

都市間高速道路単路部を対象とした長区間車両挙動データ取得システム開発の試み

東京理科大学 大学院	学生会員	○ 葛西 誠
東京理科大学 大学院	正 会 員	野中 康弘
東京理科大学 理工学部	フェロー会員	内山 久雄
(株)道路計画	正 会 員	石田 貴志

1. はじめに

都市間高速道路単路部において、渋滞現象を解明するためには渋滞列先頭部の車両挙動を時間的・空間的に連続して観測することが必要である。この方法として、実交通流中に実験車両を走行させるフローティング調査、気球や航空機を用いた上空撮影などがよく知られている。しかし、フローティング調査は限られた属性のサンプルしか得られないこと、上空撮影では大掛かりな準備が必要であり常時の観測が困難であるなどの問題点を有する。

他の方法として、短区間では既に実績のあるビデオカメラ地上定点撮影¹⁾が挙げられる。本方法はカメラ設置が容易である長所を持つが、カメラ高度が不足するため精度を確保するためにはカメラ1台の撮影範囲を狭くせざるを得ない。しかし、渋滞先頭地点は800～2600m程度の揺れを持つとの指摘²⁾に拠れば、この程度の観測区間長は必要であり、単一のカメラでは撮影不可能である。

そこで本研究では、カメラを複数台設置することにより、2kmを超える長区間の車両挙動データを取得できるシステムを開発することを目的とする。

2. システムの概要

本システムは2つのサブシステムにより構成されており、それぞれ、車両座標を取得する「画像処理サブシステム」と、複数カメラ間の軌跡接続を行なう「軌跡接続サブシステム」と呼んでいる。処理の流れを図1に示す。

システムの運用に先立ち、複数カメラを用いて撮影を行なう。撮影対象区間内では、高速道路を跨ぐオーバブリッジや情報板上にカメラを設置し、可能な限り欠測区間のないようアングルを調整する。撮影された映像はパーソナルコンピュータに動画として取り込み、解析に耐え得る時間間隔(本研究では1秒)で静止画に分割する。

3. 画像処理サブシステム

画像処理サブシステムでは各フレームに撮像されてい

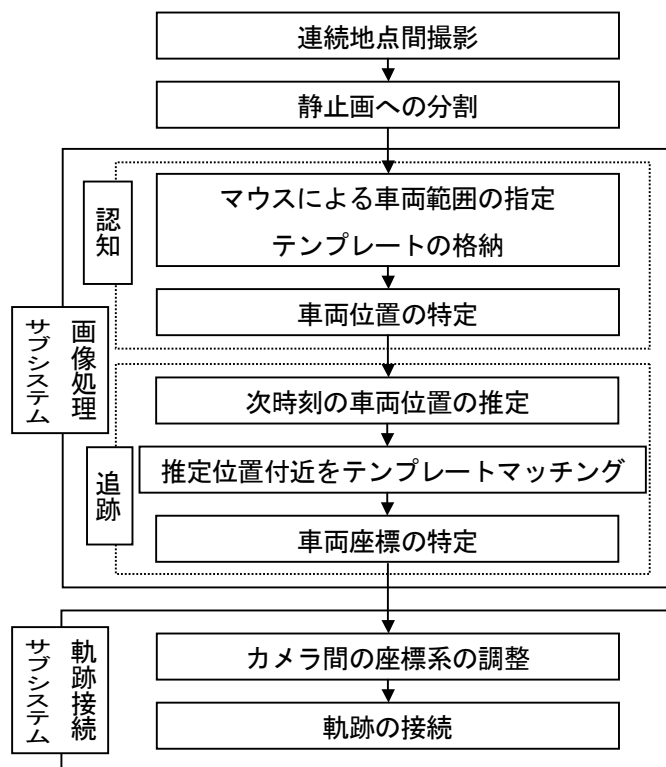


図1 システムの処理フロー

る車両の位置を特定する処理を行なう。処理は大きく2つに分けられる。前段は手動による車両の認知および車両部分画像のテンプレートへの格納、後段はテンプレートマッチングによる自動車の追跡を行なう。本サブシステムは本システムの骨格を形成するものであり、カメラの設置高度が低く斜め撮影となる高速道路単路部の厳しい撮影条件に対応するために種々の工夫を施している。

斜め撮影では、物体同士の重なり(オクルージョン)が発生する、同一の物体が持つ情報量が画面上の各位置によって異なるといった欠点を有する。したがって、車両の認知を情報量の多いカメラに近い領域で行ない、カメラから遠ざかる方向すなわち情報量の減る方向へ車両を自動的に追跡していく。車両を正面から撮影し、カメラに向かって進行してくるようなアングルの画像については、分割された静止画を過去に遡る順で処理を行なう。

キーワード：渋滞、ビデオ映像、画像処理、走行挙動データ、タイムスペース図

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL:04-7124-1501(内線 4058) FAX:04-7123-9766

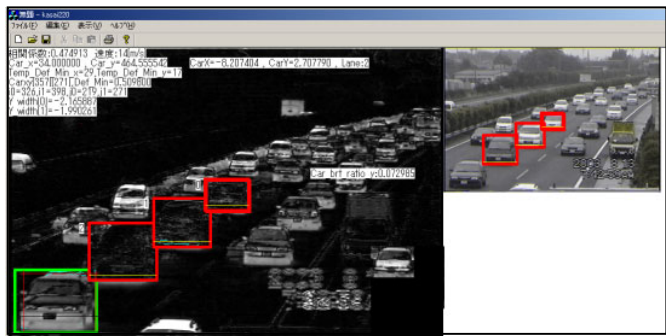


図 2 システム実行画面の様子

車両追跡は、テンプレートマッチングを核とした処理により行なう。用いるテンプレートは、車両の認知の際に格納された部分画像とし、前段階で認知された車両が次フレームのどの位置に存在するかを探索する。マッチングの確実性を高め、かつ演算量を少なくするため、自動車の走行速度を推定し、次フレームの撮像位置を予測することで探索領域を小さくしている。なお自動車の走行速度は、車線上に仮定の検知線を設定し、検知線上の輝度分布の伝播速度を求めてこれを推定速度としている。

4. 軌跡接続サブシステム

複数カメラ間にまたがる軌跡の接続をするために次の手順を踏む。それぞれのカメラで独立に測地座標は決定されるが、あるカメラの測地座標系と、撮影区間の隣り合うカメラの測地座標系との相対関係を求め、一方の測地座標系に統一する。このために、両者のカメラに共通に映る対象物を用い、最小二乗法を用いて測地座標系におけるずれ量が最小となるよう回転・平行移動を行なう。次に、最も近い2本の軌跡を接続し、カルマンスムージングアルゴリズムにより平滑化する。

5. 実交通流への適用

本システムを実交通流に適用することにより、車両挙動データが取得できることを示す。調査概要を表1に、カメラの設置地点・撮影範囲の例を図3に示す。

本システムにより、取得された車両挙動データは区間

表 1 調査概要

観測対象区間	東北自動車道下り 40.1-43.2kp
観測日	平成 15 年 8 月 13 日
解析対象時間	7 時 34 分 0 秒-43 分 30 秒 (9 分 30 秒間)
データ取得区間	追越車線 41.1-42.1kp の延長 900m (欠測 100m を除く)

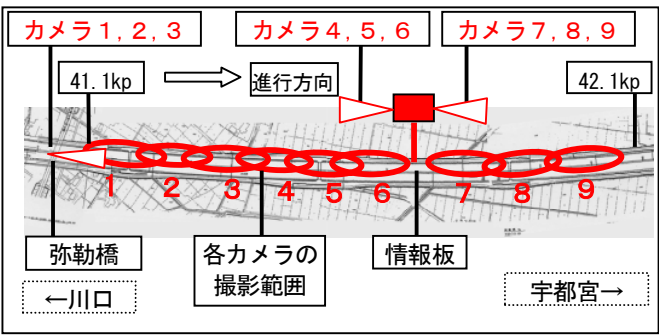


図 3 カメラの設置地点・撮影範囲

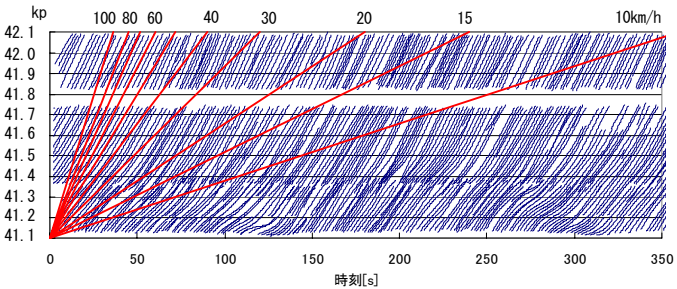


図 4 Time-space 図

長 900m におよぶ。これにより作成した Time-space 図を図4に示す。空白部は情報板下の撮影されていない区間である。なお俯角の大きいカメラ同士では、軌跡の較差が平均 1.5m 程度である例が確認され、同一車両の対応は一定の水準を確保している。

6. おわりに

本システムにより、延長 900m にわたる車両挙動データを取得しており、長区間車両挙動データ取得への可能性を示唆している。現段階ではマクロ的に多数の軌跡を Time-space 図上に表現するに留まっているが、ミクロ分析への適用も可能であると考えられ、本システムの可能性は高いといえよう。

謝辞

本研究を進めるにあたり、調査に協力していただいた日本道路公団東京管理局東局、および撮影機材一式を貸していただいた(株)道路計画に感謝申し上げます。

参考文献

1) 内山久雄：高速道路における工事時の自動車車両のミクロ的な合流挙動特性解析，土木学会論文集，No542/IV-32，pp79-87，1996.7
2) 岡村秀樹，渡辺修治，泉正之：都市間高速道路における単路部渋滞先頭地点の交通現象，交通工学，Vol.35，No.6，pp48-56，2000.11
3) 赤羽弘和：複数の高精細度ビデオカメラによる車両軌跡の高精度連続観測システムの開発，土木計画学シンポジウム，Vol.37，pp89-96，2001.5
4) 布施孝志，清水英範，前田亮：高度撮影時系列画像を用いた車両動態認識手法の開発，土木計画学・講演集，No.25，pp.591-594，2002.11