

Sustainable ITS

Center for Collaborative Research
The University of Tokyo

ITS世界会議名古屋2004での研究報告



はじめに

2004年10月に第11回ITS世界会議が名古屋で開催されました。この国際会議は、ITSに関するプロジェクトの国際的な協調や交流の場として、また最新の研究発表の場として、欧州、アジア・太平洋地域、それに北米で、毎年持ち回りで開催されているものです。今回は11回目であり、10月18日から24日までポートメッセなごや（名古屋市国際展示場）にてITS-Japanの主催で開催されました（20日は生憎台風のため中止）。“飛躍する移動 ITS for Livable Society”をテーマにして、住みやすい社会と交通・情報通信・環境問題のあり方を、専門家だけでなく一般市民を含む5万人規模の参加者を目標にした大規模な会議であり、会議登録者は過去最大の5794名を記録し、展示会の一般来場者数は最終的に6万人を越え、世界会議の関連行事である、名古屋市内で開催されていたITSフェスティバルの参加者数は60万人と国内外から注目された会議となりました。

このような機会に、本プロジェクトの成果を発表することは大変有意義であり、そのため、テクニカルインタラクティブセッションにおける4件の論文発表[※]に加えて、参加企業、官庁、各国の展示ブースにおいて最先端技術コーナーとして、大学による出展会場も整備されたため、大学展示としては最大規模の展示

を行いました。

「サステイナブルITSプロジェクト」の特徴である、交通シミュレーションとインタラクティブに機能し、実写画像をシナリオに用いた、世界初となる実交通環境を模擬するユニバーサル・ドライビング・シミュレータの展示実演を行いました。さらに実験車両2台のデモステレーション展示、参加研究室および企業の研究成果展示を実施し、多くの注目を浴びました。また、展示会場における「最先端技術発表セッション」においては、本プロジェクト参加研究者による7件の発表（須田、赤羽、桑原、堀口、長谷川、池内、大口；発表順）も行いました。

これらの活動は多大な注目を浴び、科学技術雑誌である“OHM”の12月号には、「世界最先端のドライビング・シミュレータを公開」と2ページの取材記事も掲載されています。関連する研究発表においても、インタラクティブセッションにおける“A STUDY ON SENSING SYSTEM FOR RUNNING ROAD SURFACE CONDITIONS IN ITS (THE 2nd REPORT)”は、ベストポスター賞を受賞するなど、成果発表は大変好評に終えることが出来ました。これらの成果は、本プロジェクトをご支援頂いている多くの方々のご協力によるところが大きく、大変感謝しております。本号においては、これらの詳細についてご紹介いたします。

※論文発表 ① MIXED REALITY TRAFFIC EXPERIMENT SPACE UNDER INTERACTIVE TRAFFIC ENVIRONMENT FOR ITS RESEARCH
② DEVELOPMENT OF A MICROSCOPIC TRAFFIC SIMULATION MODEL FOR INTERACTIVE TRAFFIC ENVIRONMENT
③ IMAGE GENERATION SYSTEM FOR MIXED-REALITY TRAFFIC EXPERIMENT SPACE
④ DEVELOPMENT of DRIVER MODEL using DRIVING SIMULATOR with INTERACTIVE TRAFFIC ENVIRONMENT

CCRサステイナブルITSプロジェクト

サステイナブルITSプロジェクトでは、名古屋ITS世界会議で以下の展示を行いました。

展示内容

- パネル展示……………プロジェクト紹介、参加企業紹介
- 解説ビデオ放映……………これまでの成果
- 複合現実感実験システムのデモ…TS/KAKUMO/DS/IMG
- 計測用実験車両展示……………車両2台と計測機器

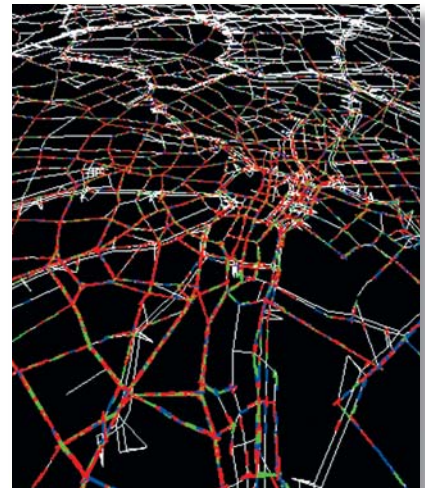
プロジェクトの成果

サステイナブルITSプロジェクトでは、初年度作成した複合現実感実験システムを利用して、運轉行動に関するヒューマンファクタの計測と、計測から得られたデータを利用して複合現実感実験システムのブラッシュアップを進めてきています。

複合現実感実験システムは、広域交通の再現を行うトラフィックシミュレータ(TS)、車両1台毎の動きを再現するマイクロ交通シミュレータ(KAKUMO)、運轉操作を体験できるドライビングシミュレータ(DS)、そしてドライバーの目から見える走行環境を表示するリアルタイム表示装置(IMG)を連携したシステムです。

LANで接続したパソコン(PC)で動作するそれぞれのシミュレータが連携動作することで、ドライバーが運轉するDS車両とコンピュータが制御する周辺車両とが相互に作用して渋滞や事故などの交通現象を再現します。

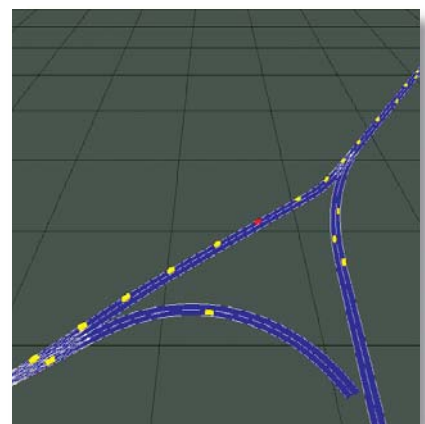
そして世界会議に向けて特に力を注いできたのが、走行環境を実写映像からリアルタイムに再合成して表示する世界初の表示装置(IMG)です。この技術により、これまで多くの時間と労力を費やしてきた、DSの周辺環境3Dモデル作成が、実際の道路を1度走行してビデオ撮影し若干の補正作業で代替できるようになります。



▲ TS



▲ IMG



▲ KAKUMO

世界会議での展示

ITS名古屋世界会議では、プロジェクトのこれまでの成果のパネル展示とビデオ放映を行いました。パネル展示の前では専門家から一般の方々まで多くの方々と意見交換することができました。

パネル、ビデオと並行して広域交通のシミュレーションを行うトラフィックシミュレータ(TS)、車両1台毎の動きを再現するマイクロ交通シミュレータ(KAKUMO)、運転操作を体験できるドライビングシミュレータ(DS)、そして走行環境を実写映像からリアルタイムに再合成して表示する世界初の表示装置(IMG)を連携した複合現実感実験システムのデモを行い、およそ200人の方に首都高速3号線の走行と、もし高速道路で止まってしまったら渋滞がどのように発生するのかという体験をしていただきました。

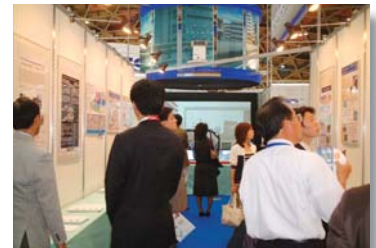
このデモの状況は展示場脇に設置した2台のプロジェクタに写しだし、今回試乗できなかった多くの方々にも同じ状況を共有してもらいました。



▲ DS



▲ 展示場正面風景



▲ パネル展示風景

池内研究室

池内研究室の展示では、実空間情報収集車両の展示をはじめとして、関連研究をパネルを展示しました。今回IMGでは、初めて実写映像を用いたドライビングシミュレータのデモンストレーションを行いました。その詳細は次の通りです。

1. 図中にある車両に9台のカメラを設置し前方半方位に渡って解像度の高い画像を取得する。
2. これらの9つのバラバラの画像列から、EPIという手法を用いて前方半方位のパノラマ画像を、走行軌跡上各点毎に生成する。
3. これらの半方位画像を利用すると、任意視点からの映像が合成できる。
4. この合成映像を、道路の脇に仮想的な壁があると考えこれに投影する。車両が移動するごとに、この投影画像を書き直す。
5. この仮想壁の映像と、従来のドライビングシミュレータの映像を合成すれば、壁より手前にある道路や車両は正しく表示され、壁より奥にあるCGの建物は見えなくなり、結果として背景の建物だけが実映像のものになる。この実空間情報収集車両は、名古屋市中心部オアシス21でもドライビングシミュレータとともに紹介されました。



▲ 9台のカメラを搭載した実空間情報収集実験車

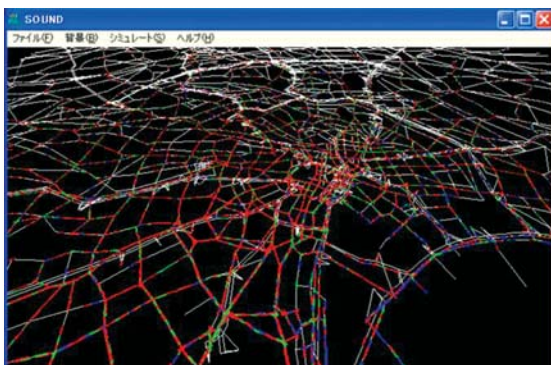
展 示

桑原研究室

桑原研究室では、サステナブルITSプロジェクトの柱の一つである交通シミュレーションの開発を10年以上にわたって継続しており、今回の展示では広域シミュレーションモデルSOUNDのデモンストレーションを行いました。SOUNDは従来静的な配分計算に頼っていた東京都市圏のような非常に大規模なネットワークを対象にシミュレーションを実行することが可能です。

また、実際の交通状況を走行しながら車両挙動やドライバー挙動のデータを取得する実験車両MAESTRO (Measurement vehicle with Advanced Equipment System for TRaffic Operation) の展示も行いました。MAESTROは速度・加速度計、前方・後方車間距離計、マイクロ波レーダ等を搭載し、走行中の自車および周辺他車の挙動、ドライバーの運転挙動をリアルタイムで計測することが可能です。

展示期間中は、シミュレーション画面上で車両1台1台が動く様子や、MAESTROの多彩な観測機器や複雑な配線の様子に、来場者の方々の関心が集まりました。



▲ 広域交通シミュレーション (TS)

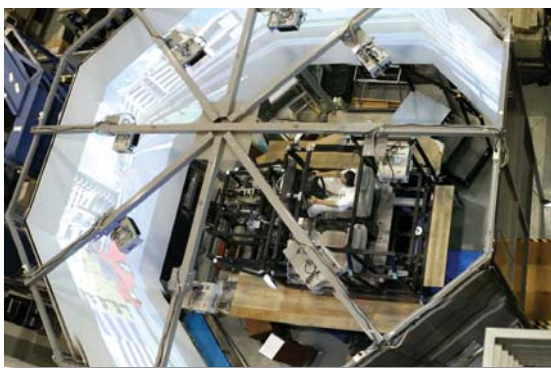


▲ 運転挙動計測実験車

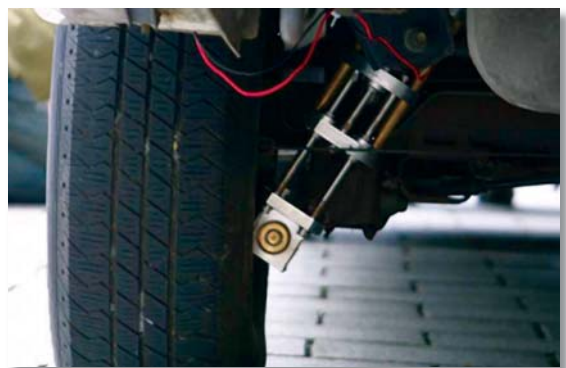
須田研究室

ドライビングシミュレータ、電磁サスペンションに関する研究を中心として、自動車とITSに関する取り組みについて紹介しました。開発した汎用性の高い研究用ユニバーサル・ドライビングシミュレータは、バーチャルブルーピンググラウンドによる走行環境やマルチボディダイナミクスによる車両運動の高度な模擬を行い、360度模擬視界表示装置及び6自由度動揺装置が運転者に高い没入感を与えることができるシミュレータシステムです。レイアウトフリーな運転席は、自動車のみならず様々な研究用途に使用することが可能です。

電磁サスペンションを用いた路面状況計測と車両運動制御に関する研究では、電磁サスペンションを用いて計測したタイヤ振動やアルベルドセンサによる路面水分量計測から、路面摩擦係数等の路面状態をリアルタイムで計測する、センサフュージョンによる走行環境認識技術の確立を目指しています。



▲ 研究用ユニバーサルドライビングシミュレーター



▲ 自動車用電磁サスペンション

田口 貴之 【須田研究室】

DEVELOPMENT of DRIVER MODEL using DRIVING SIMULATOR with INTERACTIVE TRAFFIC ENVIRONMENT

ドライバモデルのさらなる改良のため、本プロジェクトではドライバ特性解析に向けた研究プラットフォームとして動揺装置付きドライビングシミュレータを開発し、Universal Driving Simulator for Human, Vehicle and Traffic Researchと名づけています。ドライバ特性解析のためには、さらなるヒューマンファクタ計測が要求され、研究対象とするべき交通環境も複雑化しています。単に臨場感を向上させるだけでなく、様々な実験に応用できるドライビングシミュレータが必要とされます。

そこで360度視野角のスクリーンを導入し、視覚的臨場感を飛躍的に向上させ、これにより高速道路での渋滞や市街地での複雑な交通環境を再現でき、全方位目視可能な環境を提供しています。また5.1チャンネルサラウンドシステムを採用し、音響による臨場感も向上しました。今後音の方向性を管理する事でさらなる音響効果の向上が見込まれています。ステアリング反力生成装置にはACサーボモーターを導入したことにより、以前よりも滑らかなトルク制御を可能にし、任意のステアリング反力が再現可能となりました。そして16分割HDDを用いてドライバの表情や行動を捉え、それらを映像データとして蓄積することにより、後のアンケート調査もスムーズに行なえます。また単に臨場感を向上させるだけでなく、これから行なわれるであろう様々な実験に対応するためレイアウトフリーな運転席をアルミフレームで作成しています。今後は、このドライビングシミュレータを用いた複雑な交通環境内でのドライバモデルに関する研究を進めていく予定です。

古川 誠 【株式会社長大】

DEVELOPMENT OF A MICROSCOPIC TRAFFIC SIMULATION MODEL FOR INTERACTIVE TRAFFIC ENVIRONMENT

本発表では、本プロジェクトにおける取り組みのうち、以下の内容について発表しました。

1 Sustainable ITS プロジェクトの概要 2 VELについて 3 KAKUMOについて

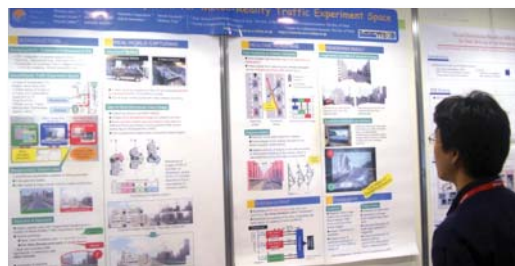
- 最初に、産官学の連携、異なる分野の協力により本プロジェクトが進行している点、3つのステージに沿って研究を進め、それらのフィードバックを繰り返すことによりITS応用研究を進展させることを目的としている点を中心に報告しました。
- 次に、TSとDSを主な構成要素とするVEL開発の意義について紹介するとともに、TSとDSの仕様の相違の吸収とヒューマンファクターの分析を目的としたKAKUMOの開発に至った経緯について報告しました。
- 最後に、KAKUMOが果たす重要な役割として、シミュレートされる車両情報の管理方法、認知・判断・操作の3段階からなるドライバーモデルの実装を想定していること、現実に近い車両の走行軌跡を再現するために簡易なVehicle Dynamicsを実装していることを報告しました。

発表の時点ではまだまだ構想段階の機能についての紹介も含めれていたものの、本プロジェクトの目的と特色について発表できたことは非常に意義深いことであったと思われれます。

セッション

インタラクティブセッション

今回の世界会議で初めて採用されたインタラクティブセッションは、発表者と参加者がインタラクティブに話ができ、また司会者相当の専門家がすべての発表を見て回り、発表者はそれに合わせて数分の説明を行うシステムにもなっていました。そのため、この司会者ツアーに追随すればすべての発表の概要を一通り聞くことが可能でした。本プロジェクトに関しては、全体をまとめる話とIMGの詳細に関する話の2件が採択されました。インタラクティブセッションは、半日発表の機会があるもの、通常のオーラルセッションも同じ時間に行われているため、オーラルセッションの合間以外はあまり多くの聴衆が来なかったのが残念でしたが、いずれの発表も本プロジェクトの内容を展示会場のデモと連動しながら説明することができたため、好評でありました。



車々間相互作用の時空間連続観測車両の開発(千葉工大:赤羽 弘和教授)

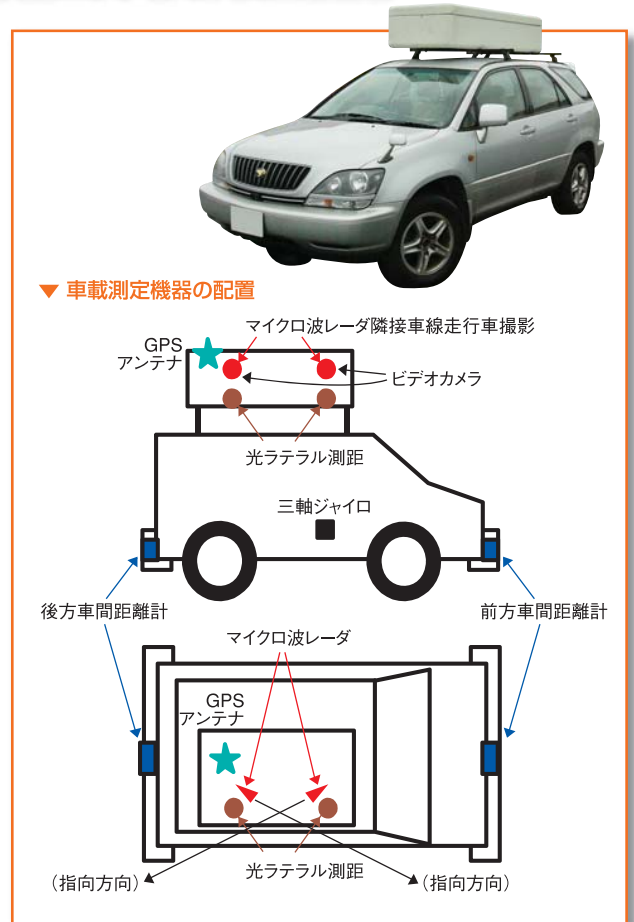
実世界のデータを利用した交通流シミュレータの中をドライビングシミュレータにより人間が走行できる環境を提供する仮想実験室に、車両の微視的走行挙動に関する実測データを供給する目的で観測車両を開発しています。

本観測車両には、自車の挙動計測用にRTK-GPS受信機・3軸ジャイロ加速度計・ロータリーエンコーダを、周辺車両の挙動計測にはレーザー車間距離計・光ラテラル測距装置・マイクロ波レーダを搭載しています。

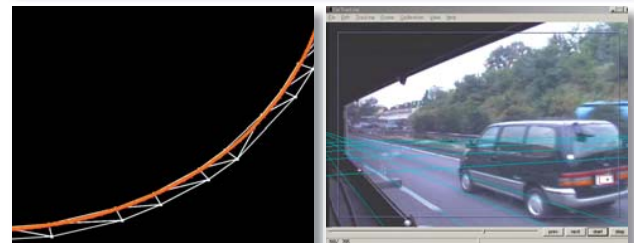
これらのセンサからの計測データは、GPS信号に基づいて生成される高精度タイムコードとともに、1/30秒周期で車載PCに記録されます。併走車両の録画用にルーフキャリア内に設置されたデジタルビデオカメラの画像データも、このタイムコードとともに記録されます。各センサの計測データには、偶然誤差や偏りが含まれています。一方で、これらの計測データは、特定の車両の走行挙動を異なる方法で観測した結果として、一体化される必要があります。さらに、トンネルや遮音壁設置区間などでGPS信号を良好に受信できない場合には、GPS測位データに欠側が生じますので、他の計測データにより補間する必要があります。

このため、計測データを統合平滑化処理して走行軌跡を最小自乗推定するために、拡張カルマンスムーザを採用しました。このアルゴリズムには、観測車両の並進運動と回転運動に関する30次元の状態方程式と観測方程式とが組み込まれています。

併走車両の録画データの画像処理によりナンバープレートの画面座標を自動取得し、それを射影変換して観測車両と併走車両との相対位置を推定する方法も開発中です。この推定値をカルマンスムーザへの入力とし、観測車両と併走車両とを合わせて走行挙動を最小自乗推定することを目指しています。



▼ 車載測定機器の配置



▲ 車両位置の推定

▲ 運転挙動計測実験車からの撮影画像

「高速道路渋滞の謎」(都立大:大口 敬助教授)

交差点も料金所もない高速道路の途中区間で渋滞が多発しています。多くの原因が、道路勾配が下りから上り方向へ変化する箇所(サグ)における個々の運転者の「追従」という運転挙動特性にあります。

この現象の発生メカニズムの解明のためは、渋滞の発生する場所と時間帯を狙って高い位置同定技術を搭載した実験車両による走行実験、運転者特性の散らばりを知るための路外ビデオ観測による多数の車両の実際の時空間軌跡の収集が必要です。

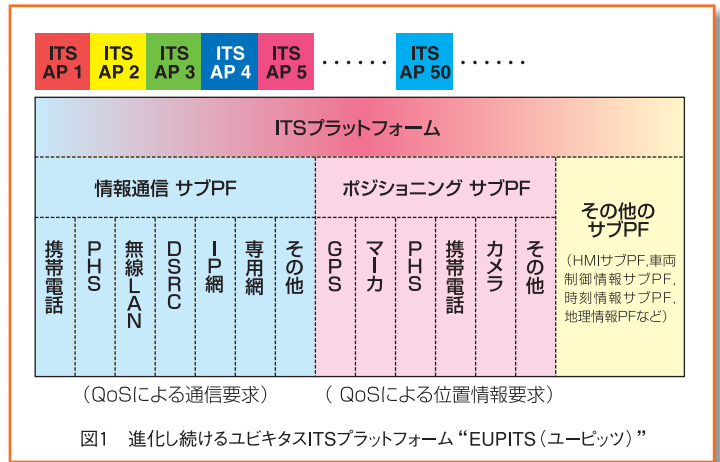
さらに、ドライビングシミュレータを用いれば、同条件下における被験者間の挙動特性の差異や、異なる勾配条件下の交通流の変化を調査できます。『実験車両』・『路外ビデオ観測』・『ドライビングシミュレータ』、この3者の特性を活かした統合的な実験・データ収集こそが、高速道路渋滞発生メカニズム解明の切り札です。



ユビキタスITSプラットフォームEUPITS (埼玉大学:長谷川 孝明教授)

埼玉大学長谷川研究室では、ITSを専用システムで構築するのではなく、マイグレーションを考慮した進化し続けるユビキタスITSプラットフォームEUPITS (Evolutional Ubiquitous Platform for ITS)上のアプリケーションとして創成することを提案しています。

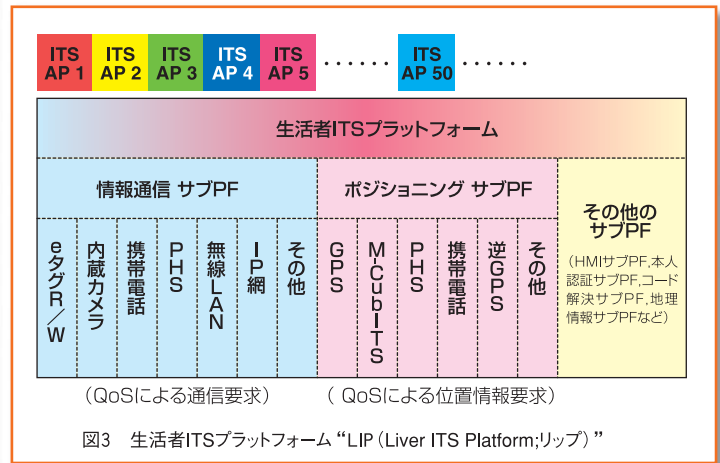
提案するEUPITS (図1参照)は情報通信サブプラットフォーム、ポジショニングサブプラットフォームをはじめ、ヒューマンマシンインタフェース(HMI)サブプラットフォームや地図情報サブプラットフォームなどから成っています。さらに歩行者や物の移動と経済活動を支援する生活者ITSプラットフォーム(LIP; Liver ITS Platform)(図2、3参照)も提案し、プラットフォームを支える要素技術やサブプラットフォームおよびプラットフォーム上で実現するITSアプリケーションを創成すべく新たなITSの実現に向けて仕事を進めています。



▲ Evolutional Ubiquitous Platform for ITS (EUPITS)



▲ 生活者ITSプラットフォームLIPの世界



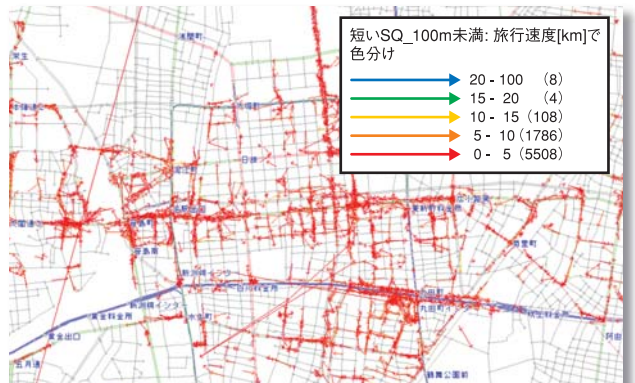
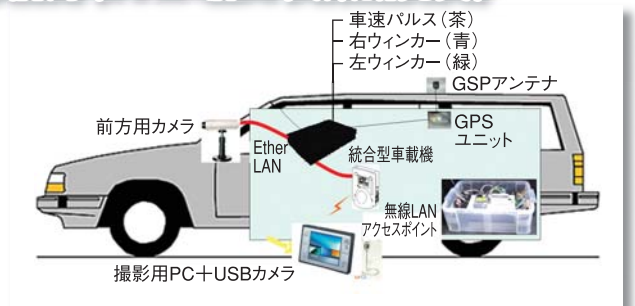
▲ Liver ITS Platform (LIP)

統合型車載機によるプローブ情報処理システムの活用 (ITL:堀口 良太研究員)

平成12年度より、(財)日本自動車研究所でのプロジェクトに参加して「統合型車載機によるプローブ情報処理システムの実証実験」に取り組んでいます。

統合型車載機は、IPv6でインターネットに接続した車載サーバで、GPSデータその他、車速パルスやウインカー、カメラなど、各種の車両に関する情報を収集し、車載機上で処理してから情報センターに送信する機能を備えたものです。

プロジェクトのうち私が担当しているのは、主に車載機上で、有効なデータを抽出して、それだけを効率的にセンターに送信する処理機能の研究で、平成16年度は渋滞走行パターン抽出と、統計情報を活用した異常渋滞情報の検出を行うロジックを開発しました。このうちの一部は、昨年10月のITS世界会議で発表しています。



最終年度に向けて

CCRプロジェクト「サステナブルITS」も後半にさしかかりつつありますが、今後の予定の概略をまとめておきます。

(1) DSの環境データ生成

DSのモーション及び画像表示のためには、道路部分と周辺構造物の3次元データが必要ですが、各種のITS応用研究に柔軟に対応するために、それら環境データをより効率的に生成する方法を確立します。

(2) KAKUMO修正・表示確認

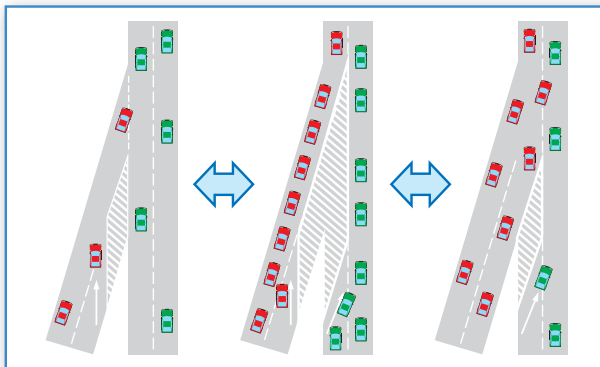
DSとTSを接続するKAKUMOについては、いくつかのプログラム改善を試みます。たとえば、各種アプリケーションによっては、異なる運転挙動モデルを移植することが必要になるので、それらを簡便に移植できる環境を改善すること、車両のヘディングを正しく考慮できるように改善すること、リンク境界における動作不具合を修正することなどがあげられます。

(3) DSおよびKAKUMOの検証

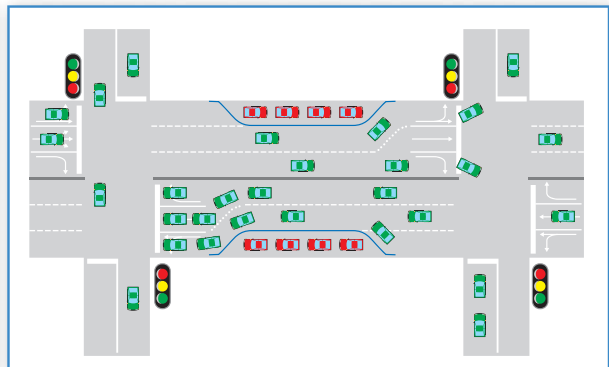
KAKUMOに移植されている基本的な運転挙動モデルの検証を、実験車及びビデオ観測による実データを用いて検証する予定です。またDSについては、被験者が認知する速度・加減速の感覚や、画面に表示される案内標識、情報板などの認識について検証を行います。

(4) 各種アプリケーション

Stage3のITS応用研究では、各種のアプリケーションについて本システムを用いて解析を行います。その先駆けとして高速道路のサグ部・分合流部の可変レーンマーキングのあり方、情報提供のあり方、一般街路交差点部の交通処理のあり方について解析を行う予定です。



▲ 合流部可変チャネルリゼーションイメージ



▲ 交差点間の路上駐車管理イメージ

Contact



Center
for Collaborative
Research
The University of Tokyo



東京大学 国際・産学共同研究センター

産学連携プロジェクト サステナブルITS

〒153-8904 東京都目黒区駒場4-6-1
電話 03-5452-6565 FAX 03-5452-6800
<http://www.its.ccr.u-tokyo.ac.jp> E-mail: info@its.ccr.u-tokyo.ac.jp

