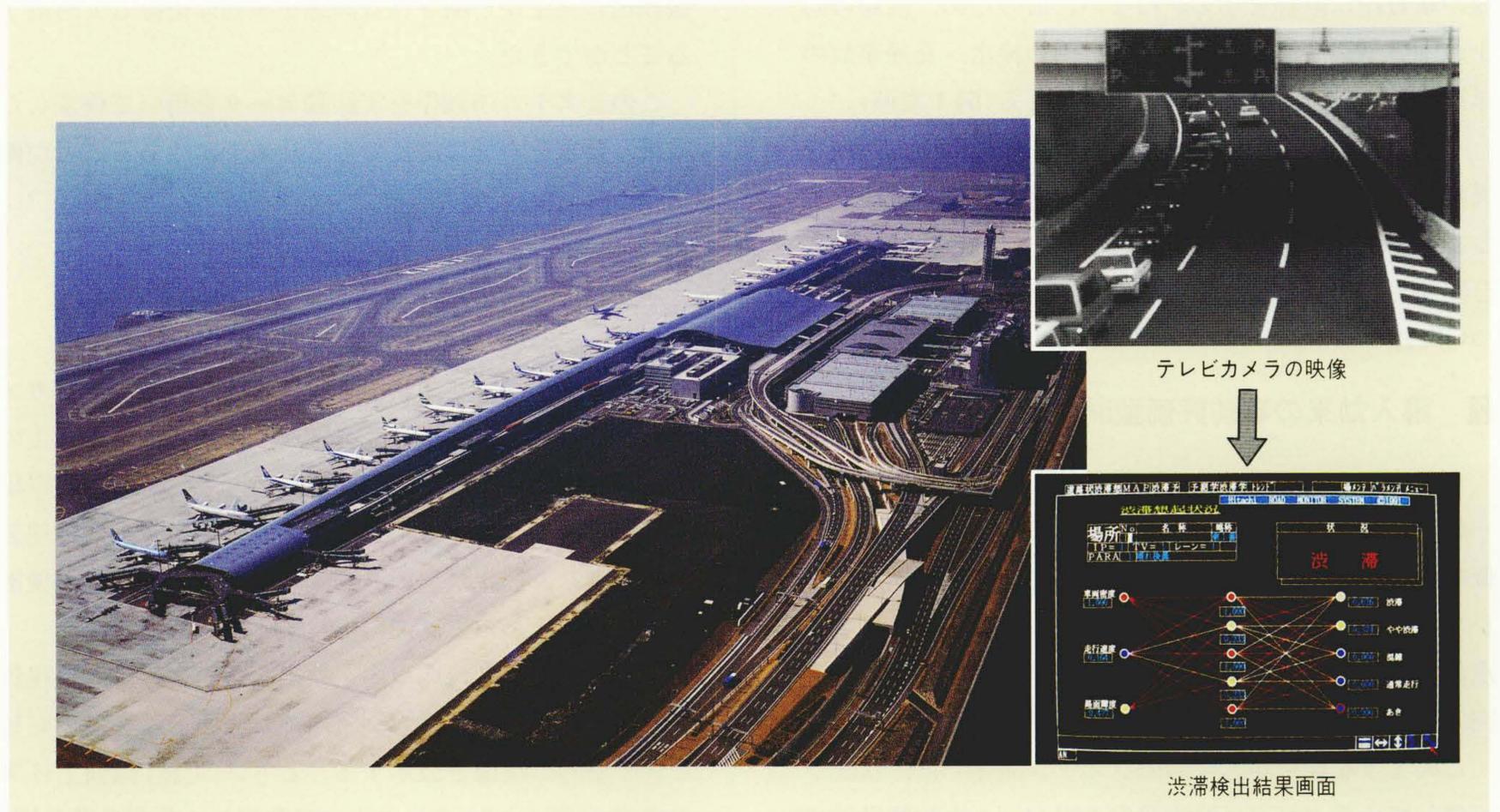


# 関西国際空港連絡道路における画像処理応用 監視システム

Traffic Monitoring System Applying Image Processing and Neural Network  
for Connecting Road in Kansai International Airport

新井正人\* Masato Arai 安藤之博\*\*\* Yukihiro Ando 中村兼一\*\*\*\*\* Ken'ichi Nakamura  
佐藤良幸\*\* Yoshiyuki Satō 北村忠明\*\*\*\* Tadaaki Kitamura



## 関西国際空港と交通監視システム

空港島内の円滑な交通を確保するため、テレビカメラの映像を画像処理して混雑状況を常時自動監視している。

関西国際空港は、騒音や公害の防止、自然環境の保全に努めた本格的な24時間空港として、平成6年9月に開港した。

この空港は人工島であり、自動車によるアクセス手段が限られているため、一般の空港に比べてよりスムーズな道路交通の流れを確保することが重要である。このため、案内板やテレビカメラなどのさまざまな設備を設置している。これらの設備を最適に運用するためには、連絡橋および空港島内の道路上の交通状況を正確に把握し、空港利用者に対して的確な情報を提供することが必要である。

そのため、空港島内に設置したテレビカメラの映像を画像処理して交通状況を把握するシステムを開発し、適用した。

このシステムは、空港島内の駐車場の進入路を監視し、渋滞状況および低速度車両を検出し、監視員に対して渋滞の発生を知らせている。監視員はこの情報によって渋滞兆候を把握し、この情報を提供することによって空港利用者をスムーズに駐車場へ案内することができる。

このシステムは開港後順調に稼動を続けており、空港島内での安全で円滑な運用に寄与している。

\* 関西国際空港株式会社 \*\* 日立製作所 大みか工場 \*\*\* 日立製作所 関西支社 \*\*\*\* 日立製作所 日立研究所  
\*\*\*\*\* 日立エンジニアリング株式会社

## 1 はじめに

関西国際空港は、海上に浮かぶ本格的な空港である。そのため、一般の空港と異なって空港内の円滑な道路交通状況を保持することがきわめて重要な課題である。例えば、島内の道路の状況が悪化している場合は、空港利用者などの移動が妨げられてしまい、最悪の場合、航空機の離着陸に影響を与えかねない。このため、渋滞の防止および早期解消、低速度走行車両の検出、交通事故の早期検出といった監視業務が必要となる(図1参照)。

そこで、監視作業の効率化、監視精度の向上、迅速な異常事象の検出などの課題を解決するために、画像処理とニューラルネットワークを応用した自動監視システムを開発し、適用した。ここでは、その開発経緯、効果について述べる。

## 2 導入効果の事前評価型開発手順の適用

今回のシステム開発にあたっては、開港までの期間、一般車両の通行が不可能であるため、導入効果の事前評価型開発手順を用いて、要求される機能性能を満足するシステム開発を短期間で実現した。従来の方法と異なる点は、仕様、性能および効果の確認を開発の初期段階に完了させたことにある。

このような観点から今回のシステム開発では、状況が近似している一般道の渋滞発生の実データを初期段階で評価解析し、複数の画像処理方式を組み合わせることによって効果が得られることを事前に検証した。

車両の速度分布を計測して渋滞の度合いを演算する従来の渋滞計測の方式では、渋滞時に車両の画像が重なった場合、計測速度に十分な精度が得られない。このため今回は、分散型のシステム構成として濃淡画像処理とニ

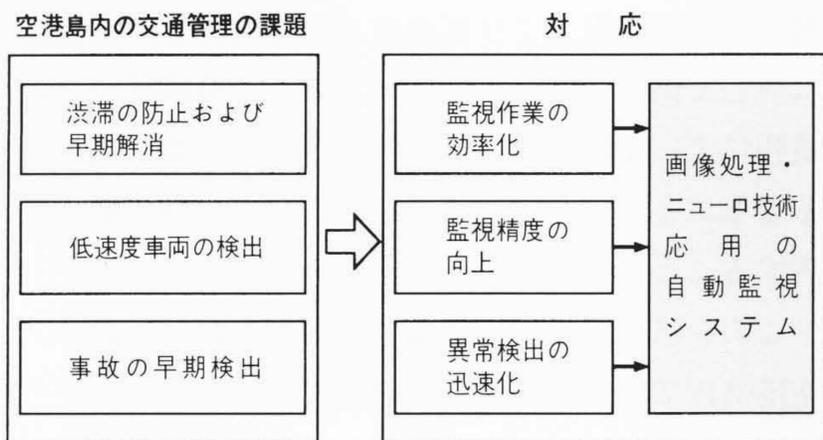


図1 空港島内交通管理の課題と対応  
 空港島内の混雑状況の監視を容易にするため、画像処理とニューロ技術を応用した自動監視システムを導入した。

ューラルネットワークを用いた渋滞状況検出、および低速度車両検出の処理を並行して処理する方式を採用した。この方式により、渋滞度計測だけでなく、低速度車両検出機能によって渋滞発生を予測できることが確認できた。

また、マンマシン処理の画面設計や画像処理パラメータの調整でも、あらかじめ現地の映像や状況に類似した交通状況の映像を入手して評価・検証したことにより、稼働後に発生が予測される問題を事前に把握して対処することができた。

このシステムの動作を実稼動データを用いて検証した結果、要求を十分に満足できるシステムであることが確認できた。

## 3 システム構成と機能

### 3.1 システムの概要

空港島内には、交通状況を監視するためのテレビカメラを多数設置し、全域をきめ細かく監視している。このシステムは、渋滞の発生頻度が高いと予想される駐車場付近に設置されているテレビカメラの映像を画像処理装置で処理し、監視映像の渋滞度判定と低速度車両の検出を監視員に代わって高速に実行するものである。

渋滞あるいは低速度車両を検出した場合には、監視員に警報を出力し、道路管制室内のビデオモニタにテレビカメラからの映像を表示するとともに、CRT画面上に異常内容を表示する。これによって監視員の作業負荷軽減、迅速で的確な異常事象の検出を図っている。

### 3.2 システム構成

このシステムのハードウェア構成を図2に示す。渋滞状況検出用と低速度車両検出用に機能分散させた2台の画像処理装置、および画像処理された情報をニューラルネットワークによって判断する交通情報検出装置で画像認識ユニットを構成した。

このユニットの判断結果により、監視員に対して警報を出力し、同時にテレビカメラの道路映像をビデオモニタに表示して監視業務を支援することができる。検出状況などの情報をワークステーションに送り、データの表示、帳票出力、長期的なデータの保存などの監視業務も支援することができる。

### 3.3 監視業務支援機能の構成

このシステムは大別すると、(1)渋滞度判断機能、(2)低速度車両検出機能、(3)交通流統計機能の3種の機能を持っている。今回のシステムの特徴である渋滞度判断機能、低速度車両検出機能について次に述べる。

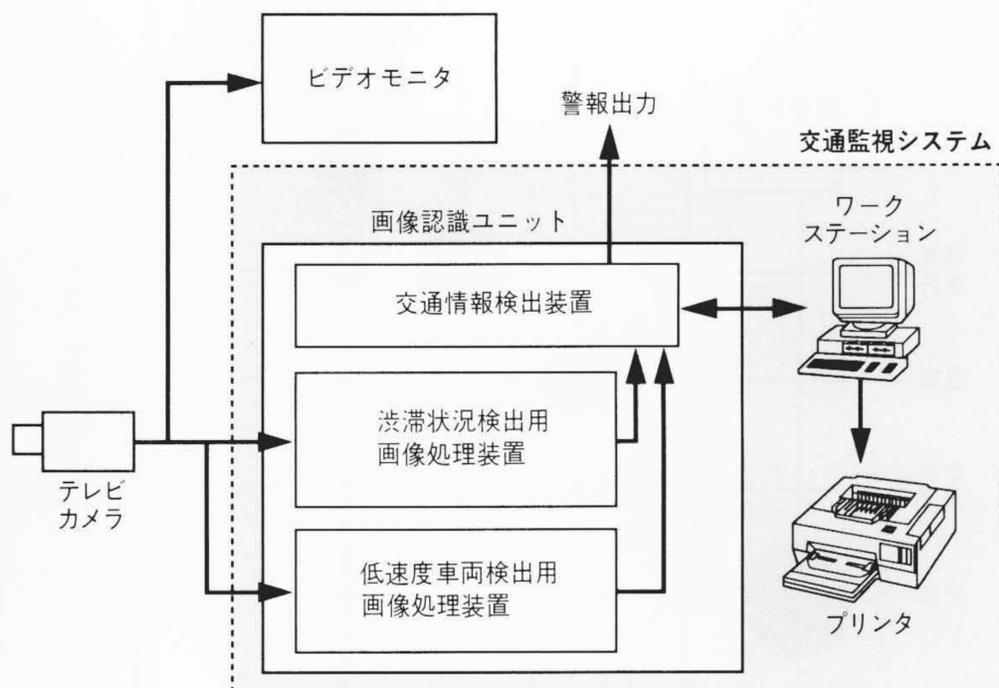
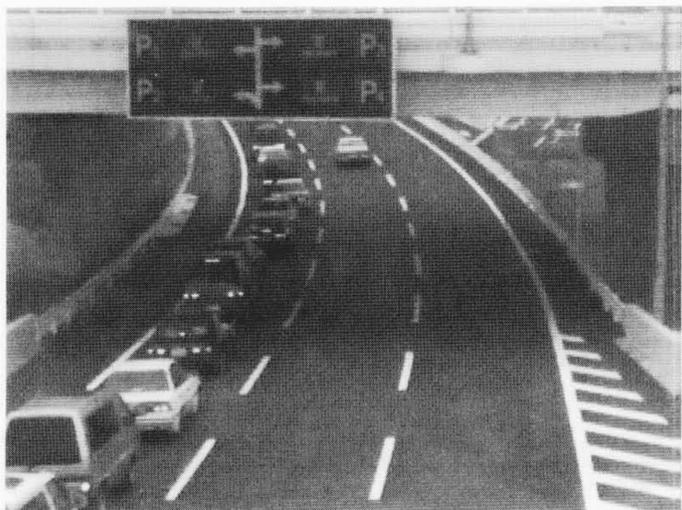


図2 システム構成

このシステムは、画像処理ユニットとワークステーションで構成し、監視業務の支援ができるようにした。

### 3.3.1 渋滞度判断機能

この機能の特徴的な点は、ニューラルネットワークの学習機能を用いることにより、人間の主観に応じた交通状況を検出することにある。人間が道路の込み具合を判断する場合は、正確な走行速度や台数をカウントするのではなく、道路を広範囲に見渡し、例えば「車が多く、ほとんど動いていないので渋滞である」と判断しているはずである。そこで、この様な判断方法を画像処理手法として取り込むこととした。

渋滞度判断機能の基本的な構成を図3に示す。ここでは、画像を微分することによって車両密度を、一定時間前と現在の画像の差分を計算することによって群速度を、そして昼夜の情報として路面の明るさをそれぞれ抽出する。これらをニューラルネットワークの入力として与えることにより、定量的な渋滞度を出力し、交通状況に応じた渋滞度判断結果を得ることができるようになった。

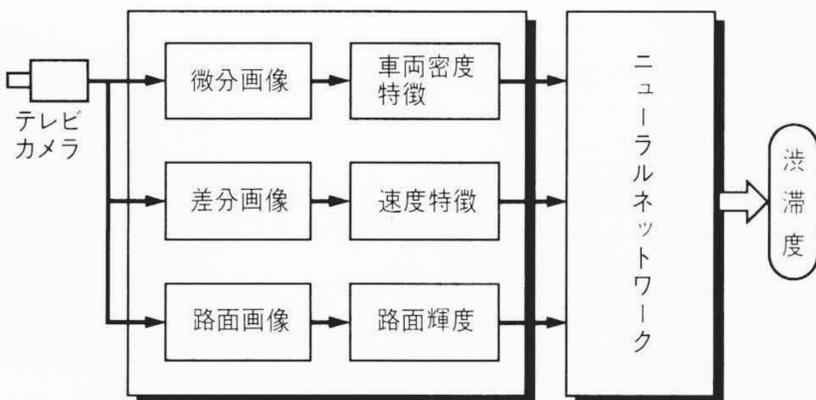


図3 渋滞度判断機能

ニューラルネットワークの学習機能により、監視員の判断と同等の渋滞度結果を出力する。

今回は、ニューラルネットワークの学習機能によって、監視員の渋滞度判断結果を入力し、学習させた。これにより、監視員自身が自分の監視目的に適合する渋滞度判断を行うシステムに成長させることができた。

### 3.3.2 低速度車両検出機能

渋滞の開始時には必ず車両の速度が低下することに着目し、低速度車両を計測することによって渋滞前の道路状況を事前に把握できるようにした。

処理の概要を図4に示す。入力画像と背景画像を比較して車両を抽出し、この画像の座標位置を計測しながら追跡することにより、車両の速度を計測する。計測速度があらかじめ設定した値より低い車両を検出した場合には、警報を出し監視員に知らせるようにした。

監視員はこの機能によって渋滞兆候を把握し、事前に案内板の表示を切り替えるなどの適切な処置をとることができるようになった。

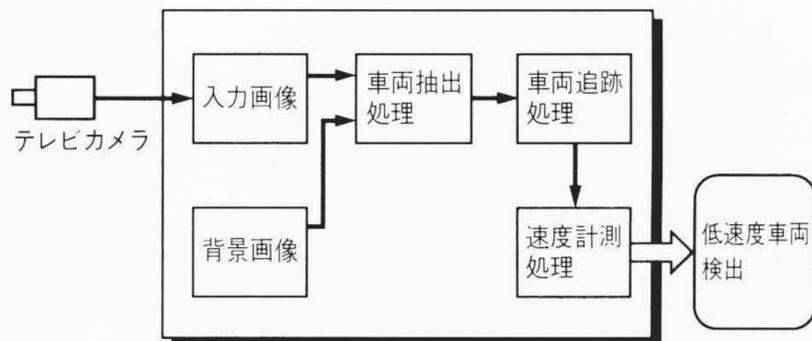
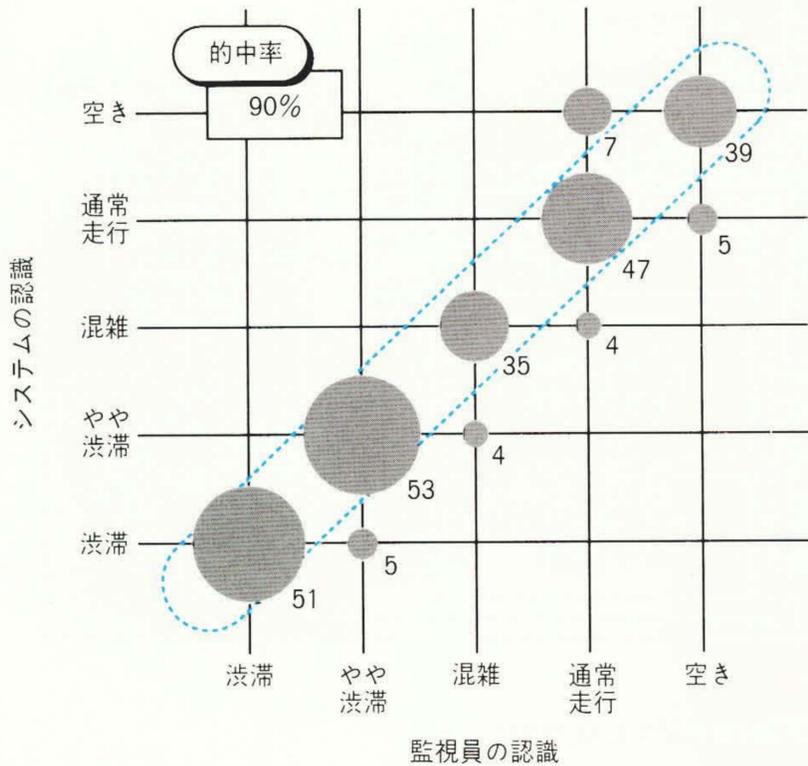


図4 低速度車両検出機能

低速度車両を検出することにより、監視員は渋滞兆候を事前に把握することができる。



注：● (監視員の認識とシステムの認識の一致した数を大きさで表したもの)

図5 渋滞度判断結果の相関

渋滞度計測結果と監視員の判断結果の的中率,つまり渋滞度計測精度が高いことがわかる。

### 3.4 性能

このシステムによる渋滞度計測結果と監視員の判断結果の相関度を図5に示す。同図から、システムの判断結果が監視員の判断結果にきわめて近い相関度が得られていることがわかる。

このシステムによる速度計測結果と実測速度との誤差の度合いのグラフを図6に示す。実測速度に対し、±10(%)の誤差範囲に収まっていることがわかる。

図5, 6の結果から、監視員が渋滞などの道路状況を遅延なく的確に判断できることが確認できた。

## 4 おわりに

ここでは、空港島内の安全走行を支援する、ニューラ

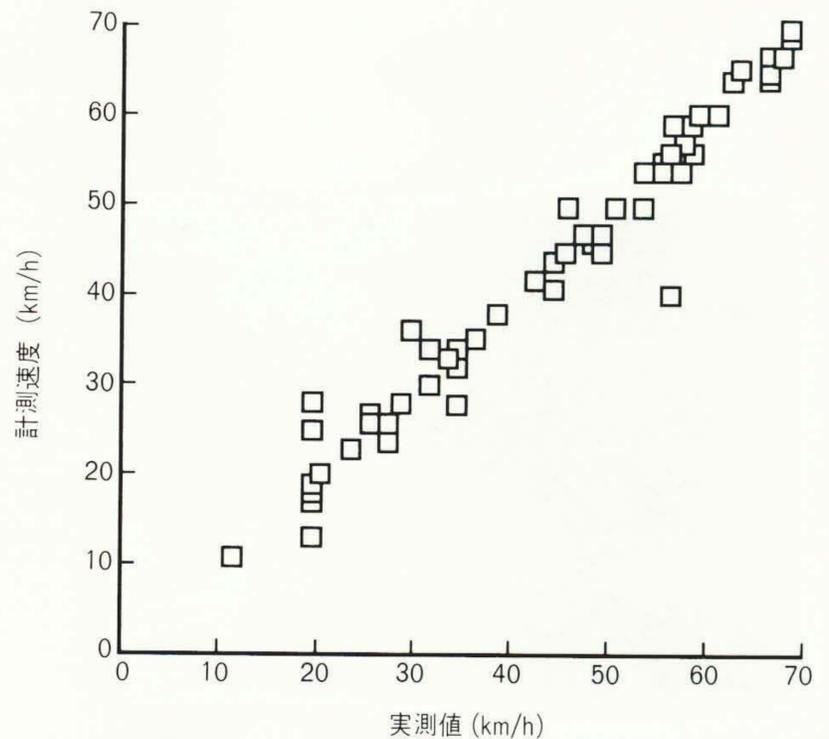


図6 速度計測結果の精度相関

速度計測結果と実測速度の相関が高いことがわかる。

ルネットワークを応用した画像処理による交通監視システムの開発について述べた。

このシステムでは、(1)低速度車両検出による渋滞発生の一步手前の時点での状況把握、(2)監視員の主観に応じた渋滞状況の検出がそれぞれ可能であるため、監視員は事前に渋滞前の状況を知ることができる。

このシステムでは、モニタテレビを連続して注視していてもなかなか検出が難しいこれらの事象を24時間連続して監視できるので、監視員の業務負荷の軽減と監視精度の向上を図ることができる。このことを実稼動データの解析によって確認することができた。

このシステムの開発にあたって、導入効果の事前評価型の開発手順を適用したことにより、開発効率を上げることができただけでなく、高精度で安定した信頼性の高いシステムとすることができた。今後も開発を推進し、いっそう有効な交通監視システムの確立に努めてゆきたい。

### 参考文献

- 1) 奥山, 外: 画像処理応用交通流計測システムのアーキテクチャ, 情報処理全論集, Vol.37, No.3(1988)
- 2) 高藤, 外: 画像処理応用交通流計測システム, 第6回産業における画像センシング技術シンポジウム論文集(1991)
- 3) 永井, 外: 交差点交通流画像計測システム, 電気学会道

路交通研究会資料, RTA-92-11(1992)

- 4) 北村, 外: 道路交通渋滞計測システムの検討, 電気学会産業応用部門全国大会資料(1991)
- 5) 堀江, 外: 道路交通システムの高度化を支える画像認識技術, 日立評論, 76, 3, 211~216(平6-3)