

土木関係における ITS 研究内容

東京大学生産技術研究所助教授 桑原 雅夫

ご紹介にあずかりました桑原です。機械、電気、土木という切り分けは難しいのですが、私の専門は交通工学（土木）ということなので、要素技術というよりも一つのシステムとして、今こんなことが ITS で実現しているという話を前段にして、次に、現在大学では ITS の研究はどんなことを行っているかという話を後でまとめてみたいと思います。

(OHP)

まず、何のために ITS があるのかということですが、目標としましては渋滞緩和、交通安全、生活環境、地域活性化というような大きな目標がありまして、そのために私の専門の分野ですと、交通の容量を増大する、あるいは需要を調整してよりよい交通環境にするというようなことがあります。容量増大の方策としてはネットワーク整備や、ボトルネックの解消、あるいは信号制御の高度化、といったものがあります。

一方の需要の調整。これは最近 TDM とよくいわれておりますが、例えば時間的・空間的に需要を分散させる、物流関係では輸送効率を向上させる、それから先ほどにも出てきましたが、インターモーダルな交通体系を実現する、より長期的には交通負荷の小さい都市づくりというような方策があるわけです。

ITS は何かといいますと、これらの施策をサポートする一つのツールであるわけです。くりかえしますが、ITS はそのものが目的ではなくて、ITS はあくまでこれら目標を達成するためのツールだというふうに考えています。

(OHP)

ITS といっても範囲は非常に広く、いろんな分野があると思います。分類の仕方もたくさんあるわけですが、一般的な分野としては 5 つぐらいに分かれております。(1) 交通・旅行情報の提供、(2) 需要の管理・都市内交通管理、(3) 自動・協調運転、(4) 物流・運行管理、(5) 公共輸送管理という分類です。これ以外の分類方法もありますが、5 つぐらいに分けるのが非常にわかりやすいのではないかと思います。

いまこのなかで実用化されているシステムがいくつかございますので、皆様大半の方はご存じかもしれませんが、まず実用されている、あるいは実用化されつつあるシステムについて、紹介したいと思います。

(OHP)

まず VICS というシステムがあります。これは先ほどの分類のなかの一番最初、ATIS、トラベル・インフォメーションに属するシステムなのですが、これは車の中の車載器に道路地図だけではなくて、時々刻々と変わる旅行時間の情報が提供されるものです。ものによってはどのルートを通して目的地まで行けば一番良いのかというルートのガイダンスも行ってくれるというシステムです。

(OHP)

これがたしか 1996 年からだったと思いますが、実用化されておりまして、このシステムは世界に先駆けて実用化された大きなシステムだといわれています。

車載器のディスプレイはレベル 1、2、3 がありまして、レベル 1 は文字で情報を知らせる。レベル 2 は簡易図形で知らせる。レベル 3 になりますと地図が出てきて交通状況を知らせるというようなレベルがあります。

(OHP)

VICS を利用するためには、それなりに投資をしなければいけません。普及が今どういうふうになっているかということを見たのですが、最近の情報によりますと、1998 年の 12 月ではこちらの赤い方（静的ナビゲーションシステム）が 370 万台ほどに動的な旅行時間情報も受けられるような機器が 90 万台ほど市場に出回っています。この 90 万台というのはわが国に約 7000 万台ぐらい車がありますので、すでにもう 1% を上回っています。おそらく道路の上を走っている車の中のパーセンテージにじますと、けっこうよく走る車のほうが車載器を付けていますので、そういう意味から言うと、数% のオーダーで車載器を搭載している車が走行しているのではないかと思います。

(OHP)

VICS 以外にもいくつか同じような動的な交通情報を知

らせるシステムが開発されておりまして、これは ATIS というシステムで、東京警視庁管内で電話回線を使って同じように動的な情報を知らせるシステムです。

(OHP)

ATIS のディスプレイの一例ですが、例えば左側のディスプレイでは旅行時間の情報を知らせます。右側の画面では駐車場の満空情報を知らせるというように、幅広い動的な情報の提供が行われているわけです。これ以外にも最近ではモネ、インターナビ、コンパスリンクといった、デジタル通信を利用したり、インターネット経由で動的情報を提供するというシステムも実用化されています。

(OHP)

次に、まだ実用化されてはおりませんが、これから実用化が近いということで、ETC (Electronic Toll Collection) という自動料金収受システムを紹介したいと思います。

(OHP)

これは料金所で止まらずにお金を支払えるというシステムで、この写真は小田原の料金所で実験をしている風景の写真です。ここにあります車載器とアンテナが交信をして、料金所を通過すると自動的に料金を決済してくれるというシステムです。

(OHP)

ETC は、いくつかの部分から成っております。車両の進入と流出を検知する検知器、車に積載されている車載器と交信するアンテナ、それから発信制御棒という部分から構築されております。

(OHP)

高速道路から最初に導入されるわけですが、メリットとしてどんなことが期待されているかと言いますと、都市間高速道路の渋滞原因のうち、約 70 % が交通集中による渋滞なわけですが、この 70 % の内訳をしてみると、料金所で 35 % ほどの渋滞が発生しております。非常にパーセンテージが高いということで、この解消には直接大きく寄与するだろうと言われております。

(OHP)

来年早々には ETC が導入されていく予定ですが、この図の赤い線の部分が平成 14 年までに導入される予定の区間でありまして、一番最初に導入されるのは千葉の東関道周辺と聞いております。

(OHP)

ETC はわが国はまだなのですが、世界的に見ると、もう導入されているところはいくつかあります。これはフランスの高速道路の ETC で、均一料金区間のプリペイド方式で 1991 年から導入されております。

(OHP)

イタリアではアウストラデーという高速道路があります。ここでも導入されておりまして、ポストペイド方式で、

均一料金と対距離制の両方に対応できるシステムが導入されております。

(OHP)

それからアジアパシフィック地域でも導入されておりまして、例えばマレーシアではプリペイド方式で 94 年から ETC が導入されております。

(OHP)

また、オーストラリアでも最近導入されたと聞いております。

以上、VICS あるいは ATIS といった情報提供のシステムと、ETC の話をしてきたのですが、その他にも ITS システムはたくさんありまして、身近なところだと、ここにありますような情報提供システムがあります。これは首都高の渋滞状況を示す図形情報版です。例えば高速道路に入るときに入ったほうが速く行けるのか、あるいはそのまま一般街路を走っていったほうが速く行けるのかという情報提供をしてくれるものです。

(OHP)

毛色が変わった情報といいますと、このシステムのように速度が速いので速度を落とすというふうに警告する速度抑止システム。それからカーブ区間で対向車が見えにくいときには、その対向車が接近していますよという警告を発してくれるようなシステム、こういったものが情報提供の部類では実用化されております。

(OHP)

これらの情報は車両をセンシングすることで得られていますが、これまでのセンシングのメディアとしては車両感知器が一般的でした。すなわち、超音波ですとか、磁気のループコイル、道路に埋めてあるのですが、こういったもので車両の存在を検知する車両感知器が一般的でした。ところが最近ではビーコンという新しいメディアが開発されており、路車間の双方向通信が行われます。要するに車に積んである車載器と、インフラ側の施設が双方向で通信を行えるという技術です。

(OHP)

こういう双方向の通信のメディアが出てきますと、いままでは特定できなかった個別の車両が特定できるようになります。そうしますと、例えばある車が、ある地点からある地点に行くのに何分かかったのかという旅行時間の情報、渋滞の長さがどのぐらいであろうかという渋滞長の情報、あるいは個別の車の動きがわかりますので、その車の経路といった、これまではわからなかった情報がわかるようになります。したがって、いままで提供されておりました旅行時間、渋滞長といった計測の精度がより向上するだけでなく、いろんなことに応用できます。

(OHP)

これはそのなかの一つの例ですが、バスに車載器を積ん

でバスとインフラ側とが交信することによってバスに優先するような信号制御が行える。あるいはバスの中の運転手さんに推奨速度を提供する、お客さんには、あと何分で着きますよという情報が提供できるというようなシステムも開発されております。

(OHP)

そのほか、完全な実用化はまだで、あとでお話があるかと思いますが、自動運転システムも研究されています。運転者にワーニングをするという段階、完全自動走行ではありませんが、車両をコントロールするという段階、それから完全自動運転の段階という3つの段階に分けられて今システム開発が行われているところです。

(OHP)

そのほか私が非常に興味深いと思っております物流関係の ITS システムがあります。都市内の交通混雑のことを考えたときに、物流というのは非常に大きなシェアを占めています、約30%以上の台キロが物流の車で占められています。物流システムを例えば地下にもって行って、地上は旅客交通に使わせようというような計画もあります。

(OHP)

それを実現するための一つの方策としてはDMTと言われているデュアル・モード・トラックがあります。これは、この写真にありますように、ガイドウェイがついているところは自動的に走行し、それがない場合は運転手さんがふつうのトラックのように運転するというトラックで、デュアル・モードというふうに呼ばれております。

(OHP)

以上、実用化されているシステムと、実用化が近いものということでお話ししてきましたが、最後に大学における研究開発ということで私の交通工学の分野ではどういうことを研究しているかということをもとめたいと思います。

大きくわけますと2つあると思います。まず1点目はニーズの開拓です。先ほど言いましたようにITSというのは一つのツールなので、そのツールをどういうところに活用したらいいのかという、いわば今後のシステム開発の芽を出すような研究です。

例えば今私が行っている研究は、さっき自動料金収受システムを紹介しましたが、これを活用して需要を時間的・空間的に分散させるためにロード・プライシングをできないか、あるいは旅行時間の予約制ということが考えられないか、という研究です。予約制というのは、事前に、ある道路を私は何時に使いますということを予約しておくシステムです。予約によって需要を調節できますので、混雑解消につながるだろう、そんな将来システムです。

それから路上駐車管理。これは都市内の渋滞問題を考えた場合には路上駐車が原因となっている渋滞が60%~70%のオーダーであります。ITS技術によって時間的・空

間的に柔軟な規制と、取り締まりを行えないものだろうかというような研究も行なっています。

それから災害時の交通管理。ご承知のように被災地では交通管理が非常に重要な課題になっておりますが、この場合にITS技術が貢献できるだろうということです。

信号制御の高度化。これは先ほど言いましたように新しい双方向通信のメディアが開発されておりますので、そういったものを使って信号制御の新しいロジックを開発しようという研究です。

それから交通調査の改善という意味では、これまでいろんな交通計画を立てるときにはアンケート調査や、路側カウンタなど、交通調査に手間隙がかかっていたわけですが、そういったものも新しいセンシング技術の活用によって、例えば常時観測できるとか、もう少し時間的に細かなオーダーで計測できるということが実現できると思っております。

以上がニーズの開拓という意味で、研究の第1点です。

2番目は評価方法の構築ということです。何か施策を実施したときには、道路の交通状態がどういうふうになるだろうかという評価が必要になります。その評価をするためにはいろんな研究が必要でありまして、まず利用者の選択行動の分析が重要になってきます。情報提供DRG(ダイナミックルートガイダンス)、あるいはロードプライシングされたときに、どういうふうに変化していくのかという研究です。

さらに、運転挙動に関する研究も行っています。いまでも、アダプティブ・クルーズ・コントロールといわれているような車間距離の制御システムが導入されておりますが、こういったものが入ったときに運転挙動がどう変化するのかといった研究です。

それから、これらを踏まえて、空間的には広域な、時間的にダイナミックなエリアを考えたときに交通がどういうふうに変化するのかということの評価するツールを開発しております。具体的には交通シミュレーションモデルの開発を行っておりまして、いまわれわれの開発したモデルはSOUND, AVENUEという2種類のモデルがございます。

(OHP)

最後に、簡単にディスプレイをお見せしますが、上がSOUNDというモデルで、比較的大きな、リンク数が数千から成るようなネットワークに適用するモデルで、下がAVENUEで、交差点数が数十の比較的中規模のネットワークのシミュレーションモデルです。

以上、簡単ではありますが、実用化されているシステムと、今大学でどんなことが研究されているかということを紹介いたしました。

(了)