RealScapeシリーズ 固定資産異動判定システム

國枝 和雄・岩田 真琴
橋爪 一晃・小泉 博一

要　旨

家屋の異動判読業務を行う最大の自治体である東京都23区では、今般、20年間続いた目視による判読に終止符を打ち、2006年1月の業務からシステム化へ移行することとなりました。東京都の作業は規模が大きく4ブロックに分割して業務委託されていますが、そのなかの3社においてNECシステムテクノロジーの「固定資産異動判定システム」が採用され、2月に同システムが本格稼働しました。本稿では、航空写真の3次元比較解析によって家屋の形状変化および色変化を自動的に検出することのできる「固定資産異動判定システム」について紹介します。

キーワード

●航空写真　●ステレオ処理　●精密オルソ　●家屋経年異動

1. はじめに

NECシステムテクノロジーは、航空写真を3次元解析することで家屋の高さ変化および色変化を自動検出する技術を確立し、同技術を家屋異動判読に適用した固定資産異動判定システムを開発しました。本システムでは、全画素ステレオ処理方式によって航空写真のみで家屋の高さを算出し、さらに、新旧写真の精密な重ね合わせを可能としました。これによって、航空測量などのコストをかけることなく、2枚の撮影済み写真さえあれば高さを考慮した異動判定を行うことが可能となりました。また、本システムの導入によって従来コストの3分の1以下(当社測定比)の削減ができ、しかも短期間(100平方キロメートルの領域で2週間程度)での判定が可能となっています。さらに、目視では困難な高さ方向の変化検出、コンピュータ処理による客観的な判定で人為的なミスや偏重を防ぐなど、従来方式の課題についても解決しました。

2. 家屋異動判読について

固定資産税は、市町村が毎年1月1日(賦課期日)に、現在の土地、家屋、償却資産(以下、固定資産)の所有者に対してその価格をもとに税額を算出し課税する税金です。そのため、自治体では課税根拠を得るために1月1日に航空写真を撮影し、前年との比較によって家屋の異動情報(新築、滅失、増改築、立て替え、工事中など)を取得しています。

この異動判読業務は、自治体から委託を受けた測量会社が多数の作業者を動員して実施していますが(図1)、人手作業を基本としているため、下記の問題を生じています。

1)判読コストが膨大

写真1枚の判読には約10時間程度を要し、通常の自治体では、これを数百枚の規模で行う必要があります。

2)人為的な判読ミスが避けられない

課税の公平性の観点では判読誤りは許されません。特に、実際に異動している家屋を見逃す“洩れ”は許されませんが、作業者個人の能力に依存しているため、現状では誤りもあると言わざるを得ません。

後者に対しては、実際には1つの領域について複数回の判

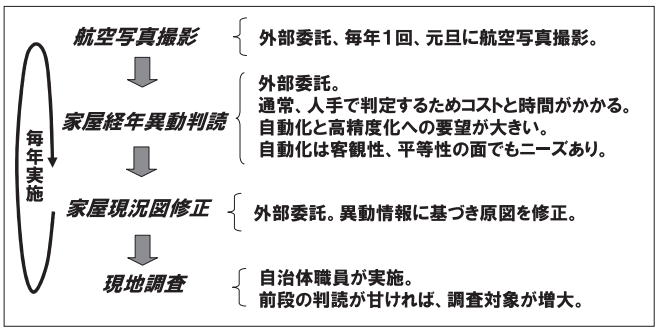

図 1　自治体における家屋異動判読の業務フロー

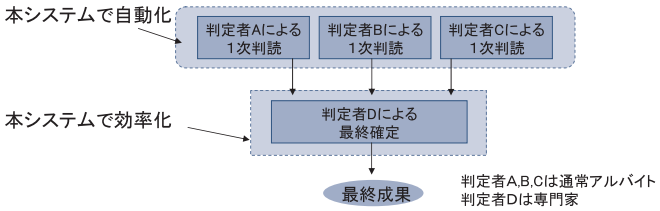

図２　目視判読で精度向上を図った場合の判定手順

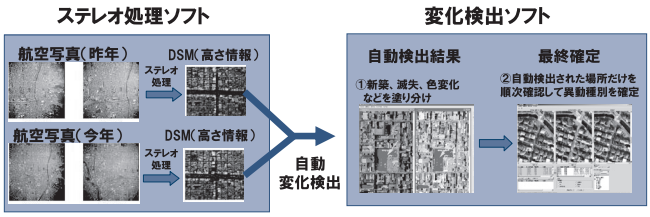

図３　固定資産異動判定システムの構成

読を行うなどの方策がとられていますが(図2)、判読コストをさらに増大させる結果となっています。写真1枚の図郭は、実世界の800×600mあるいは500×600m(自治体によって定められている)に対応した縮尺で撮影され、1つの自治体で数百枚の写真を処理することとなります。したがって、異動判読の工数が10,000人時を超えることも珍しくありません。

こうしたなかで、自治体では、異動判読作業の自動化・システム化でこの問題を解決したいとの要望が高まっています。ここで、異動判読の基準は、法令や(財)資産評価システム研究センターのガイドライン等に沿って決められていますが、システム化した場合にもこれは変わりません。具体的には、

・水平および垂直に2m以上変化したもの
・2×2m程度の領域で色が変化したもの

程度を漏れなく検出することを求められます。そのため、自動処理に向けた技術的なハードルが高く、部分的なツール利用が限界で、本格的なシステム化は行われていませんでした。判定内容としては、高低変化と色変化の検出がポイントとなりますが、この自動化については次の課題があります。

1)高低変化の検出

高さの取得については、レーザプロファイラなどの航空測量を用いることが考えられますが2m程度の変化を検出するための航空測量は非常にコストがかかります。また、航空測量装置は高価で数が限られるため、多数の自治体がこれを利用することはできません。

2)色変化の検出

色変化検出のためには、新旧写真を精密に重ね合わせることが必要となりますが、撮影条件(撮影位置、高度、焦点距離など)のばらつきのため、新旧写真では建物の傾きが異なっており、そのままでは新旧の像が一致しません。

これに対して、我々は航空写真の全画素の高さ取得と位置補正を可能とする全画素ステレオ処理方式によって、上記2つの問題を解決しました。

3. 固定資産異動判定システム

3.1 システム概要

本システムは､2つのモジュールで構成されます(図3)。

(1)ステレオ処理ソフト

2枚の航空写真を入力して、全画素を計算機内部で立体化し、家屋の高さ情報(DSM: Digital Surface Model)を1m精度で算出。同時に精密オルソ処理によって航空写真上の建物の傾きを補正し、新旧写真の精密な重ね合わせを実現しました。

(2)変化検出ソフト

ステレオ処理ソフトで生成された新旧2年分のオルソ補正済み航空写真とDSMを入力として、家屋形状の変化、家屋の色変化、土地の色変化を検出します。

3.2 設計目標

本システムの設計に際して、自動化による判定性能の向上(人為ミスの防止、目視で困難な高低変化の検出)と判定コストの低減を両立することを目標としました。しかしながら、現状の技術レベルでは誤りのない完全な判定を自動的に行うことは困難です。そこで、自動化ソフトによる判定は一次判読に適用し、確定判読については、効率的に処理するためのツールを提供することとしました(図2)。実際のデータでは、写真1枚に存在する家屋数は3,000～4,000棟、1年間での家屋異動比率は3～5%であり、1枚の写真内の異動家屋は150棟程度になります。これに対して､従来の目視作業では､1次判読として3,000棟からたとえば500～600棟程度への絞込みが行われています。今回、自動判定処理の性能については、これと同等の判定を行うことを目標としました。

3.3 ステレオ処理

ステレオ処理の流れを**図4**に示します。

(1)入力データ

入力画像は、通常の異動判読用途で撮影されるアナログあるいはデジタル航空写真を利用できます。これらの写真は前後のコマの間で約60%のオーバーラップをした連続写真となっています。本システムでは、それぞれ隣り合う画像を左画像･右画像としたステレオ処理を行うことによって、各オーバーラップ領域の全画素についての高さ情報を求めます。

(2)相互標定

事前にキャリブレーションが可能なステレオカメラで撮影した場合と異なり、撮影時のカメラ姿勢にばらつきのある航空写真画像が対象となるため、まず各画像の向きを合わせる平行化が必要となります。そのため、画像中の数組の対応点座標をもとに航空測量における標定計算によってカメラ間の位置関係を算出します。この処理を相互標定と呼びます。

(3)全画素ステレオマッチング

ステレオマッチングでは左右画像での対応点の探索がその処理の中心となります。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一次元に限定することができます。我々は、この探索方法として画像の相互相関を評価値とする動的計画法(Dynamic Programming: DP)マッチング方式を用いています。その処理結果はDSMとして得られます。品質の良いDSMを得るには、入力画像の縮尺や種別に応じて、画像相関のウィンドウサイズ、閾値などのパラメータを適切に設定する必要があります。この選択には経験を要するため、対象画像の種類別に最適化したパラメータセットをシステム側で準備し、ユーザはそのなかからセットを選択すれば最適な処理を行える仕組みとしています。

(4)対地標定

ここまでは、画像座標空間で処理されているので、最後に、写真画像およびDSMの地上緯度経度への対応付け、すわなち対地標定を行います。同時にステレオマッチングで得られた視差値の標高値(m)への変換も行います。

(5)精密オルソ補正

ステレオ処理は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線についてのみ高さを取得し、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す。そのため、たとえば輪郭を与えられていない建物は地面と区別なく処理されることとなり、建物が傾いたままの画像となってしまいます。これに対して、当社の手法では、輪郭情報を与えなくともステレオ処理の結果として全画素の高さ情報が得られており、すべての画素の絶対位置を決定することが可能です。この処理を精密オルソ補正と呼びます。精密オルソ補正された画像では、すべての建物の屋上面が傾くことなく真位置に補正されます(**図5**)。これによって、写真を地図と正確に重ね合わせたり、撮影条件の異なる2枚の写真を重ね合わせることが可能となりました。

(6)システム構成

以上の処理を複数PCで構成される並列処理環境で実行す

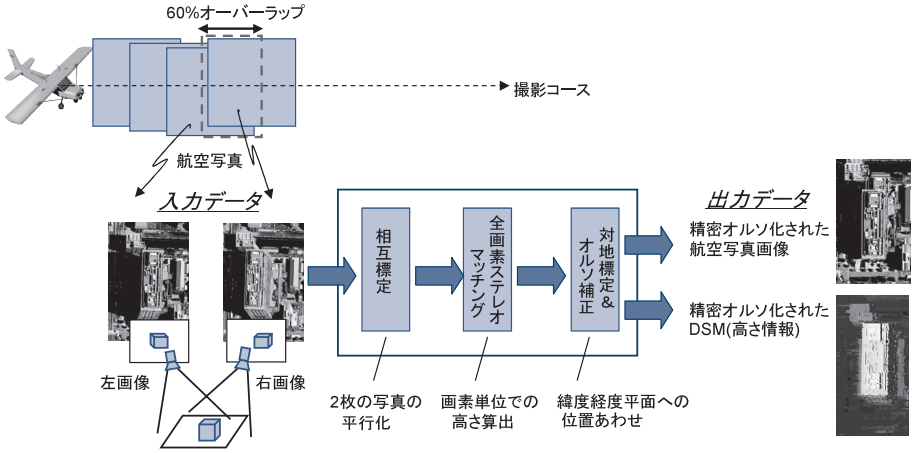

図4　ステレオ処理の概要

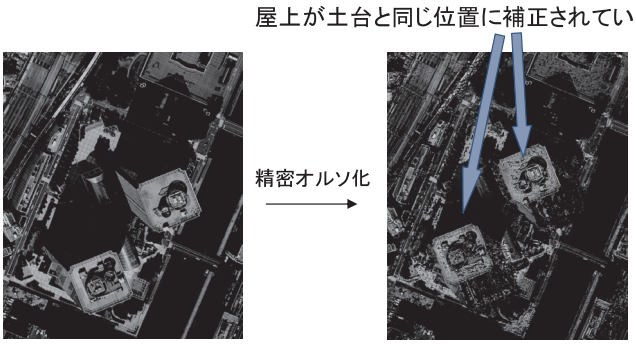

図５　精密オルソ補正

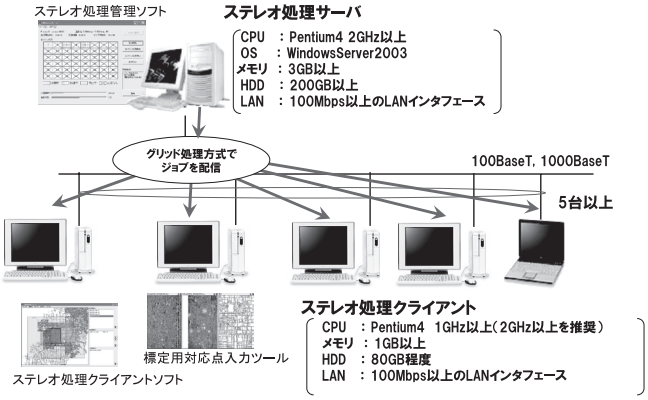

図６　ステレオ処理ソフトのシステム構成

るためのステレオ処理ソフトを開発しました(図6)。ソフトウェアとしては、グリッドコンピューティング方式でステレオ処理を並列実行するサーバ&クライアントと、標定のための対応点入力ツールなど一連の作業に必要なソフトウェアで構成されており、航空写真からDSMを生成するまでの作業が可能です。なお、クライアントは、1～48台の間で動的にステレオ処理への参加、離脱を行うことが可能であり、用途に応じた柔軟な構成をとることができます。

3.4 変化検出ソフト

変化検出ソフトは、ステレオ処理の結果として得られる新旧のカラー画像とDSMを入力として変化箇所を検出するソフトで、一次判読に対応する処理を自動的に行う自動検出ツールと、専門化の最終確定を支援する最終確定ツールで構成されます(図7)。以下、各部について説明します。

(1)自動検出ツール

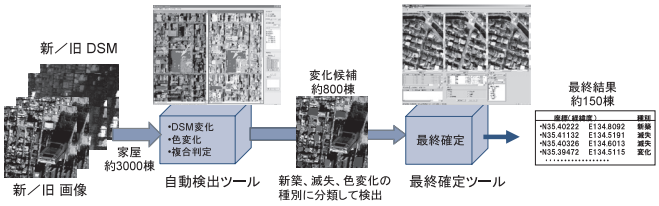

図７　変化検出の概要

自動検出については、新築、滅失、色変化など家屋の変化に特化して分析検出する方式を開発しました。高低については、新旧のDSMを参照して、低→高の変化を新築、高→低の変化を滅失として検出します。色については、オルソ補正されたカラー画像を参照して閾値以上の変化領域を色変化として検出します。色変化については、判断基準をユーザが数値で指定することが難しいため、閾値をシステム側で推奨する方式としています。ここで、単純に色変化を検出した場合、たとえば1×2m以上の面積の変化を検出したとすると、自動車などがすべて異動箇所として検出されてしまうため、本システムではDSMも合わせて参照することで、地上高が2m以下の領域については除外する方式をとっています。

こうして得られた結果は、新築、滅失、色変化を画素単位で塗り分けしたマップ画像と、ラベリング処理でまとまりとして検出された各異動箇所の中心座標(緯度経度)を記述したcsvファイルとして出力されます。

(2)最終確定ツール

最終確定ツールは、自動検出された塗り分けマップ、中心座標リストを入力として、専門家が確定判読処理を行うためのツールです。自動検出結果は、新築、滅失、色変化の3種類の異動種別となっていましたが、最終確定ツールでは、自治体の要件に応じたより詳細な異動種別(滅失後新築、工事中など)への分類も行うことが可能です。

4. 実証評価

我々は昨年度、ステレオ処理について、東京都23区の写真2,800枚(地上解像度12.5cm)を対象としたDSM作成を行い、その成果が水平精度50cm、垂直精度1.0mの標準誤差範囲内となっていることについて日本測量協会の検定を受けました。

また、変化検出については、品川地区の10図郭を対象とした実証評価を行った結果、

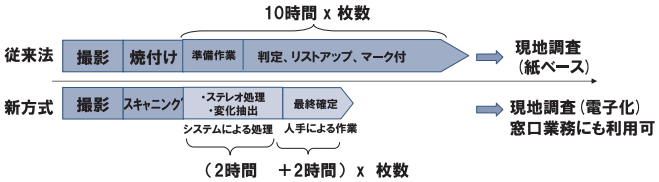

図８　自動化時間削減効果

・高さ変化: 高低差2m以上、1×2m以上の領域。
・色変化 : 2×2m以上の領域。

についてもれなく検出されていることを、別途行われた目視判読結果との比較によって確認しました。

また、処理時間の削減効果については、最終確定の手動作業は1ペアについて2〜3時間程度との見積もりが得られており、仮に従来手法で1名が判読を行った場合と比較しても、図8のとおり60%程度の削減効果が得られる結果となっています。図2に示したような複数人体制と比較した場合は、この効果はさらに大きなものとなると言えます。

5. おわりに

今後、他自治体の家屋異動判読への展開を進めるとともに、たとえば災害関連での地盤の変化検出など、家屋以外の分野への適用も図っていきたいと考えています。

*Windowsは米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

執筆者プロフィール

國枝 和雄
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ
主任研究員
情報処理学会、映像情報メディア学会、
地理情報システム学会会員

岩田 真琴
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ
主任
情報処理学会会員

橋爪 一晃
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ

小泉 博一
NECシステムテクノロジー
システムテクノロジーラボラトリ
日本写真測量学会会員

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL:http://www.necst.co.jp/product/det_rs.htm