

3次元物体自動認識に関する研究

アクシス株式会社

ソフトウェア開発セクション 藤岡 誠、山口 浩、石井幸生

1. はじめに

本研究は、衛星リモートセンシングによる立体情報抽出の実用性を検討するために、立体視映像から立体情報を自動抽出するアルゴリズムについて考察し、そのアルゴリズムを航空機による空中写真に適用して、立体情報抽出を行い、高度情報抽出精度の分析を行う。次に、航空写真と衛星画像との解像度の違いを考慮して、衛星リモートセンシングの場合の、高度抽出精度について、考察を行うものである。

2. 概要

(1) 実験の方法

航空機による立体視空中写真をコンピュータで処理し、建物等の人工構築物の、特徴抽出、照合、立体情報抽出を自動的に行わせ、高度情報の精度分析を行った。また、航空機画像と衛星画像の差から、衛星画像の場合の検出精度を推定し、実用性について評価を行った。

(2) 実験に使用したデータ

1) 岐阜大垣市付近の航空写真デジタル化データ

表1 使用したデータの仕様

地域名		画像番号
岐阜県大垣市	都市部	3304, 3305
〃	山間部	3149, 3150
〃	農村部	8107, 8108

画像1枚の撮影領域は、約1100m四方であり、近接する画像間で立体視する領域が、およそ東西700m×南北1100m、撮影高度750m、画素サイズが0.1mである。

3. 内容の詳細

(1) 準備作業

航空機による空中写真データ、数値地図データ、および衛星画像の仕様分析を行い、本研究における評価方法

を検討した。検討の結果、目的が狭い地域における人工構築物の高度情報抽出であること、および空中写真データの解像度と、数値地図データの精度に、大きな差があること等から、数値地図データを使用せず、2枚の画像のみで、立体情報抽出を行うこととした。また、航空機画像で得られる立体情報精度から、衛星画像の場合の精度を推定する場合、解像度と視差角の違いを考慮すれば、一次的な推定には充分であると判断した。

(2) アルゴリズムについて

画像から人工構築物を抽出する処理手順として、まず画像中のエッジ（濃淡変化の境界）を抽出し、次に人工構築物の特徴である直線の抽出を行い、更に直線の交点および端点を、高度情報抽出のための照合点とする。続いて、2枚の立体視画像の共通領域から、分散した15点の照合点を選び、相互標定を行い、この結果を用いて、他の照合点の座標を算出し、人工構築物の高度情報を抽出した。

(3) 直線および照合点の抽出

エッジ抽出は、一次差分法と二次差分法を、数種類のパラメータについて試みた結果、一般的であるが、サイズ3×3二次差分法（8近傍型ラプラスアンオペレータ）を採用した。また、二次差分結果のノイズを抑圧し、直線を検出するオペレータとして、航空機画像のIFOV（Instantaneous Field of View）が0.1mであり、現在の民間リモートセンシング衛星のIFOV限界が1m程度であることを考慮し、5×5サイズを試みた。直線検出にあたっては、二次差分で発生する「正負の対」として照合を行い、直線を検出した場合は、直線方向にオペレータを移動させて照合を続け、最終的に直線の始点と終点、および複数直線の交点の座標を算出し、それを立体情報抽出の照合点と位置付けた。

航空機画像の場合は、衛星画像より解像度が1桁高いため、5×5サイズオペレータでは、1m未満の短い直線も抽出し、屋根の模様、道路の白線、山間部の倒木等も抽出した。このため、抽出した直線長に下限を設けること

で、建造物以外の直線の削除を行ったが、十分に分類を行うためには、アルゴリズムが足りなかった。



図1 都市部原画像 (Rバンド)



図2 都市部画像・二次差分結果



図3 都市部画像・(原画像+直線抽出)

(4) 立体映像からの高度情報の抽出

立体視画像の標定にあたっては、特異値分解によるエッジベクトル算出など、数種類の方法を試みたが、最終的には、安定に動作する反復演算(漸近処理)のA7法により、相互標定を行い、左側画像を基準とする三次

元座標(等高度鉛直写真座標)に、右側画像の座標を変換した。次に、建物等の人工構築物から直線を抽出し、その交点を照合点として、立体視画像から、高度情報を算出した。処理対象建築物を実際に現地で測定して評価する機会がなかったが、2階建て民家の屋根で7m前後、3階建てビルの屋根で9m前後の値を得たことにより、高度情報抽出アルゴリズムが妥当であると判断した。

(5) 評価

航空機空中写真の場合は、画素サイズが10cm程度であり、対象画像に大気の揺らぎが見受けられなかったため、民家の形状や高さを、数10cm程度の精度で把握できる見込みを得た。また、解像度が高いことによる余分な直線抽出への対応は、最終目標である衛星画像の解像度が1桁低いことから、簡単な分類処理しか行わなかったため、航空写真の処理には不十分であった。

航空写真と衛星画像の解像度比較から、現在のアルゴリズムでは、民間リモートセンシング衛星の画像では、解像度や誤差を2~3m以下に抑えることが難しく、大きなビルならば自動認識可能だが、2~3階建ての小さなビルや民家の形状把握は難しいと判断する。

4. 結果、課題、今後の計画

今回開発したアルゴリズムで衛星画像を処理する場合は、建物全体をモデル化して、マッチングをとる画素範囲を広げる等の改良が必要である。今後、航空写真から解像度を落とした模擬衛星画像を生成し、これを処理して、アルゴリズムの改良を図りたい。

5. 参考文献等

- (1) 佐藤 淳 コンピュータビジョン コロナ社, 1999
- (2) 谷内田正彦編 コンピュータビジョン 丸善, H2
- (3) 徐 剛 写真から作る3次元CG 近代科学社, 2001
- (4) 秋山 実 写真測量 山海堂, 2001

問い合わせ先

アクシス株式会社

ソフトウェア開発セクション

〒359-0021 埼玉県所沢市東所沢2-24-5

TEL 042-945-4790 (技術直通)

042-945-4747 (代表)

FAX 042-945-4746

MAIL fujioka@axis-corp.co.jp

Web <http://www.axis-corp.co.jp/>