

エージェント型マッチメイキングに基づく アドホックコミュニティ上での情報共有方式

渡邊 夏樹† 菅沼 拓夫† 白鳥 則郎†

小型携帯端末や無線ネットワークの普及に伴い、いつでもどこでも誰とでも、マルチメディアデータを含む情報資源の共有が可能なユビキタス環境が整いつつある。本研究では、ミーティング等のアドホックに形成される物理的コミュニティにおいて、利用可能な端末資源、ネットワーク資源を効果的に活用し、利用者要求の充足を可能な限り満たす情報共有を実現するためのフレームワークの構築を目指している。本稿では、共生コンピューティングの概念に基づく、マルチエージェント指向のコミュニティ内情報共有方式について述べる。

An Agent-based Matchmaking Scheme for Information Sharing in Ad-hoc Community

Natsuki Watanabe † Takuo Suganuma † Norio Shiratori †

With rapid spread of small portable devices like PDAs and wireless network system, the Ubiquitous environment has evolved, where we can share and exchange the Information Resources (IRs) including rich multimedia data anytime, any where, and with anybody. In this research, we propose a framework for advanced IR sharing scheme in the physical community such as meeting formed on an ad-hoc. We also consider effective use of available resources of terminal and network, and the fulfillment of user requirements on IR sharing. In this paper, we explain a multiagent-based information sharing scheme in a community based on the concept of Symbiotic Computing.

1. はじめに

小型携帯端末や無線ネットワークの普及に伴い、いつでもどこでも誰とでも、マルチメディアデータを含む情報の交換や、ビデオ会議などのマルチメディア・コミュニケーションが行えるユビキタス環境が整いつつある [1,2]。ユビキタス環境を構成するデバイス群によるユビキタス環境や、それを支える通信インフラであるユビキタスネットワーク環境は、ユビキタス性を提供する代償として、様々なレベルの機能、性能を持った要

素群から構成されるヘテロな環境となる。従って、ユビキタス環境上に構築されるアプリケーションを効果的に運用するためには、ユビキタス環境の特性に応じてアプリケーションが適応する能力のほかに、ユビキタス環境に積極的に働きかけ、その柔軟性を活用してより高度なサービスを提供するための仕組みが必要である。また、ユビキタス環境は従来のアプリケーションに比べより利用者の近くでサービスを提供するものであるため、利用者のサービス利用におけるコンテキストや、さらには利用者の様々な社会活動や人間関係なども背景知識として利用する、高度なコンピューティング環境として実現することが望まれる [3]。しかし、ユビキタス環境は異種の構成要

† 東北大学電気通信研究所 / 情報科学研究科
Research Institute of Electrical Communication /
Graduate School of Information Sciences, Tohoku
University

素からなるシステムであるため、全体の整合をとりつつ、利用者の望むサービスを提供することは困難であった。

本研究では、ユビキタス環境上のアプリケーションの一つとして、情報資源共有アプリケーションに焦点を当て、ユビキタス環境を意識した効果的な情報資源 (IR) 共有を実現することを目的とする。特に本研究では、具体的な適用領域として、ミーティング等のアドホックに形成される物理的な人間コミュニティ (アドホックコミュニティ) に着目する。すなわち、アドホックコミュニティにおいて、端末・ネットワーク資源の有効利用、および利用者要求の充足等を考慮した IR の効果的な共有のためのフレームワークの確立を目指している。

本稿では、本研究の目的を実現するための手法の一つとして、マルチエージェント指向コンピューティングに基づくマッチメイキング手法を用いたアドホックコミュニティ上での情報共有方式について議論する。

2. アドホックコミュニティ上の情報資源共有とその問題点

2.1 情報資源共有

ここでは、情報資源 (IR) 共有とは、ある利用者の集団 (コミュニティ) 内で、特定の IR 利用者 (グループ) に対して、IR 提供者が様々な条件から判断して IR へのアクセス権を設定し、それに基づいて利用者が IR に対してアクセスを行う一連の動作のことを言う。

本研究では、ユビキタス環境上のアプリケーションの一つとして、IR 共有アプリケーションに焦点を当てる。IR 共有を選んだ理由は、IR は利用者のコンテキストを良く反映したものであり、それらの情報を利活用することで利用者指向のサービスを構成できる可能性があること、また計算機やネットワークの資源を消費するアプリケーションであるためユビキタス環境との密な連携が必要であることなどが挙げられる。

2.2 アドホックコミュニティ

特定の趣味・嗜好や目的をもった人々によって形成される集団をコミュニティと呼ぶ。コミュニティは論理コミュニティと物理コミュニティに大別される。論理コミュニティとは、仮想的に構成される人の集団である。プロジェクトやメーリングリストのユーザ、趣味の仲間などがこれにあたる。一方、物理コミュニティとは実際に人が集まって形成される人の集団である。ミーティングやディスカッションなどがこれにあたる。プロジェクトのミーティング等は論理コミュニティと物理コミュニティが 1 対 1 にマッピングされる例である。

本研究では、ミーティング等の、アドホックに形成される物理コミュニティをアドホックコミュニティと呼ぶ。アドホックコミュニティの主な特徴は以下の通りである。

- ・ コミュニティの形成されている時間は数時間程度で、参加者は数名から数十名程度、比較的近距离に位置する
- ・ 参加者は共通の目的を持っている
- ・ 参加者は大きく増減はせず、物理的位置関係も比較的固定
- ・ コミュニティが形成されている間、コミュニティのコンテキストは常に変化し、それを参加者が共有する
- ・ 参加者間ではネットワークを介さない物理的なコミュニケーションが可能
- ・ 参加者は様々な論理コミュニティに所属している

本研究では、以上のようなアドホックコミュニティ内において IR 共有を支援するための枠組みを構成する。アドホックコミュニティにおける IR の共有に関しては、更に以下のような特徴がある。

- ・ 基本的に IR は各自の端末上に偏在する
- ・ 特定の時間・空間のみに存在するコミュニティであるため、サーバを介さない IR の共有が必須 [4] .
- ・ 小型端末や無線ネットワークを使用するため、計算機・ネットワーク資源が十分に利用

できない。

アドホックコミュニティでの IR 共有の例としては、研究室のゼミ、学会におけるセッションなどがある。図1に研究室のゼミの例を示す。研究室のゼミは研究内容のディスカッションという目的を持った人々によって一時的にゼミ室等の空間に形成された物理コミュニティである。IR 利用者は、例えばすべての情報を共有したい、実験データのみを閲覧したい、関連論文のアブストラクトを見たい等の要求を持つ。また IR 提供者は研究上の個人的なメモなどはなるべく公開したくない等の要求を持つ。これらの要求はコミュニティのコンテキスト(プレゼンテーション中か質疑応答中かなど)によって変化する。また、IR の形式やデータサイズ等によって、特定の端末上では閲覧することができない等の制約がある。以上のような条件を加味して、各端末上の IR の共有設定を自動的に行う。

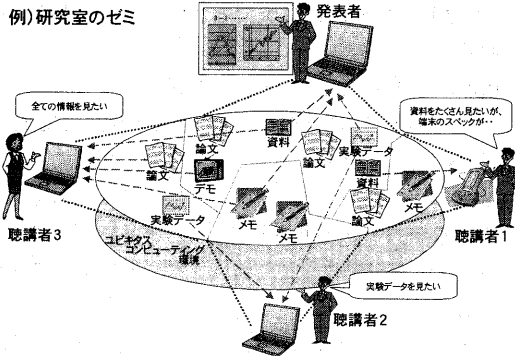


図1 研究室のゼミの例

2.3 技術的課題

前節で述べた特徴をもつアドホックコミュニティにおける IR 共有を実現するためには、以下の技術的課題を解決する必要がある。

- (P1) IR, 利用者, ハードウェア, ソフトウェア, ネットワークなどの状況をすべて考慮して、効果的に IR 共有設定を行うことが困難
- (P2) ユビキタス環境の柔軟性を活用した効果的なシステム構成を実現するために IR から積極的にネットワークに対して働きかけを行うことが困難

3. マルチエージェントに基づくアドホックコミュニティ上の情報共有方式

3.1 技術的課題の解決

本研究では、アドホックコミュニティにおける IR の効果的な共有を実現するため、マルチエージェント指向コンピューティングに基づくマッチメイキング手法を提案する。これにより 2.3 節で挙げた各技術的課題に対し以下の 4 つの解決方法を与える。

- (S1) IR, 利用者, ハードウェア, ソフトウェア, ネットワークなどの各構成要素(エンティティ)をエージェント化する
- (S2) エージェント間リレーションに基づく連携強化
- (S3) エージェント間協調に基づく組織構成
- (S4) やわらかいネットワーク層(FN 層)との連動 [5,6]によるユビキタスネットワーク環境の動的構成

ここで(S1)~(S3)の各解決法により、(P1)を解決し、(S4)により(P2)を解決する。なお(S4)については本論文では詳しく述べないこととする。

3.2 構成要素のエージェント化

エージェント化とは、対象となるエンティティをエージェントとして動作可能とするための一連のオペレーションのことである。IR, 利用者, ハードウェア, ソフトウェア, ネットワークなどの異種エンティティ間の協調を促進させるため、各エンティティをエージェント化する。図2にエンティティのエージェント化の概要を示す。

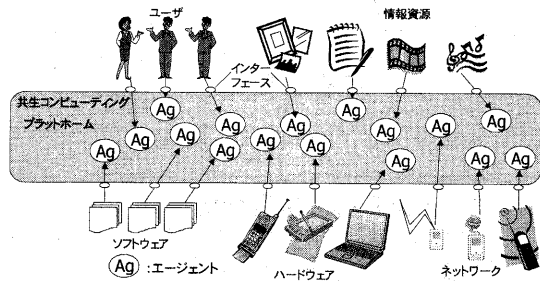


図2 エンティティのエージェント化

各エンティティはエージェント化のためのインタフェースを介して共生コンピューティング

プラットフォームと呼ばれる動作環境中に存在するエージェントと接続される。エージェントは、仕様や静的・動的特性がそれぞれ異なったエンティティを知識表現レベルで抽象化したものである。ユーザのエンティティはユーザ Ag, IR のエンティティは IR Ag, ソフトウェアエンティティはソフトウェア Ag, ハードウェアエンティティはハードウェア Ag, ネットワークエンティティはネットワーク Ag としてそれぞれ構成される。

図 3 に本システムで用いるエージェントのアーキテクチャを示す。図 3 においてエンティティはエージェント化の対象となるエンティティである。協調機構は、他のエージェントとのメッセージ交換を行うためのメカニズムである。エージェント間では、エージェント間通信言語によって規定された形式により、メッセージ交換を行う。

領域知識は、そのエージェントの持つエンティティに関する様々な領域知識を保持し、その知識に基づきエンティティの監視・制御を行ったり、他のエージェントに対して働きかけを行うための知識ベースシステムである。エンティティ処理機構は、エンティティを直接的に制御するためのインタフェースである。例外通知などのエンティティからのイベントを領域知識に通知し、また領域知識の指示によりエンティティのシステムバ

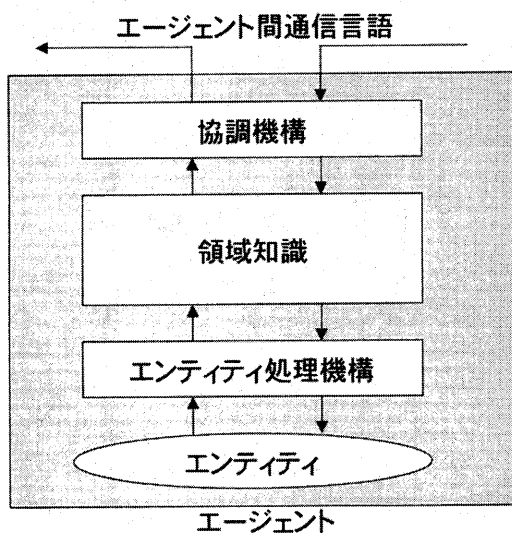


図 3 エージェントのアーキテクチャ

ラメータを直接変更する。

各エンティティは、それぞれの特性に応じた知識モデルで表現され、領域知識内にその知識が保持される。

3.3 エージェント間リレーションに基づく連携強化

各エージェントは、他のエージェントに対しての関連性の強さを示すエージェント間リレーション(Inter-agent Relation: IAR)を保持する。IAR は常に更新される。たとえば協調動作してサービス提供を行ったエージェント間では IAR の値が増加し、エージェント間のリレーションが強まる。IAR の例としては以下のものがある。

(1) ユーザ Ag とユーザ Ag 間の IAR

いわゆる人間関係を示すリレーションである。同じ論理コミュニティに所属している場合などには高い値を持つ。一般にこの値が高い場合は IR 共有を積極的に行っても問題がないと判断される。

(2) ユーザ Ag と IR Ag 間の IAR

ある利用者のユーザ Ag と、自らの保持する IR の IR Ag との IAR は高い値を持つ。またこの値が高いほど他からのアクセスを制限したいという要求を持つと判断される。

(3) ソフトウェア Ag とハードウェア Ag 間の IAR

あるハードウェア上であるソフトウェアが問題なく動作した場合、その Ag 間の IAR は強化される。

(4) IR Ag と IR Ag 間の IAR

あるハードウェア上で同時にオープンされたり、更に情報が Copy & Paste されたような場合は、強い関連を持った IR であると判断し、IAR が強化される。

3.4 エージェント間協調に基づく組織構成

3.3 節で述べたエージェント間リレーションはエージェント間の関連性の強さを表現するものであるが、実際の IR 共有の設定を行う際にはこれらのエージェントを明示的に組織化する必要

がある。この組織化の手法については検討中であるが、契約ネットプロトコル[7]に基づく組織構成手法を導入することを検討している。

4. 実装

図4に、本提案方式の実装レベルのエージェント構成を示す。利用者ごとに、利用者間のエージェント間通信を制御する Matchmaker Agent(MMA)を導入する。また、実際の IR 共有を行う際のデフォルトのアクセス制御レベルなどの事前条件を調整するための Condition Control Protocol (CCP), エージェント間の情報交換, 協調動作そのものを行うための Cooperation Protocol (CP), IR の移動等を行うための Information Exchange Protocol (IXP)などの各プロトコルを構成する。

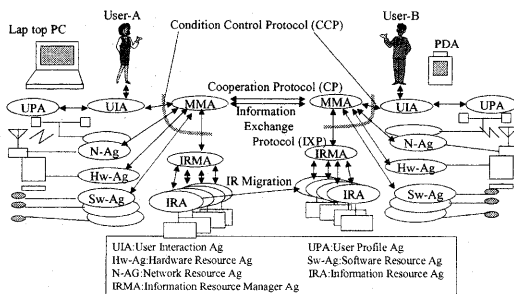


図4 エージェント機構

以下に MMA を中心としたエージェント群の振る舞いを示す。

- (1) MMA 間で CCP により, User-{A,B}間での事前条件を決定する,
- (2) 事前条件に基づき, CP によって, エージェント間の各種情報交換, 協調動作が行われる。
- (3) IXP によって IR の要求/提供を行う。場合によっては IR の migration を行う。
- (4) IXP による IR の要求に対し, reject が送られた場合などの例外発生時には, User Interaction Agent (UIA)を介してユーザの判断を仰ぐ。
- (5) 必要があれば CCP を再駆動し, 条件の再調整を行う。

本システムは, マルチエージェントフレームワークである DASH 1.9.7h[8]によって実装する予定である。

5. まとめ

本稿では, マルチエージェントに基づくアドホックコミュニティ上での情報共有方式について述べた。今後は各エージェントの具体的な動作設計と, 異種環境間でのマッチメイキング手法の具現化を行い, 評価方法を検討することが課題である。評価方法の具体的方法としては, 利用者・提供者の利用者要求の達成度を様々なパラメータ(ユーザが設定した利用者要求レベル・提供者要求レベルとのずれ, コミュニティ内の共有ファイル数, 利用可能なサービス数等)にとり, それらの定量的な評価により行う予定である。

参考文献

- [1] 前田 晴美: 弱い情報構造を用いたコミュニティの情報共有システム, ISICIE, Vol.11, No.10, pp.1-9, 1998.
- [2] 河口信夫, 外山勝彦, 稲垣康善: モバイルエージェントによるアドホックネットワークの構築, ソフトウェア学会 SPA'99, 1999.
- [3] 松尾豊: ユビキタス空間におけるユーザの文脈の把握, 第4回 AI 若手の集い(人工知能学会主催)MYCOM2003 資料, 2003
- [4] 斎藤隆行 安西利洋 中山真樹 芦野俊宏 中村理恵子 岩元隆幸 古川令子 柴田司都: 分散協調型計算ミドルウェアとマルチメディア共有操作環境の開発, IPA Technology Expo ITX2001, No.1-42, 2001
- [5] Suganuma T., Kinoshita T. and Shiratori N., "Flexible Network Layer in Dynamic Networking Architecture," Proc of The 1st International Workshop on Flexible Networking and Cooperative Distributed Agents (FNCDCA2000), pp.473-478, 2000.7.
- [6] 今野将, 北形元, 原英樹, 菅沼拓夫, 菅原研次, 木下哲男, "エージェントによるアプリケーション間コネクションの動的構成手法", 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.465-477, 2002
- [7] R. G. Smith, The Contract net protocol: High-level communication and control in a

- [8] distributed Problem solver, IEEE Trans, Comput., Vol,29, no12, pp.1104-1113,1980.
- [9] DASH - Distributed Agent System based on Hybrid architecture ! -
<http://www.agent-town.com/dash/>