

ALOS/PRISM データを利用した山岳地域における DSM の抽出と評価

日大生産工	正会員	朝香智仁
愛知工専	正会員	山本義幸
日大生産工	正会員	工藤勝輝
日大生産工	正会員	藤井壽生
日大生産工	フェロー	西川 肇

1 緒言

2006年1月24日に打ち上げられた陸域観測技術衛星 (ALOS) に搭載された PRISM (パナクロマチック立体視センサ) は、地上基準点を用いない 1:25,000 地形図の作成を目的のひとつとしている¹⁾。一般的に、光学センサで取得されたステレオペアデータから DSM を抽出する場合、冬期に観測されたデータでは山陰の影響によって抽出精度が低下するため、太陽高度が高い時期のデータが利用されることが多い。現在までに日本周辺を観測した PRISM データは多数存在するが、山岳地域におけるアーカイブデータは冬期に観測されたものが多いのが現状であるため、冬期に観測されたデータの利用方法を考えることも重要だと思われる。そこで本研究では、冬期に観測された PRISM データを利用して山岳地域における DSM を抽出した場合、どの程度の精度が得られるか評価することを目的とした。研究対象地域は、一級河川のダム上流域である高知県の物部川永瀬ダム上流域を選定した。永瀬ダム上流域は、四国で5番目に高い三嶺 (1893m) や白髪山 (1770m) が存在するなど、80%以上が森林域である山地河川流域のためテストサイトとして適していると判断した。

2 研究手法

本研究では、レベル 1B1 のデータセットから DSM を抽出することにし、2007年2月15日観測、観測パス：78、中心フレーム：2920、観測モード：OB1(直下視/前方視/後方視同時 35km 観測) のデータセットを使用することにした。以下に、DSM の抽出方法と評価方法について述べる。

2.1 DSM の抽出方法

PRISM データのステレオペアは前方視-後方視、前方視-直下視、後方視-直下視の3つができることから、各ペアの画像マッチングにより空間分解能 50m (20 × 20px 相当) の DSM を抽出し、それぞれの抽出精度は国土地理院発行の 50m メッシュ DEM を利用して評価することにした。また、PRISM データは地上基準点なしでも高精度な DSM の抽出が可能とされているが、本研究ではそのアルゴリズムを開発することが目的ではないため、ERDAS IMAGINE/LPS を利用して DSM を抽出することにした。

DSM の抽出にあたって、外部標定点は、手動で取得した 12 点の基準点、12 点のチェックポイント、80 点のタイポイントを使用し、三角測量の結果から総合的な誤差が 1 画素以下になった場合にその標定点を採用することにした。

標定モデルは、センサの物理的なモデルではなく汎用的なプッシュブルーム方式のラインセンサモデルに ALOS/PRISM データを適用したものであり、外部標定要素 ($X, Y, Z, \omega, \phi, \kappa$) を標定点として用いて算出している。プッシュブルームセンサは、厳密には各スキャンラインに投影中心があるため外部標定要素がスキャンラインごとに異なるが、地上座標系 X, Y, Z に関しては 2 次、 X 軸を中心とした ω 、 Y 軸を中心とした ϕ 、 Z 軸を中心とした κ は 1 次に多項式次数を設定し、ラインごとに外部標定要素を算出することにした。センサのパラメータとして焦点距離は 1939mm、地上分解能は 2.5m、軌道高度は 691.65km とした。

2.2 DSM の評価方法

DSM の評価方法は、垂直方向の精度を式 (1) の NIMA (National Imagery and Mapping Agency) LE90²⁾ で、水平方向の精度を式 (2) の NIMA CE90²⁾ で評価することにした。

$$LE90 = \pm 1.646 \sqrt{\frac{\sum (|e_i| - |\bar{e}|)^2}{n}} \quad (1)$$

$$CE90 = \pm 1.073 \left(\sqrt{\frac{\sum (|x_i| - |\bar{x}|)^2}{n}} + \sqrt{\frac{\sum (|y_i| - |\bar{y}|)^2}{n}} \right) \quad (2)$$

ここで、 $|e_i|$ は参照ポイント i の絶対誤差、 $|\bar{e}|$ は参照ポイント全体の平均絶対誤差、 n は使用した三次元参照ポイントの総数、 $|x_i|$ は抽出された DSM から得られる X 座標から参照 DEM の X 座標を引いて計算された X 方向のシフト量、 $|\bar{x}|$ は参照ポイント全体の X 方向における平均絶対誤差、 $|y_i|$ は抽出された DSM から得られる Y 座標から参照 DEM の Y 座標を引いて計算された Y 方向のシフト量、 $|\bar{y}|$ は参照ポイント全体の Y 方向における平均絶対誤差である。LE90 は、抽出した DSM の各ピクセルの集合は正規分布に従うという仮定に基づき、90% の信頼度における高さ方向に対する精度の範囲を表す。CE90 は、抽出した DSM の各ピクセルの集合は正規分布に従うという仮定に基づき、90% の信頼度における平面的な精度の範囲を表す。

キーワード：数値地形モデル、衛星データ、標定、B/H、ステレオペア

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 E-mail: t3asaka@cit.nihon-u.ac.jp

表- 1 前方視-後方視ペアから抽出した DSM の精度

	V	H
$x15 \times y3$	+/- 392.5834	+/- 315.0417
$x21 \times y3$	+/- 366.5484	+/- 308.4505
$x27 \times y3$	+/- 297.8365	+/- 301.3506
$x15 \times y5$	+/- 381.2062	+/- 311.4208
$x21 \times y5$	+/- 322.9562	+/- 304.6654
$x27 \times y5$	+/- 282.7791	+/- 298.0184
$x15 \times y7$	+/- 381.7398	+/- 312.1622
$x21 \times y7$	+/- 346.6906	+/- 303.2314
$x27 \times y7$	+/- 283.9765	+/- 296.8642

表- 2 前方視-直下視ペアから抽出した DSM の精度

	V	H
$x15 \times y3$	+/- 215.2050	+/- 304.6385
$x21 \times y3$	+/- 205.7442	+/- 302.2829
$x27 \times y3$	+/- 201.4632	+/- 300.4364
$x15 \times y5$	+/- 204.8071	+/- 304.5867
$x21 \times y5$	+/- 193.8618	+/- 301.1467
$x27 \times y5$	+/- 192.2518	+/- 299.5507
$x15 \times y7$	+/- 201.2250	+/- 302.7411
$x21 \times y7$	+/- 191.9788	+/- 299.8509
$x27 \times y7$	+/- 190.5213	+/- 297.8020

表- 3 後方視-直下視ペアから抽出した DSM の精度

	V	H
$x15 \times y3$	+/- 140.7759	+/- 266.3474
$x21 \times y3$	+/- 136.2477	+/- 255.5221
$x27 \times y3$	+/- 135.1472	+/- 252.1323
$x15 \times y5$	+/- 139.5329	+/- 263.2956
$x21 \times y5$	+/- 138.5170	+/- 251.6153
$x27 \times y5$	+/- 136.5715	+/- 248.0947
$x15 \times y7$	+/- 140.7906	+/- 260.9888
$x21 \times y7$	+/- 137.5588	+/- 247.7190
$x27 \times y7$	+/- 137.0242	+/- 243.9563

ステレオペア画像のマッチングにあたって、検索ウィンドウサイズ、相関ウィンドウサイズ、相関係数の閾値の3つのパラメータは非常に重要である。本研究では、検索ウィンドウサイズを 15×3 , 15×5 , 15×7 , 21×3 , 21×5 , 21×7 , 27×3 , 27×5 , 27×7 (x 方向 $\times y$ 方向) と変化させた時の $LE90$, $CE90$ を評価し、最も DSM の抽出精度が高いステレオペアと検索ウィンドウサイズを考察することにした。なお、相関ウィンドウサイズは 7×7 、相関係数の閾値は 0.8 とした。

3 結果と考察

表-1, 表-2, 表-3 は本研究で設定した検索ウィンドウサイズを用いた場合における $LE90$, $CE90$ の結果をまとめたものである。V 列は $LE90$, H 列は $CE90$ を示し、単位は m である。 $LE90$, $CE90$ を考察すると、後方視-直下視ペアから抽出した DSM が他のペアよりも高さ方向・水平方向ともに抽出精度が良好であった。また、表-3 から高さ方向の精度は $x27 \times y3$ が水平精度の精度は $x27 \times y7$ が最もよかったが、画像マッチングの相関係数が 1.0 から 0.85 の割合は前者が 80.5% であるのに対して後者は 85.7% であったことから、 $x27 \times y7$ が最も妥当な検

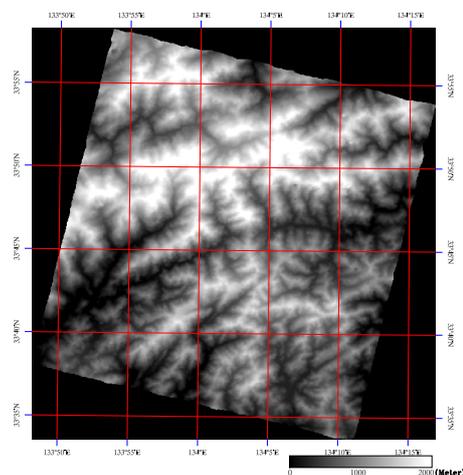


図- 1 検索ウィンドウサイズを 27×7 に設定した後方視-直下視ペアから抽出した DSM

索ウィンドウサイズであったと考えられる。図-1 は、検索ウィンドウサイズを 27×7 に設定した場合において後方視-直下視ペアから抽出した DSM である。

4 結言

本研究では、冬期に観測された PRISM データを使用して山岳地域における DSM を抽出する場合、検索ウィンドウサイズを 27×7 に設定した後方視-直下視のステレオペアが最も抽出精度が良好である結果を得た。理論的には B/H 大きいほど高さ計測の精度は向上するはずであるが、山陰の影響が画像マッチングの精度に影響を及ぼすと考えると、 B/H が最も大きい前方視-後方視ペアよりもその半分の B/H である後方視-直下視ペアの方が DSM の抽出精度は良好であったと思われる。しかしながら、前方視-直下視ペアも条件からいえば後方視-直下視と同様であるのに対し、DSM の抽出精度には大きな差が表れたことについてはパラメータの設定などを含めて今後の課題としたい。また、本研究で得られた DSM は地表面(樹冠など)の高さを推定した結果であり地盤高である DEM とは本質的に異なるものの、国土地理院の基本図作成基準には大きく及ばないことから、冬期に観測されたデータからも精度よく DSM が抽出できる手法について研究することを検討している。

謝辞: 本研究は、「ALOS データ利用公募型共同研究(題目: ALOS/PRISM データを利用した数値系モデルの作成と評価)」により実施したものです。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) Iwata, T., Osawa, Y., and Kawahara, T.: Precision pointing management for the Advanced Land Observing Satellite (ALOS), PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPACE TECHNOLOGY AND SCIENCE, Vol.23(1), pp.949-958, 2002.
- 2) Department of Defense : Mapping, Charting and Geodesy Accuracy, MIL-STD-60001, 1990.