

2005 年度修士論文

ポリゴンの図心を基準点に用いた
高精度幾何補正手法の確立

**Establishment of Methodology for Accurate Geometric Correction
by using Centroid as Control Point**

2005 年 12 月

指導教員 高木方隆

副指導教員 穴見健吾

高知工科大学大学院工学研究科
基盤工学専攻社会システム工学コース
宮田 剛

論文要旨

近年、空間分解能 1m未満の高分解能衛星画像は様々な分野で利用が行われている。一般に、既存地図の更新と GIS データとの重ね合わせに期待されている。更に、高分解能衛星画像を利用した変化抽出は、リモートセンシング分野で重要なトピックとなっている。変化は、街並みの移り変わりの把握や、災害発生前と発生後を比較し災害箇所の抽出、植生の変化を抽出など様々なものがある。変化抽出結果は、都市計画、防災、環境と多くの分野で利用可能であり、重要なデータとなると考えている。変化抽出を行う為には、幾何補正精度をサブピクセルの精度で行わなければならない。ところが、高分解能衛星画像は、直下視の画像でないことや、ビルなど家屋の高さ等の要因により画像に歪みが生じる。よって幾何補正を行うことが困難となる。現在、高分解能衛星画像を対象とした高精度幾何補正手法の確立が急がれている。幾何変換式による幾何補正には基準点データが必要となる。基準点データとは、地上基準点とそれに対応する画像基準点を指す。衛星画像において、幾何補正の変換式の未知係数は地上基準点と画像基準点を用いて最小二乗法により決定されるため、基準点は幾何補正の精度に直接影響を及ぼすこととなる。

現在までに、様々な高分解能衛星画像の幾何補正手法が提案されてきた。山川（2002）は、円形のロータリーを利用し、その図心を基準点とすることで既存技術の中では最高精度を実現している。しかし、日本には円形のロータリーはほぼ存在しない。そこで、円形以外のポリゴンを用いた基準点取得の検討を行う必要がある。よって、田や畑の形を利用した基準点が有効かどうか検討する必要がある。

本研究の目的は、高分解能衛星画像 IKONOS を対象に、ポリゴンの図心を基準点とした高精度幾何補正手法の確立を試みた。田畑の形を利用した基準点の取得手法の提案と基準点選定手法の提案を行った。以下に提案手法について述べる。

- 基準点取得手法

・地上基準点

田畑の輪郭を GPS 測量の中のキネマティック測量を用いて地上基準点ポリゴンを取得し、その図心が地上基準点に利用出来るか検討した。

・画像基準点

地上基準点ポリゴンと対応する画像基準点ポリゴンを高分解能衛星画像上より目視で取得し、その図心が画像基準点に利用出来るか検討した。

- 自動基準点選定手法

幾何補正の補正誤差を最小となる基準点選定と幾何変換式計算プログラムの作成を行った。幾何補正後の画像を出力する再配列プログラムの作成を行った。

- 要求精度

今回使用する高分解能衛星画像は空間分解能 1mの I K O N O S 画像である。したがって、幾何補正精度の上位目標は、空間分解能の 1/4 の精度である 0.25mである。しかし、本研究では、既存技術と同じくポリゴンの図心を用いるため、既存技術の中での最高精度 0.39 mを追従することを目標に設定しました。

シミュレーションを行うことにより、上位目標である幾何補正精度 0.25mを満たすためには、地上基準点を 0.1m未満、それと対応する画像基準点を 0.1 ピクセル未満の精度で取得することが必要と判明した。したがって、本研究では、地上基準点 0.1m未満、対応する画像基準点 0.1 ピクセル未満の取得精度を目指す。

地上基準点と画像基準点に関しては、シミュレーションによる評価を行い、センサーのオフナディア角が 30° 以内で、ポリゴン内の標高差が 5m 以下であれば、ポリゴン図心を基準点とすることが可能であることが判明した。

提案手法を用いて、高精度幾何補正を行った。基準点は 15 点取得した。補正結果は平均二乗誤差で表した。結果は、基準点、検証点全て含めた全点で x 方向が 0.322m、y 方向が 0.201m となった。実距離にして 0.380mの誤差となった。したがって、既存技術での最高精度である円形のロータリーの図心を基準点とした幾何補正手法とほぼ変わらない精度となった。よって、円形以外のポリゴンの図心でも、基準点として有効であることが判明した。

円形以外のポリゴンの図心が有効であることから、イメージマッチングによる高精度基準点取得の可能性が出てきた。イメージマッチングを行う為には、オルソ画像が必要となる。しかし、高精度オルソ画像の作成は非常に困難であった。今後、高精度オルソ画像が作成されると、イメージマッチング手法により効率的、且つ高精度な基準点取得が可能となり、自動高精度幾何補正が行えると期待できる。

Abstract

Recently, High resolution satellite imageries with 1m resolutions are used in many field. Generally, they are expected to overlaid GIS data and updating existing map. Change detection using high resolution satellite imageries is important issue in remote sensing. Therefore accurate geometric correction of high resolution satellite imageries is necessary. The accurate geometric correction was required in sub-pixel error. It is necessary to prepare accurate Control Point data for geometric correction. Control point data are consisted with Ground Control Point (GCP) and corresponded Image Control Point (ICP). The accuracy of geometric correction depends on the accuracy of acquired control points. Nowadays, centroid of rotaries on the road are used as control points for accurate control point(Yamakawa 2002). However, it is difficult to prepare circle type GCPs in Japan. When there are no circle type control point in the satellite image, it is necessary to acquire other types control point such as rectangular type or polygon type..

The objective of this study is to establish the methodology for accurate geometric correction by using centroid of a polygon as control point. To achieve the objective, following items were researched.

- Acquisition method of control point

In case of GCP, field surveying by kinematic using GPS was used for generating polygon data. And centroid of the polygon as GCP was evaluated by simulation and validation.

In case of ICP, polygon image which corresponded GCP were extracted from the high-resolution satellite image. And centroid of the polygon as ICP was evaluated by simulation.

- Selection of suitable control points

Suitable control points were selected by program for making least error.

Required accuracy of GCP was set less than 0.1m error. And required accuracy of ICP was set less than 0.1 pixel error. And Error of geometric correction should be less than 0.25 pixel error. Each accuracy was evaluated by Root Mean Square Error which

was calculated around GCPs and validation points.

Efficiency of centroid for high accuracy GCP and ICP were evaluated by simulation. When off-nadir angle of satellite is less than 30 degree and elevation difference in GCP, the accuracy of control point was satisfied. 15 Control points were acquired. Accurate geometric correction was carried out by proposed method. The result showed 0.38m error. The result could not be satisfied required accuracy. However, proposed method was approximately the same as circle type centroid method. Therefore, the effectiveness of the proposed method was shown.

Centroid of rectangular type or polygon type was efficient for control points. So, image matching method will also be efficient. The orthogonal image is needed for image matching. However, it is difficult to generate accurate orthogonal image. In near future, when accurate orthogonal image can be generated, automated accurate geometric correction will be developed by using image matching.