

IV-267

衛星データを用いた数値地形モデルの作成とその精度について

東京理科大学 正会員 大林 成行

東京理科大学 正会員 江野沢 誠

顧問組 深津 圭

○東京理科大学 学生員 大野 浩史

1. はじめに 現在、10万分の1以上の大縮尺地図が整備されていない地域は、世界の50%以上にのぼると言われており、これらの地域では資源の管理や国土計画、環境保全などに不可欠な地形図の整備が熱望されている。しかし、現在の地形図作成技術の主流である航空写真測量は、経済的負担が大きという問題を抱えているため、より迅速で経済的な地形図の作成を可能とする人工衛星データを用いた地形図作成技術に期待が寄せられている。人工衛星データを用いた地形計測は、解析図化機等によりアナログ化(写真化)した衛星データから地形計測を行う方法と、デジタルデータとして提供される衛星データをそのまま利用して、デジタル処理で地形計測を行う方法の2つに大別することができる。このうち後者のデジタル処理による方法は、迅速で経済的な地形計測を行うことができるというメリットを有しているため、早急な技術の確立が強く望まれている。

2. 研究の目的 本研究の目的は、人工衛星SPOTにより収集されたステレオデータを用いて地形の3次元情報を効率的に抽出し、数値地形モデルを作成することである。具体的には以下に示す2つの研究項目を設定し、研究を行った。

①数値地形モデルの作成: デジタル処理を用いてステレオSPOTデータから自動的に対象領域の数値地形モデルを作成する。

②数値地形モデルの精度の検討: 作成した数値地形モデルについて標高精度の検討を行う。

3. 研究の内容 本研究で行った数値地形モデルの作成および精度の検討の流れを図-1に示す。

(1) スキャニングデータの標定: ステレオ衛星データを用いて地形計測を行う際に必要となる各データ収集時のセンサの位置および姿勢(衛星軌道要素)を求める標定計算を行った。本研究では標定計算方法として、共線条件を用いた単写真標定をSPOTデータに応用し、各衛星軌道要素をSPOTデータの走査ライン番号をパラメータとした関数で近似して標定を行った。その結果、基準点における平面位置の残差の絶対値の標準偏差が1画素以内という精度で標定計算を行うことができた。

(2) ステレオSPOTデータのマッチング: ステレオSPOTデータの左右の画像上から対応する像点を効率的に認識するため、以下に示す面積相関法を基本としたアルゴリズムでマッチングを行った。

①推定標高の設定: ステレオSPOTデータ的一方を基準画像、他方を対応画像として基準画像上に対応点を探索する点(基準点)を設定し、既知点の標高を基に基準点の推定標高を設定する。

②探索範囲の設定: 標定計算により決定した各ステレオデータについて成立する共線条件式に基準点の画像座標と標高を与えると、対応画像上の対応点の画像座標を求めることができる。そこで、①で設定した推定標高にある一定の範囲を与えて(推定標高範囲)、その範囲内で標高値を変化させて共線条件式に与えることにより、各標高値に対応する対応点の軌跡に対応画像上に求めることができる。このとき、推定標高範囲は真の標高を含むように設定されているため、この軌跡上に真の対応点(マッチングポイント)が存在する。そこで、この軌跡を対応点の探索範囲として設定する。

③面積相関法によるマッチングポイントの探索: ②で設定した探索範囲内の各画素上に相関窓を設定し、それぞれの画素における相関係数を算出し、最大の相関係数が得られた画素をマッチングポイントとして決定する。ただし、マッチングの精度を向上させるため、決定したマッチングポイントの相関係数が充分な大きさでない場合には、そのマッチングポイントは無効とする。

④マッチングポイントの標高算出: 対応点は標高の変化に比例して②で述べた軌跡(線分)上を移動するので、その関係を利用して、軌跡上でのマッチングポイントの位置を把握することにより仮の標高を求める。

以上の処理を全ての基準点に対して行う。

(3)標高算出および数値地形モデルの作成:標定結果とマッチング結果を用いて各マッチングポイントの標高を算出し、地表面上で不規則な配列となっている標高データを規則的な配列へ変換し、数値地形モデル(DTM)を作成した。

(4)数値地形モデルの精度の検討:作成した数値地形モデル(DTM)の定量評価を行った結果(表-1)、標高誤差の絶対値の標準偏差が10.5mという高精度であることが判った。また、定性評価としては、作成したDTMを用いて等高線を描画し、図-2に示すように既存の1/5万地形図から読み取った等高線との比較を行った。その結果、高い精度のDTMを作成することができたことが判明し、本研究で行った地形計測手法の有効性が確認できた。

4. まとめ 本研究の成果を以下に示す。

- ①平面位置の残差の絶対値の標準偏差が1画素以内という高い精度で標定を行うことができた。
- ②マッチングポイントの探索範囲を1次元に限定することにより、効率的なマッチング処理を行うことができた。
- ③高精度のDTMを作成することができた。
- ④作成したDTMを用いて縮尺1/10万程度の地形図の作成が充分可能であることが確認できた。

〈参考文献〉内田修:ステレオSPOT画像の標定と自動計測、写真測量とリモートセンシング、Vol.28、No.3、1989、PP.30-41

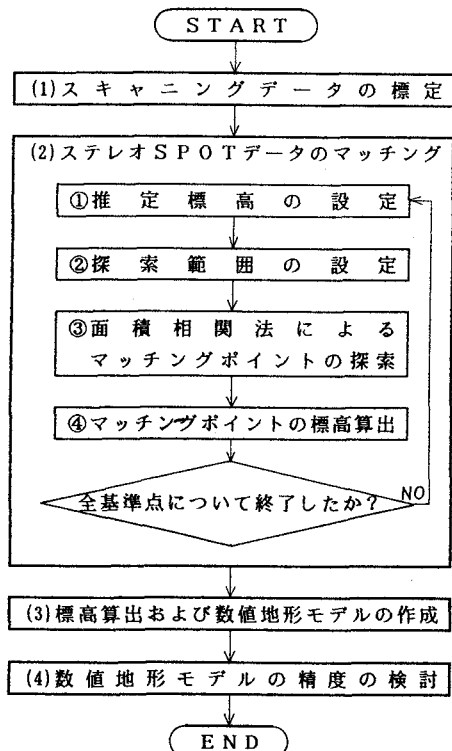


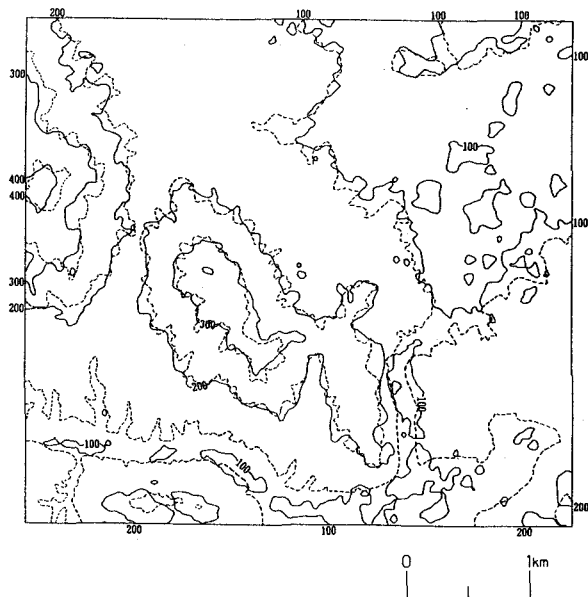
図-1 研究の流れ

表-1 DTMの定量評価

No.	算出標高 (m)	標 高 (m)	誤 差 (m)	場 所
1	96	90	6	橋
2	131	130	1	建物
3	137	124	13	建物
4	127	120	7	建物
5	192	190	2	峠道
6	206	190	16	峠道
7	385	390	-5	山頂
8	446	442	4	山頂
9	101	90	11	交差点
10	274	304	-30	山頂
11	103	90	13	水田
12	110	104	6	水田
13	95	100	-5	水田
14	115	120	-5	山頂
15	205	212	-7	水路
16	97	86	11	交差点
17	101	90	11	広場
18	87	90	-3	広場
19	93	90	3	広場
20	87	90	-3	広場
21	104	120	-16	建物
22	95	84	11	広場
23	85	84	1	広場

標高誤差の絶対値平均 8.26m

標高誤差の絶対値標準偏差 10.48m



実線: 本研究で作成した100m間隔の等高線図

破線: 5万分の1地形図から読み取った100m間隔の等高線図

図-2 DTMの定性評価