

車載カメラ画像による対向車線の渋滞状況の把握手法

進藤 瞭† 白石 陽†

公立ほこだて未来大学 システム情報科学部†

1. はじめに

近年、センサの小型化・高性能化に伴い、携帯電話や自動車に多種多様なセンサが組み込まれている。センサを歩行者や車などの移動体（プローブ）に持たせ、街中の交通量などの環境情報を収集するモバイルセンシングが盛んに行われている[1]。センシングにより収集された交通情報をプローブ交通情報といい、これらを交通の安全化・効率化に役立てるシステムが普及している。

その例として、道路上の光ビーコンなどを用いて渋滞情報や交通事故などの交通情報を取得し、車に配信する VICS (Vehicle Information and Communication System) がある。しかし、VICS では道路インフラのない道路の情報は取得できない。また、事故や道路破損などの渋滞の原因となる情報はあらかじめ用意されているアイコン画像として提供されており、ドライバーはその原因が実際にどのような状況であるかを直感的に把握できない。渋滞原因を直感的に把握するためには、画像の提示が有効である。

そこで、本研究ではモバイルセンサの1つである車載カメラを用いることで、場所を選ばずに利用可能な、実画像による渋滞原因の取得とその原因による渋滞範囲を推定する手法を提案する。渋滞範囲とは、渋滞の開始地点から終了地点までの範囲である。本研究では、渋滞状況として渋滞原因と渋滞範囲を考える。また、車載カメラを利用する場合、走行車線よりも対向車線のほうが前方の状況を把握しやすく、対向車からの画像を取得することで、走行車線の情報も得ることができる。そこで、車載カメラで対向車線を撮影し、その画像・対向車速・GPS センサによる位置情報の3つを用い渋滞状況を推定する。

2. 関連研究

車載カメラを用いて、障害物検知と対向車検知を行っている研究がある。久徳らは、車載カメラを設置し走行中に前方を撮影し続け、あらかじめ同じ道路を走行した時の動画と照らし合わせて障害物を検知している[2]。この手法では、対向車線の動画を撮影することで、障害物として対向車を検知することは可能であるが、事前に障害物の無い動画を用意する必要がある。浜尾らは、撮影した映像から取得した画像内に興味領域を設け、領域内のヒストグラムの標準偏差により渋滞を検知している[3]。しかし、屋外では天候や日射量による輝度の変化がヒストグラムに影響するため、正確に渋滞を測定できなくなるという問題がある。

3. 提案手法

走行車線の前方の渋滞原因と渋滞範囲を収集するには、前方に車両がいる場合には情報の収集が困難になる場合があるが、Web を介すなどで車両間で情報を共有することにより対向車線を走る車から前方の情報を取得することができる。

また、久徳らの研究[2]では事前に障害物の無い動画を用意する必要があり、浜尾らの研究[3]では輝度変化に対応する必要があった。

そこで本研究では、車載カメラを用いて対向車線を撮影し、カメラ画像内のオプティカルフローの長さ（以下、フロー長）の情報から渋滞を推定し、実画像で渋滞原因を取得する手法を提案する。オプティカルフローとは、時間的に連続するデジタル画像中の動きをベクトルで表したものであり、複数のアルゴリズムが存在し、輝度変化に対応できる。

3.1 システム概要

提案システムの概要を図1に示す。

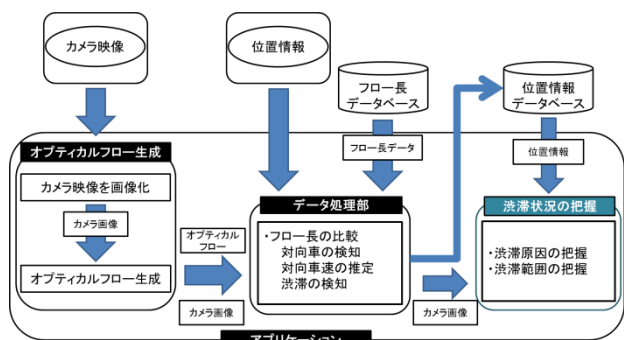


図1 システム概要

車載カメラで撮影した映像を画像化し、画像間のオプティカルフローを求め、対向車を検知し対向車速を求めることで渋滞を検知する。また、GPS センサにより渋滞の位置を把握し、渋滞範囲を把握するとともに、渋滞の開始地点の画像を取得する。これらの方法により事前に動画データを用意することなく、輝度変化に対応した渋滞状況を把握するシステムを実現する。

3.2 渋滞状況の把握手法

渋滞状況把握の処理の流れの各手順について説明する。

- (i) 対向車の検知
画像内に対向車線の車が収まるように興味領域を設定し、画像間の領域内でのフロー長を求める。あらかじめ登録されている車速別のフロー長と画像間で生成されるフロー長から対向車を検知する。
- (ii) 対向車速の推定
(i)同様、あらかじめ登録されている車速別のフロー長と画像間で生成されるフロー長から対向車速を推定する。
- (iii) 渋滞の検知
フロー長の閾値を設定し、対向車のフロー長と閾値を比較し、渋滞の検知を行う。
- (iv) 渋滞原因の取得
渋滞が検知された地点から画像をさかのぼり、渋滞の開始地点から一定時間前の画像を渋滞の原因画像として取得する。
- (v) 渋滞範囲の取得
データベースに登録されている渋滞開始地点と渋滞終了地点の位置情報から、渋滞範囲を取得する。

3.2.1 対向車の検知

分割された画像のうち連続する2画像のフロー長から対向車を検知する。まず、画像中に対向車線を走行する車が収ま

A method for detection of traffic condition in oncoming lane by using in-vehicle camera images

†Ryo Shindo †Yoh Shiraiishi

†School of Systems Information Science, Future University Hakodate

るように関心領域を設定し、その領域内のフロー長を調べる。次に、GPS センサによって自車速を求め、あらかじめ用意した自車速に対応した対向車のフロー長と画像間の対向車のフロー長を比較し、対向車を検知する。

3.2.2 渋滞の検知

自車速に応じたフロー長のデータを利用してフロー長の閾値を設定し、対向車のフロー長が閾値を下回った時、その後続の対向車のフロー長を調べ、同様に閾値を下回り続けた場合、その区間を渋滞とする。次に、再び閾値を上回る状態が続いた場合、渋滞が終了したとみなし、渋滞を検知した地点と渋滞が終了した地点の位置情報を位置情報データベースに登録する。

4. 実験および考察

提案手法の予備実験として、車載カメラにより撮影された動画を複数の画像に分割し、速度別での画像間のフロー長を生成し、分析を行った。なお、本研究ではカメラとGPS センサを用いるため、車載カメラとしてGPS センサを内蔵しているドライブレコーダーやスマートフォンの使用を想定しており、今回はドライブレコーダーを使用した。

4.1 実装

実験の準備として、複数の画像を読み込み、連続する2画像間のオプティカルフローを生成するプログラムをWindowsPC上で実装した。開発環境として、C言語を使用し、OpenCV2.4.2のライブラリを使用した。

4.2 実験環境

ドライブレコーダーは、前方を向くようにして車内に設置し、対向車線を撮影した。走行場面は、中央分離帯のない片側1車線の一般道であった。撮影した動画は100ms毎に分割し画像化した。ドライブレコーダーとして、Geocross社のVISION DRIVE BLACK BOX (VD-3000)を使用し、解像度・フレームレートはそれぞれ640×480・8.5fpsであった。また、対向車線を走行する車が収まるように、カメラ画像内に430×210[pixel]の関心領域を設けた。カメラ画像内の関心領域を図2に示す。また、OpenCV内のcvGoodFeaturesToTrack()関数を用い、オプティカルフロー生成のアルゴリズムは、Lukas-Kanade法を用いた。これはオプティカルフローを生成する際に画像中のはっきりとした特徴点を捉えることで、輝度の変化に対応するためである。



図2 カメラ画像内の関心領域

4.3 対向車の検知

対向車が存在する場合と存在しない場合での関心領域内のオプティカルフローを分析した。それぞれの場合において生成されたオプティカルフローの画像を図3に示す。また、この時の関心領域中のフロー長の平均値をLenとする。対向車が存在する場合(図3(a))と対向車が存在しない場合(図3(b))では、Lenの値が大きく異なっていることが確認できた。これは、対向車が存在する場合ではカメラと対向車の距離が近く特徴点の移動距離が大きくなり、対向車の存在しな

い場面ではカメラと背景との距離が遠く、特徴点の移動距離が小さくなったためであると考えられる。

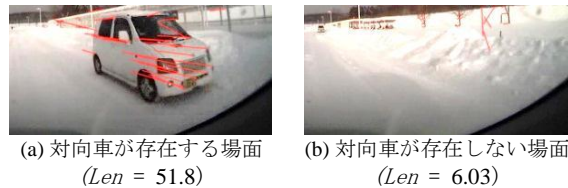


図3 対向車の存在の有無におけるオプティカルフロー

4.4 速度別環境における対向車のフロー長

自車速が異なる環境でのフロー長を比較した。自車速 v が $v = 40[\text{km/h}]$ の時と $v = 60[\text{km/h}]$ の時のオプティカルフローの画像を図4に示す。自車速に応じてフロー長の平均値(Len)が変化している様子がわかる。対向車の車両は常に一定ではなく、色や形状が異なるため、自車速は速くなっているがフロー長が短くなるといった現象も見られた。これは車両の色・形状によって検出される特徴点異なることが原因であると考えられる。この結果から、ノイズを減らし、速度別のフロー長の指標を生成するアルゴリズムの検討が必要であると考えられる。

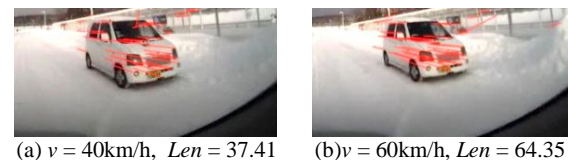


図4 自車速が異なる場合の対向車のオプティカルフロー

5. おわりに

本研究では、車載カメラ画像から対向車を検知し、対向車線のフロー長から渋滞状況を把握する手法を提案した。今回の実験では、対向車の存在の有無でフロー長が異なり、また自車速によってフロー長が変化することを示した。今後は分割する画像間の時間間隔や車速などのパラメータを変更して実験をしてゆく。また、結果に基づいて推定システムを実装し、提案手法の推定精度を分析してゆく。

参考文献

- [1] 植原 啓介, プローブ情報システム: 車載センサを活用した環境情報の取得, 情報処理, Vol.51, No.9, pp.1144-1149, 2010.
- [2] 久徳 遙矢, 出口 大輔, 高橋 友和, 目加田 慶人, 井手 一郎, 村瀬 洋, 過去の車載カメラ映像との道路面差分による不特定障害物の検出: 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU (パターン認識・メディア理解), Vol.109, No.470, pp.235-240, 2010.
- [3] 浜尾和秀, 鈴木豊, 本間政広, 橋本健一, 石川泰弘, 高橋昌, 石山修司, 櫻井俊明, スマートフォンによる対向車線渋滞検知方法: 電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ大会, Vol.112, No.72, pp.19-24, 2012.
- [4] VICS とは VICS Web Site, <http://www.vics.or.jp/about/index.html>.