフト法では標高値の一番低い等高帯の奥行き距離を 1 とし、奥行き距離に応じて低い等高帯のポリゴンより順次シフトされる。

シフトをくりかえす毎に奥行き距離は、図 3 に示す例のように標高の高い方の等高帯のポリゴンの奥行き距離で置き換えられる。

ポリゴンシフトによりシフト前後の複数のポリゴンが重複する場合には、上記に述べた奥行き距離の大きい方が、小さい方を隠すと論理判断され、隠される点を画像出力対象から抹消する。

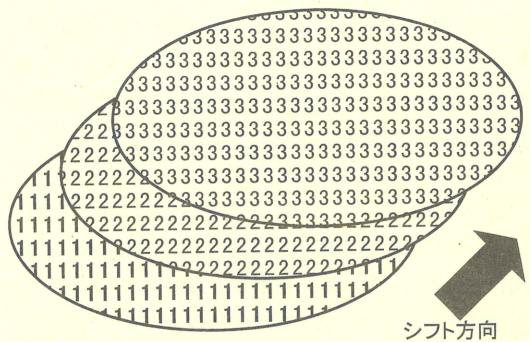


図 3 ポリゴンシフト法に伴う奥行き距離の付加

4. 等高線に対する陰影処理

等高線に対する陰影効果 (Hill Shading) は、北西側に面した等高線を明るくし、南東側に面した等高線を暗く表示すると、あたかも段々畑の陰影と同じよう

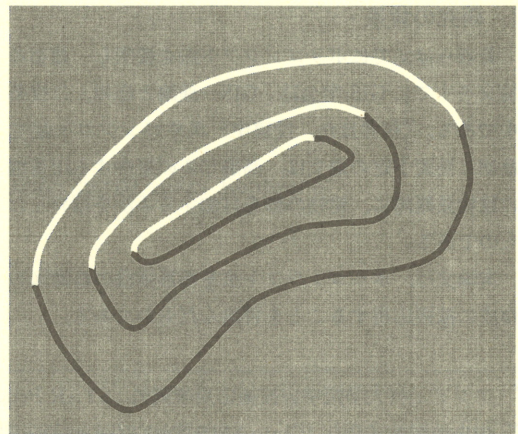


図 4 ポリゴンシフト法を利用した陰影効果の創生

な起伏感を与える (I. Eduard, 1965)。この手法は田中吉郎博士によって提案されたものであり、参考文献のドイツ語の本で紹介されている。

著者らの提案するポリゴンシフト法は、図4に示すように、単に等高帯のポリゴンを北西方向にシフトさせた時に生ずる「後面」を明るくし、「前面」を暗く表示するだけで、上記に述べた陰影効果を容易に得ることができる。画像処理の技法としてポリゴンシフトの繰り返しの際に色調を連続的に変化させれば、グラデーションによる連続した陰影効果を画像出力できる。

5. 地形が地形に落とす投射の影の解析

任意の方位と高度角を有する光源を地形に照射した時に得られる投射の影の足は、一般に光線と地形曲標高に応じて与えられるポリゴンシフトによって、面の交点を算出することで求められてきた。しかし、この方法は光線に沿った地形点の内挿と交点の有無を確認しなければならず、要領の良いアルゴリズムとは言えない。

著者らの開発したポリゴンシフト法によれば光源の照射方向に等高帯の作るポリゴン群をシフトするのみで、内挿も交点の計算をしなくて影か否かを論理判断できる。

影の解析は、鳥瞰図作成の時と全く同様に、ポリゴンシフトに伴うポリゴン間の重複する領域において奥行き距離の大小の比較を行い、大きい値の方が小さい値の方に影を与えていると判断することで実行できる。

図5は4つの等高帯を有する山岳1と3つの等高帯を有する山岳2の鳥瞰図用のシフト(視シフトと呼ぶ)と影解析用のシフト(影シフトと呼ぶ)を例示したものである。

図5で影シフト空間上で山岳1の最高標高の等高帯

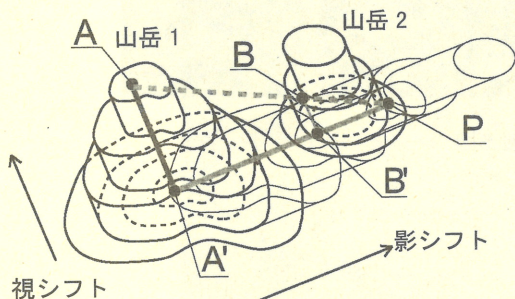


図5 視シフトと影シフトの相関関係

の影シフトと山岳2の第2番目の標高の等高帯の影シフトは一部重複している。重複領域内の点Pの山岳1までの奥行き距離PA'は山岳2までの奥行き距離PB'より大きいので、点Aが点Bに影を与えていることがわかる。この点を視シフト空間に写像させれば、鳥瞰図で点Bを影として画像表示すれば良いことになる。この写像関係の対応は、次のようにする。まず視シフトと影シフトにそれぞれ奥行き距離の最大値とそれに対応する標高帯番号をバッファメモリに記憶しておく。次に視シフトバッファ上の点が影シフトバッファ上で同じ等高帯でかつ最大奥行き距離であるか否かにより影のない、あるを判断する。

6. 陰影付きの地形景観鳥瞰図の画像出力

富士山周辺をケーススタディの地域に選んだ。

図6は100mの等高線間隔を示した等高線地形図である。

図7はポリゴンシフト法で得られた、地形陰影の効果をもつ等高線図を画像表示したものである。

図8は図7の等高線図を北西方向にポリゴンシフトさせた鳥かん等高線図である。南東方向から45°の角度で眺望した平行斜投影図に対応する。

図9は影の方向を北東方向に与えた時に得られる投射の影を鳥かん等高線図に付与したものである。

7. 結論

- 1) ポリゴンシフト法と命名した新しい手法を提案するとともに、これを影付きの鳥かん等高線図の作成に応用した。
- 2) ポリゴンシフト法は、鳥かん等高線図作成の際の隠れ点処理あるいは影の解析の際の影点処理に奥行き距離という概念を導入することで視認処理のアルゴリズムを簡略化できた。

参考文献

村井俊治・ビバラード=ポンケオ・小野邦彦・田中尚行・安江茂隆(投稿中): ポリゴンシフト法を用いた3Dビューマップの作成. GIS・理論と応用(GIS学会誌)

村井俊治(1997): 『GISワークブック技術編』, 日本測量協会, pp.144-149

Meijerink and Allord M. J. et al. (1994): Introduction to the Use of Geographic Information Systems for Practical Hydrology, International

Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), ITC Publications No.23, Enschede
Armin Gruen (1997): Digital Photogrammetric Stations Revisited, GIM, Vol.11, No1, January, pp.20-27
J. D. Wilson (December 1997/January 1998): Shopping Around for Data, GIS AsiaPacific, pp.24-28
Liang-Chien Chen, Jiann-Yeou Rau (November

1993): A unified Solution for Digital Terrain Model and Orthoimage, Generation from SPOT Stereo pairs, IEEE Transactions on Geoscience And Remote Sensing Vol.31, No.6, pp.1243-1252
村井俊治 (1997): GIS ワークブック技術編, 日本測量協会, pp.75-77
Imhof Eduard (1965): Kartographische Gelaendedarstellung, Walter de Gruyter&Co.,

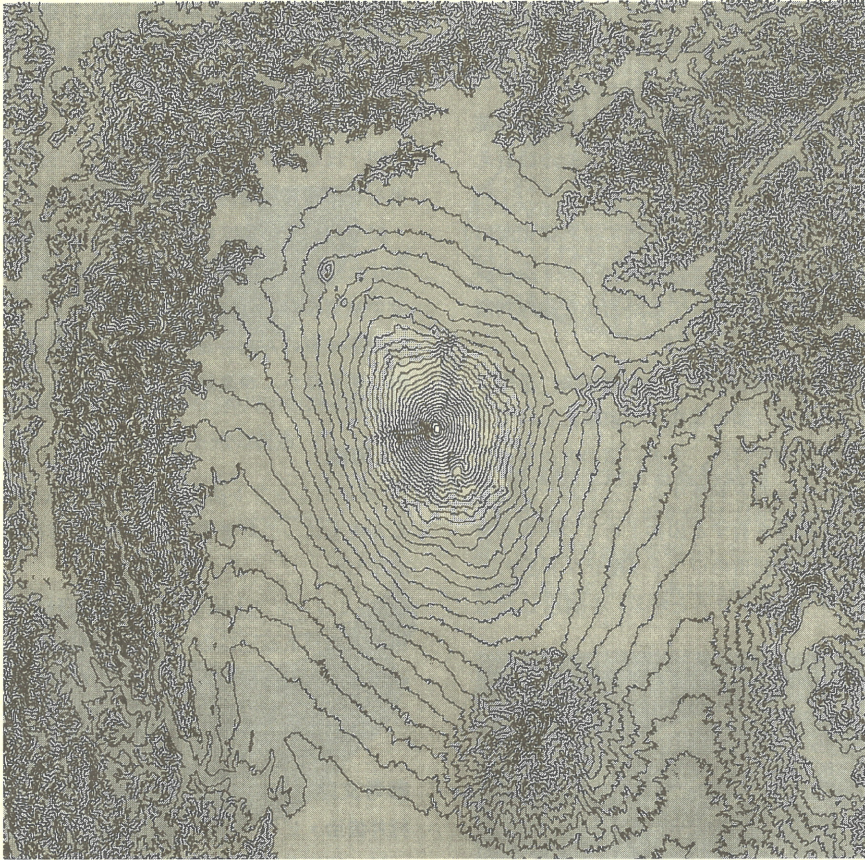


図6 等高線地形図

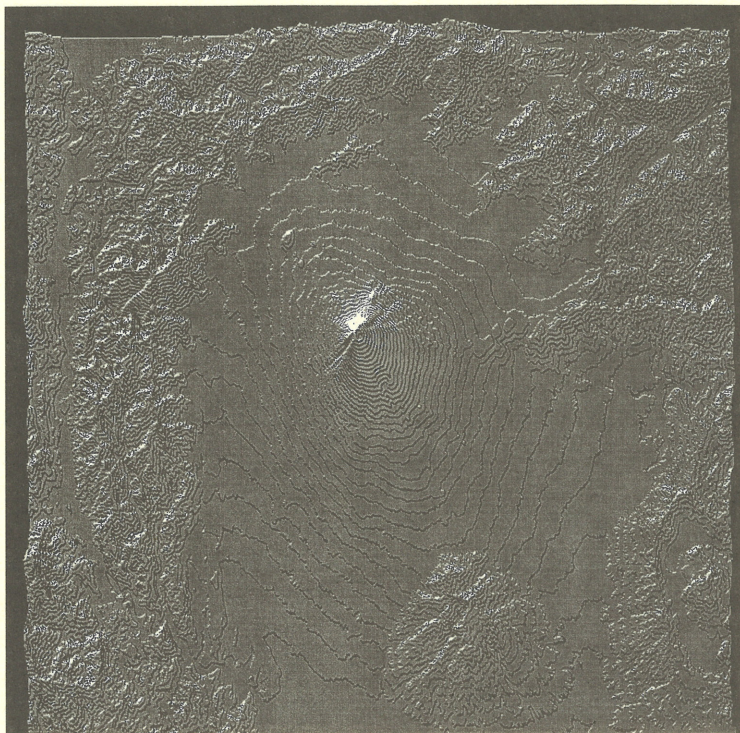


図7 ポリゴンソフト法で得られた地形陰影

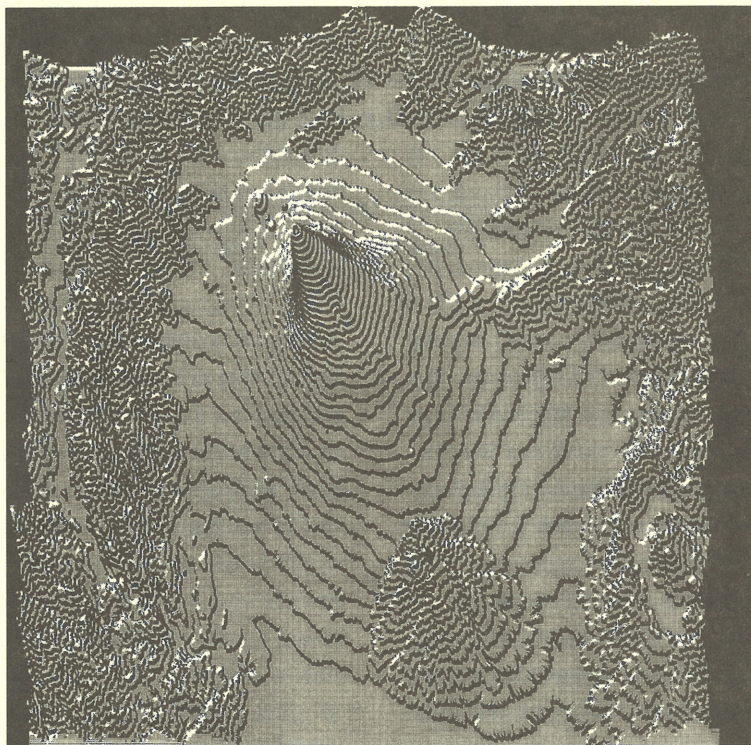


図8 地形陰影のみを付与した地形景観図

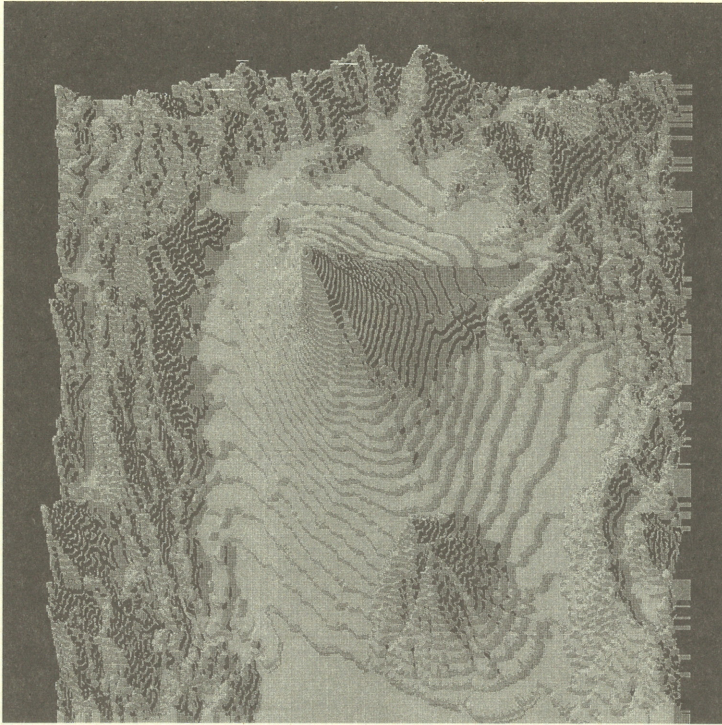


図9 地形陰影および影を付与した地形景観図

Generation for Bird's Eye View of Topographic Landscape with Shade and Shadow using Polygon Shift method

by Shunji Murai, Vivarad Phonekeo, Kunihiro Ono,
Naoyuki Tanaka, Shigetaka Yasue and Hideharu Yanagi

The authors have developed a new method called "Polygon Shift Method" (named by the authors) that enables to generate bird's eye view of topographic landscape with Shade and Shadow. The polygon shift method is based on Boolean operations between an original polygon given in a form of contain shift direction and amount as specified.

The visibility check or hidden point processing in the process of generating bird's eye view of topographic landscape is theoretically and logically

implemented with newly defined indices of "fore and alt" side and "depth distance" in the polygon shift method. Similar procedure can be applied to generate hill shading as well as to analyze projected shadow from mountains to other topography. It was demonstrated and evaluated that the polygon shift method developed by the authors brought up a tremendous improvement to speed up and also simplify check for bird's eye view and shadow analysis.

(受付け 1998年11月16日, 受理 1999年2月3日)