

## ITS 通信におけるエージェントを用いた メッセージ委譲サービスの提案

西山 智                      中尾 康二                      小花 貞夫

(株)KDD 研究所

本論文は ITS(高度情報交通システム) ネットワーク上で、エージェント間の高信頼なメッセージ転送サービスを実現するメッセージ委譲サービスの参照モデルと実現方式について述べる。ITS ネットワークではアクセス網は IMT-2000 や汎用 DSRC(Dedicated Short Range Communication) といった、サービス提供エリアや QOS(Quality of Service) が全く異なる複数の通信メディアから構成される。また通信相手が車両等の移動体であるため、しばしば通信の途絶が発生する。エージェントプラットフォーム(AP)の標準は、通信が一時的に途絶した場合にメッセージを他のエージェントに転送する機能を定義しているが、委譲したメッセージを本来の受信者に転送する機能を定義していない。そこで本論文では、ITS ネットワーク上でのエージェント通信に関して、通信の途絶が発生した場合に転送中のメッセージを一時的に代行受信し適切な通信メディアを選択して受信者である移動体に転送するという高信頼なメッセージ委譲サービスの参照モデルとその実現方式を示す。ここではメッセージ委譲のための専用のエージェント群と利用可能な通信メディア情報を提供するためのディレクトリサーバ、位置管理サーバを設けて、要求者への委譲の確認や不達時の通知、受信者への転送時の適切な通信メディアの使い分けを可能としている。

## Proposal of Message Delegation Service for ITS Communication

Satoshi Nishiyama                      Kouji Nakao                      Sadao Obana

KDD R&D Laboratories, Inc.

This paper deals with the agent architecture of ITS (Intelligent Transportation System) network for message delegation service. The ITS access network consists of various types of wireless communication media with varied coverage of service areas and QOS (Quality of Services), such as IMT-2000 cellular phone system and multi-purpose dedicated short range communication (DSRC) systems. To manage the communication loss in the ITS access network, reliable message delegation service is required. FIPA defines the reference model of agent platforms, which has an ability of delegating messages to another agent if the communication to the recipient agent is disrupted. However, it does not have any mechanisms for delivering the delegated message to the original recipient. In this paper, we clarify the requirements of reliable message service for agent communication on ITS network and propose a reference model of agent platforms for ITS communication. This model contains dedicated agents for message delegation service, directory service and location service for mobile entities (e.g. cars) in ITS access network, in addition to the FIPA standard agents. This paper also discusses on the implementation issues on the message delegation service.

表 1: ITS アクセス網用通信メディアの比較

	転送速度	課金	サービスエリア	その他
IMT-2000	高速	比較的高価	一部不感地有り	
汎用 DSRC (路側)	低速	比較的安価	主要道路の一部	課金等未定
汎用 DSRC (スポット)	高速	比較的安価	コンビニ, ガソリンスタンド, サービスエリア等	課金等未定

## 1 はじめに

ITS(高度情報交通システム)では、車両の運転者を補助したり、あるいは運転者や同乗者の代りに交通情報や駐車場情報、電子商取引引き(EC)等、外部のITSサービスを提供するサーバ(以下ITSサーバと呼ぶ)とのやりとりを行うために、エージェントが車両に搭載されると考えられる。

ITSネットワークのアクセス網はIMT-2000や汎用DSRC(Dedicated Short Range Communication)といった、サービス提供エリアやQOS(Quality of Service)が全く異なる複数の通信メディアから構成される。また通信相手が車両等の移動体であるため、エリア外への移動等の理由による通信断が発生する。従ってITSネットワーク上では、エージェント間の通信中に通信の断が発生した場合に転送中のメッセージを一時的に代行受信し、適切な通信メディアを選択して受信者である移動体に転送する高信頼なメッセージ委譲サービスが必要となる。

エージェントの存在基盤となるエージェントプラットフォーム(AP)には、通信が一時的に途絶した場合にメッセージを他のエージェントに転送するメッセージ委譲機能がある。しかしながら、このメッセージ委譲機能はメッセージを転送する部分のみが定義されており、委譲されたメッセージの管理や本来の受信者への転送の仕組みは定義していない。そこで本論文では、これらの問題点を解決したITSネットワーク用のメッセージ委譲サービスの参照モデルとその実現方法を提案する。

## 2 研究の背景

### 2.1 ITSのアクセス網用の通信メディア

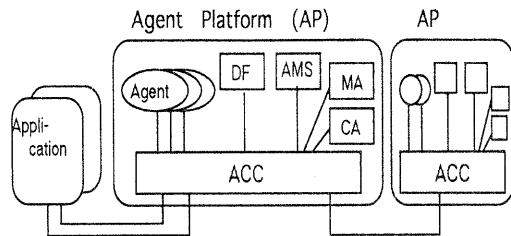
ITSネットワークは、IMT-2000といったセルラー電話、路側やサービスエリア等の駐車位置(スポット)に設置された汎用DSRC等多様なアクセス用の通信メディアから構成される。各々の通信メディアはサービスエリアが異なり、また転送速度、料金体系、マルチキャスト機能等QOSの異なる通信サービスを提供する。例えばIMT-2000はトンネルや地下駐車場等一部の不感地を除き広いサービスエリアを持ち、比較的高速な通信(~2Mbps)が行えるが従量制の課金が行われると想定できる。一方DSRCについては、公共財としての性格から、比較的安価な課金体

系になると想定できる。しかし路側のDSRCは主要道路沿いに設置されたサービスエリア内を車が移動している間にサービス提供が限定され、また混雑状況により通信速度が影響される。スポットのDSRCはサービスエリアが限定されておりそのエリアに駐車するまでサービスが受けられないという特徴がある。従って、1つの通信メディアを使用していた場合、移動体がサービスエリアの外に移動することで、通信が途絶する。表1にこれらのアクセス用通信メディアの比較を示す。

### 2.2 エージェント

エージェントは、利用者やアプリケーションのサーバ、それに他のエージェントと相互に通信し動作する自律ソフトウェアである。エージェントは利用者に代って旅行予約、オンラインショッピング等の入り組んだ処理を実行し、利用者を補助する。ITSの世界でも、運転者を補助するためにエージェント技術は重要となると考えられる。

エージェントプラットフォーム(AP)はエージェントが活動するための場を提供するミドルウェアである。APの有名な例として、Aglet[1]、Plangent[2]がある。エージェントの移動等、エージェントやAP間の相互接続性を向上するために、FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agents)[3]とOMG(Object Management Group)[4]という2つの標準化団体が活動している。FIPAはAPの参照モデルやエージェント通信言語(ACL)を標準化しており、これまでにFIPA97からFIPA99までの一連の業界標準を策定している。一方OMGはAP間の相互接続のためのモデルをMASIF(Mobile Agent System Interoperability



AMS: エージェント管理システム ACC: エージェント通信チャネル  
 DF: ディレクトリファシリテータ MA: モニタリングエージェント  
 CA: 制御エージェント

図 1: FIPA のエージェントプラットフォーム参照モデル

Facilities) として定義している。また、FIPA はこれまでに旅行予約補助、電子商取引、ネットワーク管理等いくつかの応用について具体的なエージェント間の相互作用の代表例を示している。しかし、ITS を想定した応用については検討されていない。

FIPA でのエージェントの参照モデルを図 1 に示す。

1. エージェント管理システム (AMS)[5]:  
 AMS は AP 上の全てのエージェントを管理する管理エージェントである。
2. ディレクトリファシリテータ (DF)[5]:  
 DF は AP 内のエージェントが提供するサービスに関するエラーページサービスを提供する。
3. エージェント通信チャネル (ACC)[5]:  
 ACC は AP 内、あるいは複数の AP に跨るエージェント間でやりとりされるメッセージを転送するための一種のルータとして動作する。もし、片方の通信相手がエージェントではない場合、ACC はその相手と通信するためのゲートウェイとしても動作する。メッセージ転送時に転送先との通信が途絶している場合、AMS に登録されているそのエージェントエントリの:delegate-agent 属性で示されるエージェントにそのメッセージが転送される (メッセージの委譲)。
4. モニタリングエージェント (MA) および制御エージェント (CA)[6]:  
 MA, CA はそれぞれ通信メディアに関する QOS の測定、制御を行うための FIPA 標準のエージェントである。

### 3 ITS ネットワークでのメッセージ委譲サービスの必要性とその要件

ITS ネットワークのアクセス網では車両の移動に伴い通信の途絶が発生する。従って ITS ネットワーク上でエージェント間の通信を効率的に行うためには高信頼なメッセージ委譲サービスが必要となる。

しかしながら、2節で述べたように汎用の AP はメッセージの転送機能のみを提供しており、メッセージ委譲サービスを構成する際に必要な委譲されたメッセージを高信頼かつ適切に受信者に転送する機能を定義していない。このため、FIPA の AP の参照モデルを機能拡充して、ITS ネットワーク上でメッセージ委譲サービスを提供するための AP をモデル化することを考える。

まず ITS ネットワーク上でメッセージ委譲サービスを提供するための要件を洗い出すと、以下のようになる。

1. 高信頼な委譲メッセージの管理: 例えば EC 等のサービスで要求者がメッセージ委譲によりトランザクション処理を完了したとみなせる程度まで、委譲されたメッセージは高信頼に管理されなければならない。
2. 適切な通信メディアの選択: メッセージ委譲サービスはメッセージの受信者 (以下単に受信者と呼ぶ) にメッセージを送付する際には、適切なタイミングで適切なメディアを用いて送付する必要がある。

#### 4 モデルの提案

メッセージ委譲サービスを提供するために、3章の要件を以下のように実現することとした:

1. 高信頼な委譲メッセージの管理: 委譲メッセージ管理用の専用エージェント群を設けて管理する。委譲された個々のメッセージを処理するエージェント (DA) に加えて、サービス全体を管理する管理エージェント (DMS) を設ける。これにより何らかの理由により DA が障害となっても、メッセージの紛失を防止する。また、エージェント間のメッセージの転送の際にはデジタル署名を利用した受領書による受領確認を行い、EC 等での取り引き証明等に利用可能とする。
2. 適切な通信メディアの選択: MA ではメディアの通信品質しか得られないので、さらに通信メディア

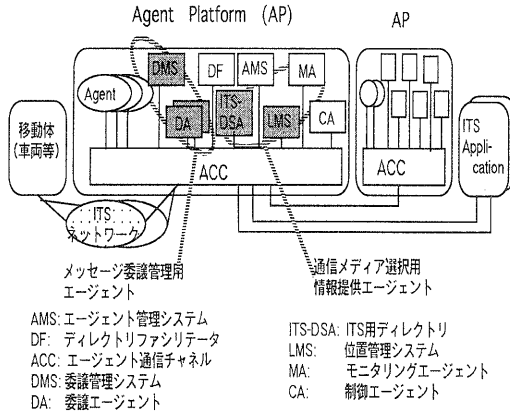


図 2: 提案する ITS ネットワーク用のメッセージ委譲参照モデル

アを選択するための独自の情報提供エージェント群を設ける。これは受信者が加入している通信メディア情報を提供するディレクトリシステム (ITS-DSA) や、受信者の位置を管理する位置サーバ (LMS) からなる。DA はこれらの情報を利用し、独自のルールベースに基づき適切なメディアを選択する。

この実現方法に基づき、FIPA が定義する AP の参照モデルに本サービスを提供するためのエージェントを追加した参照モデルを提案する (図 2)。図中の色付部が今回提案するメッセージ委譲サービス用のエージェント群である。

以降に個々のエージェントについて示す。

#### 1. 委譲エージェント (DA) :

DA は要求者 (ITS サーバや他のエージェント) からメッセージを受け取り、一時的に格納保管する。受信者が現在利用可能な通信メディア等を取得し、ルールベースによりメディアを選択して、それによりメッセージを受信者に伝達する。

#### 2. 委譲管理システム (DMS) :

DMS は DA のライフサイクルを管理する。即ち要求者の求めに応じて DA を生成したり、また DA の状態を監視したり障害回復を行う。DMS はまた DA がメッセージに対する受領書を要求者に発行する際の証明オーソリティ (CA) としても働く。

表 2: 提案するエージェント群が提供する操作 (一部)

エージェント	操作	内容
DMS	add-da	既存の DA を DMS の管理下に置く
	delete-da	DA を DMS の管理下から削除する
	query	メッセージ委譲に関する状態問い合わせ
	req-certificate	DA の証明書を要求する
DA	append-msg	メッセージを追加する
	delete-msg	メッセージを削除する
	modify-msg	メッセージ (およびその属性) を変更する
	inform	メッセージの状態等を通知する
	req-msg	受信者が委譲メッセージの送付を要求する
ITS-DSA	read 等	LDAP 等標準のディレクトリのコマンドと等価
LMS	read	移動体の位置情報を問い合わせる
	modify	移動体の位置を更新する
	search	特定エリアの移動体を返却する

#### 3. ITS ディレクトリ (ITS-DSA) :

ITS-DSA は受信者である移動体に関するホワイトページサービスを提供するディレクトリシステムである。個々の移動体に対応するエントリはその静的な情報 (名称、識別子、公開鍵、および加入している通信メディアとそのアドレス等) を管理する。

#### 4. 位置管理システム (LMS) :

ITS ネットワークから各移動体に関する位置情報を収集する

表 2 にこれらのエージェントが提供する操作を示す。

## 5. メッセージ委譲サービスの実現方式

### 5.1 高信頼なメッセージ委譲の実現

高信頼のメッセージ委譲サービスを実現するために以下の実装を行う。

- 対象の受信者のメッセージ委譲先エージェントとして予め常駐のエージェントである DMS を登録し、突然の通信断に対して DMS が動的に DA を作成する。これにより生成する委譲エージェント数を抑制し、常時サービス提供とエージェント管理のオーバーヘッドの軽減を両立させる。

```

メッセージ受信時：
If (スポット DSRC が利用可能)
  メッセージ全体をスポット DSRC で送信。
else if (路側 DSRC が使用可能) {
  if (メッセージ量 <
      max_amount_of_data(位置, 速度, 品質))
    メッセージ全体を路側 DSRC で送信。
  } else {
    路側 DSRC を使用して、預り通知メッセージを送信。
    受取要求を待つ。
  }
} else if (IMT-2000 が使用可能) {
  If (メッセージの優先度==高)
    IMT-2000 を使用して、メッセージ全体を送信
  else /* 優先度==低 */ {
    IMT-2000 を使用して、預り通知メッセージを送信。
    受取要求を待つ。
  }
} else
  いずれかの通信メディアが利用可能まで待つ。

```

```

配送期限接近時：
If (スポット DSRC が利用可能)
  メッセージ全体をスポット DSRC で送信。
else if (路側 DSRC が使用可能 && メッセージ量 <
      max_amount_of_data(位置, 速度, 品質))
  メッセージ全体を路側 DSRC で送信。
else if (IMT-2000 が使用可能)
  IMT-2000 を使用して、メッセージ全体を送信
else
  要求者に不達通知を送付する。

```

注) max\_amount\_of\_data(位置, 速度, 品質) は路側の残り DSRC を用いて転送可能なデータ量を見積もる関数。

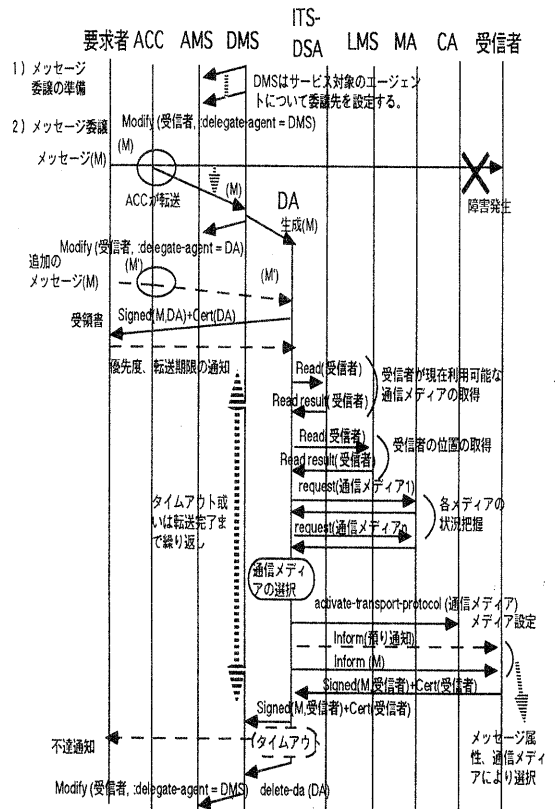
図 3: 通信メディア選択ルールの例

- DMS および DA は委譲されたメッセージを共同にアクセス可能な 2 次記憶上に管理する。これにより DA の障害等によるメッセージの紛失を防ぐ。
- メッセージの受渡しは、デジタル署名と証明書からなる受領書により確認する。
- DMS は定期的に自分が作成した DA を監視する事により DA の障害検出を行う。

### 5.2 DA による通信メディアの選択

DA はルールベースにより、適切な通信メディアを選択して委譲されたメッセージを転送する。DA はこの選択の際には、メッセージに関する情報(サイズ, 優先度等)と ITS-DSA から得られる受信者が現在加入している通信メディアのリスト, LMS から得られる受信者の位置, および MA から得られる各通信メディアの品質を使用する。図 3 にこの選択を行うためのルールベースの例(一部)を示す。

### 5.3 メッセージ委譲サービスの通信例



注) 実際にはエージェント間の通信はACCを経由する。またエージェントはDFにより検索される。

AMS: エージェント管理システム  
 ACC: エージェント通信チャネル  
 DMS: 委譲管理システム  
 DA: 委譲エージェント  
 ITS-DSA: ITS用ディレクトリ  
 LMS: 位置管理システム  
 MA: モニタリングエージェント  
 CA: 制御エージェント

図 4: メッセージ委譲サービスの通信例

図 4 にメッセージ委譲サービスの通信例を示す。

- (1) メッセージ委譲の準備: DMS はサービス対象の受信者について予め, AMS の:delegate-agent 属性の値を DMS に設定する。
- (2-1) サービス要求: 要求者が送信したメッセージは, 受信者への通信路が途絶している場合 ACC により DMS に転送される。DMS は DA を新たに生成し, そのメッセージを DA に委譲する。また AMS の:delegate-agent 属性の値を DA とし, 以降のメッセージが自動的に DA に委譲されるようにする。
- (2-2) 受領書の発行: DA はメッセージの受領書を要

求者に通知する。受領証は、メッセージ委譲の証明とするためメッセージ(のハッシュ値)をDAの秘密鍵で署名したものと、CAであるDMSが発行したDAの証明書(これにはDAの公開鍵を含んでいる)からなる。要求者はメッセージの署名をDAの公開鍵で復号する事でメッセージがきちんと委譲できた事を確認できる。

- (2-3) メッセージ属性の転送：要求者は必要に応じてDAにメッセージの属性(優先度や転送期限)を送付する。
- (2-4) 利用可能通信メディアの取得：DAはメッセージの転送に必要な受信者の各種情報を受信者の識別子をキーとしてITS-DSAから取得する。この情報は現在加入している通信メディアおよびその上での通信相手のアドレス情報等からなる。次に、LMSから受信者の位置情報を取得する。またMAから各々の通信メディアの品質を取得する。
- (2-5) 通信メディアの選択：DAは、利用可能な通信メディアのリストおよびメディア毎の特性(速度、課金、サービスエリア等)や品質、メッセージの属性(大きさ、指定された優先度、転送期限)、移動体の位置等を入力として、前述のルールベースによりその時点で最も適切な通信メディアおよび通知方法(送るか、あるいは委譲の事実通知を行うか等)を選択する。
- (2-6) メッセージの転送：DAは選択した通信メディアを用いて委譲されたメッセージを受信者に伝達する。伝達が成功した場合、受領書を受信者から取得し、DMSに渡す。転送不可の場合は定期的に(2-5)からを繰り返す。また、受信者の要求に応じてメッセージを転送する。
- (2-7) 終了処理：DAはメッセージ転送後、DMSから自分を削除する。DMSはAMSの:delegate-agent属性値をDMSに戻す。万一転送期限内にメッセージを転送できなかった場合も、要求者に不達通知を送付して、終了処理を行う。

## 6 おわりに

本論文では、ITSネットワークにおけるメッセージ委譲サービスと、エージェントプラットフォーム上での実装モデルについて報告した。メッセージ委譲サービスは、サービスの要求者(ITSサーバ等)か

らメッセージを預り、受領書を要求者に発行すると共に、適切な通信メディアを選択してメッセージを受信者に送付する。また指定された期限内に送付できない場合は要求者にその旨を通知する。このメッセージ委譲サービスを実現するために、DA、DMS、ITS-DSA、LMSおよびFIPA準拠のエージェント群からなるAPの参照モデルを提案した。今後、実際のエージェントプラットフォーム上での実証を図っていく予定である。

最後に、本研究に関して有益な助言を頂いた(株)KDD研究所NWサービスグループ小田リーダおよび日頃御指導頂く(株)KDD研究所村谷所長に感謝します。

## 参考文献

- [1] Infrastructure for Mobile Agents: Requirements and Design by Yariv Aridor and Mitsuru Oshima in proceeding of 2nd International Workshop on Mobile Agents (MA '98), Springer Verlag, September 1998.
- [2] Ohsuga,A.,Nagai,Y.,Irie,Y.,Hattori,M.,and Honiden,S.: PLANGENT: An Approach to Making Mobile Agents Intelligent, IEEE Internet Computing, Vol.1, No.4(1997), pp.50-57.
- [3] <http://www.fipa.org/>
- [4] <http://www.omg.org/>
- [5] FIPA97 Specification Part1: Agent Management
- [6] FIPA Spec-1999-14 Nomadic Application Support