

# ITSのための映像監視・通信システム

## Image Surveillance / Communication System for ITS

谷本 至  
TANIMOTO Itaru

柴田 恭央  
SHIBATA Yasuo

高度道路交通システム(ITS: Intelligent Transport Systems)は、道路システムと車載システムが協調し成り立っている。道路システムの安全性・円滑性を向上させるために、インフラシステムの開発が求められている。当社は、これらインフラシステムの中で、センシングシステムの画像処理技術に注力している。

このたび、道路システムの安全性を向上させるために要求される機能や性能を整理し、高精度交通流計測装置、障害物検出センサを開発した。

Intelligent transport systems (ITS) are being materialized through cooperative functioning of the road system and vehicle sensor systems. It is necessary for an infrastructure system to be developed in order to enhance the safety and smooth operation of the road system.

Toshiba is concentrating on the image processing technologies of sensing systems in this infrastructure. We have studied the functions and performance required in order to enhance the safety of the road system, and developed high-precision traffic flow measuring equipment and obstacle detection sensors.

## 1 まえがき

わが国のITSは、関連する5省庁<sup>注1)</sup>で推進しており、九つの開発分野と21の利用者サービスから構成され、道路システムと車載システムの協調により成り立っている。道路システムとしては、建設省が“スマートウェイ”コンセプトを発表して、安全性・円滑性において画期的に優れたシステムを導入する方針が提案されている。

スマートウェイを実現するキーコンポーネントは、道路上の状況を把握するセンシングシステムのほか、情報ネットワークシステム、路側処理装置、路車間通信システムなどがある。当社は、これらのキーコンポーネントの研究・開発に注力している。特にセンシングシステムとしては、可視画像CCTV(Closed-circuit TeleVision)を用いた画像処理システムの性能向上と、夜間においても検出可能な赤外画像処理システム、更に強雨や濃霧においても性能劣化が少ない、ミリ波センサシステムの実用化を目指した研究・開発を推進している。ここでは、これらの技術の中から画像センシングシステムと情報ネットワークシステムを中心に、その特長と導入事例について述べる。

## 2 画像センシングシステム

### 2.1 システム要求条件

ITSサービスの実現には、高速道路及び一般道路の状況を、リアルタイムに把握できるセンシング技術の確立が必須

(注1) 警察庁, 通商産業省, 運輸省, 郵政省, 建設省の5省庁。

表1. 画像センサに要求される機能  
Functions required for image sensors

基本機能	機能概要
検出追跡機能	物体を検出・追跡する
識別機能	車両・歩行者などを識別する
挙動計測機能	位置・速度などを計測する
諸元検出機能	対象の諸元を計測する

条件である。画像センシングに対する要求機能と性能をまとめると以下のとおりである。

2.1.1 要求機能 画像センシングには、対象を検出する、識別する、挙動を把握する、諸元を計測するなどの機能が要求され、表1のようにまとめることができる。

2.1.2 要求性能 画像センシングは、車両、障害物、歩行者の検出が要求され、走行車両の性能としては、各計測対象ごとに次の精度が要求される。

- (1) 車両速度計測誤差  $\pm 5\%$ か5 km/hのいずれか大きい数値の計測精度
- (2) 位置計測誤差 障害物で縦方向に $\pm 5\text{m}$ 、横方向に $\pm 0.8\text{m}$ 、更に歩行者で、縦方向に $\pm 0.8\text{m}$ 、横方向に $\pm 0.8\text{m}$ の計測精度

### 2.2 システム構成要素

映像監視システムは、CCTVカメラと画像処理装置から構成されている。道路管理においては、刻一刻と変化する道路状況の的確かつ迅速な把握のため、忠実な映像の再現性及びリアルタイム性が重要であり、当社として以下に挙げる製品を開発し、道路管理における映像監視を支援している。

2.2.1 画像入力カメラ 画像入力カメラは、用途に応じて以下の2種類を用意している。

- (1) 一体型高速巡回カメラ カメラ本体、カメラケース、巡回雲台を一体化することにより、小型・軽量化と高速な巡回性能を達成できた(図1)。従来型のカメラの巡回速度が3/sであったのに対し、一体型高速巡回カメラでは180/sという高速性を実現し、追従遅れのないリアルタイムな監視を支援することが可能である。
- (2) 揺れ防止カメラ 橋梁(きょうりょう)及び高架道路に設置されるカメラは、通行車両による振動や強風により支柱が振動し、常時カメラの揺れにさらされている。このカメラの揺れを電子的に補正し、画像を高品質に保持する揺れ防止カメラを開発した(図2)。道路監視の画像処理にこのカメラを使用すると、揺れの影響を受けないため、正確かつ迅速な状況把握が可能となる。



図1. 一体型高速巡回カメラ(MC400) 巡回速度180/sという高速性を実現した。  
High-speed PTZ camera



(a)揺れ防止カメラ(TC5700)を照明ポールに設置した例 (b)揺れ防止カメラ(TC5100)を照明ポールに設置した例

図2. 揺れ防止カメラ カメラの揺れを電子的に補正し、画像を高品質にとらえることができる。  
Digital color camera with built-in image stabilizing circuit

2.2.2 画像処理ハードウェア 画像処理装置は、画像処理部と計測制御部から構成されている。計測制御部は、画像処理部で抽出した位置情報を用いて、交通量、平均速度、個別車両速度、車間距離などの交通流諸量の計測を行うほか、停止車両などの異常交通流の判定を行う。画像処理部は、画像入力、転送、画像間演算により、目標物の認識及び追跡を行い、その位置情報を抽出する。今回、リアルタ

イムな計測を可能にするため、複数のDSP(Digital Signal Processor)で構成し、並列処理で高速性を達成した画像処理部を開発した。

2.2.3 画像処理ソフトウェア 道路センサに適用されている画像処理技術としては、下記の方式があり、計測・検出の対象物、計測・検出内容及び画角・環境条件により、最適な技術を選ぶ必要がある。

- (1) 時間差分法 時間的に連続する画像間での差分を抽出する方式で、物体同士の重なりが少なく、単位時間当たりの移動量が大い物の抽出に適している。
- (2) 背景差分法 背景画像と入力画像間での差分を抽出する方式で、移動量に依存せずに物体の抽出に適している。なお、時間的に変化する背景を随時更新する手法を組み合わせている。車両抽出例を図3に示す。

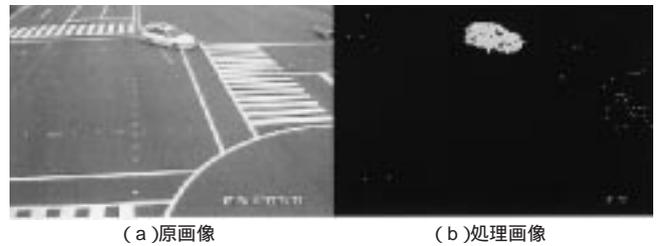


図3. 背景差分による左折車両抽出例 背景差分方式で左折車両を抽出した例を示す。  
Example of left-turning vehicle extraction by background difference

- (3) 特徴点抽出(空間微分など) 特徴点を抽出する方式で、対象物に明確な特徴が存在する場合に適している。低コントラスト及び重なりがある場合には不向きである。
- (4) パターンマッチング法 対象物の濃淡パターンを随時更新しながら照合する方式で、精度の高い追跡が可能となる。他の技術に比べ処理コストは高いが、低コントラスト、重なりに対して他の技術よりも強い。

## 2.3 開発システム例

2.3.1 高精度交通流計測システム<sup>(1)</sup> 前節のシステム構成要素を応用した開発例を述べる。

- (1) 概要 交通流の計測では従来、超音波感知器などの方式が用いられてきた。センサ方式の特長から車線内の車両位置、車長、車間距離などを計測できない欠点があった。今回、画像処理技術を用いてITSの実現に欠かせない、車両速度、車線内の車両位置、車長、車間距離などの交通流データを大量に効率良く、高精度に取得できるシステムを開発した。
- (2) 特徴
  - (a) 高精度な計測精度 車両速度誤差±5%以内の達成

- (b) 各種計測項目 車両速度, 車線内の車両位置(横ずれ量を含む), 車長, 車間距離, 車幅
- (c) 大量なデータの取得 1か月単位の計測が可能
- (d) リアルタイム処理

(3) 実験評価 精度の向上を図るためにアルゴリズムの背景差分方式に, 背景の自動更新などの改良を加えて精度向上を達成した。また, 車線内の車両位置精度を向上させるために, 画像を車線の真上から撮像する方式を採用した。結果として, 建設省土木研究所のテストコースで, 走行速度を30 km/h ~ 120 km/hの低速から高速までの速度設定を行い, 全数404サンプルを取得し, 昼間の可視カメラで97%の車両が精度±5%以内(図4), 夜間の赤外線カメラでは92%の車両が精度±

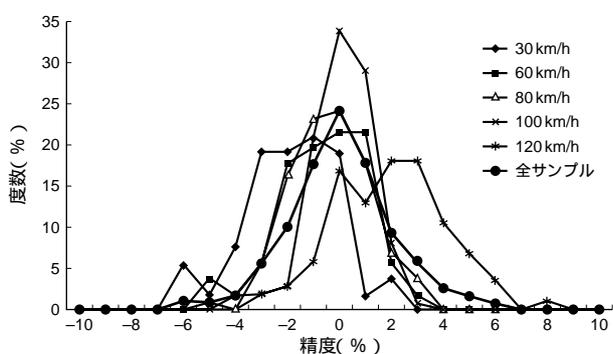


図4. 車両速度計測誤差度数分布 昼間の可視カメラで, 97%の車両において精度±5%以内の計測精度が得られた。  
Vehicle speed measurement error frequency distribution

5%以内の計測精度が得られた。

- (4) 今後の課題 今回開発したシステムは, 計測場所を移動すると画像処理のパラメータを最適化する必要がある。今後は, このパラメータを一般道路や高速道路において自動生成する機能を追加開発し, より利便性を高めたい。

2.3.2 障害物検出システム 道路システムの安全性を向上させる障害物検出システムについて述べる。

- (1) 概要 障害物の早期検出とドライバーへの通報は, 安全走行を行ううえで重要である。障害物検出センサの要求機能及び性能を決定するために, 関連する文献など約3,800件の中から300件を精査して, 技術動向や基本性能調査を実施した。技術方式の絞込みは, 可視センサ, 赤外線センサ, レーザセンサ及びミリ波センサの各方式の性能比較と最適組合せ候補を策定し, 各センサの特徴を図5のとおり整理し評価を行い, 一番パランスの取れている可視センサによる技術開発を進めた。
- (2) 特徴

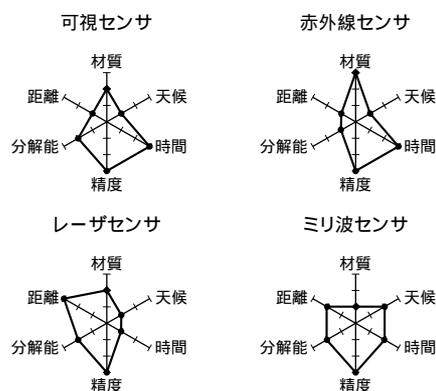


図5. 各センサの特徴 可視センサ, 赤外線センサ, レーザセンサ及びミリ波センサの特徴のレーダーチャートを示す。

Features of each sensor

- (a) 計測範囲 連続した路線
- (b) 計測項目 車種, 位置, 車両速度
- (c) 落下物の計測精度 50 cm角以上の物体を検出
- (3) 実験評価 計測範囲が連続した100 m以上の路線で, 車両位置計測精度が進行方向で±4.0 m, 横方向で±0.8 m, 検出時間100 ms以下に収まった。また, 車幅計測精度が0.8 m, 車長計測精度1.0 mに収まった。
- (4) 今後の課題 道路センサシステムの詳細設計を行うとともに センサの対環境性能検証実験の継続実施や, 実証実験に向けた検出性能の向上とアルゴリズムの改良を実施する。

### 3 情報ネットワーク<sup>(2)</sup>

ITSを実現するためには, 画像センサをはじめとする路側装置, ITSを統括するセンター, ドライバーや車に情報を伝える車載器を結ぶ通信システムが不可欠である。

道路管理業務は, 道路に関する種々の情報を収集し, 利用者に適切な情報を提供する業務であり, 気象テレメータ装置, CCTVカメラシステム, 道路情報表示装置を中心に構成される。

このような用途のために製品化された光情報ハイウェイシステムが, 図6に示す映像通信総合システム“VCTS(Visual Communication Total System)”である。“VCTS”の特長は次のとおりである。

- (1) 情報コンセント機能を持つリモート通信装置と, システム全体の運用制御を管理するセンタ通信装置とを2心光ファイバケーブルでリング状に接続している。
- (2) マルチメディア, かつシームレスな通信環境を経済的に実現する手段として155 Mbps多重伝送方式を採用している。
- (3) 映像情報を高品位かつ経済的に伝送する手段として, MPEG2(Moving Picture Experts Group 2)など

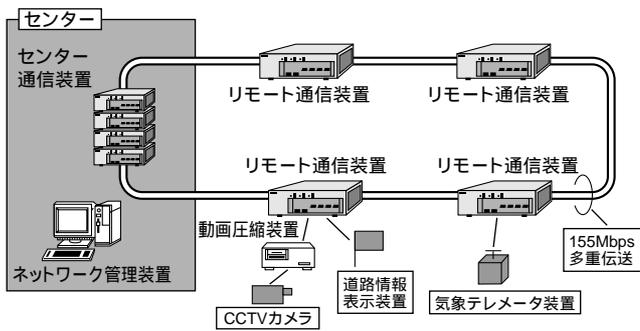


図6 映像通信総合システム“VCTS”の構成 道路上に設置するリモート通信装置に各種機器を接続することで、多重伝送を実現できる。 Road control services utilizing Visual Communication Total System (VCTS)

の標準化された映像帯域圧縮方式を採用している。

このため、道路管理システムの高度化・効率化が可能となり、ITSの路側ネットワークシステムに最適な製品である。

## 4 スマートウェイの実現に向けて

### 4.1 知能道路

スマートウェイ推進会議で提唱されているスマートウェイ(知能道路)は、以下の機能を持っている。

- (1) 安全で円滑な道路交通、良好な環境を提供するITSを実現するインフラ
- (2) 各種情報の自由なやり取りを支える、オープンなプラットフォーム(共通基盤)

当社はこれに対応して、上述の各種システム構成要素、開発システムに加え、赤外線カメラや情報板、情報提供端末などの開発と実用化も進めている。これらを組み合わせた道路システムの具体化に取り組んでおり、安全性・快適性の飛躍的向上が期待されている。その構成例を図7に示す。

### 4.2 実現されるサービス

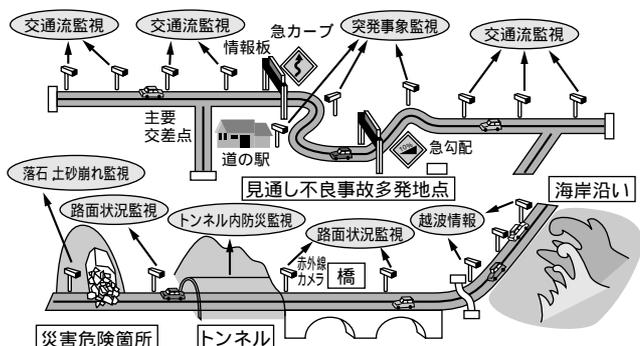


図7 道路システム 映像センサ、情報提供端末など高度情報通信手段を用いて、安全性・快適性が飛躍的に向上した道路になっている。 Road system

映像センサから取り込んだ映像情報を、画像処理装置で処理し、映像通信総合システム“VCTS”やインターネットなどの通信手段を通じて、道路管理者やドライバーにグラフィカルでユーザーフレンドリな(使いやすい)形で情報提供や映像配信を行う。

実現されるサービスには次に挙げるものがある。

4.2.1 道路沿線の連続的映像監視 安全運転の支援では、道路の危険箇所や見通しの悪い箇所の方前危険の検知、路面状況の監視、気象情報の収集、障害物検知などを行い、情報板、カーラジオ、“VICIS”(Vehicle Information and Communication System: 道路交通情報通信システム)やその他の手段を用いてドライバーへ情報提供を行う。

災害への迅速かつ適確な対応では、災害の検知及び監視を行い、道路管理者やドライバーに情報を提供する。

道路管理業務の高度化・効率化では、収集センサの充実を図って交通流の自動計測・監視の高密度化・突発事象の自動検知を行うとともに、情報のマルチメディア化・ヒューマンインタフェースの高度化、イントラネットによる情報監視、広域情報の交換を可能にしている。

4.2.2 高度な利用者サービス また、上記の様々な情報の一部は、インターネット、VOD(Video On Demand)、モバイル端末及び“道の駅”などで、一般利用者にも提供することができる。

## 5 あとがき

ITSを構成するインフラシステムの中で、センシングシステムとネットワークシステムの最新技術をまとめたが、スマートウェイを実現するためには性能や信頼性を更に向上させる必要がある。幸いにも、情報通信の分野は技術進歩が著しく、これらの新技術を積極的に取り入れるとともに、実道における検証を積み重ねることにより、実用化に向けた課題を解決していく所存である。

## 文献

- (1) 春日義男, 他. “画像処理による高精度交通流計測”. 第23回道路会議. 1999-10 (財)日本道路協会. 1999, p.350-351.
- (2) 熊倉信行, 他. “リング型マルチメディア光情報ハイウェイ”. 東芝レビュー. 52, 10, 1997, p.55-58.



谷本 至 TANIMOTO Itaru

情報・社会システム社 通信システム事業部 通信応用システム技術部 参事。ITS関連業務(AHS, ETCなど)に従事。電気学会, 情報処理学会, 人工知能学会 会員。Telecommunications Systems Div.



柴田 恭央 SHIBATA Yasuo

情報・社会システム社 通信システム事業部 通信応用システム技術部。ITS関連業務(AHS, ETCなど)に従事。Telecommunications Systems Div.