



# フィールド・レビュー

FIELD REVIEWS

# ITSの研究と国際化

上條俊介

## 1. ITSという研究分野

ITS (Intelligent Transport Systems : 高度交通システム) という言葉は、近年一般的な用語としても浸透しつつある。ITSとは、電子情報技術を用いて道路の安全と効率を向上させる技術の総称であり、その研究は、交通工学・電子情報工学・自動車工学・政策等の様々な分野の知見を有機的に組み合わせて行われる。即ち、ニーズに基づいたソリューション型の研究の代表である。電子情報工学に基盤をおく自分自身の立場から見れば、交通事故や渋滞といった交通問題を的確に把握し、これらを解決するための技術を開発、フィールド適用による効果検証を行うというのが、研究の流れである。もちろん、既存の技術を組み合わせるだけでなく、今までにない技術を生み出すことによるブレークスルーが期待されるが、ニーズを強く意識しながら開発をすることになる。

ITSの研究のもう一つの大きな特徴は、常に代替ソリューションが競合あるいは、協調している点である。もちろん、どの研究でも他のアプローチと競合しないものはないと言えるが、ITSは、こうした特徴をもつ代表的な研究であ

ろう。例えば、車や歩行者のセンシング (計測) には、直接的に物体の距離計測が可能なレーザーセンサーがあり、画像認識技術と競合している。インフラ側に設置して定点観測を行う用途では、既設のカメラを流用できるのが画像認識技術の最大の利点である。昨今は安全安心の観点から、カメラの設置が急増しており、ますますこの傾向が高まっている。一方、車に設置する (車載) センサーの用途では、純粋にコストと性能の比較という問題になってくる。より大きなくくりで、センサーと通信技術は常に競合している。車の通信手段搭載率が100%になれば、もはや交通計測をセンサーで行う必要が無いという極論もあるにはあるが、事はそう単純ではない。現在では、カーナビに蓄えられた走行データ (プローブデータ) を通信手段で吸い上げて交通情報を把握することが行われている。しかし、これらのデータは時間的・空間的に分散しているためリアルタイム性に欠ける。これに対し、センサーは、ある時間・空間断面での交通状態を把握するものである。このように、交通データ収集において、通信手段とセンサーとが協調することで、より質の高い

データに加工されると言える。

## 2. 研究内容紹介

### 2.1 画像センサーを用いた新しい信号制御システム

交差する交通を効率よく流すためには、交通量を的確に把握し、交差する道路の信号の青時間配分を最適化することが重要である。従来の信号システムでは、交通流を把握するために、交差点流入口や流出口にセンサーを配置し、流入交通量や流出交通量を計測していた。従来から使われている超音波センサーは車線ごとの交通量を把握するためには、ガントレー上に車線上部にくるように配置する必要がある。また、ループ式センサーは、道路地面に車線ごとに磁気センシングのためのループコイルを埋める必要がある。こうしたコストやメンテナンス面での欠点を克服する技術として、画像センサーの導入が期待されている。カメラを路肩に設置することで交通量が計測できれば、従来型センサーに対して、コストやメンテナンスの面で、非常に有利になる。当研究室では、一台のカメラで交差点の全方向の交通量を計測可能画像セ

ンサー（分岐率センサー）を開発し、1年間のセンサー性能試験、3年間の信号制御効果検証を経て、2009年に警察庁において仕様化された。現在では、100台を超える数のセンサーが実戦配備され、渋滞解消に役立っている。

今後の研究の発展として、このセンサー特徴を生かしたネットワーク信号制御という新しいパラダイムへの展開を模索している。従来は、系統制御と言われ、幹線道路に沿って、車群を効率よく渡すことを目的とした一次元の信号制御が研究されてきた。このため、従来開発されてきたセンサーは、一般に車線方向への車両通過を計測するものである。これらの線での計測に対し、当研究室のセンサーは交差点を面で観測することができるため、複雑なネットワークをもつ都市部において、二次元の信号制御を可能とすると期待される。

### 2.2 車載画像センサーを活用した対歩行者事故防止システム

安全運転支援のための路車協調システムは、実証試験が成功し、実用化が始まっている。しかし、路車協調による安全運転支援は、高速道路や大規模交差点等、路側センサーおよび路車通信装置の設置が可能な場所にサービスに限られる。費用対効果や場所の制約から路車協調システムの適用が困難な場所では、車載センサーによる安全運転支援システムが有望視される。

当研究室では、歩行者・自転車の交通弱者検出のための画像センサーを開発している。前景の物体について時空間MRFモデルを用いたトラッキングを行う。連続するフレームの同一物体に対してHOG特徴量を用いた物体識別アルゴリズムを適用し、歩行者等と電柱・標識、看板等の道路施設物体との識別を行う。背景となるビル等と前景オブジェクトとの遠近の差か

ら、静止している人物や道路施設物体も検出さ  
れが、物体識別アルゴリズムにより歩行者の  
みが検出される。



### 2.3 リアルタイム交通異常検出システム

交通流監視システムに期待されている、交通事故の未然の察知および防止の実現には、潤沢な画像情報を真に活用する技術の確立が重要である。本研究では、交通流監視において、事故、渋滞、停止車両、落下物のような交通事象の検出をリアルタイムに行うシステムを構築中である。構築中のリアルタイム交通事象検出シ

ステムは、従来から交通流監視において用いられてきた、カメラ映像入力と画像処理技術を活用し、さらに、車両の高精度なトラッキングと数種類の交通事象の検出とを可能とする。車両のトラッキングアルゴリズムは、時空間MRFモデルを用い、隠れと照度変化に対して頑健なトラッキングを実現している。



## 3. ITSを取り巻く国際情勢

車は、世界各国に流通する輸出品であるため、ITSにとって国際標準化は避けて通れない。我が国のセンシング技術、交通および道路管理技術が世界をリードしていることは、自他共に認めるところであろう。しかし、このことが我が国のITSの展開を減速させる要因ともなっているのは、皮肉である。例えば、我が国では、10年以上前から世界に先駆けてVICS (Vehicle Information and Communication System) という交通情報システムを開発してきた。VICSシステムは、超音波センサーや光

ビーコンの双方向通信といった旧式のデバイスで構成されたレガシーシステムであるが、画像センサーや携帯電話、DSRCといった新しいデバイスへの置き換えが進まず、新技術普及の妨げとなっている。これに対し、欧州は、ISOの標準化 (TC204) を武器に、ITSにおける国際的主導権を握ろうと攻勢をかけている。

北米、豪州等の先進国は、既存の道路の管理においては、道路管理の高度化が進み、規模においては我が国に遜色ないレベルまで到達しよ

うとしている。また、これまで設備の導入が進んでいなかった分、最新技術の導入が進みやすいという点があげられる。最新技術が必ずしも高コストであるわけではなく、例えば、もともと設置が予定されている監視カメラを流用する画像処理のように、コストと性能を両立できる技術もある。アジア・中南米等の新興国においては、現在、爆発的に道路市場が創成されているところであるが、新興国の財政環境や道路管

理手法への理解度に適応したシステム提案が求められている。

このように、我が国は、ITS技術で世界を先導してきたが、今後、この地位を保ちつつ世界のITSをリードしていけるか、アジアが欧米の規格に飲み込まれて、日本がガラパゴス化するか、正念場である。



上條 俊介 (かみじょう しゅんすけ)

1967年11月26日

【経歴】1992年3月 東京大学大学院・理学系研究科修士課程・物理学専攻修了  
1992年4月 富士通株式会社入社 組み込みおよび画像プロセッサの開発に従事  
1998年4月～2001年 東京大学大学院・工学系研究科情報工学専攻博士課程 博士(工学)  
2001年4月 東京大学生産技術研究所に講師として着任、現在同准教授  
2010年7月 大学院情報学環准教授、生産技術研究所附属戦略情報融合国際センター兼務

【専攻領域】ITS

【著書・論文】

上條俊介、井上博司、

“時空間 MRF モデルと階層間協調アルゴリズムによる車両分割”

電子情報通信学会和文論文誌 A, Vol.J91-A, No.1, pp55-67, 2008年1月。

Shunsuke Kamijo, Kaichi Fujimura, “Incident Detection in Heavy Traffics in Tunnels by the Interlayer Feedback Algorithm,” Springer, International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, Vol.8, Number 3, pp.121-130, Oct.2010.

Kaichi Fujimura, Toshihiro Konoma, Shunsuke Kamijo, “Vehicle Infrastructure Integration System Using Vision Sensors to Prevent Accidents in Traffic Flow,” Journal of IET Intelligent Transport Systems, Volume 5, Issue 1, p.11&#8211;20, Mar. 2011.

【所属】大学院情報学環

【所属学会】IEEE・(社)電子情報通信学会・(社)自動車技術会・(社)土木学会

## 『東京大学大学院情報学環紀要』 投稿規定

- (1) 東京大学大学院情報学環教員等（教授、准教授、助教、客員教授・准教授、研究員等）は、本紀要および英文紀要に論文を日本語または英語で執筆することができる。
- (2) 東京大学大学院学際情報学府博士課程在籍者および東京大学大学院人文社会系研究科博士課程在籍者で大学院情報学環教員を指導教員としている者は、論文を日本語または英語で投稿することができる。大学院博士課程学生の投稿論文の採否は、図書・出版委員会が指名した情報学環教員と外部の委託された研究者による査読を経て、図書・出版委員会において決定される。
- (3) 執筆及び投稿される論文は未刊行のものに限る。定期刊行物（学術雑誌、商業雑誌、大学・研究所紀要など）や単行本として既刊、あるいは、これらに投稿中の論文は本誌に投稿できない。但し、学会発表抄録や科研費などの研究報告書はその限りではない。
- (4) 投稿する者は、指定された期日までに、執筆要項の諸規定にそって作成した原稿をプリントアウトしたもの2部およびそのデータファイルのフロッピーディスクやCD等を、東京大学大学院情報学環・学際情報学府図書室に提出しなければならない。
- (5) 本紀要に掲載された論文は、大学院情報学環のホームページで公開される。

## 『東京大学大学院情報学環紀要』 執筆要項

### 執筆・投稿

- (1) 執筆・投稿に際しては、東京大学大学院情報学環・学際情報学府図書室のホームページ（<http://www.lib.isics.u-tokyo.ac.jp/index.html>）に本投稿規定と執筆要項に関連する最新の情報が掲載されているので必ず参照すること。特にテンプレートに記載された細則に注意すること。
- (2) 原稿はA4版、横書きを原則とする。1頁は40字×34行。パソコンで作成する。
- (3) 分量は原則としてA4版で打ち出し10～30頁とする。大学院生の投稿の場合はA4版で打ち出し、表紙・英文要旨を除き本文14頁以内とする（注・参考文献・図表を含む）。枚数の上限は厳守すること。
- (4) 執筆要項に適した書式のテンプレートを東京大学大学院情報学環・学際情報学府図書室のホームページからダウンロードできるように準備してあるので、これらの雛形を用いて執

筆・提出を行うこと。

### ファイル形式

- (5) ファイルは「Word」または「一太郎」の文書ファイルで提出すること。併せてプレーンテキストファイル形式で保存したものを提出する。その際、改行コードは1パラグラフに対して1つ入れること。表示行に対して改行コードの入ることのないように注意する。論理行に対して改行コードが1つとする。
- (6) Macを用いて執筆した場合は、提出するフロッピーディスクはDOS/Vフォーマットを使用すること。
- (7) フロッピーディスクのラベルには、論文名・執筆者名（複数の場合は代表者）・使用したワープロソフト名を明記すること。

### 全体の構成

- (8) 論文は、「表紙」「英文要旨」「本文」からなり、この順番で構成される。図・表は本文中に組み込む。
- (9) 右上ヘッダ部分に、通しのページ数をふること。
- (10) 1頁の余白は、上25mm 下30mm 右23mm 左23mmに設定する。
- (11) フォントはMS明朝10.5ポイントを標準とする。
- (12) 字句・叙述は簡潔・明確にして常用漢字、現代仮名遣い、算用数字を原則として用いる。

### 表紙書式

- (13) 表紙には、日本語の標題、著者名、著者の所属を、和文および英文で記載する。また主要著者の連絡先、研究助成に関する記述、謝辞、共同執筆の場合の執筆分担なども表紙に記す。
- (14) 日本語の標題は30字以内とする。副題がある場合は、「-」（ハイフン）の後に主題と明確に区別する形で記載する。その下に著者名と著者所属を日本語で記す。1頁目の日本語標題はMS明朝12ポイントで記す。
- (15) 日本語の標題、著者名、著者所属の下に、英語での標題（主題・副題）、著者名、著者所属を記す。英語標題は、筆頭語と主要語の頭文字を大文字で表記する。また英語の主題と副題は「:」で区切る。
- (16) 著者名の英語表記は原則としてFirst name を先とし、頭文字を大文字にする。日本名のローマ字使用法は執筆者の慣行を尊重し、統一しない。
- (17) 執筆者の所属に、教授・准教授・助教その他の別を記す必要はない。共同執筆の場合の記

載方法詳細はテンプレートを参照すること。

- (18) 標題、著者、著者所属に続けて、主要著者の連絡先、研究助成に関する記述、謝辞、共同執筆の場合の執筆分担などを記す。

## 英文要旨

- (19) 英文要旨の頭に「Abstract」（ゴシック体）と記す。
- (20) 英文要旨はA4版で1～2頁とする。英文に関しては、特に記述に注意し、執筆者の責任において英語を母語とする人の校閲を経ること。
- (21) 英文要旨の下に、キーワードを日本語と英語で記す。日本語キーワードは「キーワード：」に続けて6つ前後記す。日本語キーワードに続けて、英語キーワードを「Key Words:」（ゴシック体）に続けて記す。キーワードの筆頭語および主要語の頭文字は大文字とする。各キーワードはコンマで区切り、最後のキーワードの末尾にピリオドを付ける。

## 本文書式

- (22) 本文の開始ページの頭に、日本語および英語の標題を記す。
- (23) 本文中には、数字・記号を用いて章・節を設ける。章にあたるものは「1. , 2. , …」（全角数字及びドット）とし、節にあたるものは「1.1 …, 1.2 …,」（半角数字及びドット）とする。以下これに準ずる。章題・節題、強調部分は、太字ではなく、MSゴシック10.5ポイントを用いること。

例) 章題の例	2. 携帯電話利用実態（全角の数字とドット）
節題の例	2.1 利用頻度・利用料金（半角の数字に全角スペース）
節以下の例	2.1.1 男性の利用頻度（上に同じ）
	2.1.1.a 男性の利用頻度の詳細（上に同じ）

- (24) 目次は、原則として各論文毎には付けない。但し、学位論文の一括掲載や長編の調査研究論文などの場合には付けることができる。
- (25) 本文中における外国人名などの固有名詞は、原綴りあるいは英語綴りを原則とするが、公式の名称として著名なものはカタカナでもよい。
- (26) 本文中での参考文献の引用は著者姓と発行年をつけて次の例のようにする。著者が3人以上の場合には初出の際には全著者の姓を書き、2度目以降は第一著者の姓を書き、和文献では「他」、欧文文献では「et al.」を書き添える。

例) Rumelhart, Hinton, & Willams(1980)は…  
…と主張している（丸山・田中・谷口, 1998）。

- (27) 査読にあたっての匿名性を確保するため、自己の既発表論文等の引用にあたっては、「拙



- (39) 各論文執筆者には別刷30部と掲載誌3部を配布する。
- (40) 本投稿規定及び執筆要項の改正は図書・出版委員会の決議を経なければならない。

#### 著者紹介の執筆

- (41) 論文の掲載が決まった著者は、著者紹介と自分の写真一葉を提出する。著者紹介には、生年月や出身大学などの履歴、専門、主たる著書・論文、所属、所属学会などを書くことができる。

附則 この規定・要項は、平成21年1月16日から施行する。

東京大学大学院情報学環 図書・出版委員会

東京大学大学院情報学環紀要 情報学研究 No.81

印 刷	平成23年10月17日
発 行	平成23年10月17日
編集・発行	東京大学大学院情報学環
郵便番号	113-0033
住 所	東京都文京区本郷7-3-1
電話番号	03-5841-5905
ファクシミリ	03-5841-5916
E-mail :	tosyo@iii.u-tokyo.ac.jp
装 丁	木 下 弥
印刷・製本	株式会社創志企画