

安全で快適な道路環境の実現に貢献する 画像処理装置

Image Processor Using Stereo and Vector Image-Processing Algorithms for Transportation Systems

中川 淳 相川 徹郎

■ NAKAGAWA Atsushi ■ AIKAWA Tetsuro

画像処理装置は、トンネル内の交通異常事象を監視するシステムなどに適用されており、事故や渋滞といった事象を自動的に検知できる。この装置は最近、2008年に大規模実証実験が行われた、車両や歩行者を検知しドライバーへ注意喚起を行う走行支援道路システム (AHS: Advanced Cruise-Assist Highway System) や安全運転支援システム (DSSS: Driving Safety Support Systems) への適用が検討されているが、コストパフォーマンスのいっそうの向上が課題である。

東芝は、歩行者や自転車を検知するステレオ画像処理技術と車両を検知するベクトル画像処理技術を開発してきた。今回、処理量の多いベクトル画像処理アルゴリズムを軽量化することで処理時間を短縮するとともに、二つの画像処理技術のアルゴリズムを共通のプラットフォームで実現することで、画像処理装置のハードウェア (HW) を共通化し、コストパフォーマンスを向上させた。

Image processors are applied to transportation systems including tunnel monitoring to detect anomalous traffic events, automatic detection of vehicles involved in accidents and traffic congestion, and so on. In recent years, the application of image-processing technologies has further expanded to such fields as the Advanced Cruise-Assist Highway System (AHS) and Driving Safety Support Systems (DSSS), and a large-scale demonstration experiment was conducted in 2008 to investigate the provision of warnings to other vehicles and pedestrians.

Toshiba has been developing image-processing technologies using stereo and vector image-processing algorithms. We have now developed a new image processor for transportation systems in which these two image-processing algorithms are incorporated into a common platform, in order to reduce the cost of image processors.

1 まえがき

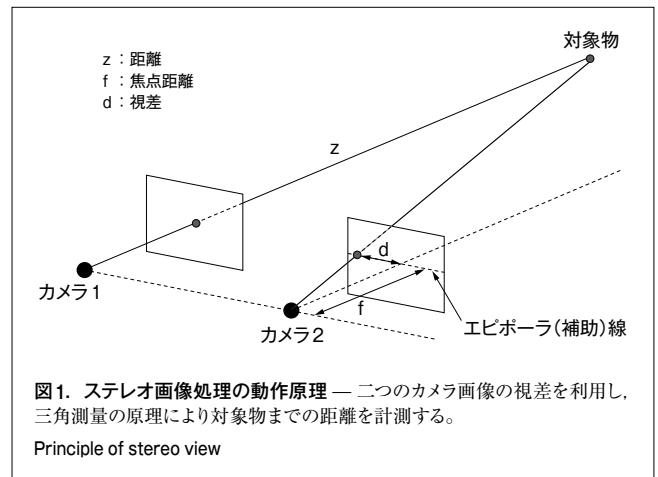
道路上の危険事象を検知する画像処理装置は、高速道路での走行支援道路システム (AHS: Advanced Cruise-Assist Highway System) や、一般道での安全運転支援システム (DSSS: Driving Safety Support Systems) などへの適用が検討されており、全国展開に向け官民連携して2008年度まで実証実験が行われてきた。

東芝は、可視画像を使用したステレオ画像処理技術とベクトル画像処理技術を持っており、これまでDSSSの実証実験に参画し評価を行っている。この画像処理装置を更に普及させるには、コストパフォーマンスのいっそうの向上が必要である。

今回、これら二つの画像処理技術のアルゴリズムを共通プラットフォームで実現することで、画像処理装置のHWを共通化できるようになり、コストパフォーマンスを向上させた。ここではその概要と評価結果について述べる。

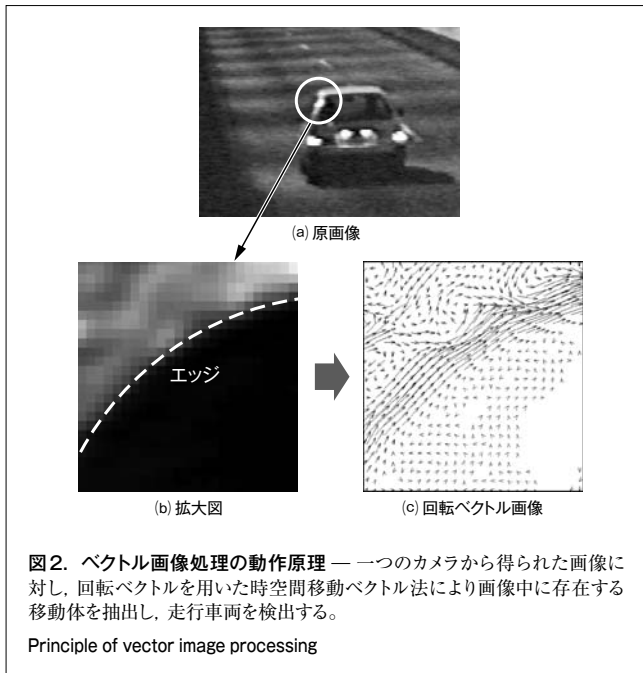
2 東芝の画像処理技術の動作原理と特長

当社は、歩行者や自転車の検知用にステレオ画像処理技術⁽¹⁾を、車両の検知用にベクトル画像処理技術⁽²⁾を開発してきた。ここではそれぞれの画像処理技術について述べる。



まず、ステレオ画像処理の動作原理を図1に示す。ステレオ画像処理では二つのカメラを使用し、入力された二つのカメラ画像から対象物と路面との境界線を切り出すことで対象物を検知する。検知した対象物に対する二つのカメラ画像の視差を利用して、三角測量の原理により対象物までの距離を計測する。

次に、ベクトル画像処理の動作原理を図2に示す。ベクトル画像処理では一つのカメラから得られた画像に対し、回転ベクトルを用いた時空間移動ベクトル法により画像中に存在する移動体を抽出し、走行車両を検出する。回転ベクトルの向きは



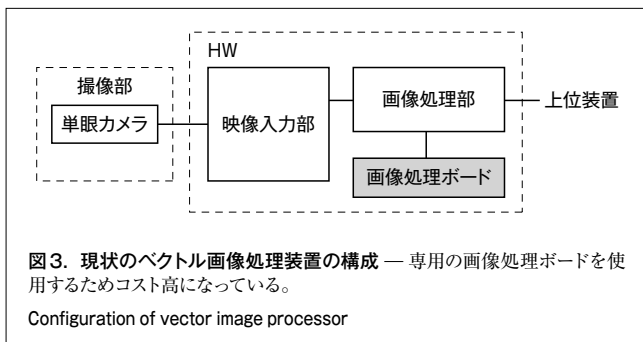
濃淡が変化している領域の輪郭線に沿った方向に分布するので、画像中の対象物の輪郭線を明確にとらえることができる。

ステレオ画像処理方式は位置検出精度が高く、複数の対象物の分離検知ができるという特長がある。ベクトル画像処理方式はカメラが1台で済むことや、明るさの変化に強いこと、低コントラストの画像でも対象物を検知できるなどの特長がある。

これらの特長から、ステレオ画像処理方式は位置検出精度や対象物計数が必要なシステムへ適用し、ベクトル画像処理方式は位置検出精度がそれほど必要でない渋滞などの事象検出システムへ適用している。

3 画像処理装置の共通プラットフォーム化

ベクトル画像処理では、画素単位での処理を行っている。図3に示すように専用の画像処理ボードを用いているため、ステレオ画像処理と比較してコスト高となっている。そこで、ベクトル画像処理アルゴリズムを軽量化して、ステレオ画像処理アルゴリズムと共通のHWに実装するようになった。



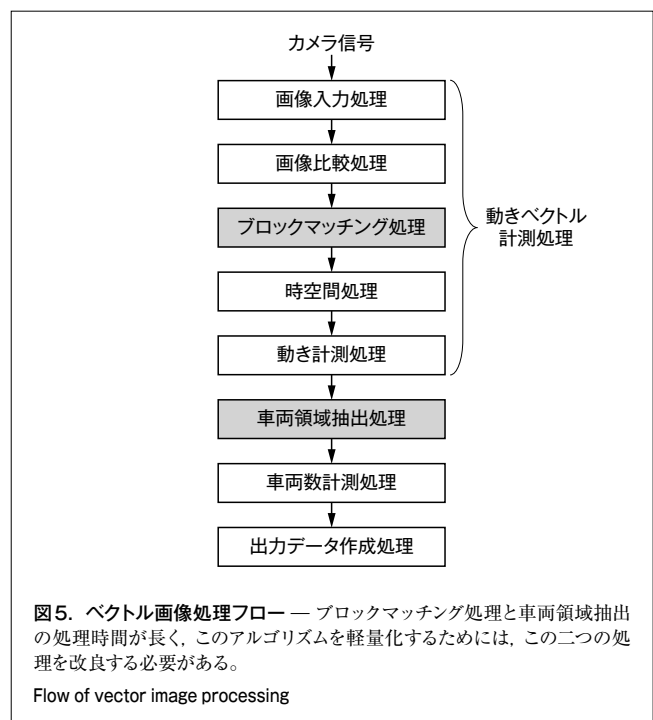
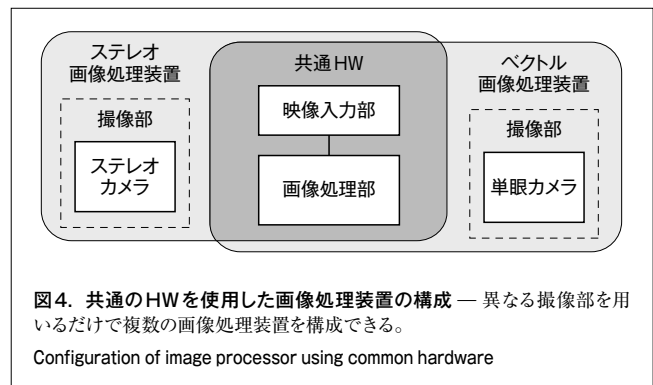
3.1 共通プラットフォームの選定

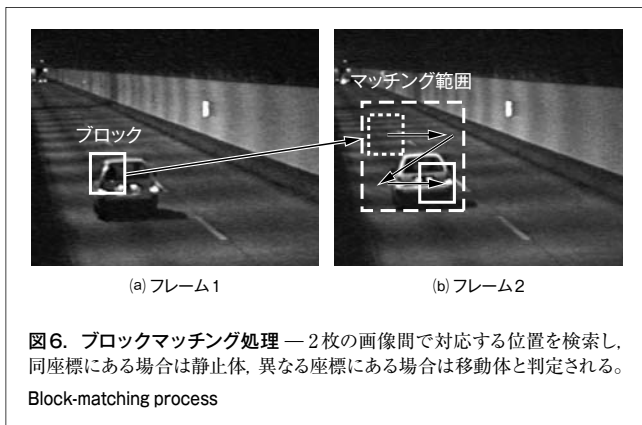
映像入力部と画像処理アルゴリズムを実装する汎用の画像処理ボードを、画像処理方式に依存しない共通HWとして選定した。共通HWを使用したステレオ画像処理装置とベクトル画像処理装置の構成を図4に示す。このように、撮像部を入れ替えるだけで、異なる二つの画像処理装置を構成できる。

3.2 画像処理アルゴリズムの軽量化

ベクトル画像処理アルゴリズムの軽量化にあたり、現状の画像処理の分析を行った。図5に示す現状のベクトル画像処理フローの中で、処理時間が長いブロックマッチング処理と車両領域抽出処理の改良が、アルゴリズムの軽量化のために必要である。

ブロックマッチング処理とは、図6に示すように、2枚の画像間に対応する位置を検索する処理であり、検索した結果、対応する位置が同座標にある場合には静止体であり、異なる座標にある場合には移動体と判定する。このブロックマッ





ング処理を含む各処理について、アセンブラ化^(注1)と処理の最適化を行った。

また、車両領域抽出処理は、動きベクトルを計測する領域を背景比較により移動元及び移動先の領域を限定することで、処理時間を短縮した。

これらのアルゴリズムの軽量化により、ベクトル画像処理全体の処理時間を短縮できるとともに、ステレオ画像処理アルゴリズムと共通のHWに実装できるようになった。

4 評価結果

画像処理アルゴリズムを軽量化した後のベクトル画像処理の性能評価として、処理時間計測と検出率測定を行った^(注2)。

4.1 処理時間計測結果

画像処理アルゴリズム改良後のベクトル画像処理時間の計測結果を、従来の処理時間と比較して表1に示す。従来処理では全体の処理時間が151 msであったが、改良後68 msとなり、処理時間規定の100 ms以下を満たすことが確認できた。

処理内容	処理時間		
	改良後 (ms)	従来 (ms)	
動きベクトル計測処理	画像比較処理	6	9
	ブロックマッチング処理	6	58
	時空間処理	7	12
	動き計測処理	15	19
車両領域抽出処理	29	46	
車両数計測処理	4	5	
出力データ作成処理	2	3	
処理時間合計	68	151	

(注1) プログラムをアセンブリ言語で記述することで、C言語で作成されたプログラムに比べ処理が高速化できる。

(注2) 評価の判定基準として、技術研究組合 走行支援道路システム開発機構の道路状況把握設備要件定義書⁽³⁾「可視道路状況把握設備の性能」を適用。

4.2 検出率測定結果

ベクトル画像処理アルゴリズムを軽量化した後のベクトル画像処理装置の検出率評価結果を表2に示す。画像処理によって検出された車両数をカウントし、目視によって確認した実際の車両数(真値)を基に、検出率を式(1)により算出した。

$$\text{検出率 (\%)} = (\text{計測台数} / \text{真値}) \times 100 \quad (1)$$

表2に示すように、ベクトル画像処理アルゴリズムを軽量化した後も、車両検出率は規定値の95～105%を満たすことが確認できた。

表2. ベクトル画像処理装置検出率の評価結果

Results of vector image processing

走行車線	車両数 (台)	検出率 (%)
上り線	172	103
下り線	186	105

5 あとがき

今回、処理量の多いベクトル画像処理アルゴリズムを軽量化することで、当社が持つステレオ画像処理技術とベクトル画像処理技術の二つの画像処理アルゴリズムを共通のプラットフォームで実現できた。画像処理装置のHWを共通化することでコストパフォーマンス向上へのめどが立った。

今後は、コストパフォーマンスに優れた高性能な画像処理装置を使用したDSSS, AHSなどのシステムを提供することによって、より安全で快適な道路環境の構築に貢献していく。

文献

- (1) 中川 淳, ほか. 路車協調による安全運転支援システムの実証実験. 東芝レビュー. 64, 4, 2009, p.19-22.
- (2) 相川徹郎, ほか. ベクトル画像処理手法を用いた車両検出システム. 東芝レビュー. 61, 8, 2006, p.24-27.
- (3) 技術研究組合 走行支援道路システム開発機構. 道路状況把握設備 要件定義書. 資料番号: AHS-COM-D-B16-15, 2006, 175p.



中川 淳 NAKAGAWA Atsushi

社会システム社 社会システム事業部 道路システム技術部主務。
ITS関連の新規事業創出, エンジニアリング業務に従事。
Infrastructure Systems Div.



相川 徹郎 AIKAWA Tetsuro

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター 電気計装システム開発部主務。画像処理技術を応用した計測・検査技術の開発に従事。溶接学会会員。
Power and Industrial Systems Research and Development Center