

## モバイルスレッドとタプル空間を用いた随伴エージェントシステム Attendant Agent System Based on Mobile Threads and Tuple Space

澤田 行弘<sup>†</sup>  
Yukihiko Sawada

吉田 紀彦<sup>†</sup>  
Norihiro Yoshida

### 1. はじめに

ユビキタスという言葉に代表されるように、身の回りに数多くのコンピュータが存在し、サービスが提供されるようになってきた。システムがユーザの情報を把握していれば、ユーザに応じてサービスの内容を切り替えることができるが、その管理を中央サーバで一元的に行うとユーザ数が多いときにサーバの負荷や通信コストが増加し、サービスの応答性も低下する。

そこでエージェントをユーザに随伴させることを考える。エージェントが滞在しているコンピュータがユーザがサービスを受けるコンピュータ、保持している情報がユーザの情報になる。

エージェントをユーザに追従させるのに必要な処理は、センサで得たデータから特徴量を抽出、特徴量からユーザやその位置の識別を行う、その情報に従ってエージェントが移動する、というものになる。

本研究はエージェント移動の部分に焦点を当て、モバイルスレッドによって実現した随伴エージェントが、タプル空間通信によってユーザの位置を獲得して移動する方式の提案を行う。また、道案内を行うシミュレーションプログラムを実装しシステムの有用性を確かめる。

### 2. 関連研究

慶應大のユーザ追従型モバイルエージェントフレームワーク“Following Space”[1]は、ユーザの位置を監視しながら、一番近いコンピュータに、そのユーザのエージェントを移動させる機構の実現を目指している。

本研究との主な相違点は、エージェントが滞在しているコンピュータが、センサから得たデータを元にユーザがどちらへ移動して行ったか判別して、エージェントを送り出すやり方を探っている点にある。エージェントの移動先決定に際して他のコンピュータと通信を行わず、ユーザが頻繁に移動してもネットワーク負荷の増大がエージェント移動そのものだけに抑えられる反面、ユーザがいなくなった時点でエージェントを移動させるため、各コンピュータのカバーする領域が連続していないと、ユーザがエージェント移動先の領域に行かず戻ってきた時など、エージェントが追従しきれない場合がある。

### 3. 随伴エージェントシステム

能動的に実行可能、自動的に他のコンピュータに移動して実行可能、エージェント間通信が可能、移動先のリソースの利用が可能、などといった特徴を備えるモバイルスレッド[2]を用いれば、随伴エージェントに必要な、

情報を保持しつつユーザに追従し、その行く先々でサービス提供を行うコンピュータに情報を渡す機能を持たせることが可能である。本章では、モバイルスレッドの移動先を決める方法について述べる。

#### 3.1 タプル空間通信の利用

本研究の随伴エージェントシステム[3]では、ユーザの出現を感知したコンピュータが、エージェントの滞在しているコンピュータへ知らせる。こうすることで各コンピュータのカバーする領域が離れ離れでも、エージェントは確実にユーザに追従していける。ただしユーザを識別したコンピュータが、どこのコンピュータにエージェントが滞在しているのか知っていないと、通常のメッセージ通信ではマルチキャストもしくはブロードキャスト通信を利用するしかない。

この問題の解消に Sun Microsystems の分散システム基盤 Jini [4] の基幹である JavaSpaces にも採用されているタプル空間通信を用いる。タプル空間通信では、属性を持ったフィールドの集まりであるタプルやテンプレートがタプル空間に書き込まれ、それらに対してパターンマッチングが行われて、一致したタプルがテンプレートを書き込んだ相手に送られる。このためタプル空間通信は、未知の相手と通信を行える、受信者が受け取る情報の型を選択できる、といった特徴を持つ。

今回タプルに含まれる情報は、ユーザを識別するための ID と、ユーザを感知しているコンピュータのアドレスである。アドレスのフィールドをテンプレートでは属性のみにすることによって、受信側のコンピュータに滞在しているエージェントがユーザに近い場所のコンピュータのアドレスを獲得できる。

#### 3.2 システム構成

システムは、随伴エージェント、サービスを提供するコンピュータ、タプル空間からなる。

##### (1) 随伴エージェント

自らが追従するユーザの ID と、サービス提供に必要なユーザ情報を保持する。滞在中のコンピュータから移動するように命令されたときはそれに従う。

##### (2) サービス提供を行うコンピュータ

随伴エージェントとの間でユーザ情報をやりとりしてそれに基づいた内容のサービスを提供するほか、タプル空間へのタプルやテンプレートの書き込みを行なう。

ユーザが現れた時にはその ID と自分のアドレスを含むタプルをタプル空間に書き込む。ユーザがいなくなったときは出現時に書き込んだタプルを削除し、その上でエージェントが滞在していたらテンプレートを書き込む。そしてタプルが届いたら、その中に記されているアドレスへ移動するようエージェントに指示する。

<sup>†</sup> 埼玉大学 Saitama University

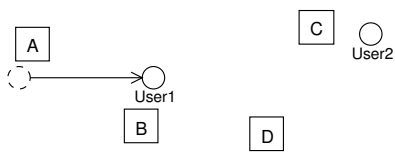


図1 ユーザの移動例

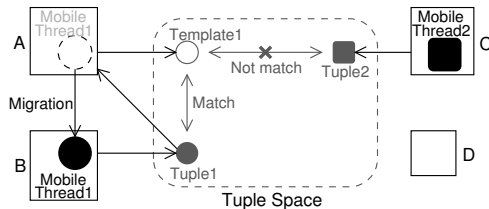


図2 エージェントの移動

### (3) タプル空間

タプル空間通信の処理が行われる。ユーザを識別したコンピュータから書き込まれるタプルには、ユーザ ID とアドレスのふたつのフィールドが含まれる。エージェントが滞在中のコンピュータからは、なくなったユーザの ID のフィールドと、属性だけのアドレスのフィールドが含まれているテンプレートが書き込まれる。

空間内のタプルの数は各コンピュータが感知しているユーザ数の総和、テンプレートの数は居場所のわからないユーザ数で、マッチングはそれらが書き込まれたとき行なう。よって、負荷の増加はユーザの数と移動の頻度の増加が原因となる。

### (4) システムの動作例

図1のように、ユーザ1がコンピュータA付近から他のコンピュータの近くを経由せずにB付近へ移動し、ユーザ2は移動せずC付近に留まるときのシステムの動作を図2に示す。

ユーザ1がAから離れると、Aはテンプレートを書き込む。ユーザ1がBの領域へ移動すると、Bはタプルを書き込む。タプル空間でマッチングが行われ、テンプレート1はタプル2とはマッチせず、1の方とマッチする。タプル1がAに送られ、AはBのアドレスが記してあるフィールドを読み取って、エージェントにBへ移動するように指示する。そこで、エージェントがBへ移動する。この間、ユーザ2はC付近から移動していないので、タプル2はタプル空間に残ったままになる。

## 4. 道案内サービスの実装

本研究では、モバイルスレッド、タプル空間の実現システムとして Aglets[5]、LighTS[6] を用い、両者を組み合わせて提案した方式を実装し、道案内を行うシミュレーションプログラムを作成した。提供するサービスが道案内であるため、ユーザ情報は目的地である。今回、実行画面の簡略化のため、システムを構成する各コンピュータに目的地も兼ねさせた。

プログラムの実行画面を図3に、各コンピュータの領

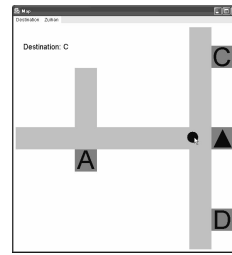


図3 実行画面

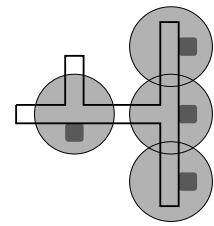


図4 センサの範囲

域を表したものを図4に示す。ユーザを表す丸を道なりに移動させていくと、コンピュータを表す正方形のうち、ユーザの近くのものへエージェントが移動し、目的地をコンピュータに教える。コンピュータはそれに従って、目的地への方向を表示する。サービス提供はエージェントが到着してから始まり、ユーザが識別できなくなるまで続く。ウィンドウ左上部に目的地が表示され(図ではC)、正しい道順を示していることがわかる。

作成したアプリケーションでは目的地を変更できるようにしてあり、目的地を変更すれば道案内の表示もそれに依って変わった。つまり、ユーザに応じたサービスを提供していると言える。また、コンピュータ間で領域が連続しておらず離れている場所でも、確かにエージェントをユーザに追従させることができた。

## 5. おわりに

本研究の随伴エージェントシステムは、モバイルスレッドであるエージェントを、タプル空間通信を用いてユーザの位置を把握して移動させる。情報を保持しているエージェントがユーザに追従するので、システムに参加している各コンピュータでは、エージェントとの情報のやりとりによって、ユーザごとに特化した異なる内容のサービスを提供できるようになる。

現在はエージェントをユーザに随伴させる基本的な仕組みを実装したのみなので、今後は、ユーザやコンピュータがシステムに参加する際の処理など、システムの詳細をさらにつめていく。また、ミラーサーバや分散共有メモリによるタプル空間の実装など、タプル空間通信の負荷分散について検討する。

## 参考文献

- [1] 谷澤佳道, 佐藤一郎, 安西祐一郎: ユーザ追従型モバイルエージェントフレームワーク “FollowingSpace” の提案と応用, 情報処理学会論文誌, vol.43, no12, pp3775-3784(2002).
- [2] 佐藤一郎: モバイルエージェント技術と研究動向, NII Journal, No.3, pp53-66, 2001.
- [3] 澤田行弘: モバイルスレッドによる随伴エージェントの実現, 埼玉大学卒業論文, 2004.
- [4] <http://www.sun.com/software/jini/>
- [5] <http://www.trl.ibm.com/aglets/index-j.html>
- [6] <http://lights.sourceforge.net/>