

# 全画素ステレオマッチングによる 航空写真からの DSM・オルソ画像作成システム

小泉博一 柳生弘之 橋爪一晃 宮崎徹 岩田真琴 國枝和雄† 島津秀雄

NECシステムテクノロジー（株）システムテクノロジーラボラトリ

## 1. はじめに

従来、建物や地形の標高値を取得するためにはレーザプロファイラや図化機による航空測量を行っていたが、近年では画像処理技術の向上に伴う自動化が進んでいる。

本稿では、航空写真画像からステレオマッチングによって全画素の標高値を自動的に取得し、高密度な DSM (Digital Surface Model) およびオルソ画像（写真上の建物等の傾きを補正した画像）を作成する、DSM・オルソ画像作成システム[1]について紹介する。また作成した DSM の精度検証についても報告する。

## 2. DSM・オルソ画像作成システム

DSM・オルソ画像作成システムでは、オーバーラップした 2 枚の航空写真を入力すると、システム内部でステレオ処理が実行され、高密度な DSM およびオルソ画像が自動的に作成される。ステレオ処理の概要を図 1 に示す。ステレオ処理では、まず 2 枚の航空写真の相互標定を行い、カメラ位置・傾きから 2 枚の写真の平行化を行う。これにより縦視差のない画像が作成される。次に全画素ステレオマッチングを行い、全画素の視差を計算する。最後にオルソ補正において、三角測量の原理を利用して、視差値から標高値への変換、航空写真上の地形・地物の真位置への補正を行うことで、DSM およびオルソ画像を作成する。

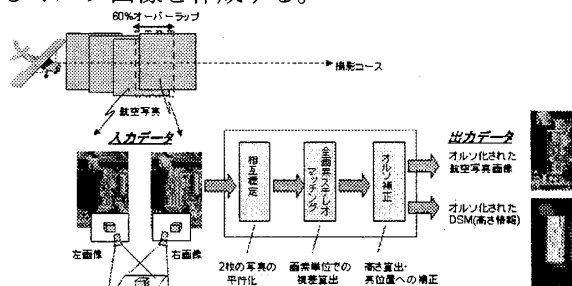


図 1 ステレオ処理の概要

## 3. 全画素ステレオマッチング

ステレオマッチングとは左右画像間での対応付けを行う処理のことであり、自動化のための重要な技術の一つである。しかし、全画素についてステレオマッチングを行うと膨大な計算を必要とするため、従来の写真測量ソフトでは、地形や家屋の特徴点や輪郭のみ高さを取得し、それ以外の地点については補間処理を行うのが一般的である。これに対し本システムでは、下記の方法により全画素ステレオマッチングを実現した。

相互標定によって平行化された左右の画像では、すべての被写体が左右画像の同じ走査線上に位置しており、対応点探索は走査線上の次元に限定することができ、対応点探索の計算量を削減することが可能となる。本システムでは、この探索方法として動的計画法 (Dynamic Programming: DP) マッチングを用いている[2]。

図 2 に DP マッチングの模式図を示す。ある対応する走査線対について、左画像から得られる画素の x 座標と、右画像から得られる画素の x 座標を直交軸に取った探索平面を設定して DP の探索を行う。DP マッチングにおける探索平面上の各点は、それぞれの座標値における評価値を持ち、これを累積しながら評価値が最大となる点を連結して得られる対応曲線で左右走査線の対応関係を決定する。探索平面上の各点の評価値としては画素の近傍同士の相互相関値を使用している。

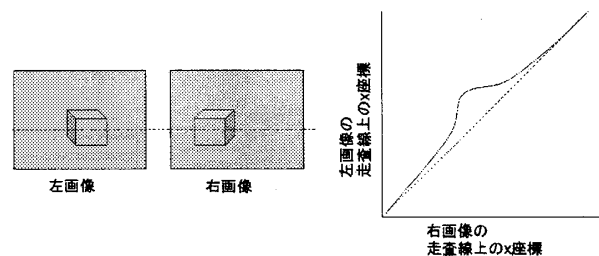


図 2 DP マッチングの模式図

DSM and Ortho Image Creation System from aerial photographs by using all-pixel stereo matching.  
Hirokazu Koizumi, Hiroyuki Yagyū, Kazuaki Hashizume, Toru Miyazaki, Makoto Iwata, Kazuo Kunieda and Hideo Shimazu,  
NEC System Technologies, Ltd.

† 現職は NEC 所属。本内容は、上記組織に所属時に行ったもの。

また、本システムでは図 3 に示すような複数 PC で構成される並列処理環境での実行を可能とした。航空写真画像を分割し、グリッドコン

ピューティング方式でステレオマッチング処理を並列処理することにより、処理時間の短縮を図っている。

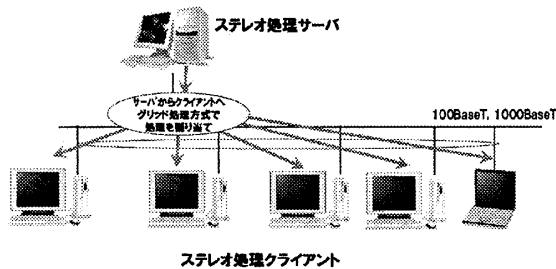


図3 ステレオ処理の構成

#### 4. 精度検証

本システムで作成したDSMの精度検証を行った。入力データとしてアナログ撮影・デジタル撮影の2種類の航空写真を準備し、それぞれについてDSMを作成し、精度検証を行った

##### 4. 1. アナログ撮影の航空写真での精度検証

山間部・丘陵地・市街地を含む某地域の現地測量を実施した40点において、DSMと現地測量との比較を行い、DSMの水平・垂直位置の精度検証を行った。表1に諸元を記す。

表1 撮影・計測諸元

航空写真	撮影縮尺	1/10,000
	地上分解能	21cm
	ラップ率	OL:60%, SL:30%
	焦点距離	152.96mm
	スキャン解像度	1200dpi
現地測量	使用機材	NetSurv3000 (1級GPS測量機)
	測位方式	ネットワーク型RTK-GPS測位(VRS方式)
	調査数	40点

精度検証の結果を表2に記す。水平位置の誤差119cm、垂直位置の誤差49cmという結果であり、公共測量作業規定(地図情報レベル2500)の要件を満たす精度が得られた。

表2 精度検証結果

	水平誤差	垂直誤差
DSM	119cm	49cm
公共測量作業規定	175cm以内	67cm以内

##### 4. 2. デジタル撮影の航空写真での精度検証

平野部である某地域の現地測量を実施した1000点において、DSMと現地測量とレーザプロファイラとを比較し、DSMの垂直位置の精度検証を行った。表3に諸元を記す。

表3 撮影・計測諸元

航空写真	撮影カメラ	UltraCamD
	撮影縮尺	1/8,000
	地上分解能	7.2cm
	ラップ率	OL:60%, SL:30%
	焦点距離	105.2mm
現地測量	測位方式	FKP方式による移動体観測
	調査数	100点
レーザプロファイラ	点間隔	約2m

精度検証の結果を表4に記す。DSMの垂直位置の誤差15.9cm、レーザプロファイラの垂直位置の誤差12.4cmという結果であり、DSMがレーザプロファイラと同程度の垂直精度を得ることができた。一方、データ取得間隔を比較すると、レーザプロファイラは約2m間隔でしか取得できないのに対し、DSMでは画素間隔である7.2cm間隔で高さを取得でき、格段に高密度にデータを取得できることがわかる。

表4 精度検証結果

	垂直誤差	データ間隔
DSM	15.9cm	7.2cm
レーザプロファイラ	12.4cm	約2m

#### 5. まとめ

航空写真から全画素ステレオマッチングによってDSM・オルソ画像を作成するシステムについて、作成されたDSMの精度検証を行った。その結果、作成されたDSMはレーザプロファイラと同程度の精度を有し、さらに画素間隔の高密度なデータを取得することが可能であることを示した。今後は、防災や図化など様々な業務への適用を目指す。

#### 参考文献

- [1] <http://www.necst.co.jp/product/rs/>
- [2] 大田友一, 山田博三, "動的計画法によるパターンマッチング", 情報処理, Vol. 30, No. 9, Sep. 1989.