

モバイルエージェント間の多重交渉に基づく グループ代替案選択支援システムについて

伊藤 孝行[†] 新谷 虎松[†]

本論文では、グループ代替案選択システム GCDSS (Group Choice Design Support System) におけるエージェント間の多重交渉に基づく合意形成方式を提案する。GCDSS は、ユーザ間の共通な問題に対する代替案の選択のための議論をエージェント間の交渉により支援するグループ意思決定支援システムである。GCDSS におけるエージェント間の交渉はエージェント間の説得に基づいている。既存の GCDSS では、エージェント間の交渉は 2 エージェント間の説得を積み上げたトーナメント方式で行われた。トーナメント方式における 2 つのエージェントの組合せにおいて説得者と被説得者の選定をランダムに一人選定したためにグループ意思決定が説得者に依存して交渉結果が異なり、ユーザの納得の得られにくい交渉結果が導きだされることもあった。そこで、本論文では GCDSS におけるエージェント間の交渉に関連してすべてのグループメンバーがそれぞれ説得者となるように複数の交渉パターンを設定し分散実行することによって、ユーザの納得がより得られやすい交渉結果を導き出すことを目的とする。エージェント間の複数の交渉パターンを効率的に実行するためにエージェントをモバイルエージェントとして実装する。本システムの特長は、複数の交渉パターンを同時に実行できる点、GCDSS の AHP 機構などの部分的な機構を持ったエージェントを転送することによりユーザは GCDSS の部分的な機構のためのプログラムを前もって個々に持たなくても良い点、およびユーザの個人的な主観的評価に関するプライバシーを保ちながらグループ意思決定が行われる点である。本論文では GCDSS の特長と実際に使用した経験から考察をまとめ、有用性を示す。

On a group choice design support system based on multiple negotiations among mobile-agents

TAKAYUKI ITO and TORAMATSU SHINTANI

In this paper, we propose a mechanism for reaching an agreement among agents based on multiple negotiations in the GCDSS (Group Choice Design Support System). The GCDSS helps a group decision to make a reasonable choice from alternatives. In the GCDSS, agents negotiate with each other on behalf of their users. A negotiation among agents consists of persuasions between two agents. In the existing GCDSS, since one agent who persuades the other is selected randomly in persuasion between two agents, the result of persuasion is dependent on which the agent persuades the other. This sometimes leads a result which is not agreeable to users. Therefore, in order to get a result which can be agreeable to users, agents conduct all patterns of negotiation in the GCDSS. In order to conduct multiple patterns of negotiation, we implement agents as mobile-agents. The features of the GCDSS are shown as follows: Firstly, agents can conduct multiple negotiations simultaneously. Secondly, since agents who have programs for the GCDSS can be transported to another host, users do not need to have programs for the GCDSS. Finally, we can preserve users' privacy on individual preferences in group decision making. This paper concludes that the proposed mechanism is quite appropriate in supporting group decision-making based on negotiation among agents.

1. はじめに

企業などの組織の複雑化と情報技術の発達により複数のメンバーによる協調作業を支援するグループウェア^{16) 21)}の必要性が高まっている。グループウェアの一

つであるグループ意思決定支援システムは、メンバー間のコミュニケーション障壁を取り除き、決定分析を構造化することによってグループにおける意思決定の過程を改善するシステムである¹⁾。

本研究に関連した文献⁵⁾や文献²⁰⁾では、エージェント間の交渉としてエージェント間の説得を提案し、エージェント間の説得をグループ意思決定支援に導入する有用性を示した。エージェントとは、人間の代理

[†] 名古屋工業大学
Nagoya Institute of Technology

としてネットワーク上で自律的かつ協調的に行動することによって人間の活動を支援するソフトウェアである¹⁸⁾。そして、エージェント間の交渉によりユーザ間の議論の負担を軽減するグループ意思決定支援システムであるグループ代替案選択支援システム GCDSS を提案した。

従来の GCDSS ではエージェント間の交渉は 2 エージェント間の説得のトーナメント方式に基づいて行われた。エージェント間の説得においては、相手を説得できる機会を平等にエージェントに与えるために、説得する側と説得される側をランダムに選定した⁵⁾²⁰⁾。説得する側と説得される側をランダムに選定したためにエージェントの交渉結果は毎回必ずしも同じ結果ではなく、時にはユーザの納得が得られにくい交渉結果が得られた。

本論文ではランダムに説得する側と説得される側を選定するのではなく、複数の交渉パターンを実行することによって、各エージェントに一度は説得する側になる機会を与える。エージェントは一度は説得する側になることができるので、説得できる機会を平等に与えられたことになる。本論文では複数の交渉パターンを同時に実行することを多重交渉と呼ぶ。具体的には、図 1 に示す通り、ある一つのエージェントが残りのエージェントを説得するという一つの交渉パターンをエージェントの数の分だけ実行する。従来の GCDSS のトーナメント方式とは異なり、各交渉パターンでは 1 対多の説得が行われる。つまり、ある一つの交渉パターンにおいて一つのエージェントが説得者、残りが被説得者となることによって、説得者になったエージェントを持つユーザの意見が尊重されることになる。そして、複数の交渉パターンを実行することにより複数の交渉結果を得ることが可能になる。複数の交渉結果から最もユーザの納得が得られやすい交渉結果として、説得が成功した数が最も多い交渉結果を最終的な交渉結果として採用する。

複数の交渉パターンを実行する場合、逐次的に交渉パターンを実行するよりも、各交渉パターンを同時に実行することによって効率的に複数の交渉結果を得ることができる。複数の交渉パターンを同時に行うために、エージェントをモバイルエージェントとして実装する。なぜなら、モバイルエージェントの複製技術を用いることによって、エージェントは交渉パターンの数だけ複製を生成し、同時に交渉パターンを実行すれば良いからである。また従来の実装方式のエージェント間の交渉では、エージェントは計算機ホスト(便宜上ホストと略す)から他のホストへ移動すること無し

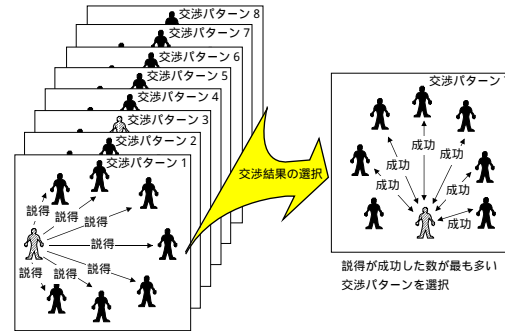


図 1 エージェント間の多重交渉

Fig. 1 Multiple negotiations among agents

に、ホスト間でのメッセージ通信のみによって交渉を行った。メッセージ通信のみで複数の交渉を行う機構を実現すると、ネットワークの負荷が高い場合にメッセージの遅延が起り、効率的に複数の交渉を行うことが困難になる。エージェントをモバイルエージェントとして実装することにより、エージェントは自分自身の複製を生成し他のホストに移動させた後に交渉を同時に行うことが可能となる。さらにモバイルエージェントを導入することによって、携帯型端末などを用いて遠隔地からグループの意思決定に参加することも可能となる。

GCDSS では、個々のユーザの意思決定は AHP (Analytic Hierarchy Process)⁰⁾によって支援される。GCDSS では、エージェントがユーザの代理として説得に基づく交渉を行う。エージェントは説得された時、妥協を試みるために自分の効用の変更を行う。効用の変更アルゴリズムは 4.2 節で示すが、効用の変更アルゴリズムを説明するためには AHP に関する知識が不可欠であるから 2 章で AHP の説明を述べる。本研究に関連する従来の論文⁵⁾²⁰⁾ではエージェント間の説得のためのアイデアとエージェントの交渉方式に焦点を当てて論じた。本論文ではエージェント間の説得の実装と AHP を用いたグループ意思決定支援にも焦点を当てる。そこで本論文では具体的な説得アルゴリズムを示し、AHP を用いたグループ意思決定支援に関する考察を 6 章で示す。

本論文の構成は、2 章で AHP の概略を述べる。3 章でグループ代替案選択支援システム GCDSS の概要を述べる。4 章で、GCDSS のモバイルエージェントに基づく実装方式、GCDSS におけるエージェントの役割、および本実装方式の利点について述べる。5 章では本システムの実行例を示し、6 章では GCDSS の特長、実際に使用した経験から得られた知見、および考察をまとめる。7 章で関連研究について述べ、最後

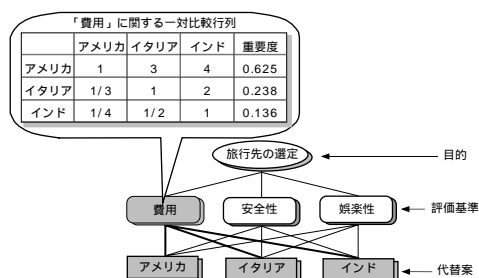


図2 階層分析法

Fig. 2 Analytic Hierarchy Process

の8章は本論文のまとめとしての結論である。

2. AHP の概略

AHP¹⁰⁾は、問題を解決するための代替案が複数ある時、代替案の中から一つを選ぶために主観的な評価に頼らざるを得ない状況において用いられる手法である。AHPに関する文献としては文献19)や文献17)等がある。AHPを用いて問題を解決する手順は以下の通りである(第1段階)問題を総合的な目的、評価基準、および代替案を階層構造として構築する。評価基準とはある要素間の一対比較を行う際に相対的な重み付けを行うための評価の基準である。問題の総合的な目的と代替案は予め与えられている。本論文では、AHPによる階層構造を意思決定木と呼ぶ(第2段階)各階層の要素間の重み付けを行う(第3段階)各階層の要素間の重み付けを基に階層全体の重み付けを行い、総合的な目的に対する各代替案の重要度を計算する。重要度とは総合的な目的に対する代替案の優先度を示す。

図2にAHPを用いて旅行先の選定を行う例を挙げる。まず(第1段階)意思決定木を構築する。本例では、目的は「旅行先の選定」である。代替案は「アメリカ」、「イタリア」、および「インド」である。評価基準として「費用」、「安全性」、および「娯楽性」を挙げたとする。次に(第2段階)各階層の要素間の重み付けを行う。ある階層の要素間の一対比較を、その一つ上の階層の要素を評価基準として行う。例えば、図2では「費用」を評価基準として「アメリカ」、「イタリア」、および「インド」の間の一対比較を行う。具体的には「費用」を評価基準として「アメリカ」と「イタリア」間、「イタリア」と「インド」間、および「インド」と「アメリカ」間の一対比較を各々行う。得られた一対比較の値(一対比較値と呼ぶ)から図2の左上に示すような一対比較行列を構築する。評価基準(本例では「費用」、「安全性」、および「娯楽性」)ごとに

独立した一対比較行列が構築されることになる。また評価基準「費用」、「安全性」、および「娯楽性」の間の一対比較は、一つ上の階層の総合的な目的「旅行先の選定」を評価基準として行う。

一対比較における要素間の一対比較値は、ある評価基準から見て決定される相対的な重み付けであり、9点法が用いられる。9点法では、1~9までの整数値を重みとして与える。実際にユーザが一対比較を行う場合は、厳密な整数値を用いるのではなく、「同じように重要(整数値1に相当する)」、「やや重要(3)」、「重要(5)」、「かなり重要(7)」、および「非常に重要(9)」といった言葉によるファジィな表現を用いる(2, 4, 6, 8は中間に用いる)。言葉によるファジィな表現を用いることによって、人間であるユーザが明確な尺度を持たない要素間の一対比較を行い易くする。

一対比較行列の特徴は、(1)対角要素は1、(2)行列の要素の値は $a_{ij} = 1/a_{ji}$ である。各一対比較行列において、一対比較行列の最大固有値の固有ベクトルを個々の要素の重要度とする。例えば、図2の左上に示す一対比較行列では「費用」に関して「アメリカ」に対する「イタリア」の一対比較値は3であり、一対比較行列の特徴(2)から「イタリア」に対する「アメリカ」の一対比較値は1/3となっている。また「アメリカ」の「費用」に関する重要度は0.625である。

AHPの一対比較行列には、主観的評価の整合度を表す指標がある。この指標は非整合度尺度(I.R. (Inconsistency Ratio))と呼ばれ、

$$I.R. = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (1)$$

で表される。式(1)で n は一対比較行列の要素数を表し、 λ_{max} は一対比較行列における最大固有値である。整合性のある一対比較が行われると非整合度尺度I.R.は0になる。もし、この非整合度尺度の値が0.1以下であれば、経験的に、一対比較に一貫性が有りであると判断できる。

(第3段階)総合的な目的に対する各代替案の重要度を計算する。総合的な目的に対する代替案の重要度は、総合的な目的に対する各評価基準の重要度と、各評価基準に対する代替案の重要度を合成することによって得られる。例えば、図2の総合的な目的「旅行先の選定」に対して、評価基準「費用」、「安全性」、および「娯楽性」の重要度が0.25, 0.25, および0.50であるとし、ベクトル $W_{目的}^t = (0.25, 0.25, 0.50)$ で表す(t は転置ベクトルを示す)。同様に、各評価基準に対する各代替案の重要度のベクトルをそれぞれ、 $W_{費用}$, $W_{安全性}$, および $W_{娯楽性}$ とする。具体的には図2の例では、評価

基準「費用」に対する各代替案「アメリカ」、「イタリア」、および「インド」の重要度のベクトルは $W_{費用}^t = (0.625, 0.238, 0.136)$ である。重要度を合成するとは、総合的な目的に対する代替案の重要度のベクトルを X とすると、 $X = [W_{費用}, W_{安全性}, W_{娯楽性}]W_{目的}$ を計算することを言う。例えば $W_{安全性}^t = (0.333, 0.333, 0.333)$ および $W_{娯楽性}^t = (0.222, 0.667, 0.111)$ であるとする、式(2)のように表される。意思決定木が多階層であっても代替案の重要度に関する計算は同様である。

$$X = \begin{bmatrix} 0.625 & 0.333 & 0.222 \\ 0.238 & 0.333 & 0.667 \\ 0.136 & 0.333 & 0.111 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.25 \\ 0.25 \\ 0.50 \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. GCDSS

3.1 支援機能

GCDSS (Group Choice Design Support System) は、ユーザ間の代替案選択のための議論をエージェントの交渉により支援するグループ意思決定支援システムである²⁰⁾。一般的なグループの意思決定を2つのフェーズに分けると、まず、グループで意思決定を行うべき問題に対する代替案を決定する(代替案決定フェーズ)。次に、各メンバーが個々に代替案に関して主観的に評価をする。メンバーは主観的评价に基づいて互いに交渉する。GCDSSでは、メンバーの主観的评价に基づいてエージェントがメンバーの代理として交渉を行う。交渉の結果、グループとして最も望ましい代替案が選択される(代替案選択フェーズ)。GCDSSでは特に、代替案選択フェーズに着目し、代替案がブレインストーミング¹⁶⁾などの手法を用いてすでに決定されているケースを想定する。すなわち、問題の総合的な目的と、その問題を解決するための代替案が決定しているケースである。例えば、問題の総合的な目的が「旅行先の選定」であれば代替案として「アメリカ」「イタリア」「インド」などの代替案は決定しているものとする。

GCDSSでは各ユーザの意思決定をAHP機構によって支援する。AHP機構は、AHPを用いて意思決定を行うための機構である。一般的にAHPはグループ意思決定支援にも用いられる³⁾が、AHPを用いたグループ意思決定支援においてエージェントが人間の代理として交渉する研究は少ない。GCDSSではAHP機構はエージェントが管理する。エージェントはAHP機構によってユーザの主観的评价によって意思決定木を生成し代替案の好みを数値化する。本論文では、意思決定木の一つの状態に対する好ましさをエージェン

トの効用とする。エージェントは効用を基にして他のエージェントと交渉を行う。交渉において説得が行われた時、エージェントは効用を変化させることによって妥協を試みる。エージェントが効用を変化させるためのアルゴリズムは4.2節で示す。

GCDSSにおけるグループ意思決定支援の流れを説明する。グループ意思決定を提案するユーザを議長と呼び、議長以外のユーザを参加者と呼ぶ。議長も参加者となることが可能である。まず、第1ステップとして議長が問題の総合的な目的とその問題を解決するための代替案を決定する。次の第2ステップで、AHP機構を用いて参加者は階層型の意思決定木を構築することによって、主観的评价に基づいて問題を分析し、代替案に対する主観的な重要度を決定する。第3ステップでは、第2ステップで構築された意思決定木を基にエージェントが参加者の代理として交渉し、グループとして望ましい代替案を決定する。意思決定木はエージェントの効用として扱われ、エージェント間の説得において利用される。本論文では第3ステップにおいて新たに複数の交渉を同時に実行する機能を実現する。最後に第4ステップで、第3ステップの結果が各参加者に伝えられる。

3.2 GCDSSの構成

本システムはグループの意思決定を支援するいくつかのエージェントから構成される。エージェントは、GCDSS管理エージェント、AHP管理エージェント、交渉エージェント、および仲介エージェントに分類できる。本システムは、プログラミング言語Javaと、IBMのAglets Software Development Kit (ASDK)⁹⁾を利用して構築されている。ASDKとは、モバイルエージェントをプログラミング言語Javaによって構築するためのプログラミング環境である。つまり本システムはすべてJavaに基づいて実装されているため、Javaが利用可能な環境では実行可能である。ASDKではモバイルエージェントをAgletというインターネット上におかれたホストからホストへ移動することのできるJavaのオブジェクトとして構築する。ASDKを用いることによって、セキュリティに対して頑健なエージェントを容易に構築することが可能となる。GCDSSエージェント、AHP管理エージェント、交渉エージェント、および仲介エージェントは、Agletとして実装されている。ASDKでは、ホスト上でAgletを管理するためにエージェントサーバを用いる。エージェントサーバもJavaで実装されているので、Javaが利用可能な環境ならどこでも実行可能である。

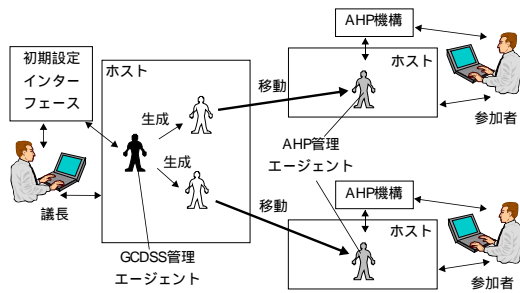


図3 起動時の構成

Fig. 3 The architecture of the system on starting up

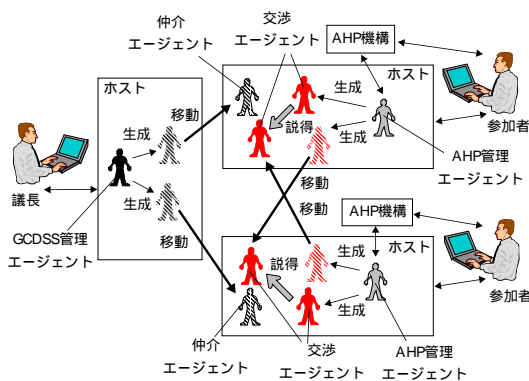


図4 多重交渉を同時実行する構成

Fig. 4 The architecture of the system

4. モバイルエージェントに基づく多重交渉の実行方式

4.1 GCDSSの実行方式

GCDSSにおけるグループ意思決定支援は以下のステップ1～ステップ4のステップにより実現される。起動時の構成を図3に示す。

(ステップ1)議長がGCDSS管理エージェントを生成することによってGCDSSは起動される。議長は初期設定インターフェースから、問題の総合的な目的、代替案、および参加者の情報をGCDSS管理エージェントに渡す。

(ステップ2)GCDSS管理エージェントは、受け取った情報に基づいてAHP管理エージェントを生成し、各参加者のホストにAHP管理エージェントを移動させる。AHP管理エージェントはAHP機構をユーザに提供する。

(ステップ3)AHP管理エージェントが交渉エージェントをモバイルエージェントの複製機能を用いて参加者の人数と同数生成する(図4)。各交渉エージェントは、AHP管理エージェントからユーザの主観的

な好みであるAHPの意思決定木の情報を自分の効用として受け取る。各交渉エージェントは、各参加者のホストに移動して他の交渉エージェントと交渉を行う。各ホスト上で説得に基づく交渉が行われる。各ホスト上で元々そのホストに存在している交渉エージェントが説得する側になり、他のホストから移動してきた交渉エージェントが説得される側になる。各ホストにおいて行われる交渉が、各々のホストにおけるユーザの意見を尊重した交渉パターンを表す。すべての交渉エージェントを説得した結果、ある代替案について合意条件が満たされていればその代替案に合意できたとする。議長は参加者数と同数の仲介エージェントを各ホストに移動させ、各ホストでの交渉を仲介させる。

各交渉の合意条件をどのように定めるかはシステムの本質にかかわるが、社会的決定論では決定の仕方つまり合意条件をどのように決めても民主的な決定が保証されないことがArrowの定理によって証明されている²²⁾。つまり、決定の仕方についての仮定をどのように変更しても民主的な決定は保証されないため、決定の仕方についての議論は本質的ではない。実社会では、実際に合意を得なければならない場合、参加者数の過半数の賛成によって合意としたり、3分の2の賛成によって合意とするなど、さまざまな合意条件が存在する。そこで、本実装方式では実社会において用いられる「過半数の賛成により合意とする」方式を用いる。つまり、個々の交渉パターンについての合意条件を、過半数の交渉エージェントが最も好ましいとする代替案が同じ時、その代替案について合意が達成されたとする。

(ステップ4)各仲介エージェントは交渉結果を持って議長のホストに戻る。議長は各仲介エージェントが持って帰った交渉結果からグループとしての決定をする(ステップ3)で述べた通り、個々の交渉パターンにおける合意は「過半数の賛成により合意とする」方式を採用しているため、必ずしも民主的な決定とは言えない。そこで本システムでは、グループとしての最終的な結果として、各々のユーザの意思を尊重した複数の交渉結果の中から説得が最も多く成功した交渉結果を議長が選択する。なぜなら、より多くの説得が成功している交渉結果の方がより多くのユーザが納得できる合意であると考えられるからである。最後に議長は、最終的な決定を各参加者に伝える。

4.2 各エージェントの機能

GCDSSエージェント: GCDSSエージェントは、議長がGCDSSによってグループ意思決定を行う時に生成する。GCDSSエージェントは、議長から参加者

についての情報と、グループ意思決定における問題の総合的な目的とその代替案を受け取る。問題の総合的な目的とその代替案を基に AHP 管理エージェントを生成し、各参加者のホストに AHP 管理エージェントを移動させる。

AHP 管理エージェント: AHP 管理エージェントのタスクは次の (a) (b), および (c) の 3 つである。(a) モバイルエージェントの移動に関する特長を活かして、議長ホストから参加者のホストに移動する際に AHP 機構や交渉エージェントを記述したプログラムと一緒に運ぶ (b) ユーザに対して本システムにおけるグループ意思決定支援のプロセスがどこまで進んだかを提示し、ユーザに次に何をすべきかという説明を提示する (c) 交渉エージェントの管理を行う。以上のタスクを AHP 管理エージェントが担うことによる利点を以下に挙げる (i) 参加者は本システムのための AHP 機構等に関するプログラムを、前もって自分のホスト上に持っている必要がない (ii) エージェントが参加者をリードすることによって、参加者は本システムの操作方法について簡単に知っているだけで良い。

仲介エージェント: 仲介エージェントは、交渉エージェント間の交渉を仲介するエージェントである。本システムでは、仲介エージェントは交渉エージェント間の交渉を仲介し、交渉の結果を議長に持って帰る。

交渉エージェント: 交渉エージェントはユーザの意思決定木を効用として持つことによって、他の交渉エージェントと交渉を行う。交渉は仲介エージェントによって仲介される。交渉は 2 エージェント間の説得に基づいて行われる。説得は説得されたエージェントが妥協することによって成功する。妥協は、説得されたエージェントが自分自身の効用、つまり意思決定木における一対比較行列の一対比較値を適度に調節することによって行われる。図 5 に基本的な効用の変更アルゴリズムを示す。

交渉エージェントは説得において妥協を試みるために、一対比較におけるユーザの主観的な一対比較値を整数値 2 の範囲で調整する。整数値 2 の範囲で調整することが可能である理由は以下の通りである。ユーザが一対比較において言葉によるファジィな表現を用いているので、一対比較において重み付けされた一対比較値は厳密な値ではなく「だいたいこれくらい」という曖昧な値であるから、整数値 2 の範囲での調整なら妥当であると考え⁵⁾²⁰⁾。例えば、ユーザが“重要”と重み付けした一対比較は、一対比較値としては 5 が重み付けされるが、4 ~ 6 の範囲であれば調整可能で

入力: 目標となる代替案 a , 対象となる評価基準の集合 C

出力: 効用の変更の結果 ($true$ または $false$)

```

procedure UtilityRevision( $a, C$ )
begin
  for each  $c \in C$  do
     $m :=$  評価基準  $c$  の一対比較行列;
     $j :=$  一対比較行列  $m$  における代替案  $a$  の行;
     $x := m$  の列数;
    for  $i := 1$  to  $x$  do
      if  $i \neq j$  then
        Backup :=  $m$ ;
         $m$  の  $j$  行  $i$  列の一対比較値  $a_{ji}$  を一つ増やす;
         $i$  行  $j$  列の一対比較値  $a_{ij} := \frac{1}{a_{ji}}$ ;
         $m$  の固有ベクトルを計算;
        if  $m$  に一貫性なし then
           $m :=$  Backup;
        else
          意思決定木全体の代替案  $a$  の重要度を計算する;
          if 代替案  $a$  の重要度が最大 then
            return  $true$ ;
          endif
        endif
      endif
    return  $false$ ;
  end.

```

図 5 効用の変更アルゴリズム

Fig. 5 An algorithm for utility revision

あるとする。本効用の変更アルゴリズムでは各一対比較値を一つ増加させることを試みる。つまり、一対比較値が 5 であれば、5 から 6 に変更することを試みる。

図 5 は基本的な効用の変更アルゴリズムである。効用の変更は、説得において説得されたエージェントの最も重要度の高い代替案が、提示された代替案と異なる場合に行われる。入力の「目標となる代替案 a 」は、説得された時に提示された代替案であり、エージェントはこの代替案 a に妥協することを試みる。「対象となる評価基準の集合 C 」とは、一対比較行列を調整する評価基準の集合であり、AHP の意思決定木において代替案の階層の一つ上の階層の評価基準の集合である。例えば図 2 では「費用」「安全性」、および「娯楽性」が対象となる。

本アルゴリズムにおいて代替案の階層の一つ上の階層の評価基準の集合だけを調整の対象とする理由は以下の通りである。説得における効用の変更では、代替案の重要度の変更を目的とするので、代替案を要素として持つ一対比較行列のみを調整の対象とする。ユーザが、調整の対象とされた一対比較行列に対して、なぜその一対比較行列が調整の対象となったのかということが、代替案を実際に要素として持つ一対比較行列のみを調整の対象とすることによって、直感的に分かりやすくなる。つまり、階層の深さが 3 以上であって

も調整の対象となるのは下から2つ目の階層のみとする。エージェントが自動的に調整するだけならば、2つ目の階層以外の階層も調整の対象とすることも可能である。しかし、ユーザの分かりやすさという観点から、本システムでは2つ目の階層のみを調整の対象とする。例えば、2章の図2では調整する一対比較行列として「旅行先の選定」の一対比較行列は対象とせず、「費用」「安全性」、および「娯楽性」の一対比較行列のみを対象とする。なぜなら、代替案「アメリカ」と代替案「イタリア」の重要度を変更するために「アメリカ」と「イタリア」を実際に要素として含む「費用」の一対比較行列を調整の対象とする理由は直感的に分かりやすいからである。一方「アメリカ」と「イタリア」を実際に要素として含まない「旅行先の選定」の一対比較行列を調整の対象とする理由は直感的には分かりにくい。

効用の変更アルゴリズムは、対象となる評価基準における一対比較行列において、目標となる代替案 a に関する一対比較値を増加させていく。例えば、2章の図2で、目標となる代替案 a が「イタリア」であったとすると、一対比較行列の「イタリア」の行の「アメリカ」の列の値、つまり「イタリア」と「アメリカ」の一対比較値を $1/3$ から $1/2$ に増加させてみる。さらに「イタリア」と「インド」の一対比較値についても増加させてみる。一つの一対比較値を増加させるごとに意思決定木全体に対する代替案 a の重要度を計算し、代替案 a が最大になるまで繰り返す。図5において「 m の j 行 i 列の一対比較値を一つ増やす」の意味は、以下の通りである。一対比較行列では、特徴(2)行列の要素の値は $a_{ij} = 1/a_{ji}$ より、行列の要素の取り得る値は、 $1/9, 1/8, \dots, 1/2, 1, 2, \dots, 8, 9$ である。一対比較値 a を一つ増やすということは、 a をより9に近い一対比較値の一つ繰り上げるということである。例えば、一対比較値が $1/8$ であれば $1/7$ に、2であれば3にすることである。具体的には、一対比較値 a を一つ増やすとは、 $a < 1$ ならば、 $a := 1/(1/a - 1)$ とし、 $a \geq 1$ ならば $a := a + 1$ とすることを言う。さらに一対比較行列の特徴の一つである「(2) 行列の要素の値は $a_{ij} = 1/a_{ji}$ 」より、 i 行 j 列の一対比較値 $a_{ij} := 1/a_{ji}$ とする。「 m に一貫性なし」とは、一対比較行列 m の非整合度尺度 $I.R. > 0.1$ であるときを示す。

4.3 交渉ビューワー

交渉ビューワーは各参加者が自分のホスト上で行われている交渉エージェント間の交渉をリアルタイムに参照するための機構である。交渉ビューワーは仲介

エージェントによって参加者に提示される。交渉ビューワーの機能として(1)交渉を一時停止させる(2)交渉をステップバイステップで進める、および(3)各エージェントの詳細な情報を見る、機能が含まれる。交渉ビューワーは、交渉のある時点においてどのようなグループが存在するかを示すことによって、意見のばらつきを示すことが可能である。具体的な実装例は5章で示す。

4.4 本実装方式の利点

本実装方式の利点を以下の(1)(2),および(3)にまとめる。

(1)多重交渉によって複数の交渉結果を同時に得ることが可能である。一般に人間同士の交渉において、声の大きな者やステータスの高い者の意見が反映され易いことがあり、前提となる意見が同じ場合でも交渉結果が異なることがあり得る。すなわち交渉の結果は状況に応じて非決定的な側面を持つ。本システムでは、複数の交渉パターンを同時に実行することによって、各参加者の意見を尊重した場合の交渉結果をすべて得る機構を実現した。本機構によって、参加者の意見をより反映した結果を得ることができる。

(2)本システムの AHP 機構などの部分的な機構を持ったエージェントを転送することによりユーザが GCDSS に関する機構を持たなくても良い。AHP 管理エージェントは AHP 機構と交渉エージェントの生成機能を持つ。そこで AHP 管理エージェントが、議長のコストから参加者のコストへ移動することによって、参加者には AHP 機構と交渉エージェントを提供することができる。

(3)個人的な主観的評価に関するプライバシーの保持が可能である。エージェント間の交渉において、エージェントは意思決定木に基づいて説得を行い、意思決定木における一対比較行列の一対比較値を調節する。エージェントが意思決定木の調整する場合もユーザの個人的な主観的評価のプライバシーは保持されている。説得では、妥協する側が、提示された代替案に対して自分が妥協できるかどうか確かめ、妥協できるなら自ら調整する。すなわち、他のユーザのエージェントが直接意思決定木を操作するのではなく、エージェントが自分自身で妥協可能かを判断し調整するため、ユーザの個人的な主観的評価のプライバシーは保持されていると言える。

5. 実行例

図6に参加者が対面するユーザインターフェースの例を示す。図6は、参加者が AHP 機構を用いて、問

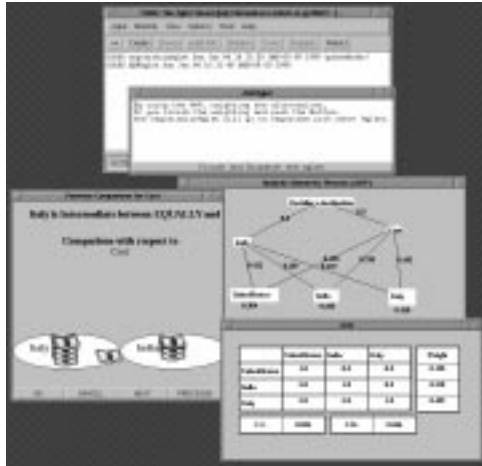


図6 ユーザインターフェース
Fig. 6 User interface

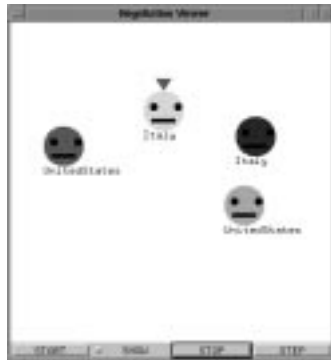


図7 交渉ビューワー
Fig. 7 Negotiation viewer

題に対する代替案について重要度を決定している画面を示す。図6では、参加者は、旅行先の選定という問題の総合的な目的を、安全性 (Safety) と費用 (Cost) についての部分問題に分解し評価基準としている。右下の『Cost』ウィンドウは費用についての一対比較行列を示し、左下の『Pairwise Comparison for Cost』ウィンドウは費用における Italy と India の一対比較を示している。『AHPAglet』ウィンドウは、AHP 管理エージェントが提供するウィンドウであり、グループ意思決定の進行状況や参加者が次に行うべき操作を示している。『AHPAglet』ウィンドウの下の『Finish and Dispatch the aglet』ボタンを押すことによって、交渉エージェントを他のエージェントと交渉させるために議長のエージェントサーバに送ることができる。

図7に交渉過程をリアルタイムにユーザに伝える交渉ビューワーを示す。丸い図形が各参加者の交渉エージェントを示しており、グループ毎に色分けされて表

示されている。交渉エージェントの下には、各交渉エージェントの参加者の最も好む代替案が表示されている。丸い図形の上に赤い逆三角形が付いている交渉エージェントがこの交渉ビューワーを見ている参加者の交渉エージェントである。参加者は『START』ボタンによって交渉をスタートさせることができる。『SHOW』ボタンを押すことによって、各交渉エージェントの情報の詳細が表示される。『STOP』ボタンによって交渉を一時停止したり、『STEP』ボタンによってステップバイステップで交渉を進めることが可能である。

ユーザへの交渉過程の説明は以下のように視覚的に行われる。交渉エージェントは説得されると、説得した交渉エージェントと同じ色になり、かつ、説得した交渉エージェントと位置を近付けることによって説得されたことを表す。最終的にすべてのエージェントが同じ色になればすべての説得が成功したことを示し、同じ色にならなければ説得が成功していないことを示す。エージェントの色の数によって異なる意見が幾つ存在するかが分かる。ユーザは交渉中に『STOP』ボタンによって交渉を一時停止し、自分のエージェントをクリックすることによって、意思決定木とその中の一対比較値の変更が可能である。変更された意思決定木や一対比較値は、他のホスト上で他の交渉パターンを実行しているその交渉エージェントの複製にも伝えられる。ユーザは、何度も意思決定木やその一対比較値を変更することによって交渉結果を恣意的に変化させることが可能である。ユーザの代理人をつとめるようなエージェントを実装する際に重要な事項は「ユーザがシステムに対して制御しているという感覚を与えること⁸⁾」である。そこで本システムでは、交渉結果を変えようと思えば変えられるという、システムを制御しているという感覚を与えるために、交渉結果を変化させることもそのユーザの意見であるとする。例えば、あるユーザが誰の説得も受け入れないというような恣意的な意思決定木やその一対比較値の変更をするならば、そのユーザを除いた部分的な合意でも価値があるとするとする。

6. 考 察

本節では、GCDSS の特長と GCDSS を使用した結果から得られた知見をまとめる。具体的には、5人の大学院生と6人の大学学部生から構成されるゼミにおけるゼミ旅行の行き先の選定、コンピュータを購入する場合のコンピュータの選択等を行った。

モバイルエージェントを用いることによる本システムの特長は、以下の (a) (b)、および (c) の3点

である (a) ネットワークの負荷が高い場合でも交渉を効率的に実行できる (b) 複数の交渉パターンを同時に実行することができる (c) 携帯型端末などを用いた遠隔地にいるユーザが AHP 機構を用いて個人的に意思決定木を生成する時や、自分のホスト上の交渉エージェント間の交渉を見ることが可能である。

(b) は、モバイルエージェントを用いない既存のクライアント・サーバ方式では実現が困難な特長である。

(a) は、モバイルエージェントの基本的な利点の一つ¹⁴⁾であり、2 エージェント間のメッセージ交換において、ネットワークを介してメッセージ交換を行うより、片方が移動して同一ホスト内でメッセージ交換を行うことの方が効率良くメッセージ交換が行うことができる (a) についての定量的なデータとして、2 つのエージェントが異なるホストでメッセージをやりとりした場合 (パターン A) と 2 つのエージェントのうちの片方がもう一つのエージェントのホストに移動しメッセージをやりとりした後にもとのホストに戻る場合 (パターン B) に費す時間を表 1 に示す。実験では 10Mbps のネットワークに継った二つのホスト (CPU は Pentium 233MHz 相当, OS は Linux) 上で, ASDK を用いて行った。2 つのエージェントを エージェント および エージェント と呼ぶ。表 1 のパターン A では、2 つのホスト上のエージェントが表 1 のメッセージの交換回数だけメッセージを交換した場合に費した時間 (単位はミリ秒) を示している。表 1 のパターン B では、エージェント がエージェント のホスト上に移動し、移動したホスト上で 2 つのエージェントがメッセージの交換回数だけメッセージを交換した後に、再びエージェント が元のホストに戻るまでの時間を示している。パターン B では各エージェントの移動に費された時間を除いた時間が括弧内に示されている。パターン A およびパターン B においてメッセージとは Java の 4 文字の String オブジェクトを含んだ Message オブジェクトである。4 文字の String オブジェクトにした理由は、本実装方式のエージェント間の説得過程におけるメッセージ通信は、String オブジェクト 4 文字程度のメッセージの交換によって行われるからである。Message オブジェクトとは、ASDK において Aglet 間のメッセージのために用意されたオブジェクトである。1 度のメッセージ交換とは次の (1) ~ (4) を一度行うことを言う (1) エージェント がエージェント にメッセージを送信 (2) エージェント がメッセージを受信 (3) エージェント がエージェント にメッセージを返信 (4) エージェント がメッセージを受信。

表 1. メッセージ交換に関する実験結果

メッセージの交換回数	パターン A	パターン B
100 回	8707 ms	1646 (203) ms
1000 回	76846 ms	3242 (1799) ms
10000 回	775077 ms	18902 (17459) ms

表 1 に示す通り、2 つのエージェントが一つのホストに集まってメッセージを交換した場合の方が効率的にメッセージ交換ができることは明白である。従来の実装方式²⁰⁾ではパターン A 型であり、本論文での実装方式はパターン B 型である。本システムではなく他の原因でネットワークの負荷が高い場合でも、パターン A 型と比較してパターン B 型の方が効率的にエージェント間の交渉を行うことができる。

HCI (Human Computer Interaction)⁹⁾ の立場から、ユーザの代理人をつとめるようなエージェントを実装する際に重要な事項の一つとして、「ユーザがシステムに対して制御しているという感覚を与えること」が挙げられている⁸⁾。使用実験に基づく議論を通して得られた知見として以下の 3 つを得た。(1) エージェント間の交渉がどのように進んでいるかの情報が欲しいという要望 (2) エージェント間の交渉過程に納得ができない場合に交渉を一時停止し、意思決定木を変更したいという要望、および (3) グループの意思決定がシステム全体としてどこまで進んでいるかを知りたいという要望があった。以上の 3 つの要望の原因は、エージェントが勝手に交渉を進めた結果、グループの意思決定が勝手に進んでしまうため、つまりシステムが勝手に動作してしまうためである、と考えられる。本システムでは、システムに対して制御しているという感覚を実現するために以下の 2 つを実装した。

1. 交渉ビューワー：交渉エージェントが行った交渉過程をリアルタイムに交渉ビューワーを用いてユーザに表示することによって、交渉がどのように進んでいるかをユーザに説明する。ユーザへの説明は 5 章で示したように、同じグループのエージェントが同じ色、かつ、近くに表示されることによって視覚的に行われる。交渉ビューワーによって、ユーザは交渉途中でも意思決定木とその一対比較値の変更が可能になる。
2. グループ意思決定プロセス表示機構：グループ意思決定のプロセスが進行している最中に、現在、システムがグループの意思決定のプロセスのどこを実行しているか、を AHP 管理エージェントがテキスト情報としてユーザに知らせる。2. において、テキスト情報ではなく、グラフィックを使ってより分かりやすくユーザに示すことは今後の課題とする。

グループとしての意思決定のための交渉結果の集計

方法については、社会的決定論などの分野で古くから研究が行われている²²⁾。しかし、複数の交渉結果から一つの結果を導き出す手法についての研究は少ない。本実現方式では複数の交渉結果の中でも説得が最も多く成功した交渉結果を最終的な結果として選択した。本実現方式で得られる解、すなわち各交渉結果は必ずしもゲーム理論でいうナッシュの解¹²⁾のように、パレート最適などの基準を満たすわけではない。つまり、本実現方式は、ナッシュの解のように数学的に厳密に解を与えるのではなく、むしろ人間の曖昧さによる好みの変化を利用して、とりあえずユーザの好みは許す範囲の結果を得ることを試みる。また、合意が得られなければ無理に合意を得ず、ユーザの好みを尊重する。

本研究に関連した論文⁵⁾²⁰⁾では、AHPを用いてエージェント間の説得をどのように行うかというアイデアに焦点を当てていた。本論文ではエージェント間の説得の実装とAHPを用いたグループ意思決定支援にも焦点を当てる。以下では、AHPを用いたグループ意思決定支援に関する考察として、一般的にAHPをグループ意思決定支援に用いる方法と、本システムと本研究に関連した論文⁵⁾²⁰⁾でのAHPの利用の方法についてまとめる。

まずグループで一つの意思決定木を生成し、その意思決定木に対してグループで一対比較行列を生成していく方法がある⁷⁾。この方法では、意思決定木と一対比較行列に関して人間同士が交渉することによって合意を得る。合意を得る方法としては、話し合いによる合意や投票による合意などがある。一般にAHPでは、意思決定木における各階層で一つの評価基準に対して n 個の要素がある時、 $n(n-1)/2$ 回の一対比較が必要となり、階層数や各階層の要素数が大きくなると非常に多くの一対比較が必要になる。評価も共有する場合、すべての一対比較に対してそれぞれ投票などをおこなってグループで合意を得るための労力は非常に大きくなる。

次にグループとしての意思決定木は一つ生成し、一対比較による評価は個々のユーザが個人的に行う手法がある。個々のユーザの各一対比較値を一つに集計してグループとしての一対比較値とする。一対比較ひとつひとつについて合意を得る必要がなくなり労力も減少できる。個々に行った一対比較による評価をグループとしての評価として集計するための方法として、各一対比較行列における一対比較値の幾何平均を取る方法が提案されている¹¹⁾。グループ内のユーザ間のステータスなどを最終的な評価に反映させることを可能とする手法として、意思決定木にグループのユーザを

取り込む方法も提案されている³⁾。

グループ内のユーザで話し合いをして合意を得ながら意思決定木を一つ構築することにより、問題を多面的に分析することが可能となる。しかしユーザ間での合意形成に多くの話し合いが必要となる。人間であるユーザ間での話し合いには、評価懸念、ただ乗り、および発話のブロッキングなどの生産性損失の問題と呼ばれる問題がある²⁾。つまり、他のユーザからの評価を恐れて発言を消極的にしたり(評価懸念)、話し合いを他のユーザに任せてしまい自分は努力しなかったり(ただ乗り)する。さらに話し合いでは、ある時点で一人しか発言できず、自分の考えを発言するまで自分の考えを覚えていなければならない、その他の考えに関して考慮できなくなってしまう(発話のブロッキング)。また、投票によって合意形成を行ったとしても、一つの意思決定木を構築するために多くの投票が必要となり現実的ではない。

そこで、本実装方式と本研究に関連した論文⁵⁾²⁰⁾では意思決定木とその評価を非共有とする手法を採用した。各ユーザは個々に別々の意思決定木を構築し、評価も個々に行う。グループとして合意を得なければならないのは、代替案の選択のみである。意思決定木を個々に構築することによって、生産性損失の問題点を解消でき、ユーザの個人的な主観的評価をグループの決定に反映できる。そこで本システムでは、個人的な主観的評価である個々の意思決定木のプライバシーを保持したまま、グループとして代替案についての合意を得る。代替案についての合意は、直接ユーザ同士が得るのではなく、エージェントがユーザの代理として、互いに交渉を行うことによって合意を得ることによって、合意をするためにユーザが議論したり交渉したりする負担を軽減する。

7. 関連研究

人間のグループを支援するマルチエージェントシステムに関しては、文献4)、文献13)、または文献15)などがある。

文献4)では、マルチエージェントによるオフィスワークサポートシステムのアーキテクチャを提案している。このシステムは、個人的な仕事とグループの仕事とを並行に行わなければならないオフィスにおいて、個人的な仕事とグループの仕事の両方をエージェントによって支援する。文献4)では、オフィスワークを円滑に進めることが目的とされているためエージェントはデータの要求とその答えに基づく通信を基本としてタスクを実行する。一方、本システムではエージェ

ントは、合意形成を目的としているため、相互に通信しながら交渉するだけでなく、効用の変更に基づく説得によって合意形成を行う。

文献 13) では、エージェントはグループの会議のスケジュールの管理を行うシステムを実装している。このシステムでは、会議に関する属性（日付、時間、議長、建物、各参加者等）に対するユーザの重要度を 0～1 の値で入力し、その重要度に基づいて会議がスケジュールリングされる。各属性の重要度に対して閾値が設けられており、提案された会議の属性値の重要度が、その閾値を越えているかいないかでその提案に対して賛成か反対かが決定される。以上のように文献 13) のシステムでは、エージェントが、提案された会議にどの程度まで妥協できるかを示すためにユーザが決定した閾値を使っている。一方、本システムでは、妥協を実現するために、意思決定木における一対比較値の調整によって代替案の重要度自体を変更している。

文献 15) では、グループ意思決定にエージェント間の合意形成を導入している。エージェントの合意形成方式としてはトーナメント方式や投票方式を提案している。ユーザが合意を形成する代わりに、エージェントが合意を形成する点は本システムと同様である。相違点は文献 15) では、エージェント間の合意形成方式が単純なトーナメント方式や投票方式であるが、本システムでは多重交渉を同時に行う機能をモバイルエージェントを用いることによって実現した点である。

8. おわりに

本論文では、モバイルエージェントに基づくグループ代替案選択支援システム GCDSS の実装方式を提案した。本実装方式の利点は以下の 3 点である。エージェント間の多重交渉によって、複数の交渉結果を同時に得ることができる点。本システムの部分的な機構である AHP 機構や交渉エージェントのためのプログラムを持ったエージェントを転送することにより、ユーザは AHP 機構や交渉エージェント等のプログラムをあらかじめ持たなくても良い点。ユーザの個人的な主観的評価に関するプライバシーを保ちながらグループ意思決定が行われる点。

エージェント間の多重交渉の利点は、以下の通りである。まず、複数の交渉結果を同時に得ることによって、ユーザの納得がより得られやすい結果を得ることができる。なぜなら、本実装方式では、同時に実行される各交渉パターンは、各々一つのユーザの意見を尊重しており、さらに最終的に最も多く説得が成功した交渉パターンが最終結果として選択されるからである。

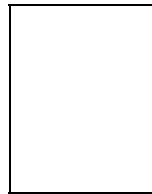
次に、人間が実際に実行することが困難な多重交渉を、エージェントの多重交渉によって実現できる。6章で示したように人間によるグループ意思決定においては、複数の交渉パターンを同時に実行することは、現実的には困難である。

モバイルエージェントを導入したことによって、ネットワークの負荷が高くても効率的にエージェント間の交渉を実行でき、携帯型端末などを用いて遠隔地からグループの意思決定に参加することを可能とした。さらに、ユーザインターフェースを工夫することによって、インターフェースエージェントを構築する場合に重要とされる「ユーザがシステムに対して制御しているという感覚」を実現した。現在、ユーザに対してグループ意思決定がどこまで進んでいるかという進行状況を示すために、テキスト情報を用いている。グループ意思決定の進行状況をテキスト情報ではなく、より分かりやすい方法で示すことが今後の課題である。

参考文献

- 1) Desanctis, G. and Gallupe, R. B.: A foundation for the study of group decision support systems, *Management Science*, Vol. 33, No. 5, pp. 589-609 (1987).
- 2) Diehl, M. and Stroebe, W.: Productivity loss in idea-generating groups: Tracking down the blocking effect, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 61, pp. 392-403 (1991).
- 3) Dyer, R. and Forman, E.: Group Decision Support with the Analytic Hierarchy Process, *Decision Support Systems*, Vol. 8, pp. 99-124 (1992).
- 4) Ishiguro, Y., Tarumi, H., Asakura, T., Kida, K., Kusui, D. and Yoshifu, K.: An Agent Architecture for Personal and Group Work Support, *Proceedings of Second International Conference on Multi-Agent Systems(ICMAS-96)*, AAAI Press, pp. 134-135 (1996).
- 5) Ito, T. and Shintani, T.: Persuasion among Agents : An Approach to Implementing a Group Decision Support System Based on Multi-Agent Negotiation, *Proceedings of the Fifteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-97)*, Morgan Kaufmann, pp. 592-597 (1997).
- 6) Lange, D. and Chang, D.: *IBM Aglets Workbench, Programming Mobile Agents in Java, A White Paper*, <http://www.trl.ibm.co.jp/aglets/whitepaper.htm> (1996).
- 7) Mitchell, K.: AHP in practice: Applications and observations from a management consulting perspective, *The analytic hierarchy process*

- applications and studies* (Golden, B., Wasil, E. and Harker, P.(eds.)), Springer-Verlag, pp.192-212 (1989).
- 8) Norman, D. A.: How Might People Interact with Agents, *Software Agents* (Bradshaw, J. M.(ed.)), AAAI Press/The MIT Press, chapter 2, pp. 49-55 (1997).
 - 9) Preece, J.: *Human-Computer Interaction*, Addison-wesley (1994).
 - 10) Saaty, T.: *The analytic hierarchy process*, McGraw Hill (1980).
 - 11) Saaty, T.: Group decision making and the AHP, *The analytic hierarchy process applications and studies* (Golden, B., Wasil, E. and Harker, P.(eds.)), Springer-Verlag, pp. 59-67 (1989).
 - 12) 鈴木光男: 新ゲーム理論, 勁草書房 (1994).
 - 13) Thomas Haynes, Sandip Sen, N. A. and Nadella, R.: An automated meeting scheduling system that utilize user preferences, *The First International Conference on Autonomous Agents (Agents'97)*, pp. 308-315 (1997).
 - 14) White, J. E.: Mobile Agents, *Software Agents* (Bradshaw, J. M.(ed.)), AAAI Press/The MIT Press, chapter 19, pp. 437-472 (1997).
 - 15) 柳沢洋, 村上国男: マルチエージェントシステムの合意形成方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 36, No. 6, pp. 1387-1395 (1995).
 - 16) 宇井徹雄: 意思決定支援とグループウェア, 共立出版 (1995).
 - 17) 大木栄蔵: 孫子の兵法の数学モデル - 最適戦略を探る意思決定法 AHP - (ブルーバックス B-1203), 講談社 (1998).
 - 18) 金淵培: エージェント技術の現状と実用化, 人工知能学会誌, Vol. 12, No. 6, pp. 42-52 (1997).
 - 19) 刀根薫: ゲーム感覚意思決定法 - AHP入門 -, 日科技連出版社 (1986).
 - 20) 伊藤孝行, 新谷虎松: グループ代替案選択支援システムにおけるエージェント間の説得機構について, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J80-D-II, No. 10, pp. 2780-2789 (1997).
 - 21) 石井裕: グループウェアのデザイン, 共立出版 (1994).
 - 22) 佐伯胖: 「きめ方」の論理 - 社会的決定理論への招待 -, 東京大学出版 (1980).
(平成?年?月?日受付)
(平成?年?月?日採録)



伊藤 孝行 (学生会員)

平成7年名古屋工業大学工学部知能情報システム学科卒業。平成9年同大学大学院工学研究科電気情報工学専攻博士前期課程修了。現在,同大学院工学研究科電気情報工学専攻博士後期課程2年在学中。マルチエージェントシステム, グループ意思決定支援システムに興味を持つ。AAAI, 電子情報通信学会, 人工知能学会学生会員。



新谷 虎松 (正会員)

昭和57年東京理科大学大学院修士課程修了。同年富士通(株)国際情報社会科学研究所入所。知識情報処理, 論理プログラミングなどの研究に従事。現在,名古屋工業大学知能情報システム学科助教授。工学博士。分散人工知能, 意思決定支援システム, ヒューマンインタフェースの研究に従事。AAAI, 電子情報通信学会, 日本ソフトウェア科学会, 人工知能学会各会員。