

## 異種プログラミング言語間でのエージェント通信機能の実現

2 A F - 5

寺本良明

吉野利明

(株)富士通研究所 ネットメディア研究センター

E-mail: {tera,yosino}@flab.fujitsu.co.jp

### 1. はじめに

近年ネットワークの発達に伴い、マルチエージェント技術が注目を浴び、盛んに研究されるようになってきている。マルチエージェント技術の特徴として、ネットワーク上に分散しているエージェント同志が、メッセージ通信を行うことでお互いの情報交換を行い、協調して作業を行うことができる点にある。現在エージェント間の通信には、CORBA, RMI, CORBA などが使用されることが多い。

一方我々は従来から、April と呼ぶマルチエージェント指向言語<sup>[1]</sup>の研究を行っている。April は、エージェントの名前管理機能、メッセージのパターンマッチ機能などの優れた特徴を持っている。今回我々は、April の通信機能の部分に着目し、Java, Tcl+Tk, Lisp, Perl5 などの各種プログラミング言語に移植することで、より汎用的に使える通信ライブラリを作成した。これにより、個々のエージェントを、その機能を実現するのに一番適したプログラミング言語で実装することが可能になり、その結果プログラム開発効率が上がることが確認できた。

### 2. エージェント間通信機能

エージェント間の通信機能を実現するためには、以下の3つの機能を持つ必要がある。

- (1) エージェント名を管理する機能
- (2) メッセージを送受信する機能
- (3) 構造化データを取り扱う機能

これら各々の機能について説明を行う。

#### 2-1. エージェント名を管理する機能

April 言語では、エージェントの名前管理を行う機構は、コミュニケーションサーバと呼ぶ名前管理プロセスが担当する。各々のエージェントの識別子は、

```
num:agent@host.domain
```

のように付ける。ここで num はプロセス番号、agent はエージェント名、host はホスト名、domain はドメイン名である。コミュニケーションサーバは、この形式で記述されたエージェント識別子を解析し、該当するエージェントにメッセージを転送する機能も持つ。

#### 2-2. メッセージを送受信する機能

任意のメッセージデータは、データ自身の他に、受信先、発信元、送信元の三種類のエージェント名が付加されて送受信される。これにより、依頼メッセージの処理結果を、発信元に返送することが可能になる。

本通信ライブラリは、(1)メッセージ送信機能、(2)タイムアウト時間が指定可能なメッセージ受信機能、(3)コールバック関数をあらかじめ登録しておき、指定された条件を満たすメッセージが届いた時に、登録されている関数を呼び出すことができるメッセージ非同期通信機能の三つの機能をサポートしている。

#### 2-3. 構造化データを取り扱う機能

今回は April のデータ構造のうち、(1)シンボル型、(2)文字列型、(3)整数型、(4)浮動小数点数型、(5)タプル(ベクトル)型、(6)リスト型の6つの基本データ型を処理できるようにした。エージェント間通信に使用される KQML/KIF は、リスト構造とシンボル型を意識したものであるために、上記のデータ型を用意すれば、通常必要十分である。

Implementation of an agent communication library  
among multiple programming languages

Yoshiaki TERAMOTO, Toshiaki YOSHINO

Netmedia Lab., FUJITSU Laboratories LTD.

2-2-1 Momochihama, Sawara-ku, Fukuoka, 814 Japan

これらの構造を持つデータを取り扱う方法としては、(1)相当する基本データ型を各言語毎に定義して扱う方法、(2)一般的に定義した文字列表記との間で相互変換を行う方法、(3)データ構造を表現する制御文字列を使用してデータの生成とパターンマッチングによる解析を行う方法があり、本通信ライブラリはこれら三つの方法をサポートしている。

### 3. 動作環境

本通信機能は、以下のような構成で使用する。各エージェントとコミュニケーションサーバ間、およびコミュニケーションサーバ間は、TCP/IPのソケット接続を行い、構造化データをバイトコードに変換して送受信することで、通信機能を実現している。

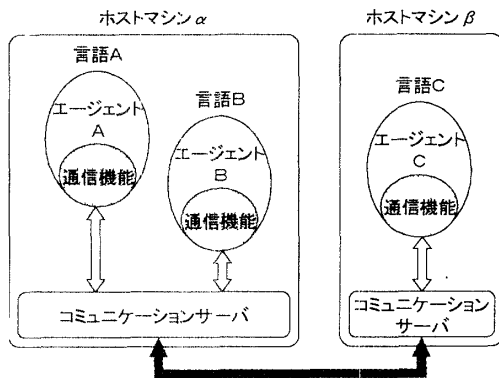


図1. エージェント通信機能の動作環境

上記の図に示した通信機能の部分は、各プログラミングから使用可能なライブラリであり、現在のところ、以下の表に示した種類のものを用意している。

表1. サポートしている言語一覧

プログラミング言語	solaris	win95
(1) Java	○	○
(2) Tcl+Tk	○	-
(3) Emacs Lisp	○	-
(4) Allegro Common Lisp	○	-
(5) Perl5	○	-
(6) April	○	○
(7) C言語	○	○

この中の(2), (6), (7)については、ライブラリをC言語で作成しており、その他のものについては、ライ

ブラリを、その言語自身を使用して作成した。

### 4. アプリケーションへの適用

現在エージェント技術の応用として、仲介エージェントを使用することで、複数の電子カタログを統合してユーザに提示する仮想カタログ<sup>[2]</sup>、複数個の企業情報データベースを統合してユーザに提示する複合データベースの試作システムを作成した。エージェント間通信言語としては、KQML/KIFを使用している。

これら二つのアプリケーションを構成するエージェントの種類と記述プログラミング言語は、同一の構成をしており、以下の表に示す通りである。各々の通信ライブラリは、記述言語と同じものを使用している。

表2. アプリケーションプログラムの構成要素

エージェントの種類	プログラミング言語
(1) ユーザエージェント	Java
(2) 仲介エージェント	Allegro Common Lisp
(3) DB エージェント	Java
(4) メッセージトレース	Tcl+Tk

この表中(4)のメッセージトレースは、コミュニケーションサーバの内部動作を覗くことで、エージェント間のメッセージの流れをGUI上に表示するツールであり、これも一つのエージェントとして作成している。

### 5. 今後の課題

今後の課題としては、(1)通信ライブラリをインタプリタ言語で作成したものでは処理速度が問題であること、(2)日本語を含むメッセージを扱う場合に、Unix上とWindows95上のエージェント間の日本語文字コード変換をどう扱うか、(3)CORBAなどの他の通信機構との連携方法の検討などが挙げられる。

### 参考文献

- [1] 高田, F.G.McCabe, 和田. 『マルチエージェント指向プログラミング言語 April』 第51回全国大会講演論文集, 第5巻, pp.63-64, 情報処理学会, 1995.
- [2] 丸山, 益岡, 菅坂, 佐藤. 『SAGE(Smart Agent Environment) -仮想カタログ-』 第54回全国大会講演論文集, 第3巻, pp129-136, 情報処理学会, 1997.