

色彩特徴による航空写真と地図との自動位置合わせ方法およびその応用

1 B-5

杉山博史 沼上英雄 岡崎彰夫
(株)東芝 総合研究所

1. はじめに

本報告では、航空写真を地図情報システムに統合して利用するための基礎技術として、航空写真と地図との自動位置合わせ方法を提案する。航空写真と地図との位置合わせは、両者の間で互いに同じ場所を表す地点の組(対応点)をいくつか求め、座標変換式を算出することにより実現される。過去の報告例では、道路や海岸線などの地形情報を抽出して地図と照合するという方法が提案されている。しかし、これらの方法は、複雑な都市部の航空写真には適用されていない。ここでは、低層家屋の屋根には鮮やかな色彩を有するものが多いことに注目し、カラーの航空写真からそれらの色彩情報を用いて対応点を抽出することにより位置合わせを行なう。以下では、まず自動位置合わせ方法を述べ、実験による評価結果を示す。次に地図情報との照合に基づく航空写真解析例をいくつか報告する。

2. 方針

航空写真や多種の地図情報を統合して管理する地図情報システム概念図を図1に示す。このシステムは、基本となる地図(都市計画基本図)の情報(地図画像、家屋などのベクトルデータ、その属性データ)を中心に構成されており、その他の地図や航空写真は基本地図との間の座標変換式で対応付けられて相互に参照できるようになっている1)。

このようなシステムを構成するためには、位置合わせが重要となる。そのためには、画像と地図との対応点を求めなければならない。抽出する対応点としては、撮影条件に関係なく安定して得られることが望ましい。また、自動化の要求も強い。そこで都市部の構造物、特に低層家屋の屋根が鮮やかな色を示すことが多いことに注目し、赤や青の屋根がどのように分布しているかという情報で自動位置合わせをすることを提案する。以下にその手順の概略を示す。

まず、予め地図と位置合わせをされた航空写真から、鮮やかな色彩を示す低層家屋の重心と色を求め、参照用特徴点データを作成しておく。新たに航空写真を入力する場合には、色彩がある設定範囲にある領域の重心を求め、参照用特徴点データと照合する。照合により求めた対応点から変換係数を算出し、変換係数と画像を地図データベース(以下単にDBと呼ぶ)に登録する。

さらに、位置合わせ情報を航空写真の解析などに有効に利用することを考える。例えば、画像を色彩情報により領域分割した結果と地図データとを照合することにより、経年異動などを抽出し、DBを更新することが可能となる。

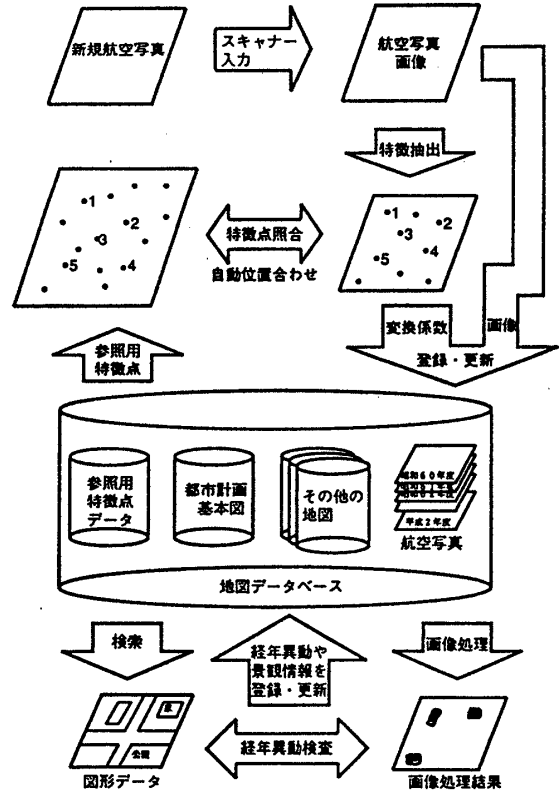


図1 航空写真と地図の統合管理システム概念図

3. 自動位置合わせ方法

ここでは、参照用特徴点データの作成方法と特徴点の照合方法について詳しく説明する。

3.1 特徴点の抽出と参照用特徴点データの作成

ここでは、低層家屋の鮮やかな色の屋根部分を特徴領域として抽出し、その領域の重心を特徴点とする。

参照用特徴点データは次のようにして作成する。まず、ある年度に撮影された航空写真を教示画像とし、この教示画像と地図を対話的に対応付けを行なっておく。つぎに、彩度と色相が予め設定された範囲にある領域を抽出し、この領域の重心を特徴点候補とする。ここで求めた特徴点候補は低層家屋以外のものも含まれているので、地図情報を用いて低層家屋のポリゴン図形に含まれるもののみを選択する。さらに、照合精度をあげるためなるべく孤立している特徴点候補のみを選択する。こうして選択された特徴点を地図座標に変換したものを参照用

Matching for aerial photographs based on color features.

Hiroshi SUGIYAMA, Hideo NUMAGAMI, Akio OKAZAKI

TOSHIBA R & D Center

特徴点データとする。

3.2 対応点の探索

対応点探索はポイントパターンマッチングの問題であり、膨大な計算量が必要とされる。ここでは、(1)おおまかな位置情報から探索範囲を限定する、(2)特徴点を複数の階層に分類し、段階的に照合していく、ことの2点により処理を高速化している。以下にその手順を示す。

まず、①対応付け対象画像のおおまかな位置情報を基に上位階層のみの参照用特徴点データを取り出す。次に、②対象画像から特徴点を抽出し、アフィン変換により地図座標系に変換する。そして、③参照用特徴点と抽出した特徴点どおしを照合し、対応点抽出を行なう。④撮影時の変動を考慮してアフィン変換係数を一定間隔で変更し、②、③の処理を繰り返す。⑤最大となった対応点の数がしきい値以下の場合には、参照用特徴点を次の階層まで増やして①に戻り、対応点を求めなおす。⑥求めた対応点から対象画像と地図の変換式の係数を算出する。

4. 応用例

位置合わせ情報を利用すれば、航空写真の解析を支援したり、ある程度自動化することが可能である。以下にいくつかの応用例を示す。

(1) 重ね合わせ表示

地図情報と航空写真画像とを重ね合わせて表示することにより、ユーザの解析を支援する。例えば、植生分布情報と実際の景観を重ね合わせ表示したり、航空写真を索引にして検索を行なったりすることにより利用者の理解を助けることができる。

(2) 景観情報の抽出

ユーザの必要としている情報を画像処理/解析によって抽出し、その結果を地図DBに登録することにより、DB入力の手間を省力化することができる。例えば、航空写真画像から個々の家屋に対応する領域の色やテクスチャを抽出し、景観表示などに利用することが可能である。

(3) 地図DBの情報との差異検出

地図DBに登録されている情報と航空写真画像またはその解析結果とを個々に照合することにより、明かな経年異動を自動検出する。例えば、画像を色彩特徴により領域分割したりエッジ抽出したりした結果と家屋図形を照合することにより、家屋の新・改築や滅失をある程度検出することができる。そして、その結果をユーザに積極的に提示し、対話的に修正することにより、経年異動半自動検出が可能である。

5. 実験

上記方法により新宿区を対象として実験を行なった結果を示す。使用した航空写真は、(財)日本地図センターから購入した84年度と89年度の縮尺1/10000相当の航空写真である。地図DBには、都市計画基本図(縮尺1/2500)から作成した新宿区全域の約7万件の家屋および約1万件の土地利用情報が蓄積されている。まず、3.1に示した方法で84年度の航空写真から参照用特徴点データを作成し、3.2に示した方法で地図との自動位置合わせを行なった。図2に示すのが89年度の航空写真を自動位置合わせした結果であり、位置合わせに基づ

き航空写真と地図DBの家屋図形を重ね合わせ表示したものである。位置合わせの精度は画像上で5画素程度で、実際の距離で3m程度であった。図3は、89年度の航空写真を4.の(3)に示した方法で家屋データと照合した結果であり、明らかに経年異動が見られると自動判定された家屋を画像上に重ね合わせ表示している。



図2 航空写真と地図(家屋図形)との位置合わせ結果



図3 経年異動の自動抽出例

6. あとがき

色彩特徴を利用したカラー航空写真と地図との自動位置合わせ方法を提案し、対話的に対応点を与えた場合と同程度の精度(5画素)で位置合わせができることを実験的に確認した。また、位置合わせ情報を利用したいくつかの画像処理例を示した。

参考文献

- 1) 長尾、他、"都市計画支援システムにおけるマルチメディアデータ管理方式", 第42回情全, 1-341, 1991