

## セッション3 欧米のITS開発および実用化への取り組み

## MITにおける取り組み

MIT・ITS研究所所長 正木 一郎

MITの正木です。きょうは4部構成で話をさせていただきたいと思います。第1部が、今ITSにとってどんな研究が大切だと考えているかということを示すために、ITSの歴史を私はこういうふうに見ていますということをお話しして、ご批判をいただきたいと思います。

第2部としては、そのようなITSの歴史観に基づいて、MITのITS研究センターでは、どういう方針でやっているかという方針のお話をさせていただきたいと思います。

第3部は、MITのITS研究センターでやっているプロジェクトのいくつかの例についてお話しさせていただきたいと思います。

第4部は最後にまとめということにさせていただきたいと思います。

最初に、第1部、ITSの歴史から始めます。

(OHP)

これはITSの歴史を主観的に一つの絵にまとめたものです。縦軸が活動レベルで横軸が時間です。大ざっぱにいうと3つの期、第1期、第2期、第3期に分けられると思っています。

まず第1期は準備期です。

(OHP)

準備期を見てみますと、1939年ですから今から60年前から始まっています。例えば50年代にはGMとRCAが自動運転などをやっています。

この準備期の大きな特徴は何かといいますと、活動レベルが非常に低いということです。研究者の趣味でやっていたというものです。それが1986年に急に上がります。上がった理由は大きく言って3つあると思います。1つが、それまでは技術レベルが低かったから全体に必要性がなかったけれども、技術発展によって実用性が見えてきたというのが一つの理由です。

2番目の理由は、従来の道路を拡張するというやり方が行き詰まってきたということだと思います。

第3番目の理由は、マーケットを求めて企業が動き出したということがあると思います。

(OHP)

第2期の可能性検討期を見てみますと、こういう主な出来事があったと思います。可能性検討期のきっかけになったのはヨーロッパのプロジェクトであるプロメテウスだと思っています。それを受ける形でアメリカではモビリティ2000というのができましたし、日本ではVERTISなんかができました。この第2期を飾ったのはサンディエゴ・デモだったと思うんです。

(OHP)

サンディエゴの自動運転のデモで何がわかったかということ、2つのことがわかったと思います。1つは技術的可能性があるねと。それは非常にポジティブな面だと思います。もう一つわかったことは、技術的可能性をやっている、いつまでたっても実現には結びつかないねと。これからは技術的可能性だけではなくて社会的可能性も考えて研究を広げていかなければいけないという認識があったと思うんです。それらを受けて今第3期に入ったと思います。

以上が第1部の私の主観的なITSの歴史観です。

(OHP)

では、そういうふうにもしITSの歴史をとらえるとしたならば、MITのITS研究センターでは何をやるべきかというのをまとめてみたのがこの絵です。私たちの研究センターのテーマは、インテグレーションです。3つの種類のインテグレーションを考えています。まず最初のインテグレーションが、社会的ニーズと技術的可能性のインテグレーションということです。これは歴史を、今申し上げたように総括すれば、当然行わなければいけないことだと思います。

第2のインテグレーションは何かというと、技術面における全体システム構成と要素技術のインテグレーションだと思うのです。

システム構想というのは大切だというお話があったと思いますが、ITSのシステム構想は、昔あったシステムデザインとはある面で違う面があると思います。

どこが大きく違うかということ、ITSは毎日毎日発展し続

けている要素技術、そういうものをベースにしているいわゆるハイテクシステムです。ですから要素技術としてこれから5年、10年、どういうものが可能なか、あるいはどういう技術が5年、10年やってもものにならないかという要素技術の研究なくして作った構想というのはあまり意味がないと思います。そこで第2番目の構想としてこの2つの要素技術とシステム構想のインテグレーションというのをうたっています。

第3番目のインテグレーションは、この絵にはかいてないのですが、いわゆるいろんなものの壁をなるべく取り払っていかうと考えています。壁の例としてどんなのがあるかということ、産官学の壁であるとか、学問領域の違いの壁であるとか、業種の違いによる壁であるとか、日米欧米たいた国際的な壁とかあります。そういう壁を取り払ってインテグレーションというのをやっていきたいというのを私たちMITのITS研究センターのモットーとしています。

以上が第2部です。

(OHP)

今度は第3部で、そういう方針のもとで具体的に何をやっているかというお話です。ここに現在やっているプロジェクトの例をいくつか挙げてみました。順番としては上のほうが小さい要素技術的なもので、下のほうがシステム構成要素のものです。順番に主だったものをお話したいと思います。

(OHP)

まず、1番目がダイナミックレンジの広いテレビカメラチップをつくっています。今、市販のカメラはものによってだいぶ差があるのですが、安いものは明暗許容比がだいたい100です。よく言われているのは、ITSで使うにはこれを100倍広げなければだめだ。逆にそうすれば、トンネルの中を走っていても、暗いトンネル内の車と外の明るい車が見れると言われています。そこで私たちのグループでもカメラをつくってみました。そのデモのビデオをお見せしたいと思います。

(ビデオ)

ここにあるのは約1cm角の私たちがつくったテレビカメラチップです。こっちにあるのがレンズです。このテレビチップカメラはCMOSでつくってあって、チップの上にパラレルなアナログデジタル変換器が乗っています。カメラで必要なのはこの前だけなんです。出力がデジタルになっているので、デモ用にそれをアナログに戻してNTSCに付け替えるボードを後ろに置きました。ここにスイッチが見えるのですが、このスイッチを切り換えることによって従来モードと明暗比の広いモードがとれるようになっています。これは、今従来モードでやっています。従来モードで蛍光灯をつけると、私の顔に焦点を合わせるとこっちはかすつちやいますし、蛍光灯にしばりを合わせる

と私の顔が見えなくなります。それが従来モードです。

今、新しいモードに切り替えます。新しいモードに切り替わると私の顔は変わりませんが、蛍光灯がもっとよく見えるようになります。これが従来モードです。

新しいモードです。

従来モードです。

新しいモードです。顔がほとんど変わらないけれども、明るい蛍光灯が変わっていくのが見えますと思います。

(ビデオ終わり)

これはビデオとして非常にお見せしやすいので、まず最初に取り上げてみました。それがテレビカメラチップです。

そのほかにどんな半導体チップをつくっているかというので、次にプロセッサのほうに話を移したいと思います。

(OHP)

先ほど professor Thorpe のほうから話があったと思いますが、パーセプションは非常に大切です。パーセプションの一つの問題点は、いわゆる初期処理が簡単だけれども、時間がかかるというのがあります。そういうのに対処するためにアレイ・プロセッサチップをつくっています。アレイ・プロセッサチップというのはご存じのように、プロセッシング・エレメントが複数、基盤の目に並んでいて、超並列で処理を行うものです。

大きく分けて2種類あります。一つがSIMD、もう一つはMIMDです。SIMDというのは、ある瞬間をとらえた場合、各プロセッシング・エレメントが同じ演算、例えば足算なら足算、引算なら引算をやっているというものです。MIMDのほうは、ある瞬間をとらえたときに、そのプロセッシング・エレメントは足算をやっているけれども、このプロセッシング・エレメントは割算をやっているというものです。当然SIMDのほうがアーキテクチャ効率はよくなりますが、柔軟性がなくなりますし、MIMDのほうは柔軟性はありますけれども、プロセッシング・エレメントが大きくなるという欠点があります。

私たちのほうでは両方つくっています。まずSIMDのお話から始めます。

(OHP)

これがすでにできてデモしているSIMDアレイ・プロセッサの仕様です。64×64、約4000個のプロセッシング・エレメントが並列で動作します。チップの大きさは1cm角弱です。4000個のプロセッシング・エレメントが同時に動くので、ここの処理時間を見ていただくとわかるように、いわゆるシビアなコンピュータに比べてだいぶ速くなっています。例えばテンプレートマッチングで3mmセカンドちょっと、ステレオで4mmセカンド、オプティカル・フローで10mmセカンド弱というふうになっています。ですから例えばこれを車載に使えると、複数のカメラを中央で

演算するタイムシェアリングで使えると思います。

(OHP)

これがさらに内部の絵です。各プロセッシング・エレメントは128のメモリと、シビアなロジックになっていて、いわゆるロジック部とメモリのボトルネックが生じないような構成になっています。

(OHP)

3番目の例はMIMDです。先ほどお話ししましたように、MIMDというのは柔軟性は非常に高いのですが、各セルが各々のプログラムメモリを持っていて、各々の論理回路を持っているので大きくなってしまいます。

(OHP)

その大きくなるのを避けるために論理回路をレジタルでなくアナログでつくって小さくしたというのがこれのみそです。デジタルではなくてアナログにすることによって当然欠点も出てきます。何が欠点かという、今の実験によると精度がだいたい1%です。ですけれども、特にフィードバックやなんかにかける制御においては1%というのは十分に使えるものだと思います。ですからそういう意味で精度を1%に限って、いわゆる銀行の預金計算をするのとは全く違う発想のコンピュータがあってもいいのではないかというので、これをつくって、もうすでに動いています。

(OHP)

例えばこれがプログラムの例なんですが、各セルでやっていること、ここでは掛算をやっているけれども、ここでも足算をやっているというふうに変わっています。

(OHP)

次にスマート・カメラに移りたいと思います。

スマート・カメラというのはどういうことかという、いわゆる画像取り込み部分と処理部分を同じ半導体チップの上に乗せよう。そうすることによって、いわゆるボトルネックもなくすし、レスポンス？ もかかるしコストも下げようというものです。そのために2種類やっています。1つは機能限定型、もう1つはプログラマブルなものです。

(OHP)

プログラマブルのものとして、例えばこういう3つのプロジェクトをやっています。1番目と2番目はすでに完成したプロジェクトで、3番目のTime to collision、衝突時間を計るチップなんですが、これは今やっている最中の研究です。例として、エッジ保存型平滑化チップについてお話ししたいと思います。

(OHP)

これが入力信号です。この入力信号をただ平滑化するとこういうふうになります。そうするとエッジがなくなってしまうので、エッジは保存して平滑化しようという、これがエッジ保存型平滑です。これを一つのチップの上で画像

取り組みと同時にやろうとしました。

(OHP)

これがそのチップの概要で、大きい四角が画像取り込みの部分で、それをCCDのアレイで結んで平滑化を行っています。

(OHP)

次はプログラマブルなほうに移りたいと思います。

(OHP)

プログラマブルなスマート・カメラがまだ進行中のプロジェクトで、完成品は出ていません。ここはどのようなものをつくろうとしているかという概念を示しています。

4つに分かれていまして、ここはいわゆる画像取り込み部分で、ここがプロセッサ部分、そういうのを一つのチップにのせようとしています。

(OHP)

あと、だんだんものが大きくなってきます。例えばパソコンベースの実時間ステレオというのをつくっています。これは2つのアプリケーションに使っています。1つは、交通量検出です。交通量検出の一つの難しい点は、こういうふうに着が重なっている場合、確実に分けるといことですけれども、これも横軸が距離で、縦軸がそれに属するもので、中間のものが赤、遠いものが青でやっているのですが、距離を使えば確実になるという例です。

(OHP)

これは車載の例ですが、2次元だと車線検出、こういうふうにとどって行って、車の延長をたどってしまうということがたまたま出るのですけれども、距離を使えばそういうこともなくなるという例です。

次は圧縮画像の認識に入りたいと思います。

(OHP)

いままで圧縮と認識というのは別の分野で研究されてきました。ですからふつうITSのネットワークやなにかで画像を送った場合、圧縮して送って回答して認識というのがありましたが、それを圧縮したままで認識できるような方式をつくろうとしています。

(OHP)

一つやっている例としては、いわゆるJベク、Mベクみたいな空間周波数を使うのではなくて、エッジとエッジ前後の画素の色と明るさを使おうとしています。ですからこの場合だと画像は3つのサブドメインに圧縮されます。最初のドメインがエッジ1のドメインで、2番目が色ドメイン、3番目が明るさドメインです。そうすると例えばここに書いてあるように赤いカラーを探そうとした場合、回答しないですまず色ドメインにいて、赤を見つけて、それからエッジドメインにいてカラーを見つけないとすることができません。

(OHP)

また回答しなくても、例えばこれは交差点の絵ですけれども、エッジドメインだけを使っても、交通量の計測などは行うことができます。ですからアプリケーションに基づいた圧縮方法を考えようとしています。

(OHP)

センサ・フュージョンとしては、画像とレーザのセンサ・フュージョンをやっています。

(OHP)

それからデジタル・センサ・ネットワークというのは、ITS というのはこれからネットワークというのは大切になってくるだろう。しかし、そのネットワークにはセンサや車がぶら下がった形になるだろうというのを考えています。2つのプロジェクトをやっていて、ビジテイング・サイエンティストとしていらっしゃっている三菱電機の方は、いわゆるインターネットベースで画像を送る。そのためのクオリティ・オブ・サービスの研究やなんかをなさっています。

また、長期的なプロジェクトとしては、インターネットの次のコンセプトというのを考えています。以上がいままでやったプロジェクトです。これからやろうとして考えているプロジェクトの一つの例をお話します。

(OHP)

例えば、これはビジテイング・サイエンスで来ている三

菱電機の方がやっているシュミレーターですが、ポイントは何かという、道路側のインフラ側の研究と、それから車載の研究のインテグレーションをするためのコモンランゲージとしてのシュミレーター、すなわち一つのシュミレーターの中にトラフィックのシミュレーションとドライビングシミュレーションができるようにしたものです。こういうのを使ってインテグレーションをさらに進めていけるかという可能性を考えています。

非常にはしょった話をしましたので、細かいことはウェブページを見ていただくか、私にEメールをいただければと思います。ウェブページのほうは、**mitl** というのはマイクロシステムズ・テクノロジー・ラボラトリーです。ITRC というのはインテリジェント・トランスポートーション・リサーチセンターの略です。

以上が第3部で、どのようなプロジェクトをやっているかというプロジェクトの例の話です。

第4部のまとめはスライド一部です。

結局、MITのITS研究センターというのは何をやろうとしているのかというと、産官学、日米欧などの交流の場を提供したい。それがいま学に課せられている大切なことではないかと考えています。どうもありがとうございました。