

車の色情報のマッチングによる旅行時間計測*

The travel time measurement by matching from vehicle's color information*

永原三博**・岩佐隆***・定金孝典****・熊谷靖彦*****・岡宏一*****

By Mitsuhiro NAGAHARA**・Takashi IWASA***・Takanori SADAKANE****

Yasuhiko KUMAGAI*****・Koichi OKA*****

1. はじめに

国土交通省や都道府県の道路管理者は、管理業務を確実に遂行するため、道路を24時間観測し道路状況・異常事象を確実に把握することが望ましい⁽¹⁾。また代替路線のない地域ではイベント開催時等に突発的な渋滞が発生する可能性がある。このような道路状態を常時監視することは、人員やコストの制限により不可能である。たとえば現状実施されている道路パトロールは、状況把握を行うのに確実な手段だが、リアルタイム性を求められると人員、時間、コストの増大につながる。

自動的に車両を検知する機器としては、超音波センサー、赤外線センサー、ループコイル等がある。しかしループコイルなどでは車両の存在のみを検知する方法のため2地点間の旅行時間計測はできない。

交通量計測が可能で、さらに旅行時間計測や事象検出に応用できる方式としてカメラ画像を利用したシステムの研究開発が行われている。

低コストで運用できる交通情報収集システムのニーズを受けて、著者らは既存の設備であるCCTVを有効利用した交通流計測および旅行時間計測の自動化に取り組んでいる⁽²⁾。これまでにモノクロ画像を用いた交通量計測と、

*キーワード：ITS、画像処理、交通流計測

**正員、高知工科大学連携研究センター地域ITS社会研究室
(高知県香美市土佐山田町宮ノ口185、
TEL0887-57-2078、FAX0887-57-2778)

***非正員、工修、国土交通省四国地方整備局土佐国道事務所
(高知県高知市江陽町二番二号、
TEL088-885-4825、FAX088-885-1494)

****非正員、国土交通省四国地方整備局土佐国道事務所
(高知県高知市江陽町二番二号、
TEL088-885-4825、FAX088-885-1494)

*****正員、学博、高知工科大学連携研究センター地域ITS社会研究室
(高知県香美市土佐山田町宮ノ口185、
TEL0887-57-2405、FAX0887-57-2778)

*****正員、工博、高知工科大学知能機械システム工学科
(高知県香美市土佐山田町宮ノ口185、
TEL0887-57-2310、FAX0887-57-2320)

2地点間の旅行時間計測について検討を行ってきた。本稿では郊外部における道路環境を考慮し、また比較的日射条件に影響されにくい色相を特徴として車群同士を比較することで旅行時間を検出する手法を示し、実画像を用いた2地点間旅行時間計測の評価結果を報告する。

2. 実験システムの概要

実験に使用した計測システムの特徴としては、既存CCTV設備の映像を利用していることが挙げられる。本システムでは専用カメラは使用せず既存CCTVカメラ設備からの映像を解析することで交通情報を自動的に収集する。取得した映像はネットワーク接続ストレージなどの外部記録装置に蓄積しており、リアルタイムに解析することも可能である。すべてのCCTVカメラで自動解析できるわけではなく、設置場所や画角に一定の条件があり、計測可能な条件としては道路を真上に近い位置から見下ろしている、直線で見通しが良いといった要素がある(図-1)。また横方向からの映像では計測できない、電信柱や電線が遮っている、またカーブで車両の移動距離を確保できない場合も実用的な精度がでない可能性がある(図-2)。



図-1 理想的な画像例

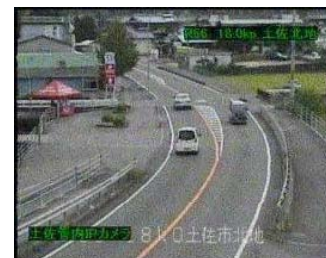


図-2 精度が期待できない画像例

3. 郊外部における道路環境

本システムでは2地点間の旅行時間計測に郊外部の道路環境の特徴と車両の色情報を利用している。

郊外部の道路環境には以下のような特徴がある

- ・片側1車線の対面通行である。
- ・代替え道路が不足している。
- ・幹線道路の交差は少ない。
- ・追い越しが困難であり、混雑するとより困難となる。
- ・大型車は長距離を走行するため、流入出が少ない。

このような道路環境から、ある地点で観測された車群は付近の地点で似通った特徴をもった車群として観測されると考えられる(図-3)。

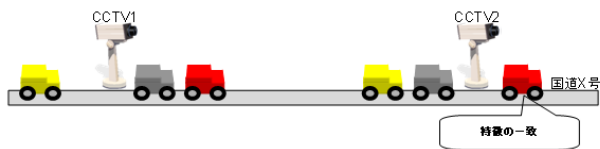


図-3 郊外部における旅行時間計測イメージ

4. 実験箇所

郊外部の旅行時間計測を実行する地点として、国土交通省四国地方整備局土佐国道事務所管内にあるCCTVカメラが設置されてある2地点を選定した。始点は国道33号沿いの野老山と、西進約4.5km地点の吾川村蔵谷を終点とした。この区間には主要な地方道以上の道路と交差がないため車両の流入出は比較的少ないと考えられる(図-4)。地点の12時間交通量は5046台(平成17年度交通センサスより)である。



図-4 下流側映像(左) 上流側映像(右)

5. 車両特徴の抽出と2地点間の相関

モノクロ画像から車両の特徴を抽出した際には以下のような問題点があった。

(1) 渋滞時には似通った車群が複数出現し、特徴が消滅するためマッチングが困難であった。

(2) モノクロ画像による判定は、日照条件が刻々と変化する中で輝度値も大きく変動することがあり、別の地点まで相関関係を保つことが難しく基準とする検出閾値の決定ができなかった。

(3) 白と黒以外の車両の位置づけもあいまいで、計測時にそのあいまいな車両を除くと特徴として成り立たないといった問題もあった。

(4) 手動による計測と自動計測との間に白色と黒色の認識に差があったため、分類することが困難であった。

たとえば目視によれば黒色であると判別できる場合でも、輝度値に依存した検出方法ではフロントガラスに日光が日射するような状況にあつては白色の車両と判断する場合があった。

色の見え方は、日射状況によって多少変化するものの、質的に別の色にはならず、似通った色として認識されるといわれている⁽³⁾。色相については、日射条件が変化しても比較的変動が少なく、2地点間での色情報の関連性が保たれると考えた。

色彩には大きく2つに分けると、色みのある有彩色と、白・黒・シルバー等の無彩色がある。無彩色の車両は台数が多く特徴が埋もれてしまうため、白・黒・シルバー系統の車両は除外して彩度の高い車両を特徴のある車両を抽出する。

有彩色の中でも青色は白・黒と同じ色相値として出やすく、違いは輝度・彩度である。輝度は日射条件によって変動が激しいため、日射条件の影響を受けづらいと思われる赤、黄、緑系統の色相を抽出して車群同士のマッチングに利用する。

有彩色の車両であれば、色の情報が色相分布に明確な特徴としてあらわれる。図-5の通り有彩色の車両であれば別地点の映像でも全く系統の違う色として観測されないため車群を構成する特徴として利用できる。右のグラフは画像内の各画素の持つ色相値の分布を表わしている。上流側と下流側それぞれで有彩色の画素数をカウントしてプロットしたものであり、特徴のある画素が集中しているのがわかる。また似通った構造物であれば、色相の分布グラフの形状にも相関が確認できる。

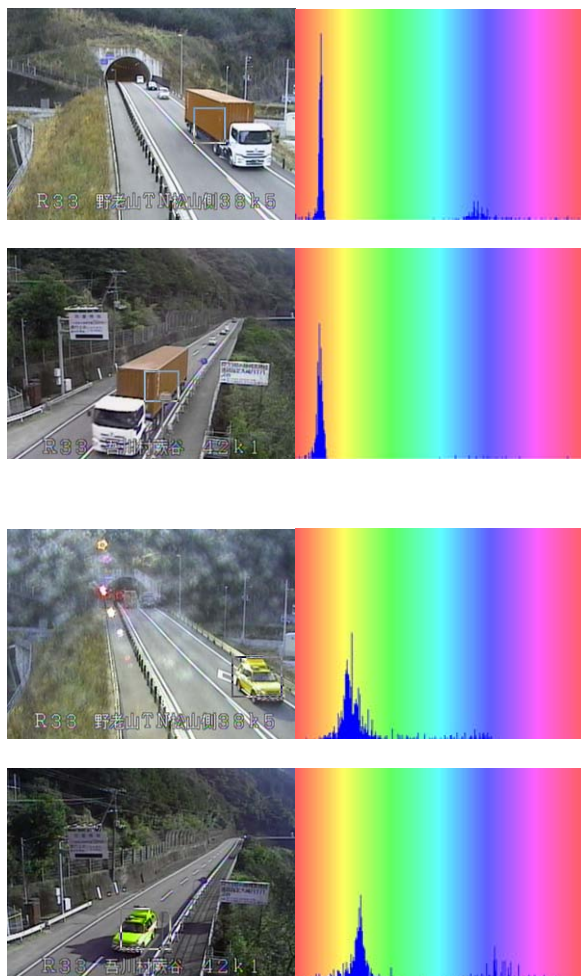


図-5 色彩に特徴がある車両例

例で挙げた車両のような有彩色の車両を検出し、上流側と下流側それぞれ通過時刻を関連付けて保持しておき、後述の車群によるマッチングによって旅行時間を計測する。

6. 計測アルゴリズム

車両の画像から抽出した、色相の情報をパラメータとして使用してマッチングを行う。得られた結果から、2地点での車両通過時間の差を計算して旅行時間とする。

マッチングアルゴリズムは、上流側を通過した車群の順列と下流側を通過した車群の順列を比較し、連続して車群が一致した部分を計測結果として出力する。

図-6・図-7の中で、斜め方向の線は上流側と下流側の車両の色相値が一致していることを示している。横方向の場合は、下流側にて流出が発生したことを示している。縦方向の場合は、下流側にて流入が発生したことを示している。

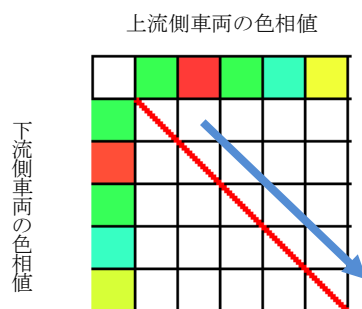


図-6 色相値のマッチング例

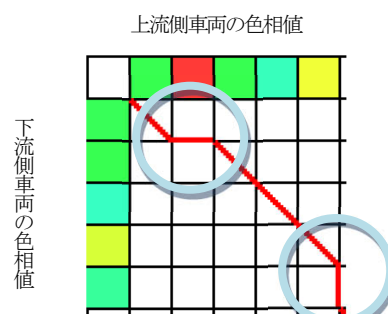


図-7 車両流入・流出の例

マッチングを実行する際には、一致した車両が連続するほど出力結果のスコアが高くなるように設定しておく。もっともスコアが高かったパターンを以て2地点間の車群が一致していると判断し、それぞれの車両ごとに旅行時間を算出する。このマッチング方法を利用して、色相の順列を評価し、旅行時間を計測した。

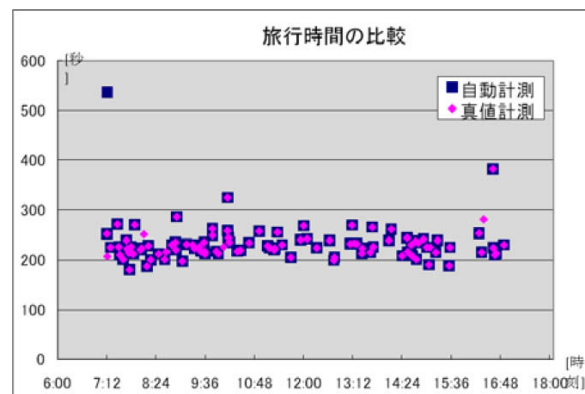


図-8 車群マッチングによる旅行時間計測結果

車両の色情報を抽出して2地点間で比較した場合、ほぼ車両の色情報の特徴が保たれているということがわかった。周辺が薄暗いときでも、色相値としては相関がある。日差しの変化で路面が黄色系統の特徴がでる場合があったが、逆光に近い状態でも赤系統は問題なく抽出することができた。

地点間の画角の差により、上流側ではトラックなどの側面にあるマーキングなどを特徴と判断しても、下流側では画像には側面のマーキングが映っておらず、検出できない場合があった。

旅行時間計測結果の応用として以下のような内容を想定している。

- 道路利用者への情報提供
道路利用者にとって目的地までの所要時間は重要な情報である。実際の提供方法としては道路情報表示板などが考えられ、技術的には十分可能であるが情報提供自体に課題が多く検討を重ねる必要がある。
- サービス基準の確認
道路改良機関の前後などに交通速度等を計測し、当初の設計どおりのサービス基準が保たれているかどうかの判断材料にする。
- 異常事象の発見に利用する
海岸線付近においては越波、山間部では土砂災害など、突発的な異常事象によって交通に支障がきたしていることを、旅行時間の急激な遅延とその継続を検出することで管理者に警報として知らせる。

7. まとめ

2 地点間の CCTV 映像から色彩に特徴のある車両を抽出し、郊外部の道路環境を考慮したマッチングアルゴリズムを利用することで精度よく旅行時間計測ができることを示した。

特徴のある車両を抽出すると計測に使用するサンプル数は少なくなり、また必ずしも一定時間毎に旅行時間の計測が実行できるわけではないが、計測できれば真値とほぼ一致する結果を得ることができた。

旅行時間計測の検証に関しては、車群マッチングに使用した車両の静止画を保持しており、評価結果を目視にて容易に確認できるという特徴がある。

今後はさらにユーザーに対する情報提供方法の検討や、渋滞時における旅行時間の検証を続けていきたい。

文 献

- (1) Y.MATSUI, I.KOUNO, TIWASA, M.MIYANAKA, Y.HIGASHI, Y.KUMAGAI, K.OKA, M.KATAOKA, M.NAGAHARA: "Feasibility study for multipurpose usage of CCTV" 14th ITS World Congress, CD-ROM, 2007
- (2) 片岡源宗・岡宏一・熊谷靖彦・岩佐隆: 「CCTV を用いた安価な道路監視・計測システムの開発」, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.35 Page.ROMBUNNO.217 (2007.06)
- (3) 内川恵二: 「色の恒常性と認識」, 映像情報メディア学会誌, Vol.58, No.5 pp.662 (2004)
- (4) 黒岩久人・上條俊介: 「画像センサによる車列マッチング」, 信

学技報, ITS2006-90 pp.1 (2007-03)

- (5) 割田博・森田紳之・桑原雅夫・田中淳: 「統計的手法による所要時間情報提供に関する研究」, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.27, Page.IX(178) (2003.06)
- (6) 山田浩正・伊藤 渡・上田博唯: 「背景差分法における波の誤検出抑制法の検討」, 信学技報, PRMU98-109(1998)
- (7) 影広達彦・大田友一, 「動画像からの背景画像の自動生成と適応的更新」, 画像の認識・理解シンポジウム講演論文集 II, page263-270(1994)
- (8) 嶺 直道・八木康史・谷内田雅彦, 「空間微分画像と差分画像の結合による変化領域検出法」, 信学論 vol.J77-D-II, no.3, page.631-634(1994)