

組織概念に基づくエージェント間コミュニケーションについて

小野 良司 李 殷碩 白鳥 則郎
東北大学電気通信研究所 / 情報科学研究科

概要

コンピュータ上でのユーザ間コミュニケーションの支援を行なうエージェントは、ユーザや他のエージェントからのメッセージに対して何らかの動作を行なう。オブジェクトとの類似から、エージェントのコミュニケーションにおける振舞いは、到来するメッセージに含まれる相手の要求と、保持する固有の内部状態から記述する方法が用いられている。このような枠組では、相手の身分や役割、あるいはそのときの話題に対応した振舞いを、明示的に記述するのが困難である。

本稿では、コミュニケーションにおけるメッセージの受信側と送信側との関係に着目し、エージェントの立場を表す属性をエージェントに導入し、これをユーザを取り巻く組織の視点から設定することにより、より周囲の状況に対応した振舞いを実現する。

Inter-Agent Communication Based on the Concept of Organization

Ryoji ONO Eun-seek LEE Norio SHIRATORI
Research Institute of Electrical Communication /
Graduate School of Information Science, Tohoku Univ.

Abstract

Agents supporting inter-user communication act on the reception of messages from the user or other agents. Agent's behaviour is specified in terms of the request included in the message and its internal state; but with this method, it's difficult to describe clearly the behaviour in relation to the status, role or topic.

To overcome this problem, in this paper we introduce the concept of agent's attribute, which express the situation of an agent from the point of view of the relationship between the sender and receiver. We also propose to define the attribute from the view of the organization; by doing so the agent will select the most suitable behaviour according to the user's particular environment.

1 はじめに

近年のコンピュータシステムおよびネットワークの発展に伴い、コンピュータシステムが、人間同士のコミュニケーション媒体として用いられるようになってきている。このようなコミュニケーションによる人間(ユーザ)への作業の量的、時間的負担の軽減を目的として、コンピュータ上に存在し、ユーザに代わって自律的にメッセージの処理を行なうような主体が研究されている [1],[2]。このような主体をエージェントと呼ぶ。エージェントはコミュニケーションにおける処理の支援/代行を行なうことでユーザの支援を行なう。

エージェントはコミュニケーションにおいて、到来したメッセージにしたがって処理を行い、その振舞いを決定する。このようなエージェントの振舞いを決定づける要素を、ここでは状況と呼ぶ。

従来のエージェントにおいては、状況として相手からの要求内容と、自分の内部状態を主に用いていた。我々はこれに加え、コミュニケーションの相手に関する情報を状況の新たな要素として考慮することにより、より柔軟な、現実即した振舞いの実現を目指している。

本稿では、このような相手を考慮した振舞いの実現を目的として、自分と相手との関係を表す属性と、これを用いたコミュニケーションを提案する。

2 属性を用いたエージェント間コミュニケーション

2.1 属性

本研究では、エージェントの振舞いを決める状況として、現在コミュニケーションを行なっている相手が重要であると考え。コミュニケーションの相手を考慮した振舞いを行なうエージェントとして、我々はすでにマルチフェースエージェント (MFA)[2]を提案している。

MFA では、コミュニケーションの相手の表現として相手のエージェントの名前を用いている。しかし人間同士のコミュニケーションにおいては、そのときの話題や立場によって、同じ相手に対してでも対応は変化すると考えられる。

人間同士のコミュニケーションを例にとると、"A"と"B"が話をしているとき、"A"と"B"が共同研究者として話している場合と、"A"と"B"がサークルのメンバーとして話している場合とでは、"A"の発話に対する"B"の対応は異なるものとなるだろう。このとき"B"は、"B"に対する"A"の立場によって行動を変えているとみなすことができる。すなわち、人間は自分に対する相手の立場によって行動を変えていると考えられる。先述の例では"B"に対する

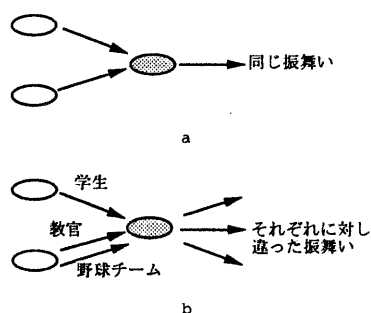


図 1: 属性を用いたコミュニケーション

"A"の「共同研究者」「サークルのメンバー」という立場がこれに当たる。

本研究では、この自分に対する相手の立場をエージェント間コミュニケーションに導入するために、相手の立場を表す表現手段として属性を導入する。属性とは、エージェントがコミュニケーションにおいて相手の立場を判断するための指標である。

従来のエージェント間コミュニケーションでは、異なるエージェントから同じメッセージを受け取ると、どちらに対しても同じ振舞いをする(図1a)。属性を用いたエージェント間コミュニケーションでは、属性に基づいて振舞いを決めるため、

1. 異なるエージェントに対する異なった振舞い
2. 同じエージェントの異なる立場に対する異なった振舞い
3. 同じ立場にある異なるエージェントに対する同じ振舞い

が可能となる(図1b)。

属性としては、実際には様々なラベルを用いることが可能である。本研究では、エージェントを用いてコミュニケーションを行なうユーザが、コミュニケーションの際に考慮する相手の立場として、組織における所属や肩書などの要素が重要であると考えている。具体的には、属性として大きく分けて以下の3つを考えている。

1. 所属に関する属性
2. 身分に関する属性
3. 行動に関する属性

エージェントは、このような組織に依存する属性を用いることによって、ユーザを取り巻く組織の構造を反映した振舞いをする事が可能になる。

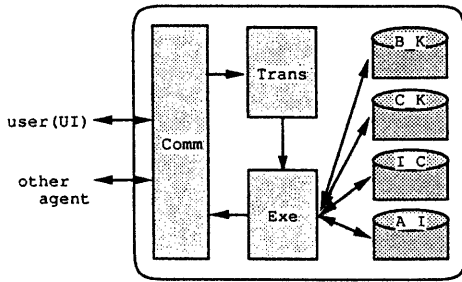


図 2: 属性を用いるエージェントのモデル。

2.2 属性を持つエージェント

エージェントはその識別子と、エージェントが行動するのに必要な機能部品、およびその振舞いを特徴づける知識群からなる。本研究ではエージェントの振舞いを決める要素として新たに属性を導入したため、ここでは特に知識群に重点を置いている。

エージェント (Agent:A) は以下の 5 項組から表される (図 5)。

$$A = \langle ID, Comm, Trans, Exe, KM \rangle$$

1. 識別子 (Identifier:ID) は、エージェントを識別するための名前である。
2. 通信部 (Communicator:Comm) は、他のエージェントやクライアントであるユーザ (またはユーザインタフェース) とのメッセージの送受信を行なう。
3. メッセージ解析部 (Translator:Trans) は、通信部において受信されたメッセージを、エージェント内部において理解可能な形式に変換する。
4. 行動部 (Executor:Exe) は、メッセージ解析部によって解析されたメッセージに従い、知識群へのアクセスを行ないながらその行動を決定し、実際の行動を行なう。
5. 知識マネージャ (Knowledge_Manager:KM) は、各知識群にアクセスするためのマネージャである。知識マネージャ KM を、エージェントが持つ知識群の組で表す。知識マネージャ KM は以下の 4 項組から表される。

$$KM = \langle B.K, C.K, I.C, A.I \rangle$$

- (a) 行動知識 (Behaviour.Knowledge:B.K) は、エージェントの振舞いを決定するための知識である。行動知識は、状況ととるべき行動の組から成る。また、状況はコマンド、内部状態、属性からなる。

(b) コマンド知識 (Command.Knowledge:C.K) は、他のエージェントからの要求に用いられるコマンドに関する知識である。

(c) 内部状態 (Internal.Condition:I.C) は、エージェントが保持するユーザおよびエージェント自身の状態に関する知識である。内部状態は、エージェントの状態、ユーザの状態、各アプリケーションに依存する状態から表される。

(d) 属性情報 (Attribute.Information:A.I) は、属性と属性に関する情報を保持する知識である。属性情報は、用いられる属性の組、組織構造などを表すための属性間関係および識別子と属性の対応関係を保持する個人情報から成る。

2.3 属性を用いたコミュニケーション

属性を用いたエージェント間コミュニケーションは、前節で示したエージェントの間のメッセージパッシングで表される。

エージェント間のメッセージ (Message) は、送信側の受信側への要求を表すコマンド (Command)、コマンドに付随するパラメタ (Parameter) および受信側に対する送信側の属性 (Sender.Attribute) から構成される。

$$Message = \langle Command, Parameter, Sender.Attribute \rangle$$

メッセージを送信するエージェントは、受信側に要求するコマンドと、このコミュニケーションにおける受信側に対する立場を表す属性を選択し、メッセージに記述して送信する。メッセージの送信はエージェントの行動の結果として起こるので、コマンドおよび属性をどのようにして選択するかは行動知識に記述される。

メッセージを受信したエージェントは、メッセージに含まれるコマンドおよび属性と、自分の持つ内部状態によって、行動知識および属性情報を用いてとるべき行動を決定し、これにパラメタを当てはめて実際の行動を行なう。

2.4 属性を用いた集団合意形成

2.4.1 集団コミュニケーション

エージェント間コミュニケーションは、エージェントの間のメッセージパッシングで表される。しかし、集団意志決定やスケジューリングなどを行なうためには、これらの目的に関係する複数のエージェントによるネゴシエーションを必要とする。このようなコミュニケーションは、(1) 複数のエージェントによる

不定型なコミュニケーションを必要とし、(2) 全体として1つの解を得ることを目的としている点で、前述のような2者間のみからなるコミュニケーションとは性質が異なる。このような、2つ以上のエージェントによって構成されるコミュニケーションを、ここでは集団コミュニケーションと呼ぶ。

集団コミュニケーションは、

1. コミュニケーションの主催者
2. コミュニケーションの参加者
3. 合意形成条件
4. 合意形成のためのプロトコル
5. 各参加者の意志

から構成される。

ここでは、集団コミュニケーションにおける多対多のコミュニケーションを、主催者と参加者の1対多のコミュニケーションに構造化して考える。このとき、集団コミュニケーションは主催者と参加者の間での、条件提示と結果集積の繰り返しで表される[4]。

ここでは、集団コミュニケーションを、(1) 各参加者の個別の条件の提出要求、(2) 各参加者の条件の提示、(3) 中間結果の提示、(4) 中間結果の可否の通知および(5) 結果の通知の5つのフェーズで表す。

2.4.2 属性を用いた合意形成

この集団コミュニケーションに属性を導入することによって、合意形成において各参加者が他の参加者を考慮して振舞うことが可能になる。

属性を用いた合意形成を実現するため、主催者から各参加者に送信されるメッセージ(フェーズ1, 3, 5)に、主催者および各参加者の属性を記述する。

Org_Message = < *Command, Parameter,*
Organizer_Attribute,
Participant_Attribute >

メッセージを受信した参加者は、主催者の属性と参加者の属性の組を用い、行動知識や属性情報などを用いて行動を決定する。

また、各参加者は主催者へのメッセージ(フェーズ2, 4)に、その集団コミュニケーションにおける自分の属性を記述する。

Part_Message = < *Command, Parameter,*
Sender_Attribute >

主催者は、各参加者の条件と合意形成条件に加えて、各参加者の属性を用いて結果集積および最終判断を行なう。

教授, 助教授, 助手	教官
D3, D2, D1	DC
M2, M1	MC
DC, MC, 4年, 研究生	学生
各ゼミのリーダー	各ゼミのメンバ
教官, 学生, 各ゼミのメンバ	研究室メンバ
学生	報告書提出者

表 1: 属性間関係

3 実装と応用

3.1 実装

エージェントの実装はUNIXワークステーション上に行なった。また、エージェントの記述にはインタプリタ言語であるperlを用いた。エージェントはシステム上でデーモンとして動作し、ネットワークを介した他のエージェントやユーザインタフェースからの通信をトリガとして処理を行なう。行動情報はユーザがあらかじめ簡単なルールの形式で記述しておき、エージェントが読み込んでデータベースに記憶して使用する。

ユーザインタフェースはTcl/Tkを用いて作成した(図5)。後述する研究状況報告システムでは、報告書の提出要求および閲覧などを行なうことができる。属性などの情報はインタフェース側からは隠されており、ユーザは行動情報の記述以外ではこれらの情報を意識する必要はない。

3.2 応用

本研究で提案した属性を用いたコミュニケーションの実装の応用として、研究状況報告システムを作成した。これについて以下に述べる。

3.2.1 研究状況報告システム

このシステムは、研究室において(1)研究状況を示す報告書の提出、(2)研究室の(研究以外を含む)個人間のミーティングのアポイントを行なうシステムである。

このシステムで用いた属性を以下に挙げる。

- 教授, 助教授, 助手, D3, D2, D1, M2, M1, 4年, 研究生, DC, MC, 教官, 学生, 研究室メンバ, 火曜ゼミ, 水曜ゼミ, 木曜ゼミ, 金曜ゼミの各メンバ, リーダ, サッカーチーム, 野球チーム, バドミントンサークルの各メンバ, 報告書提出者

また、これらの属性の間の属性間関係を表1に示す。

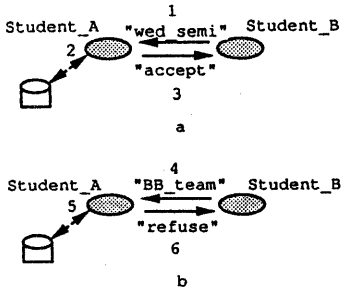


図 3: 例 1

例 1 「学生 B」が「学生 A」に対し、ミーティングのアポイントを要求する例である(図 3)。このとき、「学生 A」「学生 B」とも水曜ゼミのメンバであり、かつ野球チームのメンバであるとする。また「学生 A」の 1/20 の予定には、私用が入っているものとする。

1. ゼミに関する打合せの要求の場合(図 3a)、「学生 B」エージェント「Student_B」は「学生 A」のエージェント「Student_A」にメッセージ `< appoint, 1/20, wed_semi >` を送信する。
2. エージェント「Student_A」は、行動知識 `<< appoint, private, wed_semi >, accept_appoint >` に従い、行動 `accept_appoint(1/20)` を選択する。
3. エージェント「Student_A」は行動 `accept_appoint` の記述に従い、メッセージ `< accept_appoint, 1/20, wed_semi >` を送信する。これによって、「学生 B」はゼミのミーティングのアポイントをとることに成功する。
4. 野球大会に関する打合せの要求の場合(図 3b)、「学生 B」のエージェント「Student_B」はエージェント「Student_A」にメッセージ `< appoint, 1/20, BB_team >` を送信する。
5. エージェント「Student_A」は、行動知識 `<< appoint, private, BB_team >, refuse_appoint >` に従い、行動 `refuse_appoint(1/20)` を選択する。
6. エージェント「Student_A」は行動 `refuse_appoint` の記述に従い、メッセージ `< refuse_appoint, 1/20, BB_team >` を送信する。これによって、「学生 B」は野球大会のミーティングのアポイントをとることに失敗する。

例 2 修士課程の「学生 B」と博士課程の「学生 C」が、ともに「学生 A」に対し 1 月の報告書を要求する例である(図 4)。

1. 「学生 B」のエージェント「Student_B」は、「学生 A」のエージェント「Student_A」にメッセージ `< request_report, Jan, MC >` を送信する(図 4a)。
2. エージェント「Student_A」は、属性間関係「MC → student」を用い、行動知識 `<< request_report, ANY, student >, sorry >` に従い、行動 `sorry(report)` を選択する。

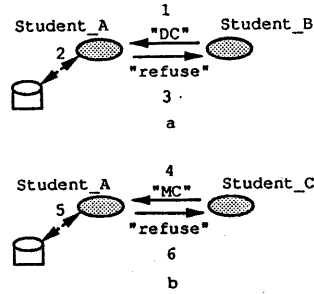


図 4: 例 2

3. エージェント「Student_A」は行動 `report` の記述に従い、メッセージ `< sorry, report, reporter >` を送信する。このため、「学生 B」は「学生 A」の報告書を見ることができない。
4. 「学生 C」のエージェント「Student_C」は、エージェント「Student_A」にメッセージ `< request_report, Jan, DC >` を送信する(図 4b)。
5. エージェント「Student_A」は、属性間関係「DC → student」をもちい、行動知識 `<< request_report, ANY, student >, sorry >` に従い、行動 `sorry(report)` を選択する。
6. これ以下の過程は「学生 B」の場合と全く同じである。

3.3 評価

例 1 では、「学生 B」という同一の相手がコミュニケーションの内容に対応して異なる属性 (`wed_semi`, `BB_team`) をとることにより、「学生 A」のエージェントはそれぞれの属性に対応した異なる振舞いを行なっていることがわかる。これと同様に、それぞれ異なる属性の異なる相手とコミュニケーションをする場合も、それぞれに対して異なる振舞いを行なうことが可能である。

また例 2 では、異なる属性 (`DC`, `MC`) の異なる相手(「学生 B」, 「学生 C」)とのコミュニケーションについて、属性間関係からそれぞれの属性が共通の性質を持つことを判断している。また、それぞれの相手が同一の属性を持つと考えられることから、それぞれに対して同じ振舞いを行なっていることがわかる。

このように、それぞれのコミュニケーションに対応した相手の立場の違いを反映した振舞いの変化を表現することができる。

4 まとめ

本研究では、エージェントの状況、特にコミュニケーションの相手に対応した振舞いを、ユーザを取り

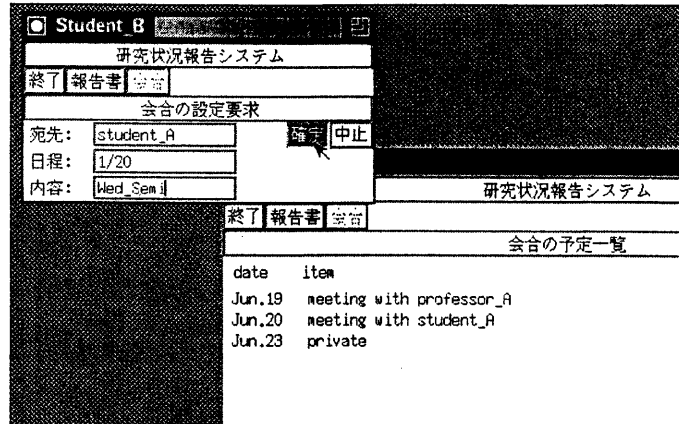


図 5: 研究状況報告システム

卷く組織を考慮して実現するため、コミュニケーションにおける相手との関係を表す指標として属性を導入した。

属性によって、エージェントはコミュニケーションの相手をその性質によって分類することが可能になる。また相手との関係がコミュニケーションの内容をある程度表していることから、エージェントの場面に即した行動の助けとなる。

今後の課題としては、多様な応用例を検討することにより、社会組織の中でエージェントが用いられる場合における属性の典型例を検査し、実際に属性を用いたシステムを作成する際の指標とすることが挙げられる。また、このような組織中におけるエージェント間コミュニケーションでは、組織内での知識の矛盾や、行動に必要な知識の不足が考えられることから、知識獲得の効果的な支援法の検討が挙げられる。

参考文献

- [1] 中内 靖, 伊藤 嘉邦, 安西 祐一郎: "Michele: マルチエージェントモデルに基づく協調作業の新しい枠組", コンピュータソフトウェア, Vol. 9, No. 5 (1992), pp. 25-37.
- [2] 小山 和也, 布川 博士, 遠藤 進, 白鳥 則郎: "コミュニケーションツールのためのエージェント動作記述の構造化", 信学技報, 64-DPS-13, pp. 69-74 (1993).
- [3] 塚田 晃司, 岡田 謙一, 松下 温: "作業の多重性に注目した協調作業支援", 情処研報, 92-GW-3, pp. 25-32 (1992).
- [4] 村上 国男: "機械エージェント間の合意形成システム", 人工知能学会誌, Vol. 8, No. 6, pp. 697-700 (1993).

- [5] 樋地 正浩, 布川 博士, 白鳥 則郎: "協調作業モデル記述言語の設計", 情処研報, 93-GW-3, pp. 33-40 (1993).
- [6] 樋地 正浩, 布川 博士, 白鳥 則郎: "自律的オブジェクトによる共同作業のモデル化", 情処研報, 93-GW-2, pp. 9-16 (1993).