

第IV部門 多数枚 ALOS/PRISM 画像を用いた RPC モデルによる地上点推定の精度評価

京都大学工学部地球工学科 学生会員 ○日下部 哲
 京都大学大学院工学研究科 正会員 須崎 純一

1. はじめに

現在、地球上では自然災害による被害を減らそうという意識が高まっている。そのため、災害が起きやすい地域などを対象に、災害が起きたことを想定してシミュレーションを行うなどの対策がとられている。ここでは、地上座標を高精度で推定し、精密な地形モデルを作製することが求められている。地上点を推定する方法としてはさまざまな研究が行われてきたが、世界中の陸域を対象とした場合、コストを考慮すると衛星画像を利用することが適切であると思われる。JAXA (Japan Aerospace eXploration Agency) が打ち上げた ALOS (Advanced Land Observing Satellite) に搭載されている PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping) というセンサは地上を 2.5 m の高分解能で撮影できるため、その画像と RPC (Rational Polynomial Coefficients) モデルという変換モデルを使用することで地上点を精度よく推定できるようになった。その手法の中でも、PRISM 画像を撮影時期ごとに使用し平均する方法や、全てを使用して地上点を推定する方法がある。しかし、果たして全ての画像を使用することが高精度化につながるのかを疑問に思い、本研究を行った。

2. 対象地域及び使用データ

埼玉県南東部の約 30 km² を対象とし、そこに含まれる 35 地点を精度検証用に設定した。その地上座標は JAXA が GPS 計測によって得たデータを使用した。また、画像データとして、PRISM が 2006 年から約 4 年にわたり取得した 5 時期のトリプレット画像、合計 15 枚を使用した。その際、画像ごとの RPC モデルの係数や座標の正規化に必要なスケール項、オフセット項は、画像取得時の衛星の姿勢などから JAXA によって算出された値を使用した。

3. RPC モデルの式を利用した地上点推定と精度評価

画像座標と地上座標を結びつける変換モデルとして、RPC モデルを利用した。RPC モデルとは、ほかの変換モデルと異なり幾何学的な投影関係を用いていない経験的なモデルである。しかし、RPC モデルの式からも空間的に幾何学的な形状が得られるのではないかと考えた。そこで画像上の座標と、地上座標の高さがある幅ごとに与えることで収束計算し、その高さにおける緯度経度を推定した。そうして推定できた高さごとの点をつなぎ合わせることで曲線を近似的に表現することができる。

また、このように空間的な線として表現することで、推定された地上点から RPC モデルの線までの距離を求めることができる。地上点の推定の際に、使用する画像の RPC モデルの線までの距離の 2 乗和に注目することで、新たに地上点を推定する手法が考えられるのではないかと考えた。そのため、Susaki and Kishimoto (2015) の手法で推定した地上点を初期値とし、その座標に対して x, y, z 方向に $+\delta, \pm 0, -\delta$ の 3 通りずつの移動を考える。つまり、移動しない場合も含め 27 通りの方向に移動させたときに、使用した画像の RPC モデルの線までの距離の 2 乗和が最小となるような方向へ地上点を更新する。これを繰り返し、移動しなくなると δ の値を半分にし、再度計算を行う。 δ の値が閾値以下になったときを更新後の地上点とする。

さらに、Susaki and Kishimoto (2015) の地上点推定手法と本研究の地上点を更新する手法は、PRISM 画像 15 枚から考えられる 2 枚以上の全ての組み合わせについて行った。その際、どの組み合わせが高精度で地上点を推定することができるのかを知ることが重要だと考えた。そのため、その組み合わせに使用した画像の RPC モデルの線までの距離の平均や標準偏差、2 乗

平均などの精度評価指標を提案し、2通りの推定方法について精度評価を試みた。

4. 結果と考察

まずはRPCモデルを曲線として近似した結果を図1に示す。本研究では高さの幅を10mとし、1000mまでの高さで収束計算を行った。この図では、高さごとに推定された地上点を全てUTM (Universal Transverse Mercator) 座標に変換したものを載せている。この結果から、RPCモデルの式はほぼ直線として表現できることが判明した。

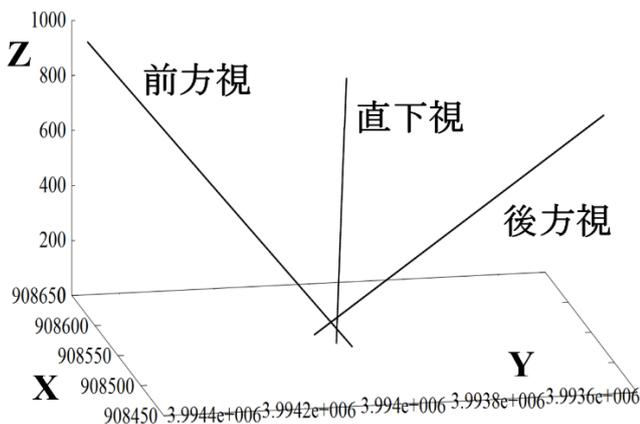


図1: RPCモデルの式の近似結果
(1時期目のトリプレット、桶川北本IC付近の地上点)

Susaki and Kishimoto (2015) の手法で地上点を推定したときの、精度の最も良かった組み合わせは画像15枚中、7枚を組み合わせたものであることが表1より明らかになった。この他にも精度の良いものは15枚中半数ほどを使用した組み合わせが多いことも判明した。

また、推定点からのRPCモデルの線までの距離に注目した地上点の更新に関して、今回は δ の初期値を0.2mとし、閾値を0.0125mに設定した。この更新手法を施した後の結果にも表1から先程と同様の性質が見受けられることが確認できた。つまり、最も精度の良い組み合わせは更新前と同じであり、画像を半数ほど選んだ組み合わせが高い精度で地上点を推定できることが明らかになった。

この結果、精度が良くなるものとそうでないものが存在すると判明した。ただ、もともと先行研究の手法で精度良く地上点を推定できていた画像の組み合わせでは、地上点の更新によって精度が悪くなる組み合わ

せは見られなかった。そのため、より安定して高精度化できる手法を開発していくことが必要になると考えられる。

表1 更新前後での精度変化

精度順位	画像枚数	更新前精度	更新後精度
1	7	2.08 m	2.04 m
2	8	2.08 m	2.08 m
3	8	2.12 m	2.11 m
-	15	2.93 m	2.96 m

さらに、先行研究の地上点推定における精度評価を、RPCモデルの線までの距離の2乗の平均を使用して評価を試みた。その結果、距離の2乗の平均と精度には強い相関は確認できなかった。この他にも距離の平均や標準偏差など、様々な指標で精度評価を試みたが、明瞭な相関のあるものは得られなかった。さらに、地上点の更新を行った場合や、前方視と後方視がバランスよく同じ枚数ずつ含まれている組み合わせについて、枚数別に相関があるかどうか確認したが、どの場合においても強い相関があるものは見られなかった。このため、今後の課題としては画像の組み合わせ別の精度を安定して評価できる指標を開発することが挙げられる。

参考文献

- [1] Susaki, J., and Kishimoto, H., 2015. Improving the accuracy of estimated 3D positions using multi-temporal ALOS/PRISM triplet images. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. II-3/W4. pp. 223 – 230.
- [2] Tadono, T., Ishida, H., Oda, F., Naito, S., Minakawa, K., and Iwamoto, H., 2014. Precise global DEM generation by ALOS PRISM. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. II-4. pp. 71 – 76.