

組み込みシステム向けマルチエージェントフレームワーク

須田 唯之 中溝 克明[†] 横山 孝典 志田 晃一郎 兪 明連

東京都市大学大学院

1. はじめに

近年の家電機器の高性能化・高機能化, 家庭内ネットワークの普及に伴い, 家電機器のネットワーク化が進んでいる. しかし, 現状では家電機器単独での利用しか考えられておらず, ネットワークを利用した家電機器同士の連携は行われていない. そこで, 各家電機器に自律性・協調性をもったソフトウェアであるエージェントを搭載し, 家電機器同士の連携を実現するため, 組み込みシステム上で動作するエージェントシステムが求められている.

エージェントを動作させるには, 一般にエージェントフレームワークを利用する. エージェントフレームワークは, エージェントやエージェントシステム的设计・実装を支援する開発ツールであり, 実行環境でもある. エージェントフレームワークの例として, DASH [1] や JADE [2] などがあり, Java 言語をベースに開発されている. 既存のエージェントフレームワークを家電機器に適用するには, 各機器にエージェント以外の管理機能も搭載する必要がある. また, 既存のエージェントフレームワークは Java 言語で開発されているため, Java 仮想マシンも搭載しなければならない.

しかし, 家電機器に搭載されているワンチップマイコン上にそれら全てを実装するのは困難である. まず, 容量が数百 KB 以下と非常に小さい内蔵 ROM, RAM のみで動作させるため, メモリ使用量を削減しなければならない. さらに, RAM 容量が数十 KB と ROM 容量の 1/10 以下であるため, ROM 上で動作させなければならないが, Java アプリケーションを ROM 上で動作させることは困難である.

そこで我々は, 家電機器のようなリソースに制限のある組み込みシステム上で動作可能なマルチエージェントフレームワークの開発に着手した [3]. 本論文では, 開発中のフレームワークのアーキテクチャと実装について述べる.

2. アーキテクチャ

図 1 は, エージェント技術の標準化団体 FIPA により標準化されたエージェント仕様 [4] に基づいたエージェントフレームワークのソフトウェアアーキテクチャ

で, エージェント, AMS (Agent Management Service), DF (Directory Facilitator), MTS (Message Transport Service) により構成される. AMS はエージェントの生成から消滅までを管理する. DF にはエージェントの提供するサービスや位置などが登録されており, 他のエージェントにその情報を照会する. MTS はフレームワーク内や他のエージェントフレームワークとメッセージのやり取りを行う. しかし, エージェントフレームワークとして必要な全ての機能を, リソースに制限のある家電機器上に搭載するのは困難である.

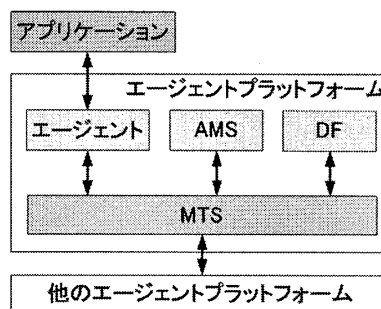


図 1 FIPA 仕様のエージェントフレームワークモデル

そこで本研究では, 図 2 に示すような分散型アーキテクチャを採用する. すなわち, エージェントフレームワークが必要とする全ての機能を家電機器上に搭載するのではなく, 比較的リソースに余裕のあるホームサーバを活用し, 家電機器上とホームサーバ上に分散させる.

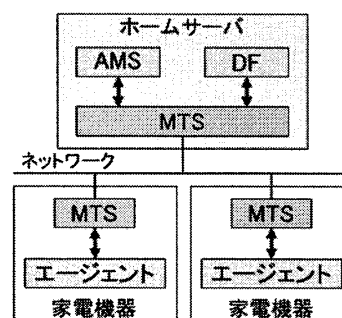


図 2 提案エージェントフレームワークアーキテクチャ

家電機器上にはエージェントとエージェント間通信を行う MTS のみを配置する. 比較的リソースに余裕があるホームサーバ上には, エージェントを管理する AMS と DF, MTS を配置する. このようなアーキテクチャを採用することで, 家電機器側のメモリ使用量を削減できるだけでなく, 各機器上のエージェントはどのような

A Multi Agent Framework for Embedded Systems
Tadayuki Suda, Katsuki Nakamizo[†], Takanori Yokoyama,
Koichiro Shida and Myungryun Yoo
Tokyo City University, Graduate School
[†]Presently with Hitachi, Ltd.

サービスがどの場所で提供されているかを事前に把握する必要がなくなる。各機器上のエージェントは、起動時にホームサーバ上にある AMS に登録処理を行う。AMS は登録承認を行い、DF に登録要求を受け付けたエージェントの場所や提供しているサービス等エージェントに関する情報を記憶する。各エージェントは、登録処理終了後は、DF を利用することで他のエージェントサービスを利用することができる。

3. ホームサーバの実装

図 2 に示したように、ホームサーバ上に AMS と DF、MTS を実装する。また、ホームサーバは家電機器ほどリソースの制限は厳しくないで、Java 言語を用いる。

(1) AMS

AMS は各エージェントを管理するクラスで、エージェントの DF への登録及び削除を依頼するメソッド、エージェントに対して生成や消滅、一時休止といった命令を行うメソッドを実装する。

(2) DF

DF はエージェントの提供するサービスや位置などを保持し、他のエージェントに照会するクラスである。エージェントを実際に DF に登録及び削除するメソッド、エージェント名から送信先の IP アドレスを検索するメソッド、サービス名から送信先の IP アドレスを検索するメソッド、そして送信先のプラットフォームにおけるメッセージエンコードスキームの種類を検索するメソッドを実装する。

(3) MTS

MTS はフレームワーク内や他のエージェントフレームワークとメッセージのやり取りを行うクラスで、エージェントからメッセージを受け取ると、そのメッセージをバッファに一時的に格納した後、DF へ送信先の問い合わせを行いメッセージを送信する。送られてきたメッセージを受信するメソッド、メッセージを送信するメソッド、受信したメッセージがどのような要求かを識別するメソッドを実装する。

4. 家電機器におけるエージェントの実装

家電機器に搭載するエージェントの構成を図 3 に示す。エージェントは、その振る舞いを決定する推論部、他のエージェントとの通信を行う通信部、組み込みアプリケーションとの連携をするインターフェース、そしてそれらの動作を制御する制御部からなる。

推論部の推論アルゴリズムには、前向き推論であるプロダクションシステムを採用する。プロダクションシステムは、if-then 形式のルールの集合によって推論を行う問題解決システムである。エージェント設計者がルールを記述し、ワーキングメモリにはエージェントの周囲の環境情報を記憶する。推論エンジンによって、ワーキングメモリ上の情報と条件が一致するルールが選択され、

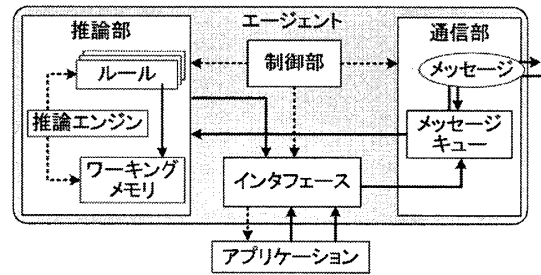


図 3 エージェント構成

振る舞いが決定する。振る舞いの実行結果は、ワーキングメモリに記憶され、次の振る舞いのための情報となる。

ワンチップマイコンの内蔵 ROM 上でエージェントを動作させるため、推論部のワーキングメモリを除いた部分について ROM 化を行う。ワーキングメモリはデータの書き替えが起こるので ROM 化できないが、ワーキングメモリ内に記憶するデータは家庭内という限定的な空間に関するものなので、RAM の使用量はそれほど大きくなると考えられる。推論エンジンやルールは固定的なので ROM 化が可能である。ルールの追加・削除が必要な場合はフラッシュROM を書き替える。

エージェントの実装には C 言語を用いる。Java 言語と異なり仮想マシンを必要としないので、メモリの使用量を削減でき、ROM 化も容易である。また、組み込みシステムの既存アプリケーションは C 言語や C++ 言語で実装されていることが多いので、C 言語で実装することにより、エージェントとアプリケーション間のリンクも容易になる。

5. おわりに

本研究では、家電機器同士の連携を実現するために、リソースに制限のある組み込みシステム上で動作可能なマルチエージェントフレームワークを提案した。これまでに、ホームサーバとエージェントの ROM 化の実装を行った。今後、まだ実装が完了していない部分の実装を行い、様々な組み込みシステム上で動作実験と検証をしていきたい。

参考文献

- [1] 打矢隆弘, 原秀樹, 高垣暁, 菅原研次, 木下哲男, リポトリ型エージェントフレームワークの開発と評価, 情報技術レターズ, Vol.2, pp139-141, 2003.
- [2] Fabio Bellifemine, Agostino Poggi, Giovanni Rimassa, JADE - A FIPA-compliant agent framework, Telecom Italia internal technical report, Vol.PAAM'99, pp97-108, 1999.
- [3] 中溝克明, 須田唯之, 横山孝典, 志田晃一郎, 兪明連, 組み込みシステム向けエージェントフレームワーク, 情報処理全国大会講演論文集, Vol.71, No.2, pp185-186, 2009.
- [4] FIPA Agents Management Specification, SC00023K, 2004.