

GeoEye-1 画像を用いた三次元計測の精度検証
Validation of 3D Measurement Using GeoEye-1
Stereo Imagery

高知工科大学大学院
工学研究科 基盤工学専攻
1135085
宇田 幸司

指導教員 高木 方隆 教授
副指導教員 那須 清吾 教授
論文副審査 藤澤 伸光 教授

論文要旨

2008年、商業用高分解能衛星 GeoEye-1 が運行開始された。GeoEye-1 は、分解能 0.41m のパンクロマティック画像と分解能 1.64m のマルチスペクトル画像を取得可能である。パンクロマティック画像とマルチスペクトル画像より、分解能 0.41m のカラー画像を作成することができる。しかし、GeoEye-1 画像の商業一般配布は分解能 0.5m に限定されている。分解能 0.5m は商業用高分解能衛星で最も高い分解能である。ビット数は 11 ビット (2048 階調) である。一般的に、同一地点を観測したステレオ画像があれば三次元データを生成することができる。主に生成された三次元データは防災、インフラ整備等、様々な分野に応用されている。GeoEye-1 はほぼ同時にステレオ画像を取得することが可能であり、取得された画像を用いて三次元データの生成を行うことが可能である。三次元データは一般的に RPC モデルと呼ばれる代数モデルによって作成されている。また、地上基準点を利用した簡易幾何モデルを用いても三次元データの作成が可能である。本研究では、GeoEye-1 のステレオ画像を用いて簡易幾何モデルにより三次元データを作成した。簡易幾何モデルは、独立三次元射影変換式を用いた。GeoEye-1 は、分解能が高いため既存の基準点を用いることが困難である。よって、GeoEye-1 に適した基準点の検討を行った。GeoEye-1 画像では、道路標示を基準点として用いるのが有効であった。また、RMSE (Root Mean Square Error) は 1pixel 未満であった。ステレオ画像対応点は、イメージマッチングと目視による取得方法がある。本研究では、イメージマッチングと目視による三次元計測の精度評価を行った。イメージマッチングには、テンプレートサイズとスキャンサイズの決定が必要である。そこで、GeoEye-1 画像に最適な画像サイズの検証を行った。しかし、最小二乗マッチングはカラー画像に対応していない。よって、グレイスケール画像・近赤外画像、赤バンド画像を用いて精度検証を行った。RMSE・収束率・処理時間からテンプレートサイズは 81pixel、スキャンサイズは 161pixel と設定した。設定したテンプレート・スキャンサイズを基にグレイスケール・赤・近赤外の画像を用いてイメージマッチング及び三次元計測を行う。三次元計測の結果は、Z(標高)方向で RMSE はそれぞれグレイスケール画像が 1.16m、赤バンドの画像では 1.20m、近赤外画像では 1.16m の精度となった。検証結果より、バンドによる傾向の違いは見られなかった。目視による三次元計測を行った結果は、1.2m であった。生成された三次元データの精度は、1m 弱と GeoEye-1 が持つ分解能である 0.5m には劣っている。しかし、ALOS/PRISM によって確立された簡易幾何モデルによる三次元計測手法を他の衛星画像に適用することができた。これにより、今後 ALOS/PRISM 及び GeoEye-1 と同タイプあるいはその他の衛星においても現在の手法を適用できると考える。また、GeoEye-1 画像を用いて地理情報の精度向上が期待できる。

Abstract

In 2008, GeoEye-1 was begun to provide. GeoEye-1 has panchromatic sensor with 0.41m ground sampling distance and multi spectral sensor with 1.64m ground sampling distance. The true color imagery of ground sampling distance 0.41m can be made from panchromatic imagery and a multi spectral imagery. The distribution of general users has been limited to ground sampling distance 0.5m. The bits per pixel in each spectral band is 11 bits. The 0.5m ground sampling distance is the highest resolution in high resolution satellite. The GeoEye-1 stereo imagery can be acquired almost at the same time. The 3D data can be generated by using GeoEye-1 stereo imagery. Generated 3D data can be used for natural disasters monitoring, management and infrastructure management. Generally, 3D data can be generated using RPC model. On the other hand, basic geometric model with GCP data can make 3D data. In this study, 3D data was made by using the GeoEye-1 stereo imagery. 3D data was generated using basic geometric model which was semi-perspective projection. Because of very high resolution, the extracting the center of the intersection on the imagery was difficult. Therefore, suitable type of GCP for GeoEye-1 was validation. For GeoEye-1 imagery, vertex of traffic sign on a road was effective as GCP. RMSE showed less than 1 pixel. Corresponding points are necessary for a 3D measurement which required by image processing or visual interpretation. In this study, the accuracy of a 3D measurement by image matching and visual interpretation was evaluated. The decision of the size of template and size of scan is necessary for the least square matching. Then, the best image size for the GeoEye-1 imagery was verified. However, the least square match doesn't correspond to the true color imagery. Therefore, the Gray scale imagery and Near infra red imagery, Red imagery was used. The gray scale imagery was made by average the pixel value of RGB. As a result of the verification, the size of template is 81pixel and the size of scan is 161pixel. The 3D measured by using the imagery of the Gray scale imagery and Near infra red imagery, Red imagery, and nir band. The result of 3D measurement was verified only in direction of Z(altitude). RMSE of gray scale imagery showed 1.16m. RMSE of red band imagery showed 1.20m. RMSE of nir band imagery showed 1.16m. Result of visual interpretation, RMSE of Z axis showed 1.2m. The accuracy of the generated 3D data was about 1m. The accuracy of 3D data is inferior to ground sampling distance of GeoEye-1 imagery. However, it was possible to adjust to other satellite images an existing 3D measurement method. Therefore, present method can be used in the same type as ALOS/PRISM and GeoEye-1 or other satellites in the future. Accuracy of the geographic information can improve by using the GeoEye-1 imagery.