

# サーバレスなエージェント通信環境の構築

4S-6

～ 信頼度を用いた相互認識修正手法の提案 ～

城島貴弘

朝倉敬喜

sirosima@hml.cl.nec.co.jp asakura@hml.cl.nec.co.jp

NEC ヒューマンメディア研究所

## 1. はじめに

現在、分散通信において、オブジェクト指向を使用した通信技術として、OMGによるCORBAやJavaにおけるRMIなどが提唱されている。昨今、エージェントの開発においてこれらの分散通信技術を用いて実装する例も見られるようになってきた。しかし、これらの技術を利用してエージェントを構築した場合、エージェント相互を認識するために、サーバ(名前サーバetc)を必要とする。これは、エージェント間通信という自律的にPeer to Peerで通信を行う環境に適しているとは言い難い。

そこで我々は、エージェント間通信に適したサーバレスな通信環境の構築を目指してADEPT通信基盤を試作した<sup>[1]</sup>。ADEPT通信基盤では動的グループ作成手法により、サーバのない環境下で互いを自律的に認識する仕組みを提供している。以下、ADEPT通信基盤での動的グループ作成手法について述べ、そこで用いている相互認識を誤った場合の修正手法について述べる。

## 2. 自律的な相互認識

エージェントが一对一で通信を行う場合、通信相手を持定して通信するためにエージェント同士が相互にその存在を認識し、通信相手が用いているネットワーク資源(アドレスやポート番号,etc)に関する情報を獲得する必要がある。1章で取り上げた技術では、このネットワーク資源の情報を管理するサーバを用意し、サーバに対して問い合わせを行うことにより情報を獲得している。しかし、この方法では、サーバを導入、管理しなければならず、何らかの原因でサーバが突然応答不能になった場合は通信が途絶する。

そこで、ADEPT通信基盤では、動的グループ作成手法を用いて資源情報の共有を行い、サーバレスでかつ完全なユニキャスト通信を実現している。動的グループ作成手法では、以下の二つの手法で相互認識を可能にしている。

- 1) 各エージェントが個々に全てのエージェントに関するネットワーク資源の情報(エージェント管理表)を有する。
- 2) 各エージェントのネットワーク資源の情報はエージェント起動時に IP マルチキャスト通信を用いて他のエージェントに対して通知される。

ADEPT通信基盤上のエージェントが起動時に行っている作業について図1に示す。まずエージェントが起動すると、登録作業として全てのエージェントに対してマル

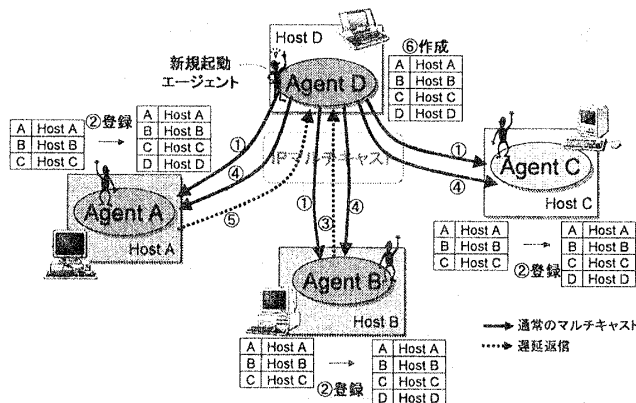


図1 動的グループ作成手法

チキャスト通信で、新たにエージェントが起動したことを示す登録要求メッセージを送信し(図1①)、登録が完了したことを示す登録完了のメッセージを待つ。

この時、既に起動済みのエージェントは登録要求を受信して自らのエージェント管理表に新規起動エージェントの情報を登録し(図1②)、登録が完了したことを新規起動エージェントに対して返信する(図1③)。しかし、登録要求はマルチキャストで送信されているため、要求を受け取った全エージェントが一斉に返信する可能性がある。そこで、返信メッセージの氾濫を防ぐため、IPマルチキャストにおけるIGMP<sup>[2]</sup>と同様の手法を使用する。これはメッセージを返信する際、乱数で決定された時間分だけ返信を遅らせるという方法である。返信処理を遅らせている間に、他のエージェントがマルチキャストにより同一のメッセージを返信すると、返信処理を中止する。また、遅延期間が過ぎた場合は、自らマルチキャストにて返信を行う(以下この返信方法を遅延返信と呼ぶ)。これにより、ある一つのエージェント(図1ではAgentB)のみが登録完了のメッセージを返信することになる。

次に、新規起動エージェントは自分のエージェント管理表を構築するため、管理表の通知要求メッセージを送信する(図1④)。管理表の通知要求を受信した各エージェントは、前記と同様遅延返信で自分の管理表を返信し(図1⑤)、新規起動エージェントは受信した管理表に基づいて自分の管理表を構築する(図1⑥)。

以上により、各エージェントは新たに起動したエージェントの存在を認識することができ、新規に起動したエージェントも既に稼働中であるエージェントの存在を知ることができる。

また、ネットワーク上に他のエージェントが存在しない場合には、登録完了のメッセージが返信されないため、タイムアウトを起こすことにより、他のエージェントが存在しないことを認識できる。

An implementation of server-less agent communication infrastructure  
Takahiro Shiroshima, Takayoshi Asakura  
Human Media Research Laboratories, NEC Corp.

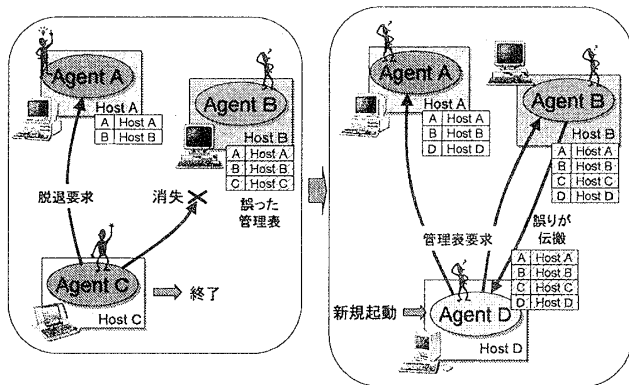


図2 管理表の誤りの伝搬

逆にエージェントが終了する際には、他のエージェントに対して脱退要求のメッセージをマルチキャストで送信することにより、各エージェント管理表から該当エージェントの情報が削除される。

以上の方法により、エージェントの相互認識をサーバを使用せず自律的に確立できる。

### 3. 信頼度による相互認識修正処理

前述の動的グループ作成手法では、UDP/IPによるマルチキャスト通信を用いてメッセージの送受信を行っているが、これは通信が正常に行われたかどうかを保証できないことを意味する。よって、各エージェントが動作しているホストやネットワークが高負荷となった場合、通信パケットが棄却され、メッセージが正常に届かないという問題が発生しうる。この時、あるエージェントが他エージェントの発信した登録要求もしくは脱退要求のメッセージを受信し損ねたとすると、誤ったエージェント管理表が構築されてしまう。その後、新たにエージェントが起動して、管理表の通知を要求したとすると、誤った管理表を持つエージェントが返信してしまい、誤りが伝搬してしまう可能性がある(図2)。

このような問題を防ぐため、各エージェントは自分のエージェント管理表の正確さを信頼度という値で管理し、この信頼度に応じて管理表の修正を行う。以下、信頼度及び信頼度に基づく修正処理について述べる。

#### 3.1 信頼度

エージェント管理表に対する信頼度はある数値で表し、管理表の精度に応じて増減させる。管理表の精度を変動させる要因としては、

##### a) 時間の経過

b) 他エージェントからの登録もしくは脱退要求の受信  
 という二つがあり、時間が経過すればするほど信頼度は低くなり、逆に他のエージェントの登録もしくは脱退要求を受信できれば、その分最新の情報を保持している確率が高いと仮定できるため、信頼度は高くなる。

#### 3.2 遅延送信のタイマー設定

新規のエージェントが起動すると、動的グループ作成手法により、登録要求を送信した後に管理表の通知要求を送信する。管理表の通知要求を受信した各エージェントは、前述の遅延返信により乱数時間待機した後、自分の管理表を通知する。新規起動エージェントは、受

信した管理表に基づいて自分の管理表を構築するので、この時返信される管理表は信頼度が高いものであるほどよい。

よって、遅延返信における待機する時間を信頼度に応じて変動させる。具体的には、信頼度が高いほど待機時間を短くし、信頼度が低いほど待機時間を長くする。

以上により、高い信頼度を持つエージェントが優先的に通知でき、誤った管理表が伝搬するのを防ぐ。

### 3.3 管理表の通知時における信頼度の付加

3.2節で述べた方法を用いたとしても、待機時間の算出には乱数を用いているため、信頼度が低いエージェントが信頼度の高いエージェントより先に管理表を送信する可能性がある。

この問題に対処するため、管理表の通知時には通知元エージェントの信頼度も同時に通知し、新規のエージェントが受信した管理表の信頼度を認知できるようにする。これにより、次にマルチキャストされた管理表を受信した時、受信した管理表の信頼度と自分の管理表の信頼度とを比較することができ、受信した管理表の信頼度の方が高ければ、その管理表を新たに自分の管理表とすることにより管理表の訂正が行える。

### 3.4 定期的な管理表の送信

3.3節までの方法を用いた場合、管理表の訂正を行えるタイミングは、新たなエージェントが起動して管理表の通知を要求した場合だけとなる。従って場合によっては長期間管理表が誤ったまま放置される可能性がある。

この問題はエージェント同士が定期的に管理表を通知しあうことにより回避できる。この時の通知する周期は、3.2節で述べた遅延返信の時と同様に乱数及び信頼度により決定する。すなわち、信頼度の低いエージェントほど長期間待機し、信頼度の高いエージェントが率先して管理表を通知できるようにする。また、他のエージェントからの同期情報を受信したエージェントは、管理表を送信するのをやめ、次の周期を決定して再び待機状態に戻る。この手法により、ネットワークに多数の管理表が同時期に送信されることを防ぐ。

以上の方法で、定期的に管理表がネットワークに流れることになり、新規にエージェントが起動しなくても、管理表の修正処理が行える。

## 4. おわりに

以上、ADEPT通信基盤で用いているエージェント相互の認識手法として動的グループ作成手法について述べ、その信頼性を向上させる相互認識修正処理について述べた。以上の手法を用いることにより、エージェント単独で自律的に他のエージェントの存在を認識することができ、サーバを用いず信頼性の高いPeer to Peerなエージェント通信環境を実現できる。

## 文献

- [1]城島,朝倉:「エージェント開発環境 ADEPT における通信基盤の作成」, 情報処理学会第 56 回全国大会, 3J-05(1998)
- [2]T.Maufer, C.Semeria:「Introduction to IP Multi-cast Routing」, INTERNET-DRAFT, March 1997