街角情報支援のための分散エージェントモデル

A Model of Distributed Agents for Dairy Information Assistance

大澤 一郎*

1　はじめに

ソフトウェアエージェント [1] は、人とコンピュータとのインタラクションにおいて、単純な作業を人に代わって自動で行おうという新しい情報処理技術で、デジタル情報空間の中でインタラクティブに人を案内したり、パターンマッチング等の手法によって情報源から必要な情報を抽出したりする。また、エージェント内部に保持している重要な情報を、外からアクセスしてくる人の信頼度に応じて部分的に提示するなどの情報管理作業も行うことができる。

パーソナルインタフェイスエージェント (PI エージェント) は、このようなソフトウェアエージェントを特定の個人用にパーソナル化し、主人とデジタル情報空間とのインタラクションを手助けするように特化したエージェントである。エージェントをパーソナル化することにより、他人には教えたくない情報の処理を PI エージェントに任せたり、主人の嗜好情報等を活用した親身な手助けを期待することができる。例えば、長尾と暦本は [2] で PI エージェントを使った携帯型マルチモーダルインタラクティブシステムを提案し、その応用例として食料品店での買物における PI エージェントの活用事例を紹介している。この PI エージェントは、主人が食料品店に入ると店の商品情報や主人の好みや経済力に基づいて適当な食材を主人に勧めたりする。しかしながら、主人は常に自分の PI エージェントと話すだけで、主人が他のエージェントや他人と直に話すという状況を総合的に扱おうとしていない。

人は自分の PI エージェントとだけ話していれば良いというアプローチも考えられなくはないが、一流のレストランに入った場合などは、自分の PI エージェントがこのレストランに関する最新情報を素早く熟知して、主人に対して本日のお勧め料理などを紹介し始めるというのもなんとなく味気ない。それなりの場所に入った場合には、その場の雰囲気に合った専門エージェントが客の目前に現れて、客はその専門エージェントとの会話を楽しみ、必要に応じて自分の PI エージェントの助けを借りるというような、より総合的なインタラクションの枠組が必要であろう。

本論文では、日常的な生活環境における複数の人間と複数のエージェントとの総合的なインタラクションを目指した、 PI エージェントベースの街角情報支援のための分散エージェントモデルを提案する。各人には PI エージェントがデジタル通信を介して常に付添い、街中では多数の専門エージェントが活動しているという環境を想定している。そして、人々が存在している実世界と、ソフトウェアエージェントが存在しているデジタル情報空間とをインタラクションというレベルでシームレスに結合し、人とエー

* Ichiro Osawa, ETL 分散メディアインタラクションラボ

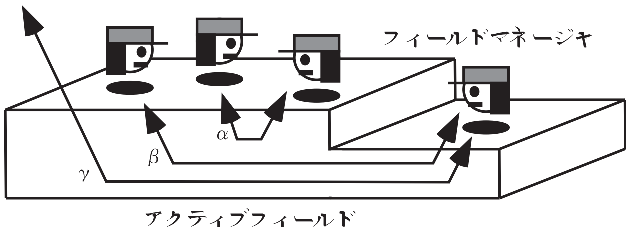

図 1. アクティブフィールド

ジェント、人と人とが出合ってインタラクションする場をデジタル情報空間の中でダイナミックに制御できるようにする。

2 分散エージェントシステム

ETL 分散メディアインタラクションプロジェクトでは、街角情報支援のための分散エージェントシステム MAPLE を Java 上に実装している。 MAPLE のエージェント間通信は KQML 準拠で、マルチプラットフォームで動作している。個々のエージェントは、インタフェイス部分を除いてかなり自由に実装しており、 Java や Scheme や Prolog 等によってプログラムされたソフトウェアエージェントが複数のマシン上で同時に動いている。エージェントの粒度も、プロセスであったり、マルチスレッドの単一スレッド、あるいは複数スレッドの組合せであったりする。

2.1 エージェント URL

日常的な生活環境における情報支援システムを実現するには、インターネット等による広域デジタル情報空間上で分散エージェントシステムを実装するのが望ましい。そのため MAPLE では、インターネット上に分散したエージェントを扱えるように「エージェント URL」という記法を導入している。このエージェント URL とは、 WWW 等で用いられる URL を MAPLE エージェント用に拡張したもので、 MAPLE の各エージェントに対して以下の形式で URL を与える。

$$\boxed{agent://\text{サーバー名}/AF_1/.../AF_n/\text{エージェント名}}$$

このエージェント URL の使用により、インターネット上に分散する複数のエージェントサーバーに登録されているエージェント同士が必要に応じてダイナミックに通信できる。なお、エージェント URL で表される個々のエージェントは、ホスト名で示されるエージェントサーバーとは異なるマシン上で実行可能で、エージェントサーバーがエージェントの位置を適切に管理している。

2.2 アクティブフィールド

エージェントの活動を支援するために、 MAPLE では「アクティブフィールド」という場を導入している (図 1)。 Telescript(あるいは ODYSSEY) の Place は場としてのいくつかの機能を有した特殊な実体であるが、 MAPLE の「アクティブフィールド」は、メッセージ交換機能を有したフィールド基盤と、アクティブフィールド毎に割り当てられる「フィールドマネージャ」エージェントの組で実現され、メッセージ交換処理

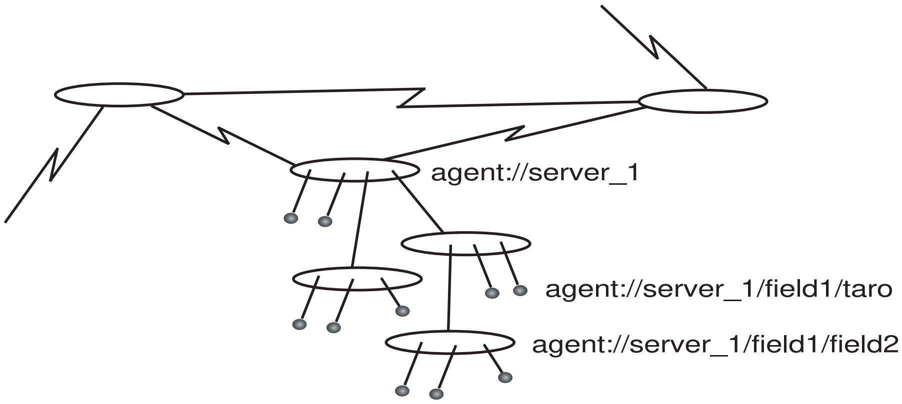

図 **2.** 分散エージェント

以外のフィールド拡張機能をフィールドマネージャに委譲している。したがって、フィールドマネージャをプログラムすることにより、フィールド機能が簡単に拡張できる。

さらに、アクティブフィールドにフィールドマネージャが付き添っていることから、アクティブフィールドをエージェントとみなすことができる。すなわち、アクティブフィールドにも

$$\boxed{agent://\text{サーバー名}/AF_1/.../AF_n}$$

という形式のエージェント URL を付与し、アクティブフィールド宛の KQML メッセージをフィールドマネージャに委譲する。このアクティブフィールドのエージェント化により、アクティブフィールドにメッセージを送ったり、アクティブフィールドからメッセージを受け取ったりすることができる。

自分のいるアクティブフィールドにメッセージを送りたい場合には、上記のエージェント URL を用いずに、宛先を指定せずに KQML メッセージを送信することで、そのアクティブフィールドにメッセージを送信することができる[1]。

$$\boxed{\text{(tell :sender merlin :content (done merlin (says hello)))}}$$

そして、自分のいるアクティブフィールドからの KQML メッセージに関しては発信者が未定義になる。この状況依存性のあるメッセージ交換機能により、場を活用したダイナミックなインタラクションが実現できる。

2.3　アクティブフィールドの階層構造

MAPLE ではアクティブフィールドはエージェントであり、エージェントはアクティブフィールド内に存在している。したがって、アクティブフィールドを別のアクティブフィールド内に置くことで、アクティブフィールドの階層構造が自然に実現できる (図 2)。前述のエージェント URL 形式では、 AF_i という部分の繰り返しがアクティブフィールドの階層構造を表現している。この MAPLE におけるアクティブフィールドの階層構造、およびアクティブフィールドのエージェント化により、単一のエージェントでは実現が難しい複雑な機能を有するエージェントをアクティブフィールド内のエージェント群で

[1] 「.」という宛先でも自分のいるアクティブフィールドにメッセージを送ることができる。

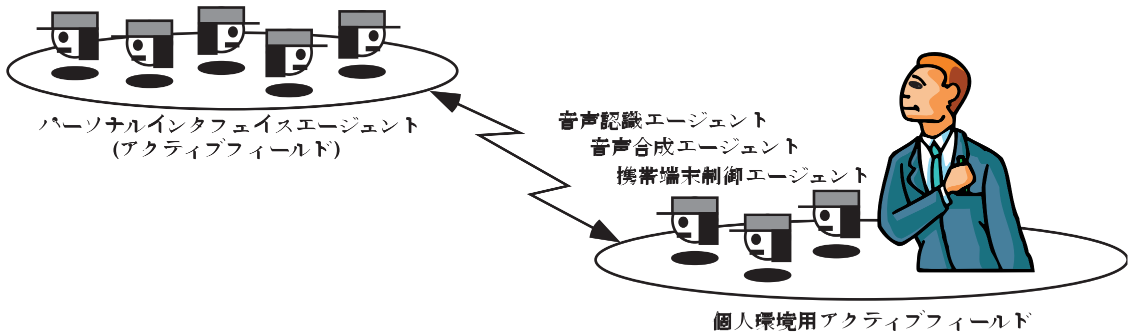

図 **3.** リモートブレイン型 PI エージェント

実装し、そのエージェント群をモジュール化することが可能になっている。また、HTTP サーバーのディレクトリ階層と同様に、数の限られたサーバーで様々な目的に応じたエージェント群を提供することができる。

2.4　モーバイルエージェントへの可能性

これまでに述べてきたように、MAPLE エージェントの論理的位置はエージェント URL によってインターネット上で固定になっている。しかしながら、サーバー上に登録されているエージェントおよびフィールドは、サーバーには依存せずに任意のマシンで実行可能なので、サーバーをモーバイルエージェントマネージャとして、モーバイルエージェントを共存させることができる。この場合には、エージェント群をフィールド単位で大規模に移動させるということも考えられる。

また 2.2節で述べたように、フィールド内のエージェントがそのフィールドにメッセージを送りたい場合には、エージェント URL による絶対アドレスを指定せずに、相対アドレス「.」あるいは送信先を未定義のままで送信すれば良い。したがって、この位置に相対的なエージェント / フィールド通信メカニズムにより、ダイナミックにエージェントを別のフィールドに移動させても、移動先のフィールドとの適切なインタラクションが可能になっている。

3　街角情報支援

3.1　インタラクション

人が街角を歩いていて、ふと出会ったソフトウェアエージェント (街角エージェント) とインタラクションする場合、人と街角エージェントがインタラクションする場が必要になる。これまでのアプローチでは、街角エージェント側で全てのインタラクション処理を行おうとしていた。例えば、音声認識によるインタラクションでは、不特定多数の話者を対象にした音声認識システムを環境側で用意しようとしていた。これに対して我々のアプローチ [3] では、人の側にも常にデジタル情報空間とのパーソナルインタフェイスを用意しておく。そして、街角でのインタラクションにおいても、その個人専用のインタフェイスを利用して、人と街角エージェントとのインタラクションをうまく処理するというものである。

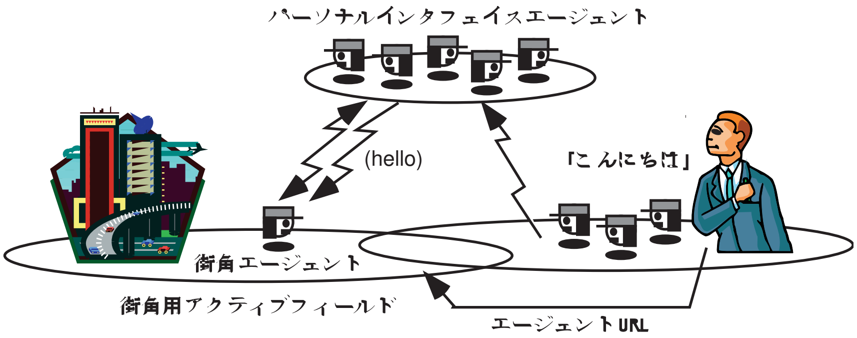

図 4. 街角インタラクション

PI エージェントの実現形態としては、常に持ち歩く携帯端末に内蔵させるというアプローチもあるが、携帯端末を紛失してしまった際の代替 PI エージェントをどうするかという問題が生じる。そこで我々は、PI エージェントのブレイン部分を人から分離してデジタルネットワーク上に配置するという「リモートブレイン型 PI エージェント」方式を採用した (図 3)。デジタルネットワーク上に配置された PI エージェントには 2節で述べたエージェント URL を割り当て、街角エージェント等はその URL を利用することで PI エージェントとデジタル通信を介して通信することができる。

デジタル情報空間内におけるソフトウェアエージェント間の連携は、実世界の状況に応じてダイナミックに制御する。実世界の適当な範囲毎にその場を管理するアクティブフィールドを用意し、その場で活動する街角エージェントをそのアクティブフィールド内に配置する。人が、ある街角エージェントとインタラクションを始めると、その人の PI エージェントの URL がその場を管理しているアクティブフィールドを介して、相手の街角エージェントに伝わる[2]。

相手の PI エージェントの URL を得た街角エージェントは、その URL を使って PI エージェントと連絡を取り合い、人の発話した言葉の解釈をデジタル情報空間を介して伝えてもらえるようにする (図 4)。すなわち、人の発話は、個人専用の PI エージェントによって解釈され、デジタル情報空間を介して、話し相手の街角エージェントに伝わる。街角に不特定話者用の音声認識システムを設置しておく必要は全くない。さらに、街角エージェントが人に向けて発した言葉の意味も、デジタル情報空間を介して PI エージェントに伝わるようにする。このエージェント間の情報交換により、人と街角エージェントとのインタラクションの始終を PI エージェントが観察でき、必要に応じて主人の手助けをすることが可能になっている。

4 プロトタイプ: モデルの検証に向けて

PI エージェントによる街角情報支援のプロトタイプを MAPLE エージェントシステム上に実装した。UNIX マシン 3 台と NT マシン 2 台を 100M のネットワークで結合し、複数のエージェントサーバー上で 10 数個のエージェントを同時に動かしている。そし

[2] 人間側に発信器等を取り付けて、その発信情報から環境側のアクティブフィールドがエージェント URL をリアルタイムに認識する仕組みを想定している。

駅の切符売場の大型モニタに近付くと
街角エージェント (TA) が現れる
人: 「こんにちは」
TA: "Hi, Ichiro. Where do you want to go?"
自分の携帯端末を見ながら
人: 「マーリン、助けて」
PI: "かしこまりました"
PI が携帯端末から大型モニタに移動して
両エージェントが顔を見合わせた後に
PI: "どちらまで行かれますか"
人: 「本省までです」
PI: "わかりました"
PI: "しばらくお待ちください"
PI と TA でやりとりをして
PI: "さぁ、5 番フォームに行きましょう"
PI が携帯端末に戻る
人: 「ありがとう」
TA: "Thank you, Ichiro"
TA: "Have a nice day"

図 5. 3者インタラクション

て、3D アニメによるビジュアルなインタフェイスエージェントとして Microsoft 社の Agent というソフトを利用して、図 5の人と PI エージェントと街角エージェントとの３者インタラクションを実現した。

PI エージェントのブレイン部分はデジタルネットワーク上の特定位置に固定されているが、PI エージェントのビジュアルな実体はネットワーク上で移動することができる。プロトタイプのインタラクション例では、主人の携帯端末内にいた PI エージェントの実体が、あるタイミングで街角エージェントのそばに移動している。これは、街角エージェントと同じアクティブフィールド内に、PI エージェントの実体制御エージェントを移動させるためである。

同一のアクティブフィールド内に存在しているビジュアルエージェント同士は、アクティブフィールドを介して他のビジュアルエージェントの動きを知ることができる。すなわち、同一のアクティブフィールドに移動することにより、メッセージ送受によるダイレクトな情報交換だけではなく、相手エージェントのジェスチャー等の情報も利用することが可能になり、ソフトウェアエージェント同士の木目の細かなインタラクションが実現できている。

参考文献

[1] Jeffrey M. Bradshaw, editor. *Software Agents*. MIT Press, 1997.

[2] K. Nagao and J. Rekimoto. Ubiquitous talker: Spoken language interaction with real world objects. In *Proceedings of IJCAI-95*, pp. 1284–1290, 1995.

[3] 大澤一郎. パーソナルインタフェイスエージェントによる街角情報支援. インタラクティブシステムとソフトウェアＶ, pp. 175–180, 1997.