

ITSプラットフォーム“EUPITS” ～具体化に向けて～

長谷川 孝明†

†埼玉大学工学部 〒338-8570 さいたま市桜区下大久保 255

E-mail: †takaaki@hslab.ees.saitama-u.ac.jp

あらまし 本稿では、本稿では、著者が提案した、進化し続け、殊更でなく快適なモビリティ環境を提供するITSプラットフォーム“EUPITS”の具体化のため、ポジショニングサブプラットフォーム、情報通信サブプラットフォーム、時刻情報サブプラットフォームにつき、特にデータ表現を中心いくつかの考察を行っている。さらに、RFIDの周波数に関するシステム創成の見地からの考察を行っている。

キーワード ITS, システム創成, プラットフォーム指向, ヘテロジニアスシステム, ITSプラットフォーム, EUPITS, M-CubITS, マルチモーダルマーカ, ポジショニングシステム, WYSIWYAS

ITS Platform “EUPITS” - Toward Realization-

Takaaki HASEGAWA†

† Faculty of Engineering, Saitama University 255 Shimo-okubo, Sakura-ku, Saitama, 338-8570 Japan

E-mail: †takaaki@halab.ees.saitama-u.ac.jp

Abstract This paper describes consideration of the evolutional ubiquitous platform for intelligent transport systems (EUPITS) toward its realization. In particular, data description is discussed in the positioning sub-platform, the communication sub-platform, and time sub-platform of the EUPITS. In addition, the carrier frequency problem of RFID-Tags is discussed from the viewpoint of systems innovation.

Keyword ITS, Systems Innovation, Platform-Oriented, Heterogeneous System, ITS Platform, EUPITS, M-CubITS, Multimodal Markers, Positioning System, WYSIWYAS

1. まえがき

ITS(Intelligent Transport Systems)は、90年代に登場した言葉で、“高度道路交通システム”という用語がしばしば用いられ、その際の定義は、“最先端の情報通信技術を用いて人と道路と車両とを情報でネットワークすることにより、交通事故、渋滞などといった道路交通問題の解決を目的に構築する新しい交通システム”[1]とされ、道路交通の知能化が中心であった。著者自身も道路プラットフォームの考察を行ってきている[2]-[4]。しかし、自動車ばかりでなく、鉄道、航空、船舶などインターモーダルな輸送を高度のIT(Information Technology)で一元化して扱う重要性はいうまでもなく、また物の流れ[5]の他に人間の移動だけを見ても、

自家用車だけでなく、鉄道(JR, 私鉄, 地下鉄), 新交通システム, バス, タクシー, 自転車, 徒歩を組み合わせた移動を多くの旅客がしていることは事実であり、これらを移動という本質的な点から一元的に取り扱うことも大事であるという観点、情報通信やポジショニングを含め社会を取り巻く環境あるいは我々自身のライフスタイルの変化が非常に大きい中でこれらを考慮した社会に定着するシステムの創成が大事であるという観点の両者から、著者は文献[6]でITSとシステム創成に関する考察を行い、さらにこの実現のためのアプローチを文献[16]で述べた。

文献[6]ではまず、陸海空を含めた本質的な人と物の移動を考察の原点とし、コストを負担するのは最終的にエンド

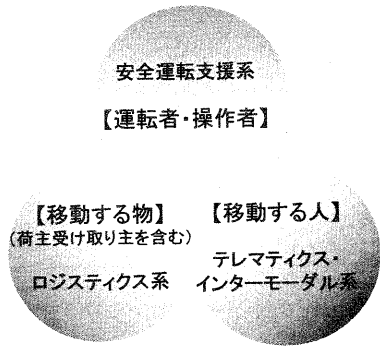


図1 ITSエンドユーザトライアングル。

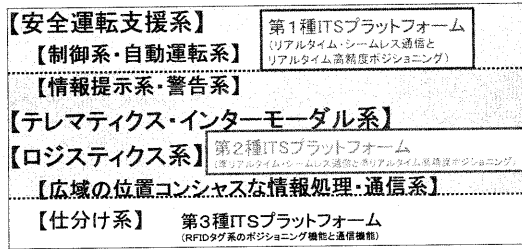


図2 第1種、第2種、第3種のITSプラットフォーム。

ITSプラットフォーム												
情報通信サブPF						ポジショニングサブPF				その他のサブPF		
携帯電話	PHS	無線LAN	DSRC	IP網	専用網	その他	GPS	マーカー	PHS	携帯電話	カメラ	その他
<small>(HMIサブPF, 車両制御情報サブPF, 時刻情報サブPFなど)</small>												

(QoSによる通信要求)

図3 Evolutional Ubiquitous Platform for ITS (EUPITS)の概容。

ユーザであるという観点から考察を始め、費用便益効果、マイグレーションについて検討し、プラットフォームオリエンテッドの有利さを挙げ、結果として三種のITSプラットフォームに分類した。

文献[16]では、文献[6]の具体的アプローチとして、Evolutional Ubiquitous Platform for ITS (EUPITS)の提案を行い、特にその中の情報通信サブプラットフォームの実現方法、ポジショニングサブプラットフォームの実現方法を検討し、リアルタイム高精度ポジショニングシステム“M-CubiTS”を提案した。本来ナビが究極の姿として向かう“WYSIWYAS”(What You See Is What You Are Suggested; 見たままお進みください。ウィジウィアス)ナビを述べ、さらにITSの基本コンセプトを含めたいくつかの考察を行った。しかしながら、ITSプラットフォームに関する具体化に向けた議論はさらに重ねる必要があり、本稿では、具体化に向けた議論を行う。

まず、2.で文献[6][16]の主たる議論を簡単に述べ、3.ではEUPITSにおけるデータ表現の検討、4.では時間サブプラットフォームに関する考察、さらに、5.ではこれまでほとんど述べていなかった第3種ITSプラットフォームの中のRFIDの周波数に関する考察を行い、6.で総括する。

2. ITSの基本的定義からITSプラットフォーム“EUPITS”へ[6][16]

文献[6]では、陸海空の人と物の移動という本質からITSを“IT(Information Technology)で高度化される人と物の移動システム”と定義し、また、コストを負担するのは最終的にエンドユーザであることから、エンドユーザを図1のようにとらえることから議論を出発させている。

一方、理工学から人間社会への3階層モデルからシステム創成の位置づけを行い、社会的受容性の高いシステム創成の基本三要素として、“機能”、“コスト”、“マイグレーション”を挙げた上、“B by C問題”のクリアのために“プラットフォームオリエンテッド”の重要性を述べている。ここでいうプラットフォームとは大きな施設や物理的装置を意味するのではなく、有形無形の共通基盤を指す。プラットフォームオリエンテッドでは有限個でなく無限個に広がるITSアプリケーションの創成が可能であることが基本となる。

コストに対する考え方も確定的から確率的な見地、ヘテロジニアスシステムを前提とした設計の有効性を挙げている。

マイグレーションは以下のような3つの意味を持つ。すなわち、

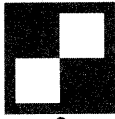
- (1) プラットフォーム自体のマイグレーション
- (2) サブプラットフォームのマイグレーション
- (3) ユーザのライフスタイルのマイグレーション

である。時を経てライフスタイル・標準装備品・携行品も大きく変わる携帯・PHSの急激な普及と簡易なGSPレシーバの普及はシステム創成の前提条件を大きく変える。

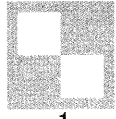
一方、システムの社会への定着パターンには、2種類があり、

- (1) あるサービスを受けようとしたときに、他では機能の代替できないため、そのシステムを選択【第一種ヒット条件】
- (2) 他で機能の代替できるが、しばらく使った後になくならず非常に不便を感じる場合、結局そのシステムを選択【第二種ヒット条件】

有色部	紫塗料、紫色反射板、紫色発光体、 蛍光塗料、高摩擦材など非可視光材	有色部	橙塗料、橙色反射板、橙色発光体、 蛍光塗料、高摩擦材など非可視光材
白色部	白色塗料、低摩擦材など非可視光材	白色部	白色塗料、高摩擦材など非可視光材
設置方法	塗装、埋め込み、シール	設置方法	塗装、埋め込み、シール



0



1

図4 M系列マルチモーダルマーカポジショニングシステム “M-CubITS”のマーカ素子.

自立的発展のためにはこれらの考慮もまた重要であることを述べている。

プラットフォームを、提供する機能で分類すると、図2のようなサブプラットフォームへの異なる機能の要求から三種のITSプラットフォームに分けられる。異なる程度の要求を無理にまとめることなく実現してゆくことが重要である。

これらに基づき、文献[16]では図3の、殊更でなく快適なモビリティ環境を提供するITSプラットフォーム EUPITS (Evolutional Ubiquitous Platform for ITS;ユーピッツ)を提案している。

ヘテロジニアスシステムが基本コンセプトであり、たとえば情報通信サブプラットフォームでは具体的には携帯電話、PHS、無線 LAN、DSRC などがある。その実現のための機能提供をするサブシステムであり、ITS機器の QoS 要求に対し、もっとも適切なメディアを選択的に利用する。既に存在するサブシステムを余すところなく有効に使い、そしてこれらサブシステムのマイグレーション、進化に影響されること少なく、ITSプラットフォーム上のITSアプリケーションが稼働し、また進化し続けることを基本としている。

ポジショニングサブプラットフォームでは、GPS が筆頭であり、PHS、携帯電話、カメラなどのサブシステムが考えられる。ただし、現時点では位置と方向をあらゆる場所・あらゆる環境で高精度にリアルタイムに実現することは現時点では困難であり、これを可能とするポジショニングサブシステムとして、図4のような M-CubITS (M-sequence Multimodal Marker for ITS; M3CubITS; エムキュービッツ)のマーカ素子と将来多くの人や車を持つことが予想されるカメラを用いたポジショニングシステム M-CubITS を提案している。M-CubITS は図5のようにカメラで 1/0 を識別可能なマーカをPN符号化磁気マーカ[8]-[15]状に並べたものである。これにより実現される WYSIWYAS なナビの例を図6、図7に示す。ポジショニングサブプラットフォームでも情報通信サブプラットフォーム同様、ヘテロジニアスシステムが基本となる。

その他のサブプラットフォームには HMI (Human Machine Interface)サブプラットフォームや車両制御情報サブプラット

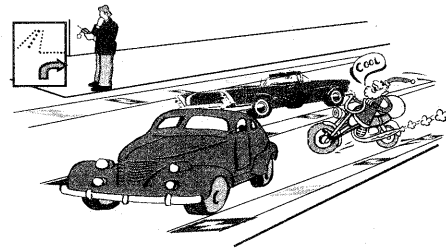


図5 M-CUBITSとアプリケーションイメージ(歩行者、バイク、自動車).



図6 M-CubITSとアプリケーションイメージ(WYSIWYAS 歩行者ナビ).

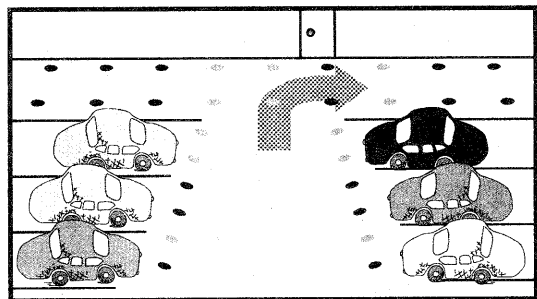


図7 M-CUBITSとアプリケーションイメージ(地下駐車場や階層型の駐車場・道路にて;WYSIWYASカーナビ).

フォーム、時刻情報サブプラットフォームなどがある。

これらのサブプラットフォームに支えられるITSプラットフォーム “EUPITS”の上では、ほとんどのITSアプリケーションを創成することが可能となる。

このほかにも文献[16]ではいくつかの考察を行っている。従来の実現方法にこだわらず、“人と物の移動”と“移動に伴う受益者からの対価の支払い”を本質的から再考察したときにあるべきシステムの姿が見える。

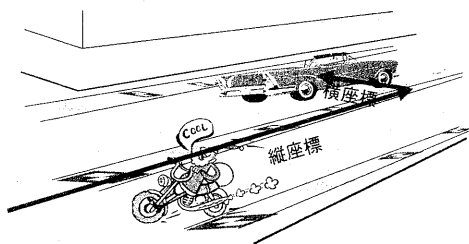


図8 位置の表記.

3. EUPITS におけるデータフォーマットの検討

3.1. 位置情報の表記

位置情報はグローバルな (x, y, z) (あるいは緯度経度)のままでは扱いにくいことも多い。また、自動車、歩行者、荷物では要求される内容も異なってくる。

自動車では、路線、図8のような基点からの距離と中央の分離線から左に正の横方向オフセット(route, longitudinal, lateral_offset)に変換し、位置情報として通信を行い、必要な場合に (x, y, z) との変換を行えばよい。たとえば、国道1号線下りの基点から 1547.33m のところの中央分離帯から 5.51m 左の位置は $(r1, 1547.33, 5.51)$ となる。上り車線では $(r1, 1547.33, -3.33)$ などのように第3パラメータの値が負になる。一方通行など中央の分離線がない場合は最も右の車線の右端からの横方向の距離をオフセット値とすればよい。また、時間帯により同一車線を上下変えて運用する道路があるが、上下の中央をオフセットの基準で取ったのは便宜的なものであるから、主として利用される形態に従って、オフセットを決めればよい。さらに、路地等の狭い道で中央の分離線のない対面通行の道路では、道路の中心線からのオフセットで表記すればよい。また、同じ路線名で新旧の異なる2つの道路が存在する場合はそれぞれが識別できるように"r1a"や"r1b"のようにしておけばよい。なお当然ではあるが、自動車は物理的に広がりをもっていて、点ではない。したがって、その中心を持ってその位置とし、縦横の大きさを表す数値は別途必要となる。また、変換は車載器の変換表によってもインフラ側の変換表によってもよい。

鉄道も道路に準ずる。

歩行者用には、横方向オフセットのオフセット値の後に歩道上に居ることを示す"p"をつけて、歩道上であることを明確化してもよい。歩行者ITSのアプリケーションでは比較的ポジショニングに対する要求精度が高くないためである。

次に物の位置情報を考察する。RFID などをトレーサビリティに用いる場合、精確な (x, y, z) の位置や道路上の位置よりも、倉庫や集配所の代表的な位置の方が都合のよい場

合が多い。また、R/W(リーダ・ライタ)やハンディターミナルのおよその位置とID がむしろ重要な場合が多い。

3.2. 情報通信サブプラットフォームにおけるデータフォーマットの例

3.1を踏まえ、データフォーマットの例を示す。

(対象, 対象の縦横長, 位置表現と位置と位置情報源または精度, 時刻表現と時刻と時刻情報源または精度, 送信元, 送信先, 送信データ)

ここで、対象は歩行者(p), 自動車(v), 電車(t), 物(o)など位置情報の種類を表す。

位置表現と位置と位置情報源は位置データサブセットを構成する。位置表現は座標系, 位置は座標, 位置情報源は座標取得の手段と言い換えてもよい。

(xyz 座標系, x 座標, y 座標, z 座標, 取得手段または精度)

(緯度経度系, 緯度, 経度, 標高, 取得手段または精度)

(道路座標系, 基点からの縦方向の距離, 道路のセンターからの横方向オフセット, 取得手段または精度)

などの表記をいずれも可能とする。取得手段はその位置情報の精度と密接に関係する。位置情報の精度が直接保証される場合、この精度を記載してもよいし、位置情報の取得手段を記載し、情報を利用する側で精度を判断してもよい。例えば GPS は DGPS, RTK-GPS のように受信側の受信方式で大きく精度が変わるが、同じ方式ですらマルチパス環境下か否か、シャドウイング環境下か否か、また、それらが常時変化する環境か否かでその位置データの信頼性は大きく変わり、それに伴いその位置データの利用方法ばかりでなく、送られる情報の利用方法も異なってくる。精度の保証が難しいデータ、例えば精度がビルの林立する都会か障害物のない田園地帯の障害物や反射物のないのり丘の上などにより大きく信頼性が変わるデータなどもアプリケーションによっては利用可能な位置情報であり、これを位置取得手段の明示によりアプリケーション側にその位置情報の利用をするか否かの判断をゆだねることもできるようになる。精度保証のないデータを一律に却下することも一律に信頼して使うことも合理性がない。位置情報がその時々で利用可能なサブシステムから得ることを前提とする ITS プラットフォームではこの種の取り扱いが重要である。

通信トラフィックの軽減と柔軟性はしばしばトレードオフとなる。柔軟性を重視したデータセットの表現として、下記に一つの例を挙げる。

SUB = p, v, t or o

SHP = yy.yy: xx.xx

R = # or 0 (0は局用地)

POS = yyyy.yy:xxxx.xx(dgps, rtkgps, m-cubits or

precision etc.)

TIM = (jst or gmt etc.):day.month.year:hh:mm:ss:(gps, em or precision etc.)

SRC = ip_add and vehicle_id

DST = ip, vehicle_id, (lon_s, lon_e, lof_s, lof_e) or (area_id)

などが考えられる。DST の (lon_s, lon_e, lof_s, lof_e) or (area_id)は個別の特定の受信者ではなく、道路上の道路上のある範囲にいる受信可能な全ての受信者を受信対象とする例である。

これらを ITS 情報通信システムの中で基本フォーマットとして扱うという方法もあるが、多くの既存の通信システム、そして将来出てくる通信システムをサブシステムとして利用することを考えると、これら全体をデータと見なし、カプセル化して透過性を確保することが適切である。

4. 時刻サブプラットフォームについて

位置情報は時刻とセットになって重要な意味を持つ。これまでにも多くの場所で主張しているが、時間をかけることが許されるなら、位置情報の精度を高く上げることは多くの場合可能である。走行速度・マルチパス・シャドウイングによる速いフェージング下での測定、積分時間・回数・信号処理方法等の測定条件を考慮しない精度の議論は不毛であり、誤った結論を導く恐れさえある。

位置情報に測定精度や測定方法がセットにされるべきことと同様に、時刻もやはりはセットにされるべきである。

GPS は、軌道の既知な 4 つの衛星から受信アンテナの 3 つの軸の座標と衛星間の精密に同期したシステム時計とおよその精度しか持ち得ない受信機の時計の時間差(x,y,z, Δt)の 4 つを未知数として 4 元連立 2 次方程式を解くシステムである。受信機の位置がわかることは同時に時刻がわかることを意味する。これが標準の時刻を得る一つの手段になる。

また、標準電波を受信し、時刻の補正を行うことも可能である。これによっても標準時と受信機の時計の時間差 Δt を得ることはできる。

しかしながら、第 1 種 ITS プラットフォームに提供可能な時刻同期の性能が得られるためには検討の余地は多い。

プラットフォーム構築に関して具体化にあたり詰めることは多い。情報通信サブプラットフォームとポジショニングサブプラットフォーム、時刻サブプラットフォームの連携は不可欠であり、それらの連携を欠けば ITS プラットフォームとして不適切なものができあがる。特に柔軟性、ヘテロジーニアスなシステム構成、マイグレーションを考慮した構成等を考えるとき、

これらの密なる連携は欠かせない。多くの方の協力を仰ぎたい。

5. 第 3 種プラットフォームの RFID タグについて

これまで、第 3 種 ITS プラットフォームについてはあまり述べてこなかった。本節では RFID タグの周波数に関する考察を行う。

システムを創成するときいかに早く事情の異なる多くの国の間で事実上を含む標準化の合意を得られるかは重要な要素となる。時間がかかることは研究開発のコストを押し上げ、標準化による恩恵を減らすばかりか、致命的な打撃をシステムに与える場合がある。

電波事情は国により大きく異なる。一度決まり、システムが稼働を始めれば、既存のシステムとなり、その周波数帯を変えることは容易ではない。

空間的に局所的な電波の利用はどのような周波数を使っても良さそうであるが、グローバル化された社会で、携帯電話や RFID タグのモビリティ(携帯電話にあつてはターミナルモビリティ)を確保するにはどこかに共通の周波数帯を確保する必要があり、各国がそれぞれ局所的に使っている既存の電波利用システムも周波数の割り当て上、逼迫した現状では問題となる。

RFID タグをロジスティクスの世界の共通基盤にする場合、この周波数割り当て問題は難しい。共通の周波数を取りにくい場合、各国の事情から早期の合意は難しい場合も多い。これを解決する方法として技術的な解決の可能性の検討の余地はある。

例えば A 国では f_1 と f_2 が利用可能であるが、B 国では f_1 のみ、C 国では f_2 のみ利用可能とする。この場合、R/W は設置されている国の周波数に拘束される。しかしながら、タグは共通化したい。このためにはタグの周波数帯を二つの周波数で動作するようにする。W モードでの書き込みはどちらの周波数で書き込んでも同一のメモリに書き込まれるようにしておく必要がある。このようにすることで、周波数帯の問題による標準化の遅れは回避される。

しかしながら、総コストは、
発光タグ総数×タグ単価 + R/W を含むインフラ総額
である。

タグにメモリ書き込み等の機能を持たせる高機能タグでインフラ側を軽く設計する基本設計方針と、大量のタグを想定し、極限までタグを軽くしインフラ側に依存する基本設計方針ではマルチ周波数帯タグへのコスト要求は大きく異なる。

この部分の技術的見通しは、システムの基本部分に大きく関わり、材料・部品から世界的合意を含むシステムの社会的定着までを考えるシステム創成では重要な点となる。技術の流れと共にさらに、あるべき姿を検討したい。

6. むすび

本稿では、既に著者が提案した、進化し続け、殊更でなく快適なモビリティ環境を提供するITSプラットフォーム“EUPITS”の具体化のため、ポジショニングサブプラットフォーム、情報通信サブプラットフォーム、時刻サブプラットフォーム等につき、特にデータ表現を中心にいくつかの考察を行った。

また、第3種ITSプラットフォームの中のRFIDの周波数に関するシステム創成の見地からの考察を行った。

今後は、ITSプラットフォームの実現に向けてさらに具体的な研究・開発を進めたい。

謝 辞

本研究の一部は財団法人国際コミュニケーション基金(International Communications Foundation; ICF)の援助により遂行されました。ここに深謝致します。

文 献

- [1] <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/index.html>.
- [2] 長谷川孝明, “安全運転支援システムとその要素技術について～道路OSとドットITS～,” 信学技報, ITS2001-14, pp.25-29, 2001.
- [3] 長谷川孝明, “道路プラットフォーム「ドットITS」とアプリケーションについて” 信学技報, ITS2001-25, pp.49-53, 2001.
- [4] Takaaki Hasegawa, “The 21st Century’s Road Platform “Dot ITS” and Its Applications—Driving Assistance System, Software ETC, IP Applications,” Proc. of The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems 3-6 September 2002, Singapore, CD-ROM, pp392-395, 2002.
- [5] 長谷川孝明, “RFIDと物流プラットフォームについて,” 信学技報, ITS2002-9, pp.49-52, 2002.
- [6] 長谷川孝明, “ITS とシステム創成に関する一考察” 信学技報, ITS2002-120, pp.13-17, 2003.
- [7] たとえば, 西田知弘, 杉山敬三, 斉藤研次, 藤野貴之, 篠永英之, “インターネットITSにおける車両間P2P通信に関する一考察,” 信学総大, A-17-26, 2003.
- [8] 長谷川孝明, アリウィドド, “PN符号化磁気マーカを用いた車両ポジショニングシステムについて,” 信学技報, SANE98-7, pp.33-40, 1998.
- [9] T. Hasegawa, Ari Widodo, “The Vehicle Positioning System by Using PN Coded Magnetic Markers and Its Applications,” Proc. of ISITA’98, pp.384-387, Mexico City, MEXICO, 1998.
- [10] 関根宗典, 長谷川孝明, “PN符号化磁気マーカのマッピングについて,” 信学技報, ITS99-41, pp.37-41, 1999.
- [11] 上村克成, 長谷川孝明, 山口和彦, 永縄浩, 松井武, 田中靖資, 森昌文, “PN符号化磁気マーカ方式によるポジショニングについて,” 信学技報, ITS2000-64, pp.49-53, 2001.
- [12] 森岡裕一, 寺師慎屋, 山口和彦, 永縄浩, 長谷川孝明, 中川正雄, “PN符号化磁気マーカ・車々間通信の融

合 MMIV System の提案及び実験,” 信学技報, ITS2001-79, pp.167-172, 2001.

- [13] 金帝演, 長谷川孝明, “道路プラットフォーム「ドットITS」におけるPN符号化磁気マーカシステムに関する一検討,” 信学技報, ITS2001-31, pp.23-27, 2001.
- [14] Je-yeon KIM, Takaaki HASEGAWA, “On Repositioning of the PN Coded Magnetic Markers System in Road Platform “Dot ITS”, Proc. of The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems 2002, Singapore, pp.259-262, 2002.
- [15] 金帝演, 長谷川孝明, “PN符号化磁気マーカの高速度道路での再引き込みと交差点での適応について,” 第1回ITSシンポジウムプロシーディングス, pp185-190, 2002.
- [16] 長谷川孝明, “ITSプラットフォーム“EUPITS”～実現へのアプローチ～,” 信学技報, ITS2003-8, pp.41-47, 2003.