

21世紀の社会システムを変革すると言われる,ITS(Intelligent Transport Systems:高度道路交通システム)に対応した様々な利用者サービスの開発が進められている。家庭やオフィスも含めて,いくつかの利用者サービスが提供されてくると,それを使いこなす技術が必要になってくる。

ネットワークコンピューティング技術の中核を成し,利用者の代行人となってネットワーク上を次々と移動し,移動先のコンピュータで作業を行い,最後に利用者のところに戻って成果を報告するエージェントは,利用者の操作上の煩わしさを排除し,かつ,利用者にとって真に必要な情報を抽出する知性を備えている。当社では,このエージェント技術にいち早く注目し,InfoMirrorTMや“ ゆがしまん ”といったITS分野への適用を積極的に進めている。

As the market for intelligent transport systems (ITS) becomes more widely recognized, research and development is becoming more active in this field. However, problems remain concerning the development of user interfaces that permit easy operation of the systems in restricted environments such as when driving or walking. Software agent technology is one solution. The use of agents allows flexible information retrieval for users, and the extraction of information that satisfies user requests.

We have developed two ITS application systems: InfoMirrorTM, which provides agent-based information assistance to drivers through car navigation or onboard computer; and Yugashiman, an agent-based human navigation system which provides information tailored to individual users.

1 まえがき

ITSは,高度なデジタルネットワーク通信技術によって支えられる近未来型の社会システムである。家庭やオフィスにとどまらず,車両や人間といった動く主体も含めて,「いつでもどこでも誰(だれ)にでも」というオンデマンド(要求に応じて)のコミュニケーションを可能とするものである。ネットワークコンピューティング技術なくしてITSは実現不可能であるとも言える。

先行するパソコン(PC)市場では,インターネットという巨大なネットワークが形成され,どこからでも世界中の情報,しかも日々更新される最新の情報にアクセス可能となっている。しかし,現状のWWW(World Wide Web)に代表される情報取得では,いかに情報にたどり着くかが利用者のスキル(技能,見識)として任されており,その習熟度によってはうまく情報を引き出せないなどの問題が発生している。

利用者を補助する役割として,エージェント技術が注目されている。エージェントとは,ひと言で言えば利用者の代行者であり,利用者の意図を理解し利用者のやるべきことを代って実行してくれるものである。例えば,ネットワークからの情報取得では,情報がどこにあってどのようにアクセスすればいいのかがわかりにくい。情報の存在場所やアクセス方法は,エージェントが自動的に考え探し出してくれさえす

れば,利用者は本来の目的に集中するだけでよくなり,ネットワーク利用の負担を軽減することが可能となる。

ここでは,モバイルエージェントPlagentTMを用いてITS分野への適用を進めているドライバー情報支援のInfoMirrorTMと,モバイルエージェント技術をヒューマンナビゲーションに応用したシステムである“ ゆがしまん ”について説明し,エージェント技術の有効性について述べる。

2 当社の基盤技術

2.1 モバイルエージェント PlagentTM

当社は,ネットワークコンピューティング技術の中核を成すエージェントシステムとして,“ PlagentTM ”というモバイルエージェントを開発している^{(1),(6)}。PlagentTMはITSに限らず,プラントの遠隔監視制御やオフィスにおける会議日程調整など,様々な分野に適用可能な汎用のエージェントシステムである。プランニング機能と移動機能を備えており,利用者の要求に対して最善の行動計画(アクション)を決定し,ネットワーク上を移動しながら自ら生成したアクションを順次実行することで利用者のネットワークアクセス操作を代行する(図1)。

ところで,車両とネットワークを接続するには,携帯電話のような低速で不安定な回線を用いることが多い。このような環境では,利用者の要求が完全に実現されるまで回線接

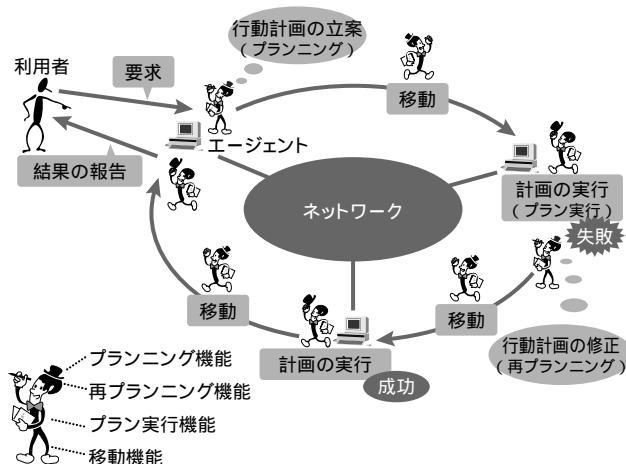


図1 . Plangent™の動作 Plangent™は、ネットワーク上を移動しながら自らが立案したプランを実行する。
Behavior of Plangent™

続を維持しておくのは困難である。Plangent™では、エージェントが利用者の要求やそのための行動計画と、実行途中の状態やデータなどを持って実際に遠隔コンピュータへ移動するため、移動後には回線を切断することができる。また、エージェントのサイズは非常に小さいので、低速な回線でも利用者のストレスにはならない。

ネットワークでは、日々刻々環境が変化する。情報の格納場所やアクセス方法が変更されていた場合など、エージェントが当初計画したアクションを実行してみると失敗することもある。Plangent™では、再プランニング機能を用いて別の計画を生成し、試行錯誤を繰り返すことによって、環境の変化に柔軟に対応することができる。

2.2 イベント配送フレームワーク ECJ™

エージェントを用いることによって柔軟な情報検索が可能となるが、肝心のコンテンツ(中身、内容)がそろっていないければ無用の長物となりかねない。当社では、リアルタイムな情報提供に利用可能なイベント配送フレームワーク“ECJ™ (Event Centric for Java^(注1))”(図2)を開発している⁽⁷⁾。

ITS利用者サービスとして提供すべき情報は、例えば、この先に渋滞箇所があるかどうかといった交通情報、目的地でどこに駐車すればよいのかという駐車場満空情報、この先の経路で雨や雪など路面状態の変化がないかなどの気象情報など、リアルタイムな情報が多い。しかし、リアルタイムな情報をわざわざコンテンツ提供者が人手を介して作成するのは手間が掛かりすぎる。このため、既存の制御信号やセンサ情報などを自動的に提供情報コンテンツに変換できる仕組みが必要となる。ECJ™では、すべての事象を、システムの状態を示したり、システムを制御したりするための信

(注1) Java並びにその他のJavaを含む商標は、米国Sun Microsystems社の商標。

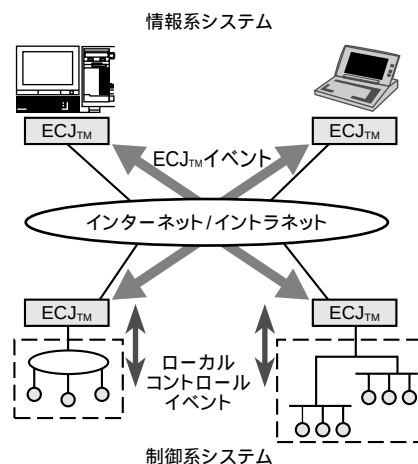


図2 . ECJ™の機能 ECJ™は、異種のイベント駆動システムの相互接続を容易にする。
Functions of ECJ™

号であるイベントとして統一的に扱うことで、これを解決する。例えば、駐車場の料金精算機におけるゲート開閉の制御信号をイベントとして扱い、これをネットワーク上に流すことによって、遠隔地にある情報サーバ上で満空情報を作成することが可能である。また、雨量センサ信号をイベントとしてネットワークに流すことによって、雨が降っているかどうかを知ることができる。

3 ドライバー情報支援 InfoMirror™

InfoMirror™は、モバイルエージェント技術をカーナビゲーションシステムに応用したシステムである^{(2),(3),(4)}。この構成を図3に示す。ITSの中でも先行して実用化され市場を

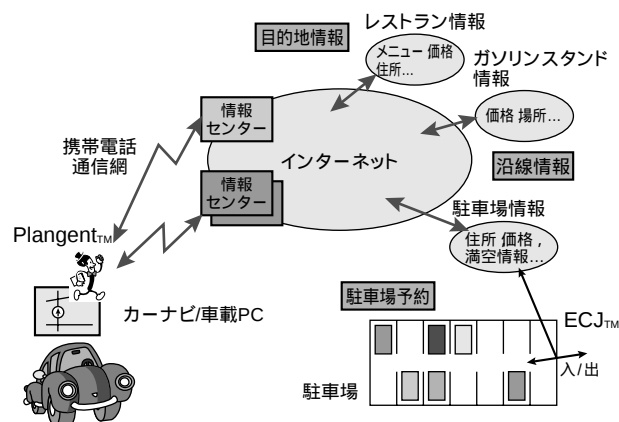


図3 . InfoMirror™の構成 エージェントが、ネットワーク上に分散した情報やサービスを統合する。
Overview of InfoMirror™

牽引(けんいん)しているものとして、カーナビゲーションシステムが挙げられる。交通情報を提供するVICS(Vehicle Information and Communication System)などと連動し、カーナビゲーションシステムは、もはやデジタル地図やルートガイダンスという本来の機能だけでなく、ネットワークに接続して道路交通情報を取得する、車内情報端末としての位置づけで認識されることも多くなってきた。

このようなシステムでは、直接運転に関連のないコンテンツでも車の中で参照できるようになってきている。しかし、車の中、しかも運転中でもという限定された空間において、操作が容易なユーザーインターフェースの構築、あるいは、車の中でも取得したくなるようなコンテンツの充実、などの課題が残されている。

InfoMirror_{TM}において、エージェントは自律的な判断や暗黙の指示の補完などによって、運転中におけるカーナビゲーションシステムの操作の煩わしさを排除し、試行錯誤を繰り返しながらネットワーク上を移動し、利用者の求めている情報を探し出す。例えば、レストラン情報を検索している際には、ドライバーは駐車場の確保にまでは注意を払っていないかもしれないが、車で移動しているからには駐車スペースが必要なことは明らかである。エージェントは適当なレストランを見つけたら、近くの空いている駐車場も同時に検索することによって、ドライバーの操作を簡便化することができる。

また、InfoMirror_{TM}では、高速イベント配送系ECJ_{TM}を情報伝達のフレームワークとして採用することによって、リアルタイムな情報提供を可能とし、コンテンツ充実をもくろんだ。もちろん、車の中で取得したい情報として、百貨店の位置のような静的な情報も扱う。

このように、InfoMirror_{TM}は、エージェントを使った柔軟な情報検索とイベント配送を使ったリアルタイムな情報提供を統合して扱うフレームワークを提供するもので、車両側で必要とする様々な情報の提供を可能とするシステムである。目的地近辺の駐車場の情報を取得した画面例を図4に示す。

ところで、InfoMirror_{TM}で扱うITS利用者サービスは様々であり、それぞれを単独で利用する形態から、サービスを組合せて利用する形態に移行すると予想される。サービス提供側からすれば、組合せを考慮した整合性の実現は煩わしいものであるし、そもそも後から提供される新規サービスを考慮しておくことは不可能に近い。InfoMirror_{TM}では、エージェントが利用者サービス間のインターフェースを調整し、試行錯誤の柔軟さによって整合性を実現するため、これらの手間を軽減することができる。

また、今後のユビキタスコンピューティング^{注2)}の世界では、家庭やオフィスのPC、モバイルコンピューティングで利用するPDA(Personal Digital Assistants)、街角に設置されるキオスク(公衆)端末、車両における車載PCなど、利用者の



図4 . InfoMirror_{TM}による駐車場情報表示 InfoMirror_{TM}を用いることで、リアルタイムな満空情報の提供を実現している。
Example of parking lot information presentation using InfoMirror_{TM}

操作するデバイス(装置)は様々な形態となることが確実である。利用者サービスの提供側が利用者端末の多様性を考慮したコンテンツ、すなわち個々の利用者への見せ方であるビューまで考慮したコンテンツを作成するには限界がある。サービス提供側は本来のコンテンツだけに集中し、ビューは利用者端末側で調整するという形態が必要になってくるであろう。InfoMirror_{TM}では、分離されたコンテンツとビューの統合をエージェントが実行している。

4 “ ゆがしまん ”

“ ゆがしまん ”は、モバイルエージェント技術をヒューマンナビゲーションに応用したシステムである⁽⁵⁾。ヒューマンナビゲーションシステムとは、歩行者に対して現在位置や周辺情報を与えることによって、利用者の移動を支援するシステムである。

ヒューマンナビゲーションシステムでは、多様な利用者のニーズを満たすため、利用者の欲する情報を、ネットワーク上から適切に抽出して提供する必要がある。また、PDAを介した情報提供の際には複雑な操作を不要とすることはもちろん、ときには利用者の操作が行われていない場合にもシステム側から情報提供を行うことが有効となる。

伊豆半島のほぼ中央、天城湯ヶ島町にて、Plangent_{TM}を用いたエージェント“ ゆがしまん ”を導入したヒューマンナビゲーションシステムの実証実験を実施している。これはIPA(情報処理振興事業協会)による「地域総合情報化支援システム整備事業 天城湯ヶ島町ヒューマン・ナビゲーションシステム」の一環として実施している。

(注2) いつでも、どこでも、コンピュータにアクセスできる環境。

天城湯ヶ島町は、その温泉と景観から温泉療養に適しているとされ、古くは多くの文人が常宿としていた地でもある。ここで、PDA及びキオスク端末による情報提供を行い、湯道と呼ばれる散策路を中心に、快適な観光や温泉療養のための周辺案内及び関連情報を提供している。このシステムの主な機能は次の三つである。

- (1) 地図及び現在位置の表示
- (2) 周辺情報及び関連情報の表示
- (3) キャラクタによるガイド

ナビゲーションを行うPDAとしては小型のノートPCを用いている。また、地域情報センターと称する一室には、情報提供を行うためのサーバ群が稼働しており、PDAは付属のPHSから地域情報センターのPBX(構内交換機)を経由してネットワークに接続し、情報の取得を行う。この際、利用者の位置はPHSが交信しているアンテナにより特定される。

“ゆがしまん”はPlangent™を利用して構築したうえで、更に次の機能を備えている。

- (1) 利用者に応じた情報提供 あらかじめ登録された利用者情報に基づいて、状況や利用者の好みに応じた情報を抽出して提供する。利用者情報は、年齢や性別などの個人情報や、文学に興味があるか否かなどの嗜好(しこう)に関する特性により構成されている。一方、コンテンツには、提供すべき季節、時間、利用者の傾向などの属性を付加しており、利用者情報や状況との適合度を算出することにより利用者に合わせた情報提供を行う。
- (2) 自発的な情報提供 利用者の操作入力に応じて情報提供を行うだけでなく、時間経過、状況の変化や利用者の操作状況に応じて、能動的に情報提供を行う。ガイドキャラクタは、ツアーガイドとして利用者の位置に

応じて時折出現して、道案内や周辺情報の提供を行うなど積極的な情報提供を行う。

“ゆがしまん”はこれらの機能により、ネットワーク上から利用者の個人特性や状況に応じた情報を抽出して提供することを実現している。画面例を図5に示す。

5 現状と今後の課題

システム事例として述べたInfoMirror™と“ゆがしまん”は、それぞれ一般ユーザーに公開して実証実験を実施している。InfoMirror™では、自動車メーカーの情報提供サービスと提携して、都内の繁華街、新宿・渋谷・銀座の3地域で、駐車場の満空情報をほぼリアルタイムに車両に提供する実証実験を1999年2月から3月にかけて行い、同時に駐車スペースの予約実験も実施した。“ゆがしまん”は、伊豆天城湯ヶ島町において、WWW向けホームページと現地に設置したキオスク端末、現地で貸出しをしているPDAに向けての観光情報提供の実証実験を99年8月から実施している。

ところで、ITSの利用者への情報提供では、利用者の利便性を確保するためにエージェント技術が不可欠であるが、各社が開発したエージェントの相互接続ができなければ各サービスは隔離され、利用者は混乱するだけである。このため、エージェントシステム間の相互接続やモバイルエージェントのプラットフォーム相互乗入れなどのエージェントの標準化が進められている。当社でも、標準化団体FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents)⁽⁸⁾ に仕様を提案するなどして標準化に貢献すべく活動を続けている。また、他社のエージェントシステムとの相互乗入れのための仕様提案と相互接続実験を進めている。

標準化によって、エージェントの活躍できるフィールドが飛躍的に広がることを期待している。

6 あとがき

ITS分野へのエージェント技術の応用例として、InfoMirror™と“ゆがしまん”について述べた。

InfoMirror™においては、エージェント技術を用いることにより、ネットワークで提供される膨大な情報から利用者に必要な情報を抽出して提供することが実現された。また、様々な利用者サービスの整合性をとることや、利用者端末の多様性を調整することが可能となる。

“ゆがしまん”においては、エージェント技術を用いることにより利用者の個人特性や状況に応じた情報提供や、利用者の位置に応じた自発的な情報提供が実現された。

今後、エージェント技術はITSを含めたネットワークコンピューティング分野での鍵(かぎ)となる技術である。



図5：“ゆがしまん”の画面例 利用者や状況に合わせた情報提供を、ガイドエージェントが行う。

Example of display of Yugashiman human navigation agent

文 献

- (1) Ohsuga ,A . ,et al . PLANGENT_{TM} : An Approach to Making Mobile Agents Intelligent . IEEE Internet Computing . 1 , 4 , 1997 , p.50-57.
- (2) Hattori ,M . ,et al . Agent-Based Drivers ' Information Assistance System . New Generation Computing . 17 , 4 , 1999 , p.359-367.
- (3) Kase ,N . ,et al . InfoMirror_{TM} - Agent-Based Information Assistance to Drivers . 1999 IEEE/IEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems(ITSC99) . 1999 , p.734-739.
- (4) 加瀬直樹 . ITSにおけるエージェント技術 . 情処研報 . 99 , ITS-1 , 1999 , p.21-27.
- (5) 池谷直紀 , 他 . エージェント技術を適用したヒューマンナビゲーションシステム . 情処研報 . 99 , ITS-3 , 1999 , p.97-104.
- (6) Plangent: <http://www2.toshiba.co.jp/plangent/>
- (7) ECJ: <http://www2.toshiba.co.jp/ecj/>
- (8) FIPA: <http://www.fipa.org/>



大須賀 昭彦 OHSUGA Akihiko, D.Eng.

研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー主任研究員 , 工博。エージェント技術の研究・開発に従事。情報処理学会 , 電子情報通信学会 , 日本ソフトウェア科学会 , IEEE会員。

Computer & Network Systems Lab.



加瀬 直樹 KASE Naoki

研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー研究主務。エージェント技術の研究・開発に従事。情報処理学会 , 人工知能学会 , 日本ソフトウェア科学会会員。

Computer & Network Systems Lab.



池谷 直紀 IKETANI Naoki

研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー。エージェント技術の研究・開発に従事。日本ソフトウェア科学会会員。

Computer & Network Systems Lab.