

GA を用いた写真測量システム開発に関する研究および事例報告

関西大学総合情報学部 正会員 田中成典
 関西大学大学院 学生会員 北川悦司

関西大学総合情報学部 正会員 古田 均
 関西大学大学院 学生会員 野田 肇

1. まえがき

Web を始めとするインターネット情報網が日々変化，発展を遂げる現在，物体の3次元情報の必要性は，土木測量分野にとどまらず，あらゆる分野においてその有用性を呈している．このような現状に鑑み，著者らは，情報処理振興事業協会による平成12年度高度情報化ソフトウェアシーズ育成事業の支援の下，GA を用いた写真測量システムの研究開発を行った．本システムは，一般市販デジタルカメラで撮影した2枚一組の写真（ステレオ写真）を用い，被写体の計測およびCGによる立体化を可能とするものである．本システムの実現により，土木分野における簡易な測量手段の実現のみならず，Web上で利用可能な3次元コンテンツの有効な作成手段の実現を目指す．

2. システムの概要

本システムは，1)ステレオ写真上での対応点取得機能，2)GAによる準最適点決定機能および3次元座標値計算機能，3)VRMLによる形状のモデリング機能から構成される．

2.1 対応点取得機能

写真測量では，左右の写真上に写し込まれた対応点（パスポイント）を取得する必要がある．また，実測値を有する点（基準点）の定義も不可欠である．これらの作業は一見容易に思えるが，取得点数が増大するにつれ，時間がかかり骨の折れる作業である．本機能はこれらの作業をできる限り自動化することでユーザの負担軽減を実現するものである．本機能のインターフェイス画面を図1に示す．



図1 対応点取得画面

2.2 GAによる準最適点決定機能および3次元座標値計算機能

本機能は，前述の対応点取得機能により取得した多くのパスポイントから撮影時のカメラの傾きを求め，取得点の3次元座標値を算出するものである^[1]^[2]．ここで，個々のパスポイントはわずかな観測誤差を有している恐れがあり，また，カメラレンズの歪み等による誤差が内在しているため，全てのパスポイントより算出された理想的なカメラの傾きを求めることは困難である．パスポイントの最適な組み合わせからカメラの傾きを算出するには，パスポイントの全組み合わせ（全解探索）から見出す必要があるため，取得点数の増加に伴い処理時間の観点から困難を極める．そこで，本システムでは，組み合わせ処理にGA^[3]を適用することで，短時間に準最適なパスポイントの組み合わせを決定する方法を考案し，開発実装した．表1にパスポイント数の増加に伴う全解探索とGA探索の処理速度の差を示す．

表1 処理速度の差

パスポイント数	全解探索(分)	GA探索(分)
5	0.03	0.25
10	1.1	0.25
15	35	0.25

2.3 VRMLによる形状のモデリング機能

本機能は，算出された3次元座標値を利用し，ユーザが任意の形状をモデリングすることを実現するものである．モデリング言語としては，ISO標準でありWebでの汎用性が高いVRML^[4]を採用した．本システムでは，ユーザが2D画像上に表示されたパスポイントを任意に結び付けることで，線（ポリライン）・面（ポリゴン）の構成を行うための支援機能を実装した．そして，線・面情報を統合し，成型されたVRMLファイルとして出力する．図2に本機能の画面を示す．

キーワード：写真測量，デジタルカメラ，遺伝的アルゴリズム，VRML，Web

連絡先 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 (TEL) 0726-90-2404 (FAX) 0726-90-2491

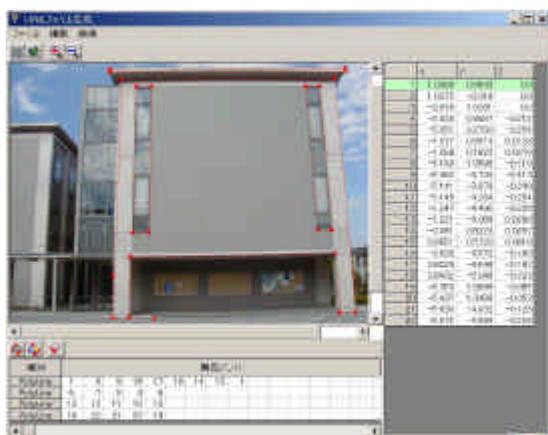


図2 VRMLモデル作成画面

3. 撮影条件による計測精度の検証実験

図3に示す被写体内の計測点を対象に、本システムを用いて異なる撮影方法のもとで計測精度の検証実験を行った。なお、基準点は地上に2m長の標尺を直交配置し、直交点を原点とすることで定義した。撮影距離は原点より7.5mとした。



図3 被写体および計測点

3.1 平行撮影

精度的に最も安定した撮影方法である平行撮影を行い、実測値と比較することで計測精度を検証した。その結果を表2に示す。

表2 平行撮影による計測結果

計測点間	実測値 (m)	計測値 (m)	誤差率 (%)
1- 2点間	3.05	2.88	-5.90
1- 3点間	3.13	3.86	18.91
1- 4点間	3.17	3.16	-0.32
1- 5点間	3.09	3.09	0.00

3.2 収斂撮影

2枚の写真に写し出される共通部分が少ないため、精度的に不安定と考えられる収斂撮影について、計測精度の検証を行った。収斂角は約60度および100度の二通りを試みた。なお、基準点および撮影距離

は平行撮影と同じである。それぞれの計測結果を表3および表4に示す。

表3 収斂撮影(60度)による計測結果

計測点間	実測値 (m)	計測値 (m)	誤差率 (%)
1- 2点間	3.05	3.01	-1.31
1- 3点間	3.13	3.59	14.70
1- 4点間	3.17	3.13	-1.26
1- 5点間	3.09	3.09	0.00

表4 収斂撮影(100度)による計測結果

計測点間	実測値 (m)	計測値 (m)	誤差率 (%)
1- 2点間	3.05	2.97	-2.62
1- 3点間	3.13	3.59	14.70
1- 4点間	3.17	3.15	-0.63
1- 5点間	3.09	3.03	-1.94

3.3 考察

平行撮影および収斂撮影による検証実験の結果、部分的に誤差率の大きな計測点間があるものの、いずれの撮影方法においても大差のない高精度な計測結果を得ることができた。このことから、GAの適用がパスポイントの組み合わせを決定する上で、有効な方法であると考えられる。

4. あとがき

本システムにより、ユーザ負担の軽減ならびに処理速度の向上が実現できたと考える。また、計測精度についても、撮影方法の違いによる精度劣化を吸収し、実用に耐えうる結果が得られたことを確認した。ただし、未だユーザの手動処理に頼る部分が残されており、これらの自動化については今後の課題としたい。

最後に、本ソフトウェアを開発するに当たり、ご支援いただいたソフトウェア工学財団ならびに高度情報化支援ソフトウェアシーズ育成事業の関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 解析写真測量委員会編：解析写真測量（改定版）、日本測量学会、1997.4.
- [2] 村木広和、田中成典、古田均：デジカメ活用によるデジタル測量入門、森北出版、2000.12.
- [3] 古田均：遺伝的アルゴリズムを用いた構造工学への応用、森北出版、1997.9.
- [4] 田中成典、小林孝史：VRMLの達人、森北出版、1999.12.