

## ALOS/PRISM データから作成した DSM のフィルタリング手法に関する一考察

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	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、標高を含む地形データを取得するために3組の光学系を持ち、衛星の進行方向に対して前方視、直下視、後方視3方向の画像を同時に取得することができる。前報<sup>1)</sup>では、冬期に観測された ALOS/PRISM のレベル 1B1 データセット (観測モード: OB1) から山岳地域の DSM を作成する過程において、ステレオペアマッチングの検索ウィンドウサイズの変化が水平方向および垂直方向の精度に与える影響について考察し、もっとも精度が高くなるウィンドウサイズとステレオペアについて報告した。RPC ファイルを用いない方法で DSM を抽出しているが、結果として DEM に比べると垂直方向の誤差が大きくなってしまうことが課題として残った。

そこで本研究では、既に作成した DSM において垂直方向の誤差が生じている部分を定量的に分析し、誤差を軽減する手法について検討することを目的とした。

## 2 研究手法

本研究で使用するデータは、前報<sup>1)</sup>で作成したデータ (2007年2月15日観測、観測パス: 78, 中心フレーム: 2920, ALOS/PRISM データの直下視-後方視ステレオペアから作成した 50m メッシュ DSM) とした。

研究の進め方は、まず、DEM と DSM の誤差が生じている部分を特定するために、各ピクセルにおける標高値の差分を分析した。さらに、誤差が生じている山岳地形について考察するため、DSM から作成した流路集積数についても合わせて集計することにした。流路集積数は、山岳地形の嶺や谷部分を数値で判読できるため、有用なデータが得られると考えた。DSM から流路集積数データを作成する方法については、参考文献<sup>2)</sup>を参照された。

次に、既往研究で DSM から DEM を推定するために使用されているフィルタについて考察し、本研究において適用するフィルタについて検討した。フィルタリング手法を決定後、フィルタを適用した DSM とオリジナルの DSM における垂直方向の精度を既存の DEM と比較する算定法で評価し、本研究で提案する手法について考察することにした。

## 2.1 フィルタリング手法

Masaharua and Ohtsubo<sup>3)</sup> は、都市域においてレーザープロファイラで取得されたランダム点の DSM データから、建物などの構造物を除いた DEM を推定するために、ランダム点データにフィルタを適用する手法を提案している。具体的には、ランダム点データに 50m メッシュ程度のパッチ領域から最小値を選定し、選定されたデータからノイズ成分を 3 から 4 回のフィルタリングによって除去した後に最終的に残ったデータを内挿処理することで DEM データを作成する手法である。

本研究で対象とする DSM は光学センサから作成したメッシュデータであるが、一定の領域から最小値を採用する方法は樹木などを除いた地盤高を推定するには理に適っていると思われる。実際に今回使用する DSM は、垂直方向に DEM よりも値が大きくなる傾向があることから、まず最小値を選定することが精度向上につながると思われる。よって、本研究では DSM の誤差が生じている部分を分析した上で最小値フィルタをかける領域を決定し、その後は数回のフィルタリングをすることで DSM を補正する手法を考案した。

## 2.2 垂直方向の精度評価

DSM の評価方法は、垂直方向の精度を式 (1) の NIMA (National Imagery and Mapping Agency) LE90 で評価することにした。

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

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。

## 3 結果と考察

国土地理院発行の 50m メッシュ DEM と DSM の差分をピクセル単位で算出し、それを 100m の標高区分で集計した。また、同様に流路集積数についても集計し、標高区分での平均値を算出してまとめたものが、表-1 である。表中の  $|e|$  は、その横に示した数値間の DEM と DSM の

キーワード：衛星データ、数値地形モデル、三次元参照ポイント、流路集積数、NIMA LE90

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: asaka.tomohito@cit.nihon-u.ac.jp

表- 1 DSM における標高区分ごとの誤差量とそのピクセル数および流路集積数の平均値

Hight(m)	e  = 300-200(m)				e  = 200-100(m)				e  = 100-0(m)			
	px	+	-	Flow acc. Ave.	px	+	-	Flow acc. Ave.	px	+	-	Flow acc. Ave.
2000-1900	0	0	0	-	0	0	0	-	60	17	43	2.167
1900-1800	0	0	0	-	242	0	242	0.682	239	8	231	2.381
1800-1700	39	0	39	0.821	1266	0	1266	1.584	790	57	733	2.567
1700-1600	239	0	239	1.389	2639	0	2639	2.571	2545	131	2414	2.711
1600-1500	447	0	447	2.530	4435	51	4384	3.851	7224	761	6463	3.381
1500-1400	534	0	534	3.133	5826	26	5800	5.825	12200	1957	10243	5.417
1400-1300	462	18	444	2.883	7553	193	7360	8.173	17870	3653	14217	8.387
1300-1200	487	71	416	6.353	10024	503	9521	10.434	24195	5863	18332	11.919
1200-1100	600	94	506	5.583	10897	791	10106	13.173	30107	8078	22029	16.680
1100-1000	680	74	606	7.188	10313	1215	9098	12.955	36005	10951	25054	25.820
1000-900	485	31	454	7.864	9553	1480	8073	15.197	41706	14211	27495	43.619
900-800	424	58	366	8.031	8157	1473	6684	16.055	46793	16820	29973	49.130
800-700	230	64	166	12.813	7849	1815	6034	19.960	49497	18293	31204	74.591
700-600	201	31	170	8.766	7504	1634	5870	15.741	46922	18950	27972	126.369
600-500	116	67	49	37.655	6567	1471	5096	42.539	41234	17931	23303	339.190
500-400	19	5	14	47.579	4095	1159	2936	648.884	31472	13780	17692	753.332
400-300	0	0	0	-	945	264	681	1969.039	19375	7393	11982	1073.288
300-200	0	0	0	-	87	3	84	38.782	9869	2098	7771	1281.527
200-100	0	0	0	-	1	0	1	0.000	3325	276	3049	6672.021
100-0	0	0	0	-	0	0	0	-	63	0	63	48380.414
Total	4963	513	4450		97953	12078	85875		421491	141228	280263	

差の絶対値を示したものであり、その縦列はその標高区分ごとにカウントされた総ピクセル数 (px)、誤差がプラスであったピクセル数 (+)、誤差がマイナスであったピクセル数 (-) および流路集積数の平均値 (Flow acc. Ave.) である。差分については、DEM から DSM を引いているため、マイナスの値が大きい程 DSM が DEM の値よりも誤差が大きいと言える。

表-1 より、|e| が 100 以上の部分は画像全体 (総ピクセル数: 524407) の約 20% 存在しており、その中でも DSM の値が DEM の値よりも大きくなっている部分は画像全体の約 17% 存在していた。さらに、|e| が 100 以上の部分の流路集積数のレンジは 0 から約 1900 程度であり、その中間値は 8.102 と山岳地域の嶺の付近に誤差が集中していることがわかった。また、標高区分では 1600m 以上の部分では |e| がマイナスだけで構成されているが、それ以下の標高区分ではマイナスが 8 割を締めいているもののプラスも混在していることがわかった。

前述のとおり DSM の誤差が生じている部分が概ね把握できたため、DSM に適用するフィルタを以下の順序で実行することとした。

- 処理 1: 標高値が 1600m 以上且つ流路集積数が 5 以内の部分に 3 x 3 画素の最小値フィルタを適用する
- 処理 2: 最小値フィルタを適用した後の画像全体に対して中間値フィルタ、平均値フィルタのいずれかを適用する

処理 1 で流路集積数の閾値を 5 とした理由は、標高値が 1600m 以上で且つ |e| が 100 以上の部分における流路集積数の最大値が約 5 であったことによる。

この結果、オリジナルの DSM から算出した LE90 が +/-137.024 であったのに対し、処理 2 で中間値フィルタを適用したデータでは LE90 が +/-67.211 であり、平均値フィルタを適用したデータでは LE90 が +/-75.485 であった。よって、最小値フィルタを適用した後にフィルタリング処理を施すと、垂直方向の精度向上に対して一定の効果があることがわかった。また、一度、処理 2 まで実行したデータに対してさらにフィルタリングを行うと、いずれのフィルタも LE90 が低下するという結果を得た。LE90 が低下する要因としては、地形が平滑化されすぎてしまったためと考えられる。

なお、図-1 はオリジナルの DSM と最小値フィルタを適用した後に中間値フィルタを適用した画像の一部を示したものである。

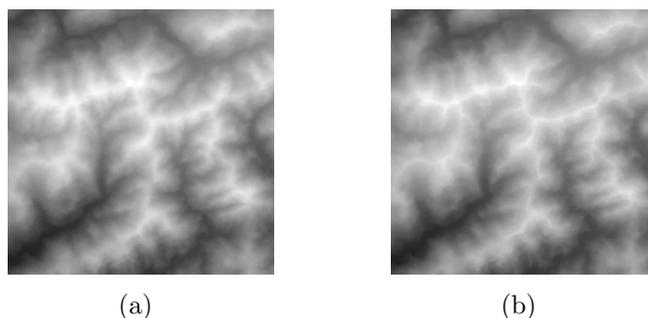


図- 1 DSM の比較: (a) オリジナル, (b) フィルタ適用後

#### 4 結言

本研究では、作成済みの DSM に最小値フィルタと中間値フィルタを適用することで、抜本的な補正手法とまでは言い及ぶが垂直方向の精度向上が見込めることを見出した。よって、RPC ファイルを用いずに ALOS/PRISM データから DSM を抽出した場合にも、フィルタを適用することである程度の標高値の補正が可能であることを示すことができたと思われる。今後は、他のシーンにおいても同様な処理が必要かどうか検討し、DSM の精度が向上するための要因についても研究する予定である。

謝辞: 本研究は、ALOS データ利用公募型共同研究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) 朝香智仁, 山本義幸, 工藤勝輝, 藤井壽生, 西川 肇: 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, 土木学会全国大会, 第 63 回年次学術講演会講演概要集, 4-222, 2008.
- 2) 朝香智仁, 西川 肇, 近藤 勉, 木田哲量: Terra/ASTER データを利用した分布型タンク流出モデルの構築と有用性の検証, 土木学会全国大会, 第 62 回年次学術講演会講演概要集, 4-105, 2007.
- 3) H. Masaharua and K. Ohtsubo : A filtering method on airborne laser scanner data for complex Terrain, ISPRS Commission III Symposium Photogrammetric Computer Vision, Vol. 34, pp.165-169, 2002.