

# デジタル航空写真を用いた車両の抽出と速度検出

04T0047Y リュウ ウェン  
指導教員： 山崎 文雄

## 1. はじめに

現在，都市の人口増加とともに，交通問題が大きな課題となってきた．それを解決するための第一歩として，交通状況の把握が重要である．今まで交通状況のモニタリングは，道路に固定されているカメラや路面下に設置された感知器などにより実現されてきた．しかし最近では，交通情報収集の一つ手段として，リモートセンシング技術の利用も考えられる．固定された地点の情報しか収集できない従来の方法と違い，上空や宇宙からのリモートセンシングは，広い範囲にわたっての情報収集が可能で，これによって収集された交通情報は，交通管理，排気汚染管理，さらに将来の交通計画など様々な分野に使える重要なデータとなりうる．

今までリモートセンシング技術を用いた交通情報の収集に関する研究は幾つかあったが，主に車の抽出を対象としている．例として Gerhardinger et al.<sup>1)</sup>はArcGISの*Features Analyst*というソフトを用いて，衛星画像から車の自動抽出を実現した．Zhao and Nevatia<sup>2)</sup>は車の3Dモデルを使って，高解像度航空写真から，モデルと合致する車を抽出した．しかし車は移動体であるため，位置だけではなく速度も重要な情報であるが，これまでは速度推定に関する研究はあまり多くなかった．

本研究では，恵多谷ら<sup>3)</sup>が単一シーンのQuickBird衛星画像から移動体を探知した方法を応用して，連続した2枚のデジタル航空写真による車両の移動速度検出を行い，そのための車両抽出手法を提案する．

## 2. 使用データ

本研究で用いるデジタル航空写真は，国土地理院が2006年8月4日にUltraCamD型デジタル航空カメラ<sup>4)</sup>により，東京都港区の首都高速道路環状線浜崎橋ジャンクション付近と六本木付近を撮影したものである．ピクセルサイズはパンクロマチック画像が9 $\mu$ m，マルチスペクトル(R, B, G, NIR)画像が28 $\mu$ mである．1枚の画像の画素数は，パンクロが11,500x7,500，マルチが3,680x2,400であり，パンシャープン化することによってFig. 1に示すような，地上解像度が約0.12m/pixelのマルチスペクトル画像が得られる．

## 3. 目視による車両の速度検出

連続撮影されたデジタル空中写真では，撮影された範囲が繋げられるように，隣接する画像間で80%

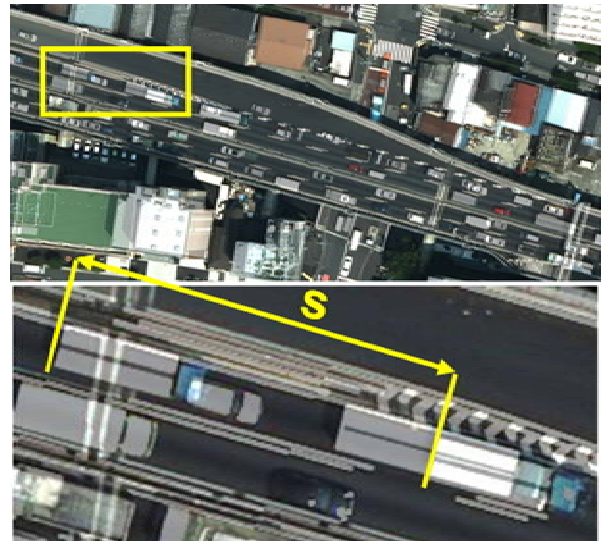


Fig. 1 車両の移動距離を測るため，時間差のある2枚の写真を重ねたイメージ

のオーバーラップがある．2枚の画像が重複している部分では，静止している物体の位置は一致するが，車のように移動している物体は，画像上の位置にズレが生じる(Fig. 1)．この位置ズレは，2枚の画像の撮影時間差中に車が移動した距離である．今までのアナログ航空写真では，秒単位以下の正確な時刻が記録されないため，車の移動距離が分かっても速度が推定できなかった．しかしデジタル航空写真では，GPSによる精度0.01秒までの正確な時刻を記録しているため，シンプルな運動式  $v(t)=s/t$  ( $v$ : 速度,  $s$ : 移動距離,  $t$ : 時間差) を用いて車両の速度抽出が可能になる．本研究に用いた画像は解像度が高いため，この方法で推定された結果はほぼ正解と見せる．

## 4. 車両の自動速度検出

これまでの車両自動抽出手法は，車両の位置と形を画像に表現したもので，これらで得られた抽出結果からは速度検出が難しい．そこで本研究では，速

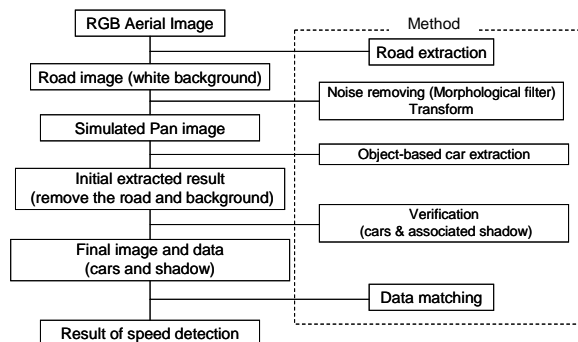


Fig. 2 車両の自動抽出と速度検出のフローチャート

度検出するための新しい車両抽出手法を提案し、その抽出結果から速度検出を行う。デジタル航空写真を用いて車両の自動抽出と速度検出に至る流れを Fig. 2 に示す。

#### 4.1 車両の自動抽出

既往の研究を検討した上で、本研究では object-based 手法で車両抽出を行う。まず 4 バンドを有するデジタル航空写真と道路の GIS データを用いて、対象とする高速道路を抽出する。Morphological filter で道路上のラインなどのノイズを除く。次に、value と size に関する幾つかのパラメータで道路、背景、車両を区別し、Fig. 3 に示すように車両、影、それ以外のものを分類する。速度を検出するためには、車両位置などの情報をまとめたデータベースが必要である。Fig. 3 に示すような結果の画像から、車両の数 (ID)、中心点位置、大きさなどの情報を取り出し、データベースを作成する (Table 1)。

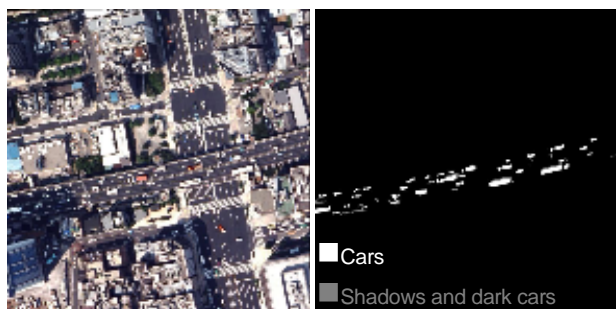


Fig. 3 オリジナル画像 (左) と車両の自動抽出結果 (右)

Table 1 車両の情報を記録するデータベース

CarID	Xmid/pixel	Ymid/pixel	size/pixel	ShadowID	Xmid/pixel	Ymid/pixel	size/pixel
1	190	3	73				
2	261	13	94	2	252	13	89
3	174	13	55				
4	223	71	225				
5	217	125	827	5	201	122	447
6	170	171	87	6	161	172	81
7	93	196	126	7	83	197	53
8	134	283	153				

浜崎橋付近の画像は、路面上に描かれた速度標識などのノイズが多く、190 台の車両の中から 169 台 (約 88%) が自動抽出された。抽出結果の正答率は 85% (正しく抽出された台数 / 抽出された全台数) であった。一方、六本木付近の画像はより単純で、195 台の車両の中から 191 台 (約 98%) が抽出され、正答率は 82% であった。

#### 4.2 車両速度の検出

時間差のある連続する 2 枚の航空写真の車両データベースから、同一車両のマッチングを行い、移動距離と速度を検出する。同じ車両を正確にマッチングするため、時間差内の車両の最大移動可能距離、移動方向、順番と大きさの 4 つの条件を仮定した。マッチングした車両は、データベースの情報から、移動距離、速度、方向が得られる。自動速度検出の結果を Fig. 4 に示す。図中の矢印の長さが車両の速



Fig. 4 車両速度の検出結果を矢印で示した例

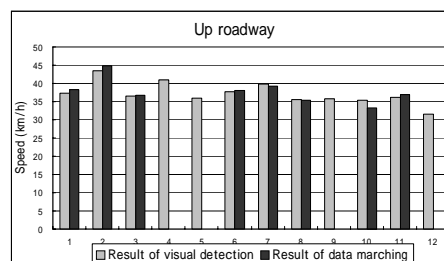


Fig. 5 車両速度の自動検出結果と目視判読結果の比較例

度を、矢印の方向が車両の移動方向を示す。

浜崎橋付近の画像では周辺環境が複雑で、車両抽出のノイズが多く、そのためマッチングによる速度の検出が出来る車両は一部しかない。しかし六本木付近の画像では、約 71% の車両が自動的に速度を検出できた。自動速度検出の結果は、浜崎橋の画像と六本木の画像の両方について、比較的精度の高い結果を示した (Fig. 5)。浜崎橋では、検出できた車両速度と目視判読結果の差の標準偏差は 1.03km/h、移動方向の差の標準偏差は 0.30 度であった。六本木では、車両速度の差の標準偏差は 0.83km/h、移動方向の差の標準偏差は 0.38 度であった。

#### 5. まとめ

本研究では、連続して撮影された 2 枚のデジタル航空写真を用いた高速道路上の車両速度の推定法と車両の自動抽出を含む速度の自動検出手法を提案した。この手法を実際の例に適用したところ、妥当な結果が得られた。本研究の自動抽出手法では、抽出結果の精度が対象となる高速道路の環境に大きく影響される。今後は、複雑な環境でも精度の高い結果を得られるような、車両の自動抽出と速度検出の手法を構築して行きたいと考えている。

#### 参考文献

- Gerhardinger, A., D. Ehrlich, and M. Peseresi: Vehicles detection from very high resolution satellite imagery. CMRT05. IAPRS, Vol. XXXVI, Part 3/W24, 2005.
- Zhao, T., and Nevatia, R: Car detection in low resolution aerial image, International Conference on Computer Vision, 2001.
- 恵多谷雅弘, 坂田俊文, 下田陽久, 松前義昭: 単一シーンの QuickBird データを用いた移動体検知の試み, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 24, 357-366, 2004.
- 橋菊生: 小特集 デジタル航空カメラの最前線 第 5 章 ULTRACAMD 写真測量とリモートセンシング, Vol. 44, No. 5, 35-41, 2005.