

GA を用いた写真測量システムのパスポイント決定方法に関する基礎的研究

関西大学大学院 正会員 村木広和* 関西大学総合情報学部 正会員 田中成典**
 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 北川悦司**
 関西大学総合情報学部 学生会員 野田 肇**

1. まえがき

近年、コンピュータの発展に伴い3次元のCADやCGが注目されてきた。そのため、2次元の画像データを用いて、3次元データを取得するための写真測量技術に関心が高まってきた。この技術を用いることにより、従来、計測が困難であった物体までの距離や物体自身の高さなどを簡単に求めることが可能となる。

本研究では、デジタルカメラの種類や撮影方法に拘らず、誰もが精度の高い3次元データを容易に取得することができる写真測量システムの研究開発を目指す。

2. システムの概要

航空写真を用いた空中写真測量では、撮影高度の約1/5000の誤差で地上の位置を計測することができるまでに向上している。しかし、地上写真測量では、同様の手法を用いた場合、精度の高い3次元データを取得することが困難である。これは、撮影写真の被写界深度が大きいことに起因すると考えられる。そこで、本システムでは、既報[1][2]で体系化されている立体写真測量の共面条件を用いて投影中心を結ぶ方法(図1)をベースに、自動的に最適なパスポイントを決定することによって被写界深度の計測誤差を少なくする手法を考案する。

3. 従来の写真測量を用いた解析

写真測量では、基準点や距離などを測るためのパスポイント(計測パスポイント)のみでは精度の高い3次元データを取得することはできない。精度の高い3次元データを取得するためには、写真全体にバランス良くパスポイントを取る必要がある。2枚の近接地上写真(図2)を用いて、パスポイントをバランス良く9点取り、従来の写真測量の方法によって地物の計測を行った。その結果、表1(左)に示すように、精度の高くない3次元計測データしか取得できなかった。そこで、パスポイントが多くても精度が向上しないという点に着目し、自動的に最適なパスポイントを決定することにより被写界深度の計測誤差を少なくできる方法を考案する。

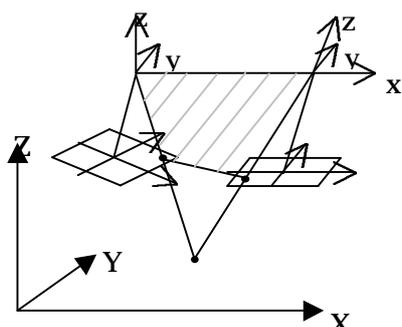


図1 共面条件による投影中心を結ぶ方法



左から撮影した写真



右から撮影した写真

図2 近接地上写真

表1 解析結果

パスポイント間	従来的方法				全解探索			
	実測値(m)	解析値(m)	誤差(m)	誤差率(%)	実測値(m)	解析値(m)	誤差(m)	誤差率(%)
点1-点2間	1.66	1.55232	-0.10768	-6.48684	1.66	1.74311	0.08311	5.00639
点2-点3間	9.15	2.57675	-6.57325	-71.83879	9.15	9.19218	0.04218	0.46101
点3-点4間	1.63	0.77108	-0.85892	-52.69463	1.63	1.72057	0.09057	5.55665
点1-点4間	9.12	2.35296	6.76704	74.19999	9.12	8.90323	0.21677	2.37690

キーワード：写真測量，デジタル写真，準最適パスポイント，遺伝的アルゴリズム

* 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺2-1-1 (TEL) 0726-90-2404 (FAX) 0726-90-2491
 アジア航測株式会社勤務 (関西情報システム部 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町2-1-11)

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

4. 全解探索を用いた解析結果

最適なパスポイントを決定することは、専門家でもかなり困難である。そこで、本システムでは、パスポイントを10点前後取ることによって自動的に最適なパスポイントの組み合わせを決定する手法を考案した。まず、1) 写真の4隅を取る。ただし、基準点や計測パスポイントが4隅にある時は採用しない。次に、2) 写真の4隅の中点を取る。ただし、基準点や計測パスポイントが4隅の中点にある時は採用しない。最後に、3) 前項の1)と2)で採用した点を加えて合計10点前後になるように、基準点や計測パスポイント以外の点にパスポイントを取る、といった3つの手続きに従ってパスポイントを決定する。システムの流れを図3に示す。

従来の写真測量を用いた解析と同様に、図2の写真を用いてパスポイントを9点取り、自動的に最適なパスポイントを決定する手法を用いた。その結果、表1(右)に示すように、平均誤差が数パーセントに収まり、精度が高い3次元データを取得することができた。しかし、 n 点のパスポイントを用いた標定計算では、 $2^n - 1$ 通りの組み合わせから最適解を求めているため、曲面などの計測パスポイントを多く取る必要がある場合などでは、かなりの計算時間が必要となる。そこで、最適解探索を高速化するために遺伝的アルゴリズムを用いた方法を考案する。

5. 遺伝的アルゴリズムを用いたパスポイント決定方法

パスポイントは、全解探索を用いた場合と同様の方法で10点前後取る。全解探索を用いた場合、必ず利用していた計測パスポイントも交叉対象に入れることにより、評価を行う時間が軽減され、システムの高速化が期待できる。計測パスポイントとパスポイントを併用し、1個体とする。そして、選択、交叉、突然変異を行い準最適解を求める。評価には、相互標定と絶対標定により求められた基準点の残差を用いる。そして、準最適なパスポイントにより求められたカメラの傾きを用いて、計測パスポイントの3次元データを求める。システムの流れとしては、図3の網掛けの部分を図4に変更する。

6. あとがき

本研究では、自動的に最適なパスポイントを決定することによって、デジタルカメラの種類や撮影方法に関係なく、誰もが容易に3次元データを取得することを可能にした。そして、最適解探索に遺伝的アルゴリズムを用いることにより、曲面など点の数が多くなった場合でも短時間で3次元データを取得できると考える。詳細は、発表当日に譲る。

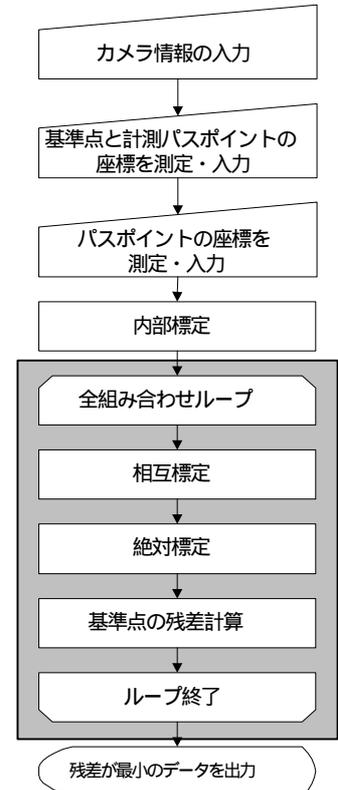


図3 全解探索の流れ

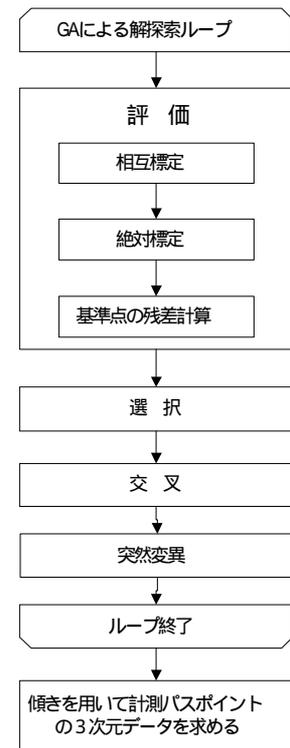


図4 GAによるパスポイント決定

参考文献

- [1]解析写真測量委員会編：解析写真測量（改訂版），日本写真測量学会，1997.4.
- [2]カール・クラウス：写真測量，技術書院，1993.7.
- [3]電気学会 GA 等組合せ最適化手法応用調査専門委員会編：遺伝的アルゴリズムとニューラルネット，コロナ社，1998.2.
- [4]米澤保雄：遺伝的アルゴリズム，森北出版，1993.10.