

多重アフィン変換を用いた古地図の幾何補正

Geometric Correction of Historical Maps used by
a Multiple Affine-transformation

鈴木 胤匡 森 正壽

Kazumasa Suzuki Masatoshi Mori

近畿大学 大学院産業技術研究科

Graduate School of Advanced Technology, Kinki University

<概要>大正時代の熊本県大宇佐地区と上天草地区の古地図を対象とし、GIS の環境を最大限利用し、基準点を与え、一般に方位や縮尺の概念のない古地図にその概念を付与し、古地図を復元する事を行う。その手法として、多数の TIN 内部で同時かつ自動にアフィン変換を行い、幾何的歪みを可能な限り自動的に補正し、重ね合わせる手法を開発する事にある。

キーワード：地理情報システム、オルソ航空写真、不整三角網(TIN)、アフィン変換

1 はじめに

近年、地理情報システム (GIS : Geographic Information System) の技術進歩や操作性の向上に伴い、簡易な GIS 導入が可能となっており、画像や地図の幾何補正にも利用されている。幾何補正の一般的な手法として、地上基準点による方法があり、幾何的歪みを持つ画像からその歪みを除去し、歪みのない画像に変換する事が出来る。

一方、江戸時代や大正時代に描かれた古地図は、作成された当時の土地利用や交通路の様子を空間的に把握するための貴重な資料とされる。また、その背後にある都市整備に対する当時の計画思想を考察するきわめて貴重な資料とされる。現在土地の測量を行う際、コストと時間の問題から、航空写真などからデータを作成してコストと時間の削減を図っている。航空写真を利用し、自治体などで地番図や家屋図などの作成も行われており、その下準備として古地図を活用する事も多くなっている。しかし、古地図を分析の対象とする際、現代図との対比を明確にすることが必要とされており、古地図と現代図を直接重ね合わせることが最も対比しやすい方法であるが、古地図の幾何的精度は低いために直接重ね合わせることができない。現状として、古地図に多項変換を施し、強引かつ無理矢理に幾何補正させている。

2 研究方法

2.1 幾何補正

画像を別の座標系に位置合わせするときに用いられる一般的な手法は、地上基準点による方法である。投影方式の異なる地図同士の重ね合

わせや衛星画像・航空写真と地図との重ね合わせのときなどに用いられ、空間情報の誤差を除き、ある基準点を用いて正確な情報を与え幾何的歪みを補正するといった手法である。変換式としてアフィン変換、射影変換、多項変換などがあるが、ArcGIS にジオリファレンス・レクティファイ機能がある事からアフィン変換を使用する。

2.2 ジオリファレンス

今回使用している GIS ソフト (ArcGIS) のジオリファレンス機能を使用しアフィン変換を行ってみる。しかし問題点として、広い範囲でアフィン変換を行うとズレが生じる事がある。ズレが生じてしまうと古地図に与える正確性が損なわれる。そこで出来る限り狭い範囲でアフィン変換をしていく必要があると考え、小さな三角形で TIN を構成し、三角形内部でそれぞれアフィン変換していく事を考えていく。

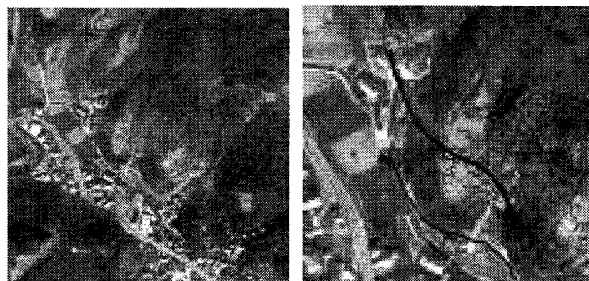


図 1 : ジオリファレンス後とズレの確認

2.3 座標の取得

アフィン変換を施す為基準となる座標が必要である。なお基準点を取得する箇所として、

古地図作成時からオルソ画像撮影当時に至るまで位置が変化してないであろう神社などの一部を基準とする座標を取得する事が理想とされる。しかし今回の古地図で神社といった箇所が検出出来なかったため、道の交点を取得している。なお座標は Shapefile で取得している。

2.4 TIN

点数が 3 点で小三角形の集合が 1 つだと問題無いが、与えられた点数に対し小三角形の分割方法は幾通りも存在する事となる。そこで三角形群の最小角が他の最小角よりも大きくなるという最小角最大原理に基づいた Delaunay 三角形を使用する TIN の概念を用いている。

2.5 隣接三角形の検証

隣接する三角形の検証を行う。アフィン変換は線形性と位相性を保持する性質があり、さらに線分内の比を保つという性質がある。三角形内部の直線は保持される事が明らかであるが、三角形の辺で隣接する直線は屈折する可能性がある。屈折してしまうと、古地図作成時の局所的正確さが損なわれる事となり変換に適さない。その為 3 つの三角形で検証を行う。

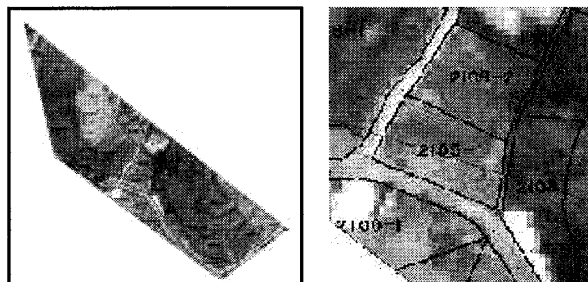


図 2 : 隣接三角形と一部拡大

2.6 多項式変換

多数の点で 1 回の 2 次多項式変換、3 次多項式変換を行った結果、変換を行う前の三角形の辺が変換後において直線となる保証がなく、三角形内の直線形状も歪める事がある。

2.7 座標の一致

本研究に用いている座標は、ArcMap でオルソ航空写真と古地図をそれぞれ読み込ませそれぞれから得ているものである。古地図は tiff 画像であり、ワールドファイルがない。その為 ArcMap で読み込んだ際、画像の左下を原点 (0.0) とし表示点を取得していた。今回それぞれの三角形でアフィン変換を行うに当たり、画像の左上

を原点 (0.0) として座標を一致させる。

2.8 三角形の結合

それぞれ三角形によって異なるアフィン変換の係数は、オルソ航空写真から得た TIN を構成する三角形の座標から求め、複数の画像を張り合わせて、1 つの画像を作成する。TIN を構成する三角形は、必ず 2 点以上でいずれかの三角形と隣り合っているため、座標を使用したマッチングを使用し画像を重ね合わせる。

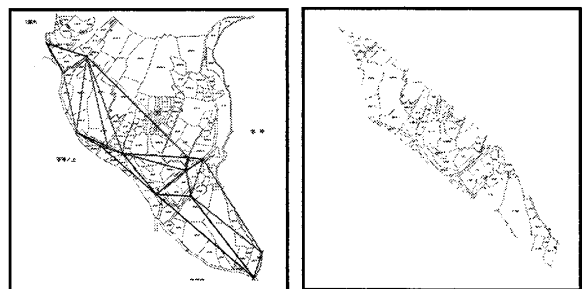


図 3 : TIN の様子と統合

3 まとめ

本研究は TIN 使用して幾何補正する手法の提案を行った。TIN を構成する三角形内部のみの補正である為、TIN 外部の表示は行えない。しかし幾何補正の手法としてアフィン変換を用いるので、TIN を構成する三角形の内部に限り、元の図形で直線上に並ぶ点に変換後も同じ直線上に並び、平行な線は変換後も平行な状態が保持される。基準点を探るだけで復元出来るので、GIS の専門的技術者である必要はなく、基準点を選べる程度の作業員で復元可能であると考えられる。

参考文献

- [1] 清水英範, 布施孝志, 森地茂, 古地図の幾何補正に関する研究, 土木学会論文集, 625/ IV (44), 89, 1999
- [2] 塚本章宏, 磯田 弦, 「寛永後萬治前洛中絵図」の局所的歪みに関する考察, 「GIS ー理論と応用」, 15 (2), 63, 2007
- [3] 岸本一男, 領域の最適三角形群への分割アルゴリズム, 情報処理, Vol. 19, No. 3, 211, 1978