

社会インフラ事業における 映像センシング技術

渡辺 孝弘 長島 且佳

OKIは「安心・安全」な社会の実現を目指して、道路交通システム、航空管制システム、消防システム、防災システムの4つの領域で社会インフラシステムを国・地方公共団体などに提供している¹⁾。さらに、近年は国内外で「安全で快適な」スマート社会の実現に向けインフラシステムの高度化が進んでいる²⁾。広域の監視対象を非接触でセンシングする映像センシング技術は社会インフラシステムの高度化に必要な技術である。そこで本稿では、OKIで開発してきた社会インフラシステム向けの映像センシング技術と製品を紹介し、今後の方向性について述べる。

交通量計測技術と映像トラフィックカウンター

交通量計測は、道路の渋滞情報提供や道路整備計画等のためのデータを測定するものである。従来の交通量計測装置では道路の下に埋め込んだループコイルにより計測する方式や、道路を跨ぐ門柱に設置されたセンサー（超音波センサー等）によって計測する方式が一般的であった。しかし、従来の装置では、設置・メンテナンスに多大なコストがかかることや、故障時などには、大規模な本線規制を実施しなければならない等の課題があった。そこで設置・メンテナンスが容易である路側に設置したカメラ映像による交通量計測が望まれていたが、路側に設置したカメラ映像では手前の車両による奥側車線の車両の隠蔽、および日照変化等の環境変化による精度上の問題があった。OKIではこれらの問題を以下のような手法で解決した。

まず、環境変化の影響を受けにくい画像のエッジ特徴を利用して車両の前面位置を特定する。車両前面位置は各車線に予め設定された領域（ここでは検出領域と呼ぶ。図1参照）で検出される。次に、連続した映像の各フレームから得た車両の前面位置を時系列にプロットする。検出領域内では車両はほぼ等速直線運動で走行するとみなせるため、前面位置は時間に対して直線の軌跡を描く。したがってこの直線を検出することで個々の車両を特定できる。この直線検出にはハフ

(Hough)変換を用いて、前面位置(x)と時間(t)を $\rho = t \cos \theta + x \sin \theta$ の変換式で $\theta - \rho$ 平面に射影し、所定数以上投票される点を得られたとき、これを1台の車両として検出する（図2参照）。このように映像から車両を追跡するのではなく、車両前面を検出し、その移動軌跡（上述の直線）を検出する方式により検出領域の一部で車両が他の車両に隠れた場合でも車両を検出することができる。また、本方式では、前面位置と時間の関係から車両の速度も同時に算出できる。さらに、車両前面位置から車両のシルエットを抽出し3次元モデルをフィッティングすることで車両のサイズを推定し、推定された車両サイズに基づき大型・小型の判定もできる。本手法を用いた実証実験により、カメラの設置高さが2.5mの場合でも車両検出精度95%以上、速度誤差±5%以下、車種判別精度90%以上の精度が確保できること確認した。

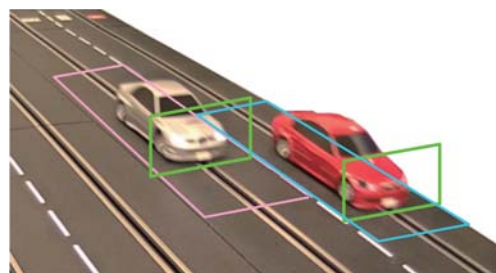


図1 車両前面位置の検出例
(道路上の矩形が検出領域、各車両前方の矩形が車両前面位置を表す。)

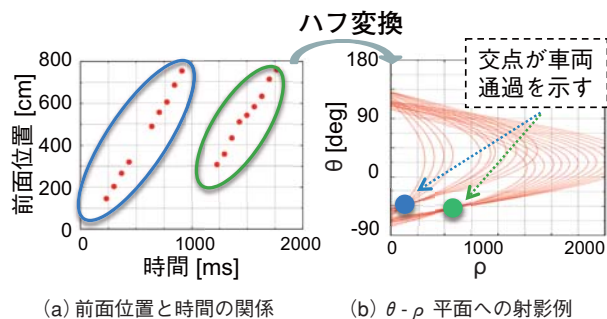
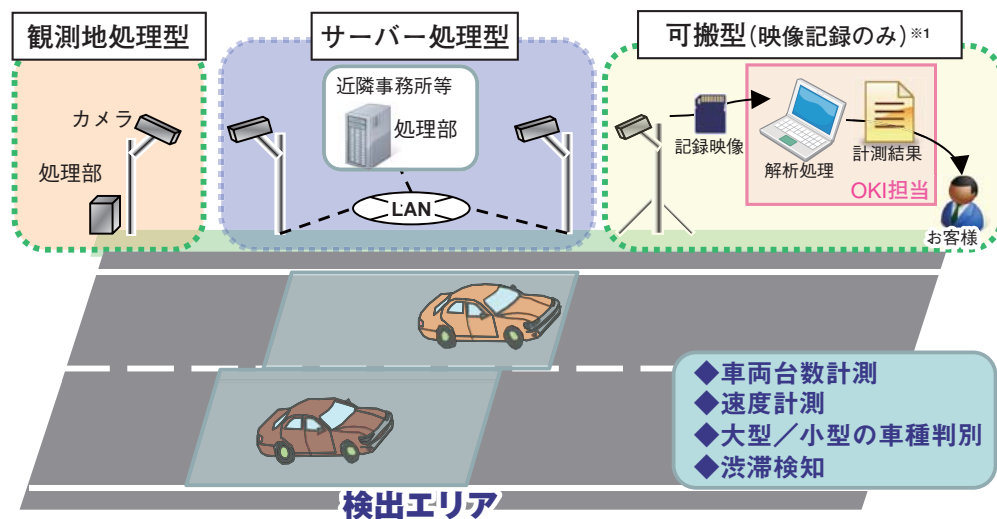


図2 車両前面位置のハフ変換による車両検出例



※1 記録映像をお預かりし、計測結果をお客様にご提供するサービス

図3 映像トラフィックカウンターの製品バリエーション

本手法をベースとし、さらに降雨等による環境変化に対しても高精度に交通量計測が行える技術を組込んで映像トラフィックカウンターとして製品化した。

本製品は、幅広い交通量調査の要望に応えられるように図3に示すように3つのタイプの製品バリエーションが用意されている。

① 観測地処理型

観測する地点に処理部を設置し、処理結果のみを上位装置に送信する。観測地から上位装置までのネットワーク帯域が狭い環境に適している。

② サーバー処理型

各所に設置したカメラで撮影した映像を近隣事務所等に設置されたサーバーに送信し、サーバーで一括処理する。ネットワーク帯域が広く、広域監視を行いたい場合に適している。

③ 可搬型

観測地点にカメラのみを設置して映像を記録し、その記録映像を受け取って処理結果だけをお客様に提供するサービスである。短期間(半日~1週間程度)のスポット調査に適している。

今後の道路交通向け映像センシング技術

交通事故や交通渋滞などの道路交通問題解決のために映像センシングのニーズが高まってきている。以下にその主なものとOKIの取組みについて紹介する。

● 事象検知技術

高速道路における渋滞末尾や故障車等による停止車両への追突事故、逆走車両による衝突事故等が問題になっている。その対策として、映像センシング技術を用いて道路事象を検知し、後方車両や管理センター等へ通知するニーズが高まっている。特に、低速車両の検知、停止車両の検知、停止車両や落下物等が原因となり発生する避走車両の検知、および逆走車両の検知を映像センシング技術で自動化できれば高速道路での事故防止に役立つ。

現在、OKIではこれらの交通事象を各道路における車両の移動統計量を元にして自動的に事象検知を行う映像センシング技術の開発を進めている。現在のところ事象検知の基本技術は確立されており(図4)、今後、現地での検証実験を行い、製品化を進める予定である。

● 次世代 ETC 向けナンバープレート認識技術

高速道路の渋滞緩和のために次世代ETCの料金所ではゲートバーを設置せずに一定速度で通行できるようにフリーフロー化することが予定されている。料金所をフリーフロー化するためには、違法に通過する車両(車載器未搭載車両等)を検知する必要がある。その違法車両検知に映像センシング技術を利用することが期待されている。

具体的には、料金所の上方の門柱に前方と後方を撮影するカメラを設置し、通行する車両の検知とその車両のナンバープレートを認識する。その場合、180km/h

で走行する車両まで対応できること、さらには今後追加が予想されるご当地ナンバー等の新規ナンバーにも柔軟に対応できることが望まれている。それらの機能を実現するために2017年度中の製品化を目指して現在開発を進めている。

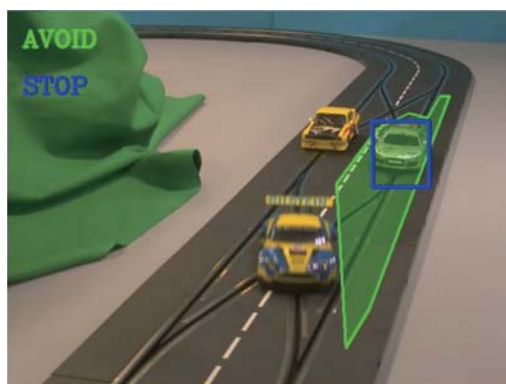


図4 事象検知処理結果の例
(矩形で囲まれた車両が停止車両、停止車両の周りの多角形は車両が通行しなくなった避走領域を表す)

航空交通向け映像センシング技術

近年、離発着機の少ない空港 (RAG空港) を全国8か所の空港事務所にあるフライトサービスセンター (FSC) の運航情報官が遠隔で監視するRAG空港用ITVシステムが普及してきている。しかし、従来のRAG空港用ITVシステムはパン・チルト・ズーム機能をもつ一台のPTZ (パン・チルト・ズーム) カメラをFSCの運航情報官が手動操作して監視するシステムが主流であり、操作性の向上が求められていた。そこで、図5に示すように動体検知と動体追尾の2つの映像センシング技術を応用することで運航情報官の監視業務を効率化する新しいRAG空港用ITVシステムを実現した。



図5 新しいRAG 空港用ITV システムの概要

本システムの構成および処理概要を図6に示す。本システムは、複数の固定カメラと1台のPTZカメラで構成される。複数の固定カメラはそれぞれ重なりなく空港全体を撮影することで運航情報官は空港全体の状況を

確認することができる。PTZカメラは、固定カメラの撮影範囲のある一部をズーム撮影することで、特定の監視対象をより詳細に監視することができる。

しかしながら、単純に固定カメラ、PTZカメラの映像を映し、運航情報官が手動でPTZカメラを操作するだけでは監視業務が効率化されない。なぜなら、運航情報官は広範囲を撮影する解像度が不十分な固定カメラの映像を、重要な事象を見落とすことのないように注視する必要があるためである。また、PTZカメラの映像では特定範囲をズームして詳細に見ることができる反面、対象物体が移動してしまうと撮影範囲からすぐにフレームアウトしてしまうため、運航情報官は固定カメラの映像を注視すると同時にPTZカメラを操作し続けなければならない。

そこで、映像センシング技術を用いて本システムでの監視業務を効率化する。具体的には固定カメラ映像では動体検知技術を利用し、PTZカメラ映像では動体追尾技術を利用する。

本システムにおける動体検知は、画像中の各画素の動きベクトルを抽出し、その動きベクトルの特徴が移動物体であるかどうかを判定する手順で実施される。具体的には動きベクトルの一定の大きさ以上の領域が、一定方向に移動するか否かで判定する (図6の固定カメラ映像の例参照)。

本システムにおける動体追尾は、運航情報官が追尾すべき対象物体を指定し、その対象物体の特徴を持つ領域がPTZカメラ映像の中心になるようにPTZカメラを制御する手順で実施される。対象物体の指定は次の2つの方法で行うことができる。一つは固定カメラ映像中に映っている対象物体を指定する方法で、もう一つはPTZカメラ映像中に映った対象物体を指定する方法である。複数の各固定カメラとPTZカメラは予め位置関係が一意に決定されるように設置時にキャリブレーションを行うため、どちらのカメラ上に映された対象物体を指定してもその後の追尾処理が実行される。追尾処理は指定された対象物体の色情報を利用する。これは本システムにおける追尾対象が航空機等の移動物体であり、急旋回等の動きを行うため、テンプレートマッチングのような形状を利用する追尾方式では途中で失敗してしまうためである。

以上述べてきた動体検知と動体追尾の映像センシング技術を利用することで、業務効率を向上させる新しいRAG空港用ITVシステムを実現した。

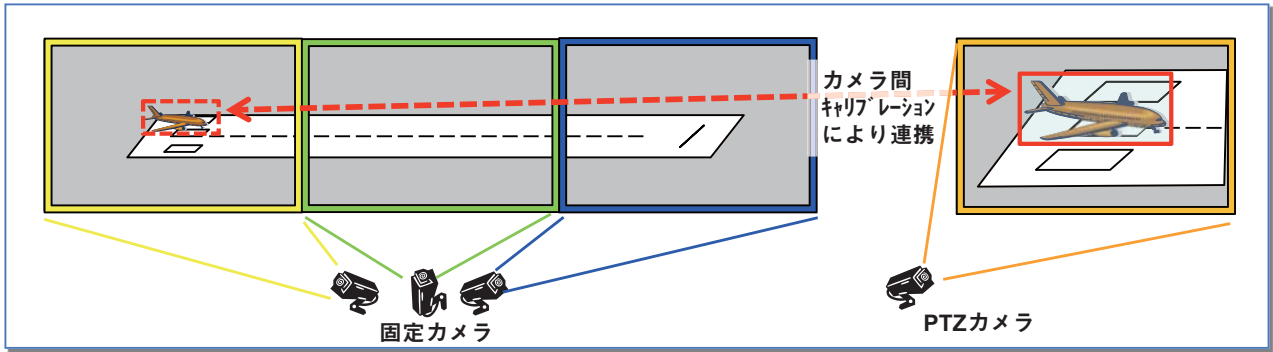


図6 新しいRAG空港用ITVシステムの構成および処理概要の例

今後の社会インフラ事業向け 映像センシング技術

以上述べてきたように、社会インフラシステムの高度化のために映像センシング技術は欠かすことのできない技術の一つとなっている。以下では、映像センシング技術の今後の方向性について述べる。

● OKI 既存の映像センシング技術の展開

OKIではここで述べてきた以外の独自の映像センシング技術を保有している。例えば、映像中の人物の検出、年齢/性別の推定、個人認識が行える技術等がある。これらの技術はOKIの広告効果測定システム RESCAT^{*1,3)}にも利用されている。これらの技術の社会インフラシステムへ展開について検討を現在進めている。例えば、高速道路に間違えて歩行者が進入し交通事故が発生することがある。その対策として高速道路の入り口に人物検出技術を応用することで高速道路への人物の誤進入を検知することなどである。

● 赤外線等の特殊映像によるセンシング技術の実現

これまでの映像センシング技術は可視光カメラによるセンシングを前提としている。しかし、可視光カメラのほかに、例えば赤外線カメラを利用すると夜間、霧、火災(煙)で見えない場合もセンシングできるようになる。このような特殊映像のセンシング技術を実現することにより社会インフラシステムのさらなる高度化を目指す。

● 他センサーと映像センサーのセンシング技術の融合

映像センサーだけではセンシングしにくい情報や環境でも、レーダー等の他のセンサーを組み合わせることでより多様な状況でのセンシングを実現し、様々なシーンでの応用を目指す。◆◆

*1) RESCATは沖電気工業株式会社の登録商標です。

■ 参考文献

- 1) 片桐勇一郎：OKIの社会インフラシステム、OKIテクニカルレビュー220号、Vol.79 No.2、pp.4-9、2012年11月
- 2) 中澤修：安全で快適な社会を実現するICT～OKIの取り組み～、OKIテクニカルレビュー224号、Vol.81 No.2、pp.8-11、2014年10月
- 3) 塚本明利、箕野諭、大熊好憲：映像認識による広告効果測定支援システム「RESCAT」、OKIテクニカルレビュー218号、Vol.78 No.1、pp.32-35、2011年10月

● 筆者紹介

渡辺孝弘：Takahiro Watanabe. 研究開発センシング技術研究開発部

長島且佳：Katsuyoshi Nagashima. 社会システム事業本部 交通・防災システム事業部 システム第一部

TiPO 【基本用語解説】

ハフ変換

画像から直線や円を検出する技法。

RAG 空港

遠隔空港対空通信施設 (Remote Air-Ground Communication) を備えた遠隔運用される空港。

FSC (Flight Service Center)

運航監視を24時間体制で実施する拠点空港の機関。

ITV (Industrial Television)

防犯・監視のために用いられるテレビシステム。