

# モバイルエージェントシステムのデバッグにおける ブレイクポイント機能の提案

太田垣 真也\*, 東野 正幸, 高橋 健一, 川村 尚生, 菅原 一孔  
(鳥取大学大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻)

## 1. はじめに

モバイルエージェントシステムは、エージェントと呼ばれる自律的なプログラムがネットワークで接続された計算機であるノード間を動き回りながら問題を解決するための処理を実行するシステムである。これを用いることでサーバクライアント方式のプログラム設計に必要な通信プロトコルの決定及び通信プログラムの記述が必要ないため、分散システムのプログラミングが平易となる。また、無線による通信で通信路の切断が余儀なくされる場合、切断される前にエージェントを通信先に移動させておくことにより、通信路が切断された状態でもエージェントの実行を継続することができる。そのため、分散システムの構築技術としてモバイルエージェント技術の実用化が望まれている。しかし、モバイルエージェントシステムにはデバッグが難しいという問題がある。

そこで本稿では、エージェントを任意の処理部分で停止させるためのモバイルエージェントシステムのエージェントに対するブレイクポイント機能を提案する。提案するブレイクポイント機能では、エージェントの停止位置を指定し、その設定を各ノードに通知する。各ノードにおいて、滞在しているエージェントの内、停止位置を設定されたエージェントがその処理部分まで動作したらそのエージェントを停止させる。この時、エージェントの状態や変数を確認することで、エージェントが正常に動作しているかどうかを確認でき、モバイルエージェントシステムのデバッグの手間を削減することができる。

## 2. ブレイクポイント機能の設計

モバイルエージェントシステムにはデバッグが難しいという問題がある。その原因の一つとして、遠隔地のノード上で動作するエージェントの状態や変数の確認ができない

ということがある。このため、常に動き回り処理を続けるエージェントを任意の処理部分で停止させ、エージェントの状態や変数を確認する機能が必要とされる。そこで、遠隔地で動作するエージェントを指定した処理部分で停止させるためのブレイクポイント機能を提案する。モバイルエージェントシステムのブレイクポイント機能を実現するためには、以下の課題を解決しなければならない。

### 1. 遠隔地のノードへの停止位置情報の通知

開発者がエージェントの停止位置情報を設定した時に停止位置を設定したエージェントが滞在しているノードへ停止位置情報を通知する必要がある。また、停止位置を設定されたエージェントがノードを移動する場合にも停止位置情報を移動先ノードに知らせる必要がある。

### 2. 特定のエージェントへの停止位置の設定

同じソースコードを持つ同じ種類のエージェントがモバイルエージェントシステム内に複数存在する時、その同種のエージェントの内の特定のエージェントにだけ停止位置を設定したい場合がある。この時、特定のエージェントだけに停止位置を設定する方法が必要である。

### 3. 依存関係を持つエージェントへの処置

エージェントを停止させるにあたり、エージェント同士が協調しての動作、つまり依存関係に注意する必要がある。これは、依存関係にあるエージェントが突然停止してしまうと相手のエージェントも正常に動作しなくなってしまう場合が考えられるためである。そのため、停止させる対象となるエージェントと依存関係にあるエージェントが存在する場合には、その全てのエージェントを

停止させるなどし、エージェント同士の協調動作に不具合が出ることを避けるようにする必要がある。

### 3. ブレイクポイント機能の実装案

提案するブレイクポイント機能は、モバイルエージェントシステムのデバッガの一機能として実装する予定である。このデバッガについては、我々が開発しているモバイルエージェントフレームワーク Maglog<sup>(1)</sup>を対象に開発を行う予定である。

ブレイクポイント機能の利用イメージとしては、まず、開発者がモバイルエージェントシステムのデバッガ上で、対象のエージェントのソースコードを元に停止位置を決定する。必要に応じて、停止させるエージェントの条件を設定する。デバッガは、この停止位置の設定情報を対象のエージェントが滞在しているノードに通知する。そのノードは指定されたエージェントがソースコードの指定部分に達した時点でエージェントを停止させる。エージェントが他のノードに移動する場合は、その移動に伴ってエージェントの停止位置情報も移動させる。エージェントが停止したら、開発者がエージェントの状態や変数を確認する。これにより、エージェントが正常に動作しているかを確認でき、モバイルエージェントシステムのデバッグの手間を削減することができる。

このブレイクポイント機能を実装するにあたり、

1. 遠隔地のノードへの停止位置情報の通知
2. 特定のエージェントへの停止位置の設定
3. 依存関係を持つエージェントへの処置

を以下のように実現する。

停止位置情報をエージェントが滞在しているノードへ通知するために各エージェントの初期位置のノードの情報と各エージェントの移動ログをとる。エージェントの初期位置のノードから移動ログを辿りエージェントの滞在位置まで停止位置情報を転送する。このことで、開発者からエージェントが動作しているノードに停止位置情報を通知できる。また、エージェントの移動に伴いエージェントの停止位置情報を移動させる。

停止位置を設定するエージェントの中でも特定のエー

ジェントだけに設定する方法としては、停止位置を設定する際にエージェントに対する条件を設定する。この条件とは、例えば、あるノードで生成されたエージェントに限るといったことや、エージェントに固有に割り振られた ID が特定のものであるエージェントに限るといったことである。このような条件の設定を停止位置の設定の際に行えるようにし、この条件の情報も停止位置情報と共に、対象となる種類のエージェントの滞在しているノードに通知する。そして、エージェントが設定された停止位置まで処理が進んだ際にそのエージェントが設定された条件に該当するもの場合はエージェントを停止させるようにする。

他のエージェントと依存関係を持つエージェントの停止処理に関しては、設計の部分で依存関係にある全てのエージェントも停止させると述べたが、エージェントの依存関係を把握する術がない現状ではこの方法は難しく、その他に依存関係にあるエージェントへの対処について実現可能であると考えられる方法は考案できていない。

### 4. 今後の課題

エージェントの依存関係により、エージェント同士の協調動作に不具合が出るのが考えられるが、現段階では対処方法は考案できていない。解決策としては、エージェントを停止させている間、他のエージェントからのメッセージを溜めておき停止終了後に処理する方法が一つの解決方法として考えられる。しかし、一定時間内の反応が必要なエージェント同士の協調動作には対応できない。しかし、モバイルエージェントシステムのデバッグを行う上で、エージェントの依存関係の考慮は避けては通れないものであり、今後の課題として挙げられる。

### 5. おわりに

我々は、モバイルエージェントシステムのデバッグの困難性を解決するために、エージェントを任意の処理部分で停止させるためにブレイクポイント機能を提案した。今後、エージェントの依存関係を考慮すると共に、ステップ実行機能や変数確認機能などを実現する。

### 文 献

(1) Shinichi Motomura, Takao Kawamura, and Kazunori Sugahara. Logic-Based

Mobile Agent Framework with a Concept of "Field". IPSJ Journal, Vol. 47, No. 4, pp. 1230-1238, 2006.