

## 分散オペレーティングシステム AG における通信機構の設計と実装

西村 昌俊<sup>†</sup> 瀧本 栄二<sup>†</sup><sup>†</sup>立命館大学大学院理工学研究科毛利 公一<sup>††</sup> 大久保 英嗣<sup>††</sup><sup>††</sup>立命館大学理工学部情報学科

## 1 はじめに

無線 LAN および Bluetooth などの無線ネットワークと PDA などの移動端末を利用することにより、アドホックネットワークやユビキタス環境を構築することが可能である。これらの環境上で、ユーザにサービスを行うためには、位置透過な資源管理、環境への柔軟性、スケーラビリティを考慮したオペレーティングシステム (OS) が必要となる。我々は、そのための分散 OS AG[1] の開発を行っている。AG は、OS の構成要素としてエージェントを利用することにより、環境の変化に動的に適応可能である。AG では、複数のホストによりサブシステムを構成し、サーバを用いないシステムを構築する。これにより、各ホストが独立に動作するシステム構成が可能となる。

AG を構成するエージェントは、エージェント同士で通信することによりユーザにサービスを提供する。AG では、ホストの移動に加え、エージェントも移動性を保持する。このため、エージェントの位置透過性と移動透過性を実現し、スケーラビリティを考慮したエージェント通信機構が必要となる。本通信機構は、エージェント間の通信を柔軟に行うために、多数のエージェントから 1 つのエージェントを選択するという特徴をもつ。また、通信を実現するための、エージェント情報、グループ情報、ホスト情報を管理する。

以下、2 章で AG の概要、3 章でエージェント間通信方式、4 章で本機構の構成について述べる。

## 2 システムの構成

AG の構成を図 1 に示す。AG は、計算機資源を抽象化するオブジェクト群と、カーネルとしての機能を実現するエージェント群から構成される。物理オブジェクト層は、CPU やメモリといった計算機資源を抽象化する物理オブジェクトから構成される。エージェント層は、物理オブジェクトを操作するエージェントプロセスの集合である。エージェントは、カーネルを機能単位で分割し、それぞれを 1 つのプロセスで実現したものである。AG では、オブジェクトがエージェントに対して統一的なインタフェースを提供する。これにより、あるエージェントは、1 対多でオブジェクトと結びつき位置透過性が実現可能となる。

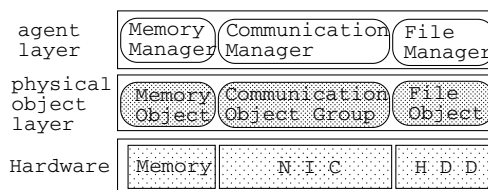


図 1 システム構成

## 3 エージェント間通信方式

本機構がエージェントに提供する通信手法は、ポートと共有空間の 2 つである。各エージェントは、オブジェクトのメソッドを呼び出すことにより、ポートと共有空間にアクセスする。以下にポートと共有空間について述べる。

ポート 1 対  $n$  のエージェント間通信方式である。ポートは、エージェント間で同期が必要となる場合に使用する。

共有空間 共有メモリを用いた  $n$  対  $n$  のエージェント間通信方式である。共有空間は、エージェント間で途中結果などを共有する場合に利用する。

ポートを利用する際、エージェントはエージェント通信機構にメッセージと必要とする機能を指定する。エージェント通信機構は、自身が管理する情報を参照し、適切なエージェントにメッセージを送信する。エージェントの選択手法は、エージェントの状態を考慮する方法、自ホストを優先する方法などがある。

## 4 エージェント通信機構

通信を行うエージェントは、エージェント通信機構の機能を用いて通信する。通信相手は、エージェント通信機構によって、適切なエージェントが選択される。また、エージェント通信機構は、ホストの移動などによりエージェントが消失した際、通信中であるエージェントの通信相手を変更し、通信を継続させる。このように、エージェント通信機構は、エージェントに対して通信相手を隠蔽したり、抽象化したりする機能をもつ。

エージェント通信機構は、エージェント層の通信マネージャと物理オブジェクト層の通信オブジェクトグループから構成される。通信マネージャは、通信オブジェクトグループを操作するなどポリシ部分を実現している。一方、通信オブジェクトグループは、エージェントの通信を実現するため、エージェントやホストの情報を管理するなど通信機構におけるメカニズム部分を実現している。

## 4.1 通信マネージャ

通信マネージャは、他ホストの通信マネージャとエージェントに関する情報の交換やサブシステムを構成している他ホストの存在確認を行う。通信マネージャは、こ

The Design and Implementation of Communication Mechanism on Distributed Operating System AG

Masatoshi Nishimura<sup>†</sup>, Eiji Takimoto<sup>†</sup>, Koichi Mouri<sup>††</sup>, and Eiji Okubo<sup>††</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

<sup>††</sup>Department of Computer Science, Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University

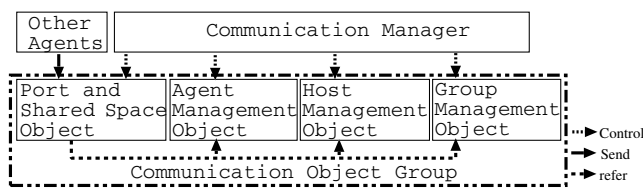


図 2 通信機構の構成

これらの情報を契機に通信オブジェクトグループが管理するエージェントやホスト情報などを操作する。エージェントに対して通信相手を隠蔽する本機構の特徴は、通信マネージャが周囲の情報を取得し、通信オブジェクトグループを自身のポリシーに従い操作することにより実現する。

ホストの移動などによりエージェントが消失した際、通信中であるエージェントの通信を継続させる必要がある。通信マネージャが、通信オブジェクトグループのメソッドを呼び出し、新たな通信相手を選択させることにより通信の継続を実現する。通信オブジェクトグループは、自身の情報に基づきエージェントからの処理を実行するのみである。よって、通信マネージャを変更することにより、オブジェクトを様々なポリシーに従い動作させることが可能となる。

## 4.2 通信オブジェクトグループ

通信オブジェクトグループは、上記の通信手法を実現するポートオブジェクト、共有空間オブジェクト、情報を管理するオブジェクトから構成される。情報を管理するオブジェクトは、以下の 3 つから構成される。

- エージェント管理オブジェクト
- ホスト管理オブジェクト
- グループ管理オブジェクト

各オブジェクトと通信マネージャの構成を図 2 に示す。

### 4.2.1 エージェント管理オブジェクト

エージェント管理オブジェクトは、通信に必要なエージェントの情報を管理する。エージェントの情報は、エージェントの状態、エージェントの機能、ホスト情報、ポート、同機能を実現するエージェント ID の 5 つである。エージェントの状態は、自身が管理するハードウェアの状態などに基づき、他のエージェント要求の受け付け可否を示すものである。各エージェントとオブジェクトが共有メモリを用いてこの情報を共有する。

ポートを利用した通信において、ポートオブジェクトが、エージェント管理オブジェクトのメソッドを呼び出し、エージェントの状態をエージェント選択時の 1 要素とする。エージェント管理オブジェクトが、共有メモリによりエージェントの状態を保持することにより、エージェント通信機構により適切なエージェントの選択が可能とする。

### 4.2.2 ホスト管理オブジェクト

ホスト管理オブジェクトは、ホスト ID、MAC アドレスと IP アドレスなどホスト情報を管理する。管理するホストは、エージェント管理オブジェクトで管理されているエージェントが存在するホストである。ポートオブ

ジェクトがエージェント選択後、ホストのアドレスを解決するために参照する。

本機構は、エージェント移動後も同様のエージェント間で通信を行わせる。エージェントが移動した際、通信マネージャが移動先のホストを追加し、エージェント管理オブジェクトの情報を変更することにより実現する。通信マネージャが統括し各オブジェクトを操作することにより、各オブジェクトは独立する。これにより、エージェント移動後も同じエージェントとの通信が各オブジェクトからも抽象化される。

### 4.2.3 グループ管理オブジェクト

グループ管理オブジェクトは、エージェントをグループ化したグループ情報を管理する。エージェントは、通信を行うエージェントや同様の機能を実現するエージェントを単位としてグループ化される。グループ情報は、各グループにおいて、グループ ID と各グループに存在するエージェント ID からなる。

ホストの移動、追加、削除により、グループ内のエージェント数は変動する。エージェント数が減少すると通信マネージャがグループ管理オブジェクトを操作し、エージェントをグループに追加する。グループに存在するエージェントを一定数に保つことにより、ポートオブジェクトが、通信時に複数のエージェントからの選択が可能となる。これにより、CPU 性能などを考慮した通信が実現可能となる。

## 4.3 通信手順

エージェントが他のエージェントと通信する場合、通信を提供するオブジェクトにメッセージと必要とする機能を引数としてメソッドを呼び出す。通信を提供するオブジェクトは、グループ管理オブジェクトが管理する情報とエージェント管理オブジェクトが管理するエージェントの状態を参照し、適切なエージェントを選択する。その後、ホスト管理オブジェクトを参照し、選択したエージェントが存在するホストのアドレスを解決しメッセージを送信する。

## 5 おわりに

分散 OS AG におけるエージェント間の通信を実現する機構について述べた。本通信機構を実現することにより、AG は、エージェントの位置、移動透過性を実現し、ホストの移動、故障に柔軟に対応することが可能となる。本稿では、AG があらかじめサブシステムを構成していることを前提に述べた。しかし、初期状態からのサブシステムの構成手法に加え、参加、離脱後のサブシステムの変更手法を考慮する必要がある。今後、サブシステム構成手法、構成アルゴリズムを検討していく予定である。

## 参考文献

- [1] 瀧本 栄二, 芝 公仁, 大久保 英嗣: “エージェント技術を用いた分散オペレーティングシステムの構成手法,” 情報処理学会研究会報告 2002-OS-89, pp.117-123(2002).