

パーソナルエージェントによる作業探索システム

佐藤究¹ 安部倫子² 小笠原直人¹ 布川博士¹ 野口正一³

¹岩手県立大学ソフトウェア情報学部 ²岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科
³(財) 仙台応用情報学研究振興財団

一般社会での中小規模の作業グループ(例えば、プロジェクト、委員会、タスクフォース等)においては、そのグループの立ち上げ時に、有能なメンバを集めることができるかがタスク達成のための重要な条件になる。すなわち、いかに有能かつ動機付けの高いメンバを集めるか、というグループメイキングが大きな問題になる。そのための手法として人脈を用いた探索がある、この探索は探索速度や探索範囲においていくつかの問題を持つ。

本研究では、この問題を解決するためのパーソナルエージェントを利用した人脈情報に基づくグループメイキングサポートシステムについて述べる。このシステムは、パーソナルエージェントの機能を利用した人脈情報の自動収集、人脈情報を利用したメンバ探索、協力依頼を行う。また、人脈情報のある人間に依存したプライベートな局所的な情報と捕らえ、局所的なままの管理、利用を可能とする構造を持つ。

The member searching system with personal relationships by personal agent

Kiwamu Sato¹, Michiko Abe², Naohito Ogasawara¹, Hiroshi Nunokawa¹, Syouichi Noguchi³

¹Iwate Prefectural University Faculty of Software and Information Science

²Iwate Prefectural University Graduate School of Software and Information Science

³Sendai Foundation for Applied Information Sciences

In real society, when forming the small and medium working group (i.e. project group, committee, and task force), calling competent persons is important problem. This is group making problem, too. One of its solution is searching by personal human relationship. But this searching method has some problems (i.e. searching speed, bound, and reliability).

In this paper, we propose the member searching support system with personal human relationships by personal agent. This system provides following three functions, (1) automatic collecting personal human relationships, (2) automatic member searching by personal human relationships, (3) supporting communication between searcher and member nominee.

1. はじめに

一般社会では、仕事、作業(以下タスクと呼ぶ)の内容や目的が具体的かつその達成が至上課題となるような、動的に構成される中小規模のグループ(例えば、プロジェクト、委員会、タスクフォース等)においては、そのグループの立ち上げ時に、有能なメンバを集めることができるかがタスク達成のための重要な条件になる。すなわち、いかに有能かつ動機付けの高いメンバを集めるか、というグループメイキングが大きな問題になる。

この問題解決のためには、技能、知識の作業への適応といったフォーマルな条件を満たすメンバを集めるだけでは不十分である。なぜなら、高効率のタスク達成のためには、メンバが仕事に対する十分なモチベーション、モラル等のインフォーマルな条件も満たす必要があるからである。

一般社会において、これらの条件を満たすメンバ探索として人脈を用いた探索があるがこの探索は探索速度や探索範囲においていくつかの問題を持つ。またグループウェアの研究におけるコミュニティ・コンピューティ

ングでは、インフォーマルな条件を主眼にしており、また本来プライベートな情報であるヒューマンリレーション情報を一ヶ所に集中させ分析、支援するといった危険な構造になっている。

本稿では、以上の問題を解決するための、パーソナルエージェントを利用したグループメイキングサポートシステムについて述べる。このシステムは、パーソナルエージェントの機能を利用した人脈情報の自動収集、人脈情報を利用したメンバ探索、協力依頼を行う。また、人脈情報のある人間に依存したプライベートかつ局所的な情報と捕らえ、局所的なままの管理、利用を可能とする構造を持つ。

2章では、一般社会における作業グループの形成とメンバの探索手法について分析する。3章では、パーソナルエージェントを利用した人脈情報に基づくグループメイキングサポートシステムの機能を現在実装中のシステムをもとに説明する。4章は、他研究との比較であり、5章はまとめである。

2. 作業グループの形成とメンバの探索 [1] [2]

高効率のタスク達成のためには、有効なメンバを集めた優秀な作業グループの立ち上げが重要な条件になる。しかし、単純に作業能力の高い作業者をメンバとするだけでは高効率のタスク達成は望めない。なぜなら作業グループはフォーマル集団であると同時にインフォーマル集団を内包するからである。フォーマルな集団としての作業グループは、そのタスクから合目的に導かれた要因、作業内容とその分担、作業場所、作業時間等に合致し最も有効であるとして決められたメンバで構成される。インフォーマル集団とは情動的な人間関係、すなわちヒューマン・リレーションズによって形成される集団である。必ずしもフォーマル集団とは一致せず、一つのフォーマル集団に複数のインフォーマル集団が存在することもある。また、モラルやモチベーションを規定する大きな要因になるといわれている（ホーソン効果）。

以上の事から、優秀な作業グループとは、フォーマル集団とインフォーマル集団が一致することにより、各メンバが仕事に対する十分なモチベーション、モラル、作業達成能力を持ち、かつそれを保持し続けられるグループであると定義することができる。

2. 1 作業グループの形成

フォーマル集団とインフォーマル集団が一致するための作業グループの形成の条件を分析するために、フォーマル集団を形成する条件となるフォーマル集団形成条件、および、インフォーマル集団を形成する条件となるインフォーマル集団形成条件を以下で分析する。この2つの条件を満たすメンバにより作業グループを構成することにより、フォーマル集団とインフォーマル集団が一致する作業グループを形成することが可能になると考える。ただし、本研究が対象とするタスク指向な作業グループにおいては、フォーマル集団形成条件がインフォーマル集団形成条件に優先すると考えられる。

2. 1. 1 フォーマル集団の形成

フォーマルな集団としての作業グループは、そのタスク内容から合目的に導かれた要因、作業内容とその分担、経験、作業場所、作業時間、その他の付帯条件等に合致し最も有効であると思われるメンバを集めることによりシステムティックに形成することが可能である。なぜなら、これらの要因は作業グループを立ち上げようとする人間（以下探索者と呼ぶ）がフォーマルな形で条件として記述可能であり、メンバ候補者がその条件を満たすかどうかの判定もまたフォーマルに行うことが可能であるからである。この様な条件をフォーマル集団形成条件と定義する（以下フォーマル条件と呼ぶ）。

2. 1. 2 インフォーマル集団の形成

(A) インフォーマル集団の形成プロセス

一般にインフォーマル集団の形成は、以下のようなプロセスを通して行われるとされている。

- (1) 互いをコミュニケーションの対象として認識
- (2) コミュニケーションを交わして、互いがどのような人間であるかの情報（人物情報）を得る
- (3) 人物情報の中から共通点を発見し目標を共有する
- (4) グループとしての自覚、モチベーションが醸成される
- (5) 互いに役割を定め、それに伴い期待のネットワークが構成される

しかし、互いをコミュニケーションの対象として認識することを考えると、インフォーマル集団の形成プロセスはフォーマル集団形成後でないとは始めることができない。またインフォーマル集団形成プロセスの途中でタスクが終了してしまう可能性も高い。さらにこのプロセスが必ずしも成功するとは限らない。

そこで、次に述べる作業グループ維持のための条件も考慮したインフォーマル集団の形成条件を考察する必要がある。すなわち、形成しやすく維持しやすい条件を満たすことにより、素早くかつ高確率でインフォーマル集団が形成される可能性が高くなると考えることができる。

(B) 作業グループの凝集性

凝集性とは高密度のヒューマン・リレーションズの保持であり、凝集的であるほど、グループ内の規範や基準に従い同調する作業者が多くなる。したがって、目標の達成に障害が少なくなり、生産性や効率の向上に貢献することになる。

凝集性を高める要因として、以下がある。

- (1) メンバとして近接する関係にあること
- (2) タスクが相互依存的であること

本研究が対象とする中小規模のグループにおいては、相互に非依存なメンバは存在し得ないと考えられる。

- (3) グループの外に競合相手がいること

状況に依存する分析的条件であり、常にこの要因を満たす状況を設定することは困難である。

- (4) 等質であること（価値観、態度、背景要因等において）
- (5) 成功経験の共有

作業者の探索、選定においては、上記の要因を満たす可能性の高い作業者を選定する事が、高効率の作業グループの維持に繋がると考えられる。

形成プロセスと合わせて考察すると、インフォーマル集団形成条件（以下インフォーマル条件と呼ぶ）として以下の3点として定義できる。

(1) 近接性

インターネット等の発展等を考慮すると、物理的な時空間の近接性よりは人間関係やコミュニケーションの近接性を重視するべきである。

(2) 等質性

人物情報の中から共通点を発見し目標を共有する、という形成プロセスにも有効であり、価値観、態度、背景要因といった作業内容と直接関係のない部分での等質性も重要である。

(3) 成功経験の共有

2. 2 グループメイキングのためのメンバ探索

現実社会において、グループメイキングのためにメンバを探索する方法としては以下の3種類が一般的である。

(A) 広い範囲への公募 (例えば, WWWや書籍への掲載)

(B) 公開情報 (例えば, 研究者名簿や研究者DB) の探索

(C) 人脈を利用した探索 (例えば, 知り合いのつてをたよる)

(A), (B) では広範囲の探索が行え, フォーマル条件を満たすメンバを探索することは容易である。しかし, インフォーマル条件を判断するための情報の入手が非常に困難である。また, 実際にグループ参加への承諾を取りつけるまでに, 相互の理解, 信頼を結ぶための多くのコミュニケーションが必要となるといった欠点もある。

(C) では, 直接的な人間関係に加え仲介者を利用することにより効率的な探索が可能であり [3], 仲介者の使用度が被探索者の信用度になる, 被探索者の詳細な人物情報が得られる, といった利点がある。また, 人脈そのものが近接性の指標でもあり, 人物情報から等質性も判断できるといったインフォーマル条件の判断も容易である。

しかし, 一方で以下のような欠点もある。

- ・仲介のホップ数が増えると非効率的
- ・動的に人間関係が変化するため探索作業ごとに人脈を調べ直す必要がある
- ・プライバシー情報 (仲介者が流す被探索者の人物情報, 仲介者の人間関係) の取り扱いに注意が必要
- ・探索範囲が狭いため, 承諾の状況によっては再探索が必要
- ・人を経由していく時点で探索条件が変質したり忘れ去られたりする

我々は, (C) に着目し, この人脈を利用した探索手法をコンピュータ上に実現することにより (C) の欠点を解消しつつ, 高速かつ正確にフォーマル, インフォーマル条件を満たすメンバ探索を可能とするシステムが実現可能であると考える。

2. 3 メンバ探索のための人脈

一般に「人脈」とは「集団・組織等の内部の, ある関係をもった人と人とのつながり」という抽象的な意味で使われる。本研究では, メンバ探索への利用の観点から, 以下のように定義する。

「ある人間からある人間への一方向の直接的 (1 ホップぶん) な関係で, 以下のパラメータを持つもの。」

対象: 相手の人間

強度: 結び付きの強さ, 距離

種類: 結び付きの種類。メンバ探索への利用の観点から, 作業内容に係わるキーワード (「Java」, 「グループウェア」等) のことで, 情緒的な人間関係の種類 (「友人」, 「嫌悪」等) ではない。

ある人間は, 複数の人脈を持つことができ, 同じ相手に対して種類の違った複数の人脈を持つこともできる。また, 人脈は極めてプライベートな情報であり, ある人間に対し局所的に存在する。さらに, 人間の間での様々な相互行為により, パラメータは動的に変化し, また, 新しい人脈の形成, 既存の人脈の消滅が起きる。

複数の人間間では, 人脈の複雑なネットワークが構成されるが, この全体構造は人脈ネットワークと呼ぶ。

3. 人脈を利用したグループメイキングサポートシステム

3. 1 人脈を利用したグループメイキングサポートシステムに必要な機能

2. 2 で述べた欠点を解消した人脈を利用したメンバ探索手法をコンピュータ上に実現するためには, 以下の6つの機能を実現する必要がある。

(1) 人脈情報の自動収集

人脈の動的な性質, また, 正確かつ高速な探索のために, 多種多様な人脈情報を管理 (変更, 登録, 削除) する必要がある。これをユーザに手作業で管理させることは非常に困難であり, 自動的な収集が必須となる。

人脈情報は暗黙的な情報であり直接的にそれをコンピュータが収集することは困難である。そこで本研究では, ユーザのコミュニケーション活動は人脈と相関関係を持っている [3] という観点から, ユーザのコミュニケーション活動 (E-mail, Fax, 電話, WWW, チャット等) を分析することにより収集を行う。

具体的には,

対象: コミュニケーション対象 (E-mail の To:, 電話, Fax の相手等)

強度: コミュニケーション頻度 (回数, 間隔)

種類: コミュニケーション内容を解析し抽出, コミュニケーションの種類

(2) 収集した人脈情報の分析による, メンバの自動探索
探索者がフォーマル条件を入力することにより, 人脈情報に基づき正確かつ高速に, フォーマル, イン

フォーマル条件を満たすメンバを探索する機能が必要である。

(3) 人脈情報の局所的な管理と局所的利用によるメンバ探索

人脈情報は極めてプライベートな情報であるため、プライバシーの保護を考慮した構造にする必要がある。例えば、人脈情報を一ヶ所に集め人脈ネットワーク全体を俯瞰し探索を行うようなシステム構造は非常に危険である。よって局所的な情報である人脈を局所的なまま管理、利用し探索を行うシステム構造が必要となる。

(4) 作業グループへの参加履歴の自動収集

インフォーマル条件の「成功経験の共有」の判定のために、メンバとして作業グループへの参加の履歴を収集しておく必要がある。

(5) 公開人物情報の収集

人脈情報が不足でメンバが探索できないといった状況に対応するために一般に公開されている人物情報(WWW, 研究者DB等)から情報を収集する機能が必要である。

(6) ユーザプロフィールの登録機能

コミュニケーション活動からの収集では不足する情報を補うために、ユーザが自分のプロフィールを登録する機能が必要である。

3. 2パーソナルエージェントによる実現モデル

前節で述べた機能を実現するためのパーソナルエージェントによる実現モデルを提案する。

ここでいうパーソナルエージェントとは、特定の利用者と強く結びつき個人的な情報を収集可能かつ、その利用者の利用マシン上で動作するエージェントのことである。

実現モデルは、以下の4つの構成要素からなる(図1)。ユーザDBを除き、ユーザ、ユーザ利用マシン、パーソナルエージェントエージェント、各々が一対一に対応しており、人脈情報はパーソナルエージェントエージェントの中で閉じている。

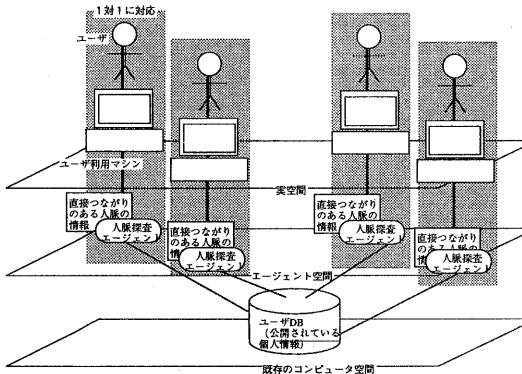


図1. パーソナルエージェントに基づく実現モデル

(1) ユーザ

人脈情報収集時には、通常のコミュニケーションを行っている主体であり、メンバ探索時には、探索依頼を行う探索者であり、またメンバ候補でもある。

(2) ユーザ利用マシン

ユーザがコミュニケーションを行う時に利用するマシンである。個人的な、コミュニケーションツール(電子メールソフト、チャットソフト、WWWブラウザ等)が動作しているものと想定する。

(3) パーソナルエージェント

独立性、協調性を重視したエージェントであり、

- (1) ユーザのコミュニケーションの頻度、関係、内容等から直接つながりのある人脈情報を自動的に抽出、
- (2) 人脈関係に基づき、複数エージェント間の協調による、フォーマル、インフォーマル条件がマッチする対象者の探索、
- (3) プライバシーを考慮した複数エージェント間リレーによるコミュニケーションの仲介、を行う。また、人脈情報が不足した探索時にはユーザDBとの通信を行い、得た情報を探索に利用する。

(4) ユーザDB

既存のネットワーク上から利用できる、公開された個人情報に関する既存のDB(研究者DB等)である。ここから得られる公開の個人情報を人脈探索エージェントが探索に利用する。人脈が途切れてい

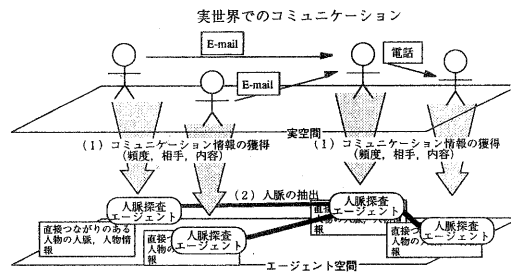


図2. 人脈情報収集機能

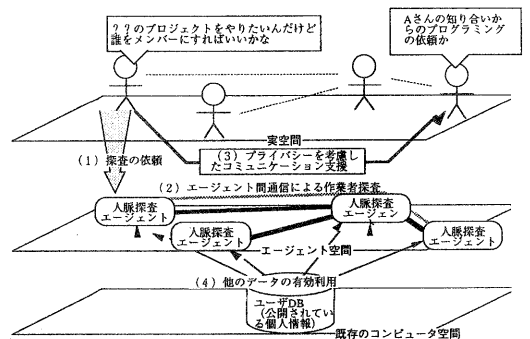


図3. メンバ探索機能

る場合、また、単なる内輪の人脈だけでなく、一般にどのような評価を得ているかが重視される場合、等の探索に利用される。

3. 4 パーソナルエージェントの構造と動作

本システムは、多く分けて次の2つの機能を持つ。これらの機能に明確なモードは存在しないが、ある程度人脈情報が収集されるまではメンバ探索の有効性は高くないと考えられる。

(1) 人脈情報収集機能

あるユーザに一对一に対応するパーソナルエージェントにそのユーザのコミュニケーション（内容、頻度）を分析させ、ユーザの現実世界における人脈、人物情報を自動的に取得（図2）する機能。

(2) メンバ探索機能

各パーソナルエージェントが取得した人脈、公開情報に基づいたエージェント間のリレー通信により、プライバシー情報を保護しつつ高速かつ正確なメンバ探索を行う（図3）。

これらの機能を現在実装中のパーソナルエージェント（図4）の構造に基づき説明する。

(1) 人脈情報収集機能

エージェントは、コミュニケーションツールIFによりプロキシとして利用マシン上で行われるコミュニケーションツールを利用したコミュニケーション活動をトラップ（現時点ではE-mail、電話、Fax、WWWが利用可能）する。ここから得られるコミュニケーションの頻度、対象、時刻、内容を、専門分野シソーラスをもとに、情報抽出モジュールがフィルタリング、再構成し人脈情報（2.2節参照）を生成する。

具体的には以下のような形で生成する、

対象：E-mailのTo:、電話、Faxの電話番号、WWWのURL、から抽出

強度：E-mail、電話、Faxの発着信日時、回数、間隔から計算

種類：E-mail、WWWのコンテンツを形態素解析し、出現単語と専門分野シソーラスとのマッチングを行い、専門用語のみを取り出す。これをコンテンツ中の出現頻度順に並び換え、上位の単語をそのコミュニケーションから得られた人脈の種類キーワードとする。これらと過去のコミュニケーションから得られた人脈の種類キーワードとの和を取り、出現頻度順に並び換えたものを人脈の種類とする。電話、Faxに関しては、現時点ではコンテンツを解析することが困難なため、ユーザにキーワードを直接入力してもらうことで対応している。

(2) メンバ探索機能

メンバ探索は以下のような手順で実行される

(A) ユーザ会話IFを経由して探索者がフォーマル条件、インフォーマル条件を自分のパーソナルエージェントに与える。これがメンバ探索のクエリーとなる。現在のシステムでは、フォーマル条件として「??の分野で??の能力を持つ人?人」といったキーワードと人数の入力のみに対応している。インフォーマル条件は、2.1.2節で述べた各パラメータをどの程度重要視するかといった重要度をユーザが指定可能になっている。

(B) 人脈情報の種類とフォーマル条件のキーワードとの比較を行いクエリーの転送先を探す。直接マッチしない場合、専門分野シソーラスを利用し、キーワードに近い人脈を選択する。近接性の観点から、強度が高い人脈、等質性の観点からキーワードのマッチ度が高い人脈が優先され、その相手のエージェントにクエリーがエージェント間IFを利用して転送される。また、クエリーにはフォーマル条件、インフォーマル条件から計算される最大ホップ数、現在までの人脈の平均強度、探索者の過去の参加作業グループ等の情報が添付される。

(C) クエリーを受け取ったエージェントは、クエリー内の情報およびユーザプロフィールを元に自分の適合度を計算する（プランニングモジュール、プランベース）。適合度が低い場合、および転送に値する有効な人脈を持っている場合、(B)と同様に新たな転送先を探し、ホップ数を1減じ、平均強度を再計算し、クエリーのリレー転送を行う。適合度が高い場合、探索者のエージェントに対し、参加可能性（および自分の適合度）をクエリーの転送経路を逆方向にリレー転送する。

(D) 探索者のエージェントに参加可能性が十分に収集された状況で、探索者のエージェントは適合度順に参加要請を再びリレー転送する。

(E) 参加要請を受け取ったエージェントは、ユーザに対し参加の要請が来たことを報告し、内容を提示する。ユーザが参加の意思を示した場合、逆方向のリレー転送を再び行い、探索者のエージェントに参加承諾のメッセージ

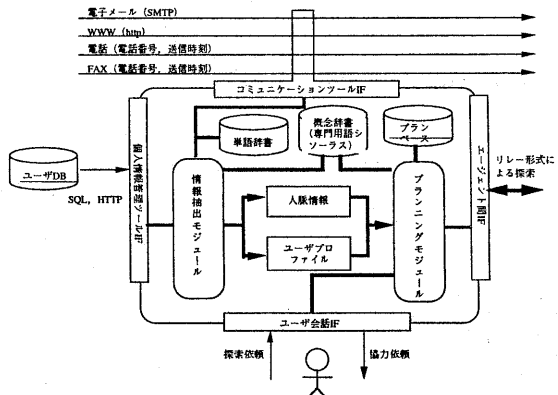


図4. 実装中のパーソナルエージェントの構造

および連絡先等のプライベート情報を転送する。

このような構成および動作にすることにより、(1) パーソナルエージェント内には、対応するユーザから1ホップ分の人脈情報のみが収集可能となり局所的な人脈情報の管理が可能となる。また、この様に分散収集、管理することにより、障害への対応、リソース、トラフィックの低減につながる。(2) 探索時には、リレー転送のみを用いることにより、探索者のエージェント、および参加可能性を送ったエージェントはお互いに相手の特定制定ができなくなる。ホップ数、インフォーマル条件から相手を推測することは可能ではあるが現実世界の人脈による探索と同程度以下の可能性でしかない。また、条件判定は各エージェント内で行われるため人脈情報の局所的な利用しか行われない。といった機能を実現することが可能になる。

3. 4 実現システム

上記のモデルに基づきJavaおよびJava RMIを用いてプロトタイプを現在実装中である。プロトタイプの利用画面について説明する。

通常は図5の左の形でユーザマシン上に常駐している。

図5の左の上側のボタンを押すことにより、図5の右のアドレス帳画面が開く、この画面を経由してコミュニケーションツール(E-mail, 電話, Fax, WWW)を利用することにより、コミュニケーション対象、頻度をエージェントが取得することが可能である。コミュニケーション内容に関しては、内部的なプロキシ機能を利用す

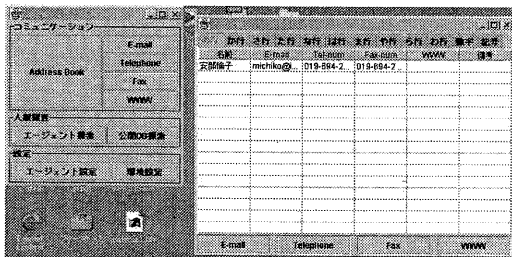


図5. 起動およびアドレス帳画面

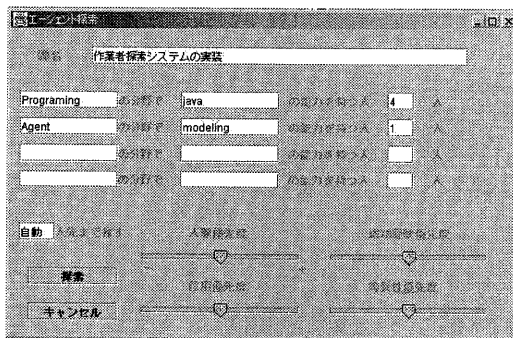


図6. メンバ探索画面

るため現在のところ、E-mail, WWWのみが取得可能である。

図5の左の下側のボタンを押すことにより、図6の様なメンバ探索画面が開く。上側のフィールドがフォーマル条件入力部分であり、現在のところ必要とするユーザの専門分野と具体的なキーワードの2種類が入力可能である。下側はインフォーマル条件の入力部分でありスライダーによりそのパラメータをどの程度重視するかを指定することが可能である。

図6でメンバ探索を行うと、エージェント間でリレー形式の探索が行われ候補者には参加要請が届く。これを承諾すると探索者にその結果が通知される。

4. 他研究との比較

人脈を利用したユーザ探索システムとして [3] があるが、このシステムはある質問に対する解答者を探すもので、グループメイキングを指向したメンバを探索するものではない。

また、グループウェアの研究におけるコミュニティコンピューティングでは [5], インフォーマルな条件を主眼にしており、また本来プライベートな情報であるヒューマンリレーション情報を一ヶ所に集中させ分析、支援するといった危険な構造になっているものが多い。

5. まとめ

本稿では、このパーソナルエージェントを利用した人脈情報に基づくグループメイキングサポートシステムについて述べた。このシステムは、パーソナルエージェントの機能を利用した人脈情報の自動収集、人脈情報を利用したメンバ探索、協力依頼を行う。また、人脈情報のある人間に依存したプライベートな局所的な情報と捕まえ、局所的なままの管理、利用を可能とする構造を持つ。

本システムは現在実装中であり、今後本システムを用いた評価実験を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 亀田達也: 合議の知を求めて, 情共立出版株式会社 (1997)
- [2] 田尾雅夫: 組織の心理学 [新版], 有斐閣ブックス (1999)
- [3] 緒方広明, 矢野米雄, 古郡延子, 金郡: 探索結果を利用した人脈ネットワークの活用支援の提案とその実験的評価, 情報処理学論文誌 Vol.40 No.2 (1999)
- [4] 佐藤究, 安部倫子, 小笠原直人, 布川博士: パーソナルエージェントによる人脈探索維持システム, 情報処理全大第60回講演論文集 (4), pp.133-134 (2000)
- [5] 高橋正道, 北山聡, 金子郁容: ネットワーク・コミュニティにおける組織アウェアネスの計量と可視化, 情報処理学論文誌 Vol.40 No.11 (1999)