

撮影条件の異なる航空写真からの建造物の変化抽出システム

A system for detecting changes of buildings from aerial images taken in different conditions

渡辺 真太郎
Shintaro Watanabe

宮島 耕治
Koji Miyajima

株式会社 NTT データ 情報科学研究所
Laboratory for Information Technology, NTT DATA CORPORATION

1 はじめに

GIS(Geographic Information Systems)のベースとなる地図の更新には、時間をおいて撮影した2枚の航空写真を比較して抽出した建造物の変化情報を利用する。従来はオペレータが目視により航空写真を判読して建造物の変化を抽出していた。このとき、航空写真は広域を高分解能で撮影されているので、目視による判読では非常に時間を要していた。このため、地図の更新頻度はあまり高くはなかった。地図の更新頻度は高いことが望まれるので、コンピュータを利用して航空写真の判読を支援することが必要とされている。このとき、判読に用いる航空写真は、撮影位置や撮影時期・時刻等の撮影条件ができる限り同じものであることが望ましい。この理由は、撮影条件が異なると以下の2点の問題が生じるためである。(i) 撮影位置が異なると、被写体の見え方が異なる。コンピュータでは、被写体の見え方が変化したのか、建造物に変化したのかを識別することが困難である。(ii) 撮影時期・時刻が異なると、主に晴天時に撮影される航空写真では、影の形状の差異が顕著となる。コンピュータでは、影の形状が変化したのか、建造物に変化したのかを識別することが困難である。しかしながら、航空写真は航空機に搭載されたカメラで飛行しながら撮影されるので、撮影位置や撮影時期・時刻を一定に保つことが難しい。本稿では、撮影位置や撮影時期・時刻等の撮影条件が異なる航空写真から変化情報を抽出するシステムについて報告する。

2 システム概要

ここでは、航空写真から変化情報を抽出するために構築した二つのシステム「影の変化除去システム」および「建造物の変化抽出システム」について説明する。これらのシステムは、SUN Solaris2.6 で X Window System 上にて動作する。

2.1 影の変化除去システム

本システムは文献 [1] の方法を実装したものであり、撮影時期・時刻の異なる2枚の航空写真から影の形状の変化を解析し、航空写真中でのその変化のある領域の輝度を補正することによって、影の形状の変化が存在しない画像を出力する。影の形状の変化を解析する方法では、光源のモデルを考え、2枚の航空写真において、その光源モデルにより照射された対応する領域の輝度値の比を用いて、影の変化である領域と影の変化ではない領域とを識別をする。本システムの概要を全体図(図1)を参照しながら説明する。

まず、図1中の入力画像表示部では、オルソ化された2枚の航空写真が縮小表示される。部分画像表示部では、入力画像表示部のウィンドウ内でマウスによって指定した部分を等倍の大きさで表示する。さらに、部分画像表示部のウィンドウ内でマウスによって指定した点を中心として縦方向と横方向の輝度値のプロファイルを表示する機能を有する。操作部では、影の形状の変化の解析開始「Detect shadow change」、

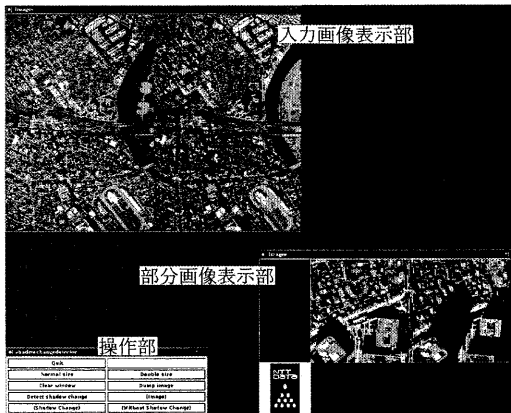


図 1: 影の変化除去システムの全体図

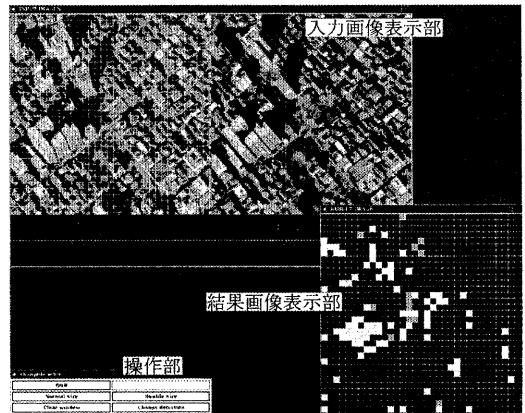


図 2: 建造物の変化抽出システム全体図

システムの終了「Quit」, 部分画像を等倍の大きさで表示「Normal size」, 部分画像を二倍の大きさで表示「Double size」, 各表示部の画面のリフレッシュ「Clear window」, 部分画像をファイルとして出力「Dump image」の各コマンドを受け付ける。

2.2 建造物の変化抽出システム

本システムは文献 [2] の方法を実装したものであり, 撮影位置と撮影時期・時刻の異なる航空写真から建造物の変化を抽出するシステムである。本システムの概要を全体図 (図 2) を参照しながら説明する。

まず, 図 2 中の入力画像表示部では, 既知のカメラパラメータによりレクティフィケーション済の航空写真が表示される。右が参照画像であり, 左が対象画像である。参照画像中の格子は変化を抽出する単位を表しており, 各格子毎に対象画像と比較して変化を抽出する。また, 参照画像中の横線はエピソード線を表しており, この線上で 1 つの格子の大きさに相当するウィンドウを移動させながら, 輝度値の相関値の大きさを判断基準にして変化を抽出する。その相関値は入力画像表示部の下部に縦軸を相関値, 横軸を画像中のウィンドウの位置としたグラフで表示される。縦軸の範囲は -1 から 1 であり,

横軸の範囲は参照画像の水平方向の長さである。結果画像表示部では, 変化抽出の結果を建造物の変化, 被写体の見え方の変化, 影の形状の変化に分けて表示する。操作部では, 建造物の変化の抽出開始「Change detection」, システムの終了「Quit」, 画像を等倍の大きさで表示「Normal size」, 画像を二倍の大きさで表示「Double size」, 各表示部の画面のリフレッシュ「Clear window」の各コマンドを受け付ける。

3 実施例

ここでは, 2 章で述べた各システムの実施例について説明する。

3.1 影の変化除去システムの実施例

入力に用いた航空写真 (図 3) は, 左が 1995 年 8 月, 右が 1997 年 2 月に川崎市中心部を高度約 1500m の上空より撮影した航空写真から切り出した部分画像である。そして, これらの分解能はともに $1m/pixel$, 画像の大きさは $256 \times 256pixel$ である。これらを入力画像に対し, 本システムにより実際に影の形状の変化を解析すると図 4 の結果が得られる。白い部分は影の形状が変化した領域を示している。この領域に対

し、輝度を補正することによって影の形状の変化が除去された画像が得られる(図5)。このときの処理に要した時間は、Sun UltraSPARCII 300MHzではほぼリアルタイムであった。図5の画像は、影の形状が同じであるので、あたかも同じ時期・時間に撮影されたものであると見なすことができる。

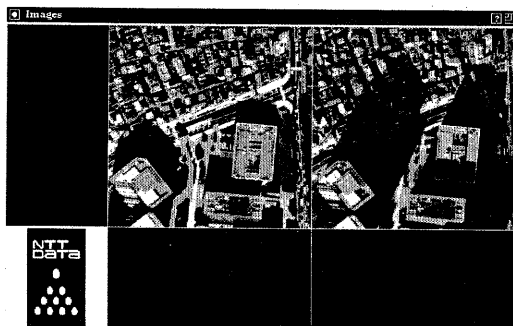


図3: 入力画像

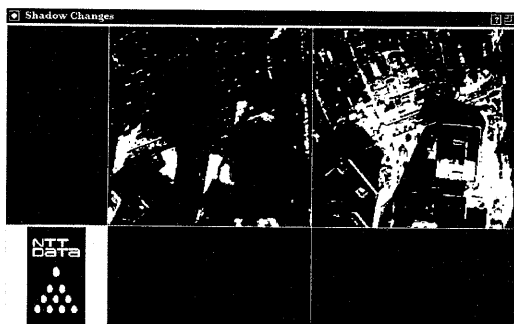


図4: 影の形状が変化した領域



図5: 影の形状の変化が除去された画像

3.2 建造物の変化抽出システムの実施例

入力に用いた航空写真(図6)は、右が1997年2月、左が1997年12月に川崎市中心部を高度1580mの上空より撮影した航空写真から切り出した部分画像である。そして、これらの分解能はともに50cm/pixel、画像の大きさは500×500pixelである。これらの入力画像に対し、本システムにより実際に変化を抽出すると図7の結果が得られる。このときの処理時間はSun UltraSPARCII 300MHzで30秒程要した。この変化抽出結果と図8に示す目視により抽出した建造物の変化を円で記したものとを比較すると、目視により抽出した建造物の変化は本システムによっても抽出されていることが分かる。

4 まとめ

本稿では、オペレータが撮影条件の異なる航空写真から変化情報を判読する際、その支援を目的とした「影の変化除去システム」と「建造物の変化抽出システム」について述べた。本システムは文献[1][2]の方法を実装したものであり、実際に撮影条件が異なる2枚の航空写真を入力して、影の変化除去システムにより影の形状の変化が除去された画像が得られることと、建造物の変化抽出システムにより建造物の変化が適切に抽出できることを示した。今後は、より多くの航空写真を用いて、これら2つのシステムが適切に変化情報を抽出できるかを評価する予定である。

参考文献

- [1] S.Watanabe, K.Miyajima and N.Mukawa: "Detecting changes of buildings from aerial images using shadow and shading model", Proc. ICPR'98, pp.1408-1412, 1998.
- [2] 渡辺 真太郎, 宮島 耕治: 「エビポーラ拘束を利用した撮影位置の異なる航空写真からの建造物の変化抽出方法」, 情報処理学会研究報告 CVIM-122, 6月, 2000.



図 6: 入力画像

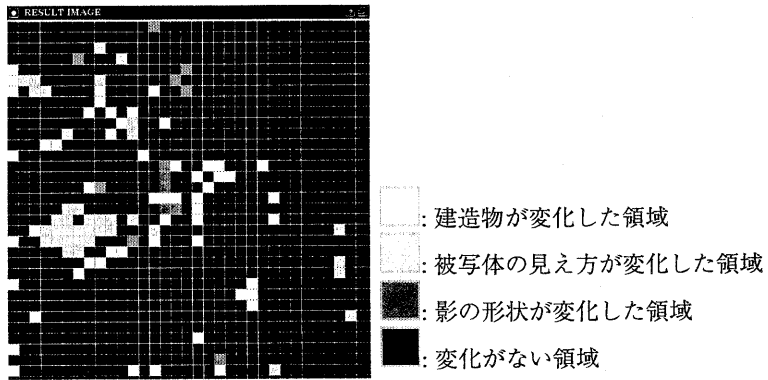


図 7: 建造物の変化抽出結果

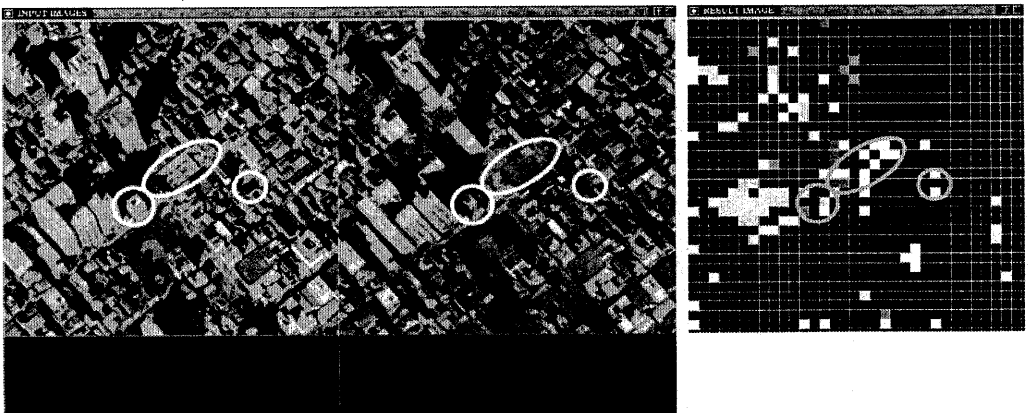


図 8: 目視による建造物の変化抽出結果