

# ユビキタス情報環境向けエージェントフレームワークのための 適応型通信機構の評価

## Evaluation of Adaptive Communication for Agent Framework Platform in Ubiquitous Informational Environment

伊藤 大視 †‡

Taishi Ito

高橋 秀幸 †

Hideyuki Takahashi

菅沼 拓夫 †‡

Takuo Suganuma

木下 哲男 †‡

Tetsuo Kinoshita

白鳥 則郎 †‡

Norio Shiratori

### 1. はじめに

近年、ユビキタス情報環境上のアプリケーション(ユビキタスアプリケーション)のための基盤システムとしてエージェント指向ミドルウェアが注目されている [1, 2]. しかし、ユビキタス情報環境は一般に機能・性能が十分でないコンピュータやネットワーク上で構成されるため、エージェント指向ミドルウェアをユビキタスアプリケーション向け基盤システムとして利用する際に、エージェント間通信の効率が低下しサービスの安定性が低下する問題が起こりうる。そこで本研究は、エージェント指向ミドルウェアのプラットフォーム間通信に着目し、計算機環境の状況に応じて適応的にプラットフォーム間通信方式を決定・利用する「適応型プラットフォーム間通信機構」を提案する。本稿ではプロトタイプシステムの実装を示し、それをを用いた実験と評価について述べる。

### 2. 関連研究

エージェント間通信はエージェント間の様々な相互作用を起こすための通信でありプラットフォーム間通信によって実現されている。既存のエージェント指向ミドルウェアではプラットフォーム間通信として TCP などの単一の通信方式を用いている [3]. しかし単一の通信方式によってプラットフォーム間通信が実現される場合、例えばリアルタイム性を必要とするエージェント間通信と確実性を必要とするエージェント間通信が同時に発生する際などに、単一の通信方式でこれらの通信の要求を同時に満たすことは困難である。このようなことから既存のエージェント指向ミドルウェアでは、多様なエージェント間通信の要求が存在する場合に、エージェント間通信の効率が低下し、サービスを安定的に継続することが難しい。

### 3. 適応型プラットフォーム間通信機構

2章で述べた問題点を解決するには、コンピュータ資源・ネットワーク資源の状況およびエージェント間通信の要求を観測し、様々な通信方式を用いてプラットフォーム間通信を行う必要がある。

図1で多様なプラットフォーム間通信の例を示す。ここでは、エージェント A とエージェント B 間でアプリケー

ションの動作履歴を送信しており、エージェント間通信の性質として「確実性」が必要とされている。この場合 TCP を用いてプラットフォーム間通信を実現することで、動作履歴の不着によるアプリケーションの継続不能などの問題が回避可能である。またこれと同時に、エージェント C およびエージェント D 間で契約ネットプロトコルなどの、「確実性」に加えて「秘匿性」および「時間制約」が要求されるエージェント間通信が発生したとする。この場合、エージェント A・B 間のプラットフォーム間通信とは別に SSL を用いて優先的に通信を行うプラットフォーム間通信を行うことで、所望の処理を安定に完了できると考えられる。

このような同時に多様なプラットフォーム間通信を行うエージェント指向ミドルウェアを実現するため、本研究では「適応型プラットフォーム間通信機構」を提案する。

適応型プラットフォーム間通信機構のアーキテクチャを図2に示す。ここで、計算機資源観測機能は CPU 利用率やメモリ利用率などを観測する機能であり、ネットワーク資源観測機能は通信帯域幅、利用可能なトランスポート層プロトコル、通信を行っているプラットフォーム間通信、通信先プラットフォーム間との往復遅延時間などのネットワークの状況を観測する機能である。また、エージェント間通信観測機能はメッセージの送受信頻度、メッセージの送り先エージェントの総数などのエージェント間通信を観測する機能である。これら観測機能の観測結果からエージェント間通信に用いるプラットフォーム間通信方式を推論する機能が、通信方式選択機能である。プラットフォーム間通信制御機能は通信方式選択機能によって選択されたプラットフォーム間通信方式に基づき、ネットワークインタフェース (I/F) を通じてプラットフォーム間通信を実現するための機能である。

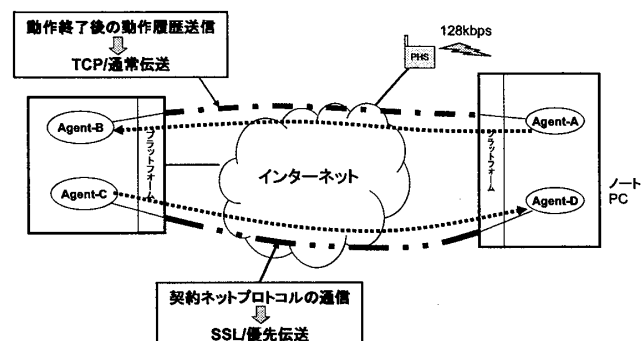


図1 多様なプラットフォーム間通信の例

† 東北大学電気通信研究所, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

‡ 東北大学大学院情報科学研究科, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

‡ 東北大学サイバーサイエンスセンター, Cyberscience Center, Tohoku University

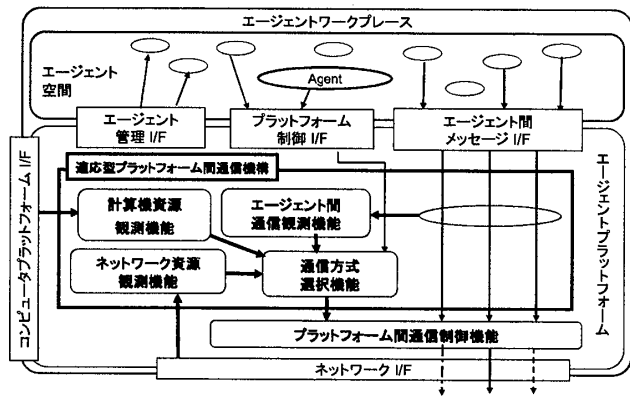


図2 適応型プラットフォーム間通信機構のアーキテクチャ

4. 実験と評価

4.1. 実装

エージェント指向ミドルウェアである DASH[4] をベースとして、3章で示した機構に基づいてプロトタイプシステムの実装を行っている。実装では、ネットワーク資源観測機能として、エージェント間通信の通信先の計算機との往復遅延時間を測定する機能を実装した。また、プラットフォーム間通信方式としてコネクション型およびコネクションレス型の2方式を選択可能とし、プラットフォーム間通信制御機能でコネクション型を TCP、コネクションレス型を UDP としてプラットフォーム間通信方式を切り替える仕組みを実装した。

4.2. 実験

4.1章で示したプロトタイプシステムを用い、送信データレートを制御可能なストリーミング配信サービスによって提案機構の有効性の評価を行った。この実験環境を図3に示す。実験ではストリーミング配信サーバおよび受信携帯端末を用い、これらのマシン上にストリーミングの送受信を行うエージェントとして Transmitter および Receiver を配置し、ストリーミングの送信データレートを制御するエージェントとして Controller および Manager を配置した。送信データレートの制御はエージェント間通信を用い周期的に行い、ストリーミング配信は計算機資源を消費しないダミーデータを UDP で送信している。また、受信携帯

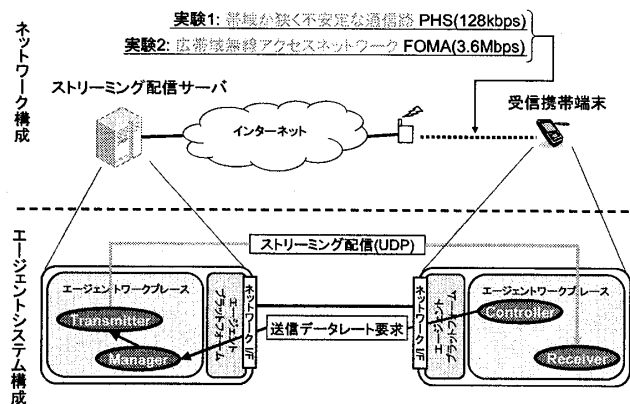


図3 実験環境

表1 実験結果

(a) PHS 回線を介した実験結果

	応答時間の標準偏差	平均応答時間
提案手法	1.6	2.1
従来手法	2.3	2.3

(b) FOMA 回線を介した実験結果

	応答時間の標準偏差	平均応答時間
提案手法	0.6	1.3
従来手法	3.8	2.4

端末を PHS 回線および FOMA 回線を介してストリーミング配信サーバへ接続した。このような構成の元で、多量のストリーミングデータを配信している場合に送信データレートの制御に要する時間(応答時間)を測定した。比較のために、プラットフォーム間通信として TCP のみによる通信を行う従来手法のエージェント指向ミドルウェアで同様の測定を行った。

4.3. 実験結果・考察

30回実験を試行した結果を表1(a)および(b)に示す。はじめに PHS 回線を介した実験では、多量のストリーミングデータを配信している場合であっても PHS 回線の利用可能帯域が圧迫されず、提案手法と従来手法の平均応答時間に大きな差は見られなかった。しかし、応答時間の標準偏差は提案手法がより小さい値となった。このことから、提案手法は従来手法に比べより安定的にストリーミングの送信データレート制御を行っていることがわかる。また FOMA 回線を介した実験からは、従来手法に比べ提案手法の平均応答時間・応答時間の標準偏差がより小さい値となっている。これらの実験結果より、提案手法は広帯域アクセスネットワークにおいてエージェント間通信を効率的に行い、安定したサービスを提供できることが分かった。

5. おわりに

本稿では環境の状況に応じてプラットフォーム間通信を選択・利用する適応型プラットフォーム間通信機構を提案し、プロトタイプシステムを用いた実験を通して無線アクセスネットワークにおける本機構の有効性を示した。

今後はプロトタイプシステムの通信方式選択機能の高度化およびネットワーク資源観測機能の機能強化などを行うとともに、様々なアプリケーションにおける提案手法の有効性の検証を行っていく予定である。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金(19200005)の援助を受けて実施した。

参考文献

- [1] Weiser, M.: The Computer for the Twenty-first Century, *Sci. Am.*, Vol. 265, No. 3, pp. 94-104 (1991).
- [2] R. Grimm et al., "System support for pervasive applications" *ACM Transaction on Computer Systems (TOCS)*, Vol.22 No.4, pp.421-486, November 2004
- [3] G.T. Nguyen et al., "Agent Platform Evaluation and Comparison.", *IL-SAS, Pellucid EU 5FP IST-2001-34519 RTD*, Technical report Jun 2002, Bratislava, Slovakia
- [4] S. Fujita et al., "Agent-based design model of adaptive distributed systems", *Applied Intelligence*, Vol. 9, No. 1, pp. 57-70, 1998.