6T-6

画像処理応用交通流計測システムのアーキテクチャ

奥山 良幸* 、三島 忠明* 、小林 芳樹* 、八尋 正和* * 、中西 博* * * 、柴田 敏郎* * * *

* (株) 日立製作所 日立研究所、 * * (株) 日立製作所 大みか工場、
* * * (株) 日立製作所 機電事業本部、 * * * * (株) 日立製作所 システム事業本部

1．はじめに

道路交通の安全と円滑化を図るには、道路状況を的確に把握する必要があり、このためには空間的に広がりをもつ広範囲な路面を直接計測することが求められてきた。

これを実現するために、画像処理技術を活用した交通流計測システムの開発を行った。本システムは、ＩＴＶカメラで得られた路面画像から、画像処理技術により車両を認識し、車両の通過台数、平均速度、空間占有率等の交通流を計測するものである。

本稿では、今回開発したシステムのアーキテクチャについて述べる。

2．システムの特徴

今回開発したシステムは、以下の特徴を持つ。

（１）高速画像処理プロセッサの採用；

高速走行の車両に追従するためには、画像処理の高速化が必要となる。このために、日立高速画像認識装置ＨＩＤＩＣ ＩＰ/２００をキープロセッサとして採用した。ＩＰ/２００は、図１に示すように、ＶＬＳＩ技術、並列処理技術の採用により、濃淡画像処理（ノイズ除去、輪郭強調等；ＩＳＰ－Ⅱ）のリアルタイム処理、複数の特徴量（ヒストグラム等；ＨＰ，ＰＦＰ）の並列抽出が可能な高速画像処理プロセッサである。

（２）多様な環境条件への対応が容易なチューニング方式の採用；

本システムの計測対象である路面は、場所によりその状況が多様に異なるという問題がある。これに対応するために、その都度プログラムを修正していたのでは、実用的ではない。そこで、この多様な環境条件をオフライン時に、システムに教示するだけでプログラムのチューニングが自動的に実現できる方式を採用した。

（３）環境変化に強い濃淡画像処理技術の採用；

本システムは屋外の自然環境下で計測するために、車両抽出の誤動作となる要因が多数存在する。例えば、日照下での車両の影、天候変化や薄暮時の照度の急激な変化等である。このために、濃淡画像処理技術を採用し、環境変化が生じても、安定的に車両を抽出できるアルゴリズムを開発した。

以下、上記（２）と（３）について述べる。

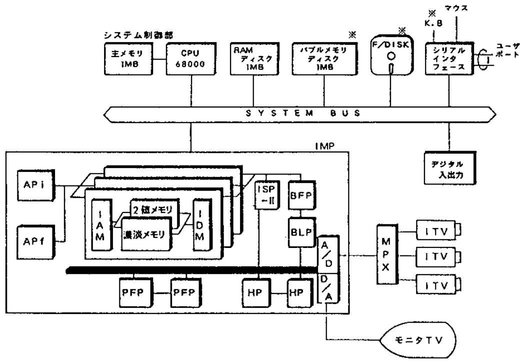


図 1 ＨＩＤＩＣ ＩＰ／２００のシステム構成

3．チューニング方式

本システムのソフトウェア構成は、図２に示すように、

（１）オフライン教示モード・・・・オフライン時に、路面状況等の環境条件を格納するためのテーブル作成モード。

（２）オンライン計測モード・・・・（１）で作成されたテーブルに基づいて交通流を計測するモード。

から成っている。

プログラムのチューニングは、上記（１）のオフライン教示モードにて行われる。すなわち、ユーザはマシンと対話形式で、マウスやキーボードを用いてチューニング用の環境条件を入力する。システムはいま入力された環境条件を教示テーブルとして管理し、ファイルに登録

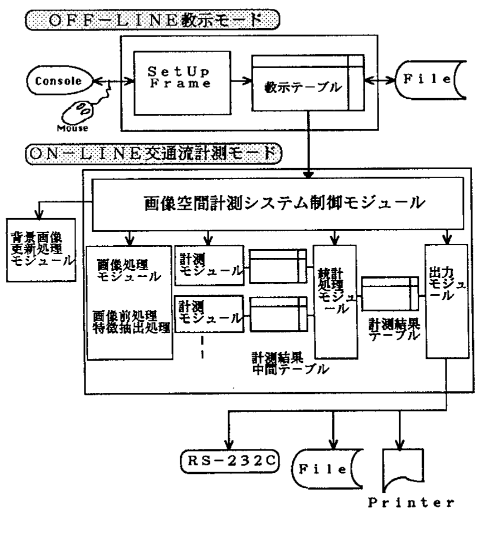


図 2 交通流計測システムのソフトウェア構成

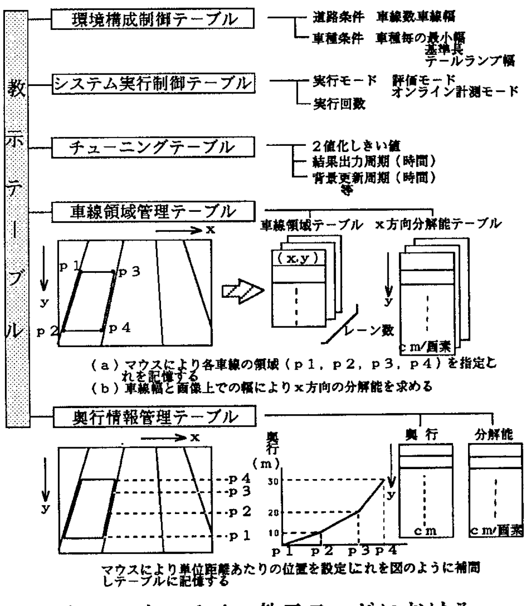


図 3 オフライン教示モードにおける教示テーブル一覧

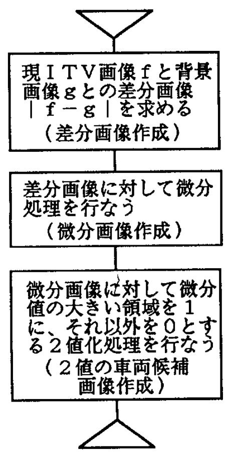


図 4 背景差分による車両抽出アルゴリズム

Architecture of Traffic Flow Messurement System by Image Processing

Yoshiyuki Okuyama* ,Tadaaki Mishima* ,Yoshiki Kobayashi* ,Masakazu Yahiro* * ,
Hiroshi Nakanishi* * * ,Toshiro Shibata* * * *

* Hitachi Research Lab.,Hitachi,Ltd. , * * Omika Works,Hitachi,Ltd. ,
* * * Industrial Computer&Systems Division , * * * * Systems Engineering Division

する。この時、一担登録された教示テーブルは、必要に応じてユーザが簡単に修正できるようになっている。チューニングは、この教示テーブルを環境条件の変化に合わせて更新することである。

教示テーブルは、図３に示す５つのテーブルから構成される。

ｉ）環境構成制御テーブル‥‥道路の車線数、車線幅、車種判別のための車幅等を管理。

ⅱ）システム実行制御テーブル‥‥オンライン計測時の実行モードや実行回数を管理。

ⅲ）チューニングテーブル‥‥画像処理時の２値化閾値、結果出力の時間周期、背景画像更新の時間周期等を管理。

ⅳ）車線領域管理テーブル‥‥本車線は、各車線の画面領域を示す①車線領域テーブルと、領域内の各画素が何ｃｍに相当するかを示す②Ｘ方向分解能テーブルから構成される。これらのテーブルは、ユーザがマウスを用いて画面上から直接、各車線の領域をポインティングするだけで自動生成される。本テーブルは車種判定等に用いられる。

ｖ）奥行情報管理テーブル‥‥道路の実際の距離と、画面上の距離（Ｙ方向、ラスタ単位）との対応を示すテーブル。ユーザはＴＶ映像中の車線白線等の道路情報に従い、マウスで何点かをポインティングし、その距離を入力する。システムでは、その間を補間しテーブルを作成する。本テーブルは、車速や空間占有率の計測に用いられる。

４．車両抽出方法

交通流計測システムは、監視用ＩＴＶカメラで得られた画像から、いかに安定的に車両を抽出できるかが技術課題である。本システムでは、これを解決するために濃淡画像処理技術を活用した (1) 背景差分による車両抽出方式と、(2) 背景画像更新手法を開発した。以下、これらのアルゴリズムについて述べる。

（１）背景差分による車両抽出方式

本方式は、車両の影の影響を低減することを目的としたもので、処理フローを図４に示す。

まず、道路領域（車両を含まない）を背景画像として記録しておき、現ＩＴＶ画像と背景画像との差の絶対値をとる（差分画像作成）。この時点では、白系、黒系の車両とともに、影も同時に抽出される。このために、さらに差分画像に対して微分処理を行う（微分画像作成）。

これは、影の領域は輝度変化が少なく、車両部は窓やランプの影響で輝度変化が大きいことに着目したものである。その結果、微分画像の影の領域は微分値が小さく、車両部は微分値が大きくなり、これにより車両と影の分離が可能となる。そこで、この微分画像に対して微分値が大きい領域を１に、それ以外を０とする２値化処理を行うことにより、車両だけの抽出が実現できる（２値の車両候補画像作成）。

上記の背景差分において特に重要となるのが、時々刻々と変化する路面の輝度レベルに合わせて最新の背景画像を抽出することである。これについて、以下述べる。

（２）背景画像更新手法

理想的な背景画像の更新は、計測周期に合わせて車両が存在しない時の路面画像を、常に記憶することである。

しかしながら、実際の道路上ではタイミング良く、車両が存在しない路面画像を得ることは不可能である。そこで、図５に示す処理フローに基づいて背景画像を更新するようにした。

本処理フローは、①更新可否の決定処理、②輝度変化の小さい領域の更新処理、③輝度変化の大きい領域の更新処理から成っており、これらの処理は、前記オフライン教示モードにおいてユーザが任意に設定した更新周期に基づいて行われる。

まず、①では、現ＩＴＶ画像ｆと、旧背景画像ｇとを比較し、輝度変化の大きい領域の面積により更新するか否かの決定を行う。ここでは、面積が小さい時に更新を行う。更新が決定されると②以後の処理が行われる。

②では、ｇに対して輝度変化の小さい領域をｆとｇの平均輝度で更新し、さらにこの領域全体の平均輝度avrgを抽出する。③では、ｇに対して輝度変化の大きい領域をavrgで埋め込む。これは、ｆに存在する車両を除去するためである。

以上の処理により得られたｇが、最新の背景画像としてシステムに記録される。

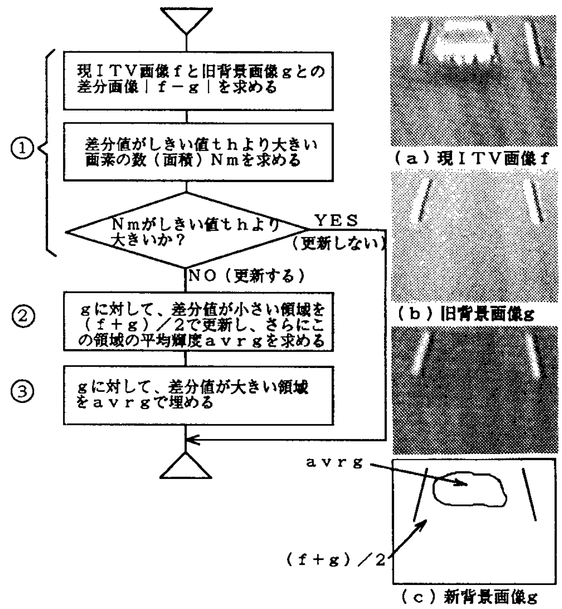
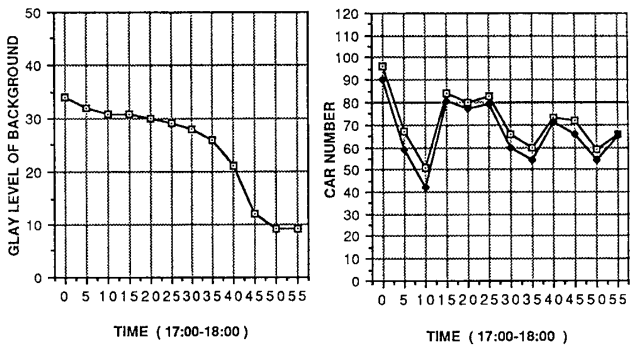


図 ５　背景画像更新アルゴリズム



（ａ）路面輝度の変化状況　（ｂ）車両の通過台数計測結果

図 ６　薄暮時の交通流計測結果

５．評　価

背景画像更新の有効性を確認するため、実際の道路上で薄暮時における交通流の計測を行った。結果を図６に示す。図６（ａ）は５分間の路面の平均輝度をプロットしたものである。17：35頃から輝度が急激に低下していることが分る。図６（ｂ）は５分間毎の車両の通過台数である。◆は、本システムによる計測値、□は人間がＶＴＲ画像から目視で計測した基準値である。17：00から18：00までの計測精度は、93.1％である。図から分るように路面輝度が変化しても、背景画像更新により良好な計測精度を得ることができた。

６．まとめ

画像処理技術を活用した、交通流計測システムを開発した。本システムは、（１）高速画像処理プロセッサの採用、（２）多様な環境条件への適用可能なチューニング方式の採用、（３）環境変化に強い濃淡画像処理技術の採用等の特徴をもつ。特に濃淡画像処理技術による背景画像更新手法により、薄暮等の路面輝度が急激に変化する環境においても良好な計測精度（±10％）を得ることができた。