

画像処理プロセッサ Visconti™ 2を用いた 車両検出技術

Application of Visconti™ 2 Image Recognition Processor to Vehicle Detection Technologies

鈴木 美彦 原嶋 栄一 堀江 勝大
 ■SUZUKI Yoshihiko ■HARASHIMA Eiichi ■HORIE Masahiro

東芝は、安全・安心な道路の実現を目指して、道路監視システムの開発を進めている。このシステムの適用範囲を拡大するには、画像センサの小型化及び高性能化が必要である。そこで、1チップで高性能な画像処理が可能なプロセッサ Visconti™ 2を用い、物体検出を得意とするCoHOG (Co-occurrence Histograms of Oriented Gradients) 特徴量に基づいて車両を検出する単眼画像処理技術を開発した。今後、Visconti™ 2を道路向け画像処理プラットフォームと位置づけて各種アルゴリズムを搭載し、様々な製品展開を図っていく。

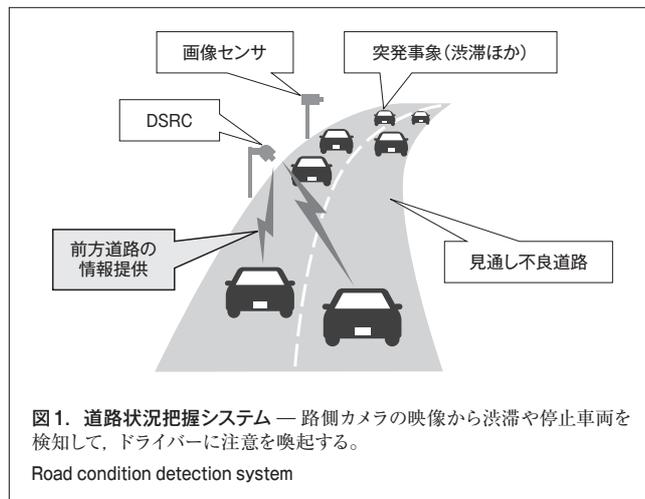
Toshiba is promoting the development of road surveillance systems for the realization of safe and secure roads. The demand for smaller and higher-performance image processing sensors has been increasing in order to extend the range of application. As a solution to this issue, we have developed a vehicle detection framework for extracting features based on co-occurrence histograms of oriented gradients (CoHOGs), which are quite effective for object detection, using the Visconti™ 2 high-performance image recognition processor incorporating four separate media processing engines (MPEs) and image processing accelerators on a single chip to enhance image recognition performance. We are now aiming at the development of an image processing platform using Visconti™ 2 and the release of road surveillance systems with various algorithms.

1 まえがき

内閣府は、2018年をめどに交通事故の死亡者数を2,500人以下にする目標を掲げている。その解決策として期待されているITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) は、人、道路、車両を情報通信で相互に有機的に結び、安全、快適、及び環境改善の実現を支援するものである。

ITSは実用化が進み、普及段階にきている。2004年には日本ITS推進会議から「ITS推進の指針」が示され、その中で定義された5項目(道路交通の安全性向上、ほか)の実現に向けた取組みが行われている⁽¹⁾。また、長期ビジョンとして2010年に特定非営利活動法人 ITS Japanから、持続可能なモビリティの実現を目標とする「ITS総合戦略2015」が示されている。

東芝は、安全・安心な道路の実現を目指すAHS (Advanced Cruise-Assist Highway Systems: 走行支援道路システム) 向けに高速道路や国道を中心としたインフラシステム及び路車協調システムの製品化を進めている。AHSは、ドライバーや車載センサでは発見が困難な道路上の危険事象を路側センサで検知し、その情報を情報通信技術を活用してドライバーに提供することにより、安全走行を支援するシステムの総称である⁽²⁾。情報提供手段としては、DSRC (Dedicated Short Range Communications: 狭域通信) や電光掲示板がある。例えば、AHSの中で代表的な道路監視システムである道路状況把握システム(図1)では、路側に設置した画像センサが、



監視カメラに映っている車両の挙動を把握し、停止や、低速、速度超過、渋滞、避走、逆走、路肩走行などの突発事象を検知し、道路状況を把握できるようにしている。

当社はこれまでに、ベクトル画像処理方式の画像センサを製品化し道路事業者へ納入した実績があり、車両検出には高性能なプロセッサを複数個搭載した専用ハードウェアを用いている⁽³⁾。今後、画像センサの適用範囲を更に広げるには、小型化及び高性能化が必要になると考えられる。そこで、当社の画像処理プロセッサ Visconti™ 2を用いて道路状況把握システムに適用する車両検出技術及び車両追跡技術を開発した。

2 画像処理プロセッサVisconti™ 2

2.1 特長

Visconti™ 2は、メディア処理向けプロセッサ（メディアプロセッシングエンジン：MPE）を4個搭載しており（表1）、複数の処理を並列に実行できる。更に、利用頻度が高く演算量が多い処理を高速に実行できるハードウェアアクセラレータを搭載している。これらの仕組みにより画像処理中の各種タスクを効率的に実行することで高い処理性能と低消費電力の両立を実現できる⁽⁴⁾。

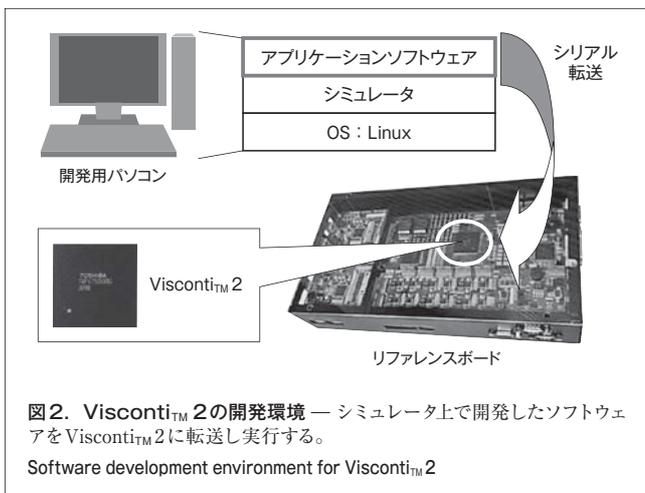
2.2 開発環境

Visconti™ 2上で動作するソフトウェアを構築するための開発環境として、Linux^(注1) OS（オペレーティングシステム）上で動作するソフトウェア開発キット（SDK）とシミュレータが用意されている。シミュレータは、Visconti™ 2上でソフトウェアを実行するときの処理時間やメモリ使用量などを確認できる。構築したソフトウェアの実行プログラムは、シリアル通信によりVisconti™ 2に転送して実行させる（図2）。

表1. Visconti™ 2の諸元
Specifications of Visconti™ 2

分類	名称	個数
ビデオ入力/I/F	カラー/グレイスケール入力	4
プロセッサ	MPE（動作周波数266 MHz）	4
ハードウェア アクセラレータ	アフィン変換アクセラレータ	1
	ヒストグラムアクセラレータ	1
	フィルタアクセラレータ	2
	マッチングアクセラレータ	1
	HOGアクセラレータ	1

I/F：インタフェース



(注1) Linuxは、Linus Torvalds氏の米国及びその他の国における登録商標。

2.3 Visconti™ 2を用いた画像処理プラットフォーム

Visconti™ 2は、単眼画像処理に加えてステレオ画像処理にも対応しており、道路システムへの応用展開の幅が広い（表2）。交通流監視系システムへの画像センサの適用だけでなく、料金収受系システムへの適用も見込まれる。

そこで、今後Visconti™ 2を応用した画像処理プラットフォームを開発し、道路システム向けに画像センサの小型化及び高性能化を図っていく予定である。

表2. 道路システム一覧

List of highway systems

分類	システム名	車両検出方式
交通流監視	突発事象検知	・単眼画像処理
	画像式トラフィックカウンタ（車両検知器）	・単眼画像処理 ・ステレオ画像処理
料金収受	ETC車種判別装置（ナンバープレート認識）	・単眼画像処理 ・ステレオ画像処理

ETC：自動料金収受システム

3 道路状況把握システム

道路状況把握システムは、画像センサを用いて路側カメラの入力画像を処理し、車両の通過台数と速度を算出する。これらの情報を基に、停止や、低速、速度超過、渋滞、避走、逆走、路肩走行などの突発事象を検知する。車両速度を算出するには、次の機能が必要である。

- (1) 入力画像から車両を検出する機能（位置情報の獲得）
- (2) 時系列に獲得した車両の位置情報を関連付ける機能

ここでは、(1)に対応する技術を車両検出技術、(2)に対応する技術を車両追跡技術と呼ぶ。

3.1 車両検出技術

3.1.1 パターン認識技術

画像センサは、路側に設置した可視カメラ映像に対してパターン認識技術を適用し車両を検出する。パターン認識とは、映像（画像）や、文字、音声などの入力情報をパターンとして蓄えておき、新しい入力情報と照合して、どのような情報かを認識することである。画像認識では、物体の見え方のパターンと入力画像を照合し、認識対象物か否かを判別する。

対象物のパターン抽出には、次の二つの技術を用いる。

- (1) 対象物体を表現する高次特徴量を抽出
- (2) 高次特徴量で表現した大量のデータから、共通的な特徴データを抽出

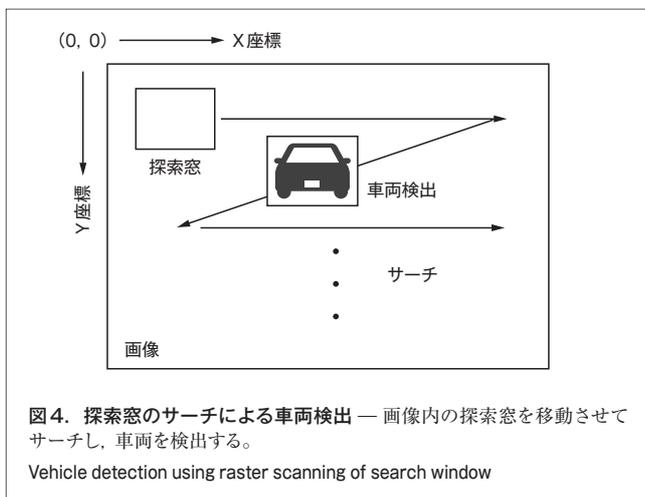
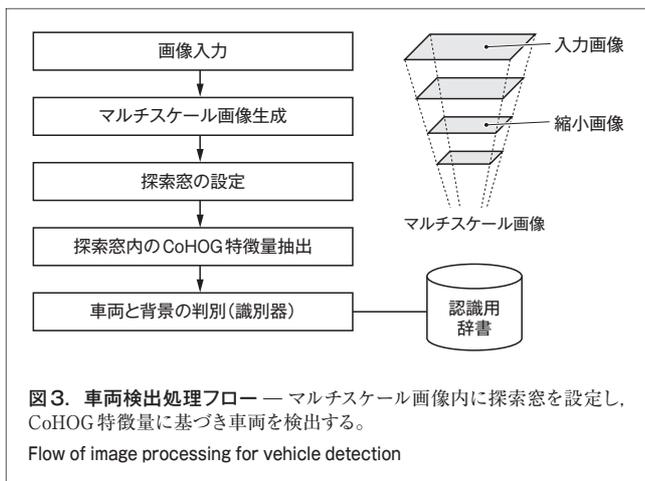
以下に、高次特徴量と特徴データ抽出について述べる。

- (1) 高次特徴量 当社は、代表的な高次特徴量であるHOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴量を拡張したCoHOG (Co-occurrence HOG) 特徴量⁽⁵⁾を用いた物体検出技術を開発している。CoHOG 特徴量は画像の

局所領域から輝度勾配と輝度強度を取り出す演算処理であり、近傍の二つの画素における輝度勾配方向の共起情報をヒストグラムとして表現し、認識対象物の特徴を表現することができる。Visconti_{TM}2はHOGアクセラレータを搭載しており、車両検出の高次特徴量としてCoHOG特徴量を採用した。

- (2) 特徴データ抽出 路側カメラで撮影した大量の車両画像を用意し、矩形(くけい)で指定した車両領域に含まれるCoHOG特徴量を抽出し、パターン抽出用の学習データを作成した。学習データに対して機械学習の代表的な手法である線形SVM(Support Vector Machine)を適用し、車両の特徴データを抽出し、車両認識用の辞書及び識別器を構築した。車両検出性能に影響を与えるパラメータとして監視方向、時間帯、車両の向き、及び車種が考えられるため、これらのパラメータの変動を考慮して辞書を作成した。識別器は、画像中の注目領域の高次特徴量と辞書を照合し、車両と背景を判別する。

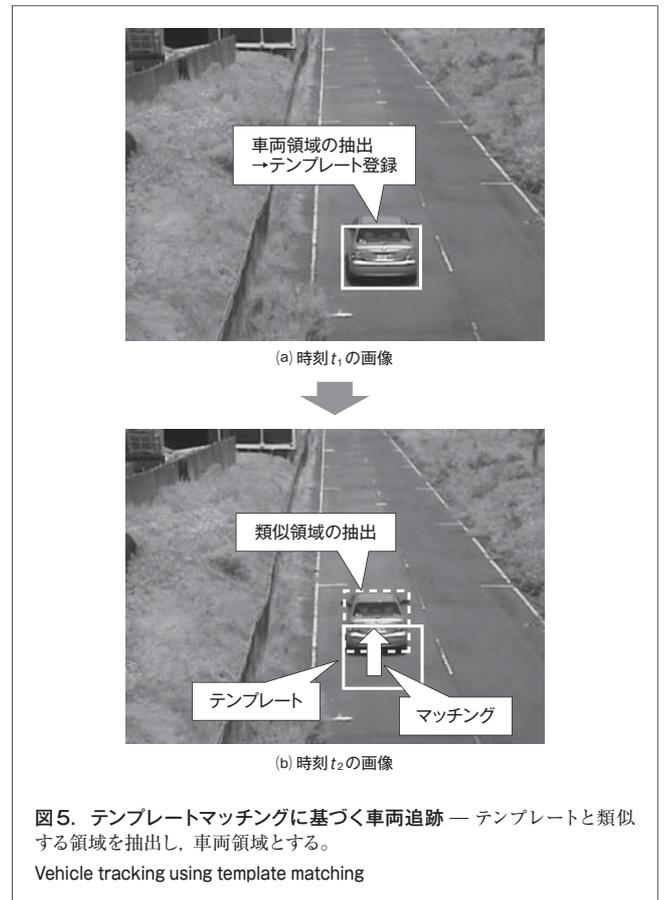
3.1.2 車両検出処理概要 車両検出処理の流れを図3に示し、(1)~(4)に述べる。

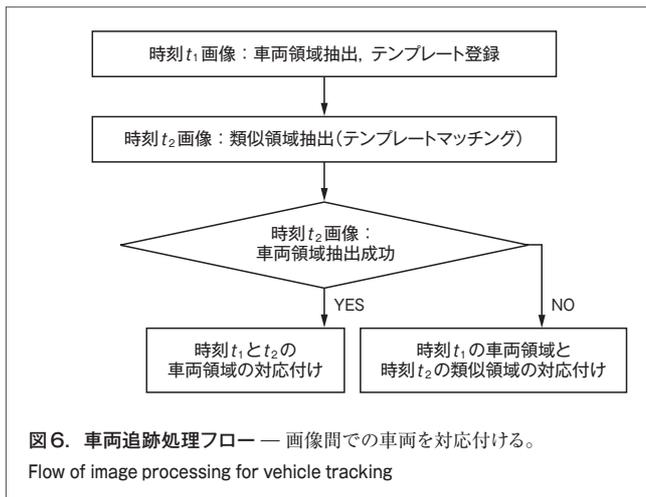


- (1) 入力画像に対して縮小率が異なる複数枚の画像を生成(マルチスケール画像の生成)
(2) マルチスケール画像に対して、位置を変えながら矩形の探索窓を設定(図4)
(3) 探索窓内の画像情報からCoHOG特徴量を抽出
(4) CoHOG特徴量を識別器で処理し、車両と背景を判別

3.2 車両追跡技術

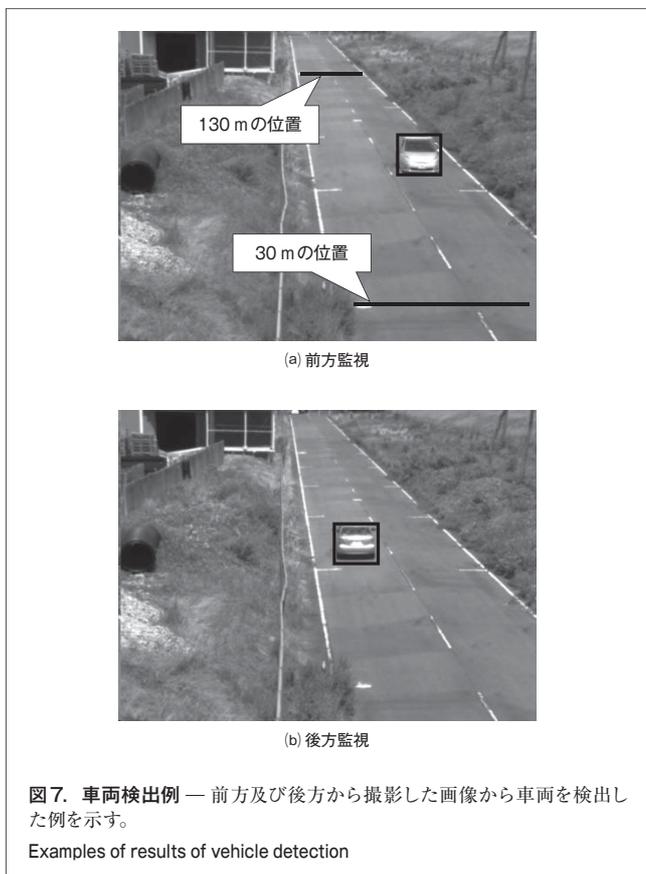
車両検出技術により検出した車両と、車両追跡技術により時系列に獲得した位置情報を関連付けして、同一車両の連続追跡を実現する。しかし、車両の見え方や輝度の変化などの変動要因によって車両検出性能が低下し未検出となる可能性も考えられる。その場合、テンプレートマッチングに基づく車両追跡技術により、現在の画像における車両位置を推定する。具体的には、一つ前の画像の車両領域をテンプレートとして現在の画像内を探索し、もっとも類似する領域を車両と判定する(図5, 図6)。類似性の判定は、SAD(Sum of Absolute Difference)の値に基づいて行う。SADは、テンプレート及びテンプレートと同じ位置の画像領域について、各画素の輝度差の絶対値を合計したものである。SADの値が小さいほど、二つの領域は類似していると判定する。Visconti_{TM}2はマッチングアクセラレータを搭載しており、SADを用いたテンプレートマッチングの高速処理が可能である。





4 処理結果

監視方向が異なる路側カメラ映像を、Visconti_{TM} 2で処理したときの車両検出結果を図7に示す。VGAサイズ(640×480画素)の画像1枚の平均処理時間は51 msと、標準仕様の100 ms以下を満足した。また、道路状況把握システムの標準仕様であるカメラ直下から30～130 mの100 mの監視範囲において速度計測を実施した。速度誤差は、低速走行



時(10 km/h)に±2.1 km/h、高速走行時(100 km/h)に±3.6 km/hと、標準仕様である「走行速度の±10%又は±10 km/h以下」を満足した。これらの結果から、開発した車両検出技術及び追跡技術が道路状況把握システムに適用できることを確認した。

5 あとがき

1チップで高性能な画像処理が可能なプロセッサVisconti_{TM} 2を用い、物体検出を得意とするCoHOG特徴量に基づいて車両を検知する単眼画像処理技術を開発した。今後は、道路システム向けにVisconti_{TM} 2を応用した画像処理プラットフォームを開発するとともに、各種アルゴリズムを搭載し、製品への適用を目指す。

文 献

- (1) ITS Japan. "ITS Japanの地域ITS活動について". <<http://www.its-jp.org/wp-content/uploads/2012/04/29c383377ca5086692d3900f00e2673.pdf>>. (参照2012-11-05).
- (2) 国土交通省 道路局 道路交通管理課 ITS推進室 他. "ITS技術を活用した道路管理の効率化について". <<http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/h15giken/pdf/0410.pdf>>. (参照2012-11-05).
- (3) 倉田亮一 他. 走行支援道路システム用画像処理装置. 東芝レビュー. 66, 9, 2011, p.53-56.
- (4) 田邊靖貴 他. 低消費電力で高性能を実現した画像認識プロセッサVisconti_{TM} 2シリーズ. 東芝レビュー. 67, 10, 2012, p.25-28.
- (5) Watanabe, T. et al. "Co-occurrence Histograms of Oriented Gradients for Pedestrian Detection". The 3rd Pacific-Rim Symposium on Advances in Image and Video Technology. Tokyo. 2009-01, National Institute of Informatics (NII) et al. p.37-47.



鈴木 美彦 SUZUKI Yoshihiko

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター 制御システム開発部主務。画像処理及び認識技術の開発に従事。技術士(情報工学部門)。
Power and Industrial Systems Research and Development Center



原嶋 栄一 HARASHIMA Eiichi

社会インフラシステム社 小向事業所 SAハードウェア設計部主務。ETCシステムの設計・開発に従事。
Komukai Complex



堀江 勝大 HORIE Masahiro

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター 制御システム開発部。画像処理及び認識技術の開発に従事。電子情報通信学会会員。
Power and Industrial Systems Research and Development Center