

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

緒方 広明[†] 矢野 米雄[†]
古郡 延子^{††} 金 群[†]

本論文では、人脈ネットワークの探索結果を用いて、人脈探索を支援する手法を提案する。我々は、人脈を分散型人脈活用支援システム PeCo-Mediator-II をすでに構築したが、探索結果の利用は考慮されていなかった。探索結果を利用することにより、協力者、仲介者などのユーザのタイプ分けを行い、人脈探索の効率化をはかる。また、協力可能な人物として準協力者の役割を設けることにより、新たに協力者を育成し、同じ協力者への依頼の集中を避ける。さらに、協力者から得たノウハウを共有することにより人脈探索の繰返しを軽減する。最後に、これらの支援機能を PeCo-Mediator-II 上に実現したシステムと、その実験的評価について述べる。

Proposal and Experiment of Supporting Social Networks Exploration with Past Results

HIROAKI OGATA,[†] YONEO YANO,[†] NOBUKO FURUGORI^{††}
and QUN JIN[†]

The exploration of social networks is essential to find capable cooperators who can help in problem-solving and in augmenting cooperation among workers in an organization. PeCo-Mediator-II is an agent based system that helps gathering, exploring, and visualizing social networks among users. This paper proposes a user model with history logs to support exploration, to share individual knowledge, and to reduce overload of cooperators. Experimental results show that the system facilitated users encounter cooperators and helped develop new relationships between users and cooperators.

1. はじめに

今日の高度情報化社会においては、個人の専門分野の知識だけで仕事を進めるのは困難であり、自分1人の知識や能力に加えて、他者の協力や援助が必要となる場合が多い。そこで、協力者をどのように探すかが問題となる。この場合、協力者として適切な人物を探し、協力を得るには人脈 (*Personal Connection: PeCo*) が役立つ。人脈は情報や知識を集めたり、それを広めるための重要なネットワークであり¹⁾、CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) の分野でも、多くの研究が組織におけるインフォーマルな人的ネットワークの重要性を示している^{2)~4)}。

我々は、人脈ネットワークを情報伝達手段だけでなく、1人1人の能力の開発手段⁵⁾ととらえており、組織内での人脈ネットワークの活用に着目して研究を行っている^{6)~8)}。すでに我々は、人脈ネットワークを通したお互いの協力の促進と、協力を通じた個人の能力の向上を目的として、分散型人脈活用支援システム *PeCo-Mediator-II* を提案した。*PeCo-Mediator-II* は、ユーザの電子メールの交換を基にして人脈の蓄積を行い、ネットワークを介して、各個人の人脈をたどり、協力者を探す過程を支援する。これは、協力者を探すまでの支援であり、その結果得た情報を次からの人脈探索に役立てる方法は提案されていない。

人脈探索の結果、ユーザが獲得する情報には次の2種類がある。

- (1) 行動情報：依頼内容に対して、だれが協力者、仲介者、あるいは非協力者であるかという人物の特徴。
- (2) 知識情報：協力者から得た知識やノウハウ。

[†] 徳島大学工学部知能情報工学科

Department of Information Science and Intelligent Systems, Faculty of Engineering, Tokushima University

^{††} 株式会社アイネスシステムリサーチセンター

Systems Research Center of INES Corporation

本論文では、行動情報を利用して、だれがどの分野に関して協力者であるか、などを表すユーザのタイプの定義と分類を行い、それに基づく人脈探索支援を提案する。知識情報に関しては、それが公開可能であれば、それを共有できるデータベースを提供する。したがって、ユーザのタイプ分けにより、依頼の内容ごとに適切な協力者が分かる。また、知識共有データベースの利用により、同じ内容での人脈探索の繰返しを削減できることが期待される。

知識の蓄積に関して、CSCWの研究分野では、組織内の知識やノウハウの蓄積 (Organizational Memory) の重要性が指摘されている⁹⁾。たとえば、組織内で行われる質問と解答を共有するシステムに Answer Garden¹⁰⁾がある。Ackermanは、これを利用した結果、専門家と一般ユーザを二分したため、専門家への過負荷が問題となることを指摘した。そこで、Answer Garden²¹¹⁾では、チャットや電子ニュースなどの機能を持つ CafeCK を利用して専門家に質問する前に協力者を探す方法を提案した。これに対して、本研究では、協力できる可能性のある準協力者を導入し、新たな協力者を育成し、特定の協力者への負担を軽減する。

以下、2章では、PeCo-Mediator-IIの特徴と関連研究について述べ、3章では探索結果を用いた人脈探索の支援方法を論じる。4章では、人脈探索の支援の実装について述べ、5章では、そのシステムの実験的評価と考察を行う。

2. 分散型人脈活用支援システムの概要

人脈活用支援システムは、組織の各個人が持つ人脈ネットワークを有効に活用することを支援する。本章では、分散型人脈活用支援システム PeCo-Mediator-IIの特徴と関連研究を述べる。

2.1 PeCo-Mediator-IIの特徴

システムの設計方針を以下に示す。

- (1) ユーザ中心のアプローチ：個人的な情報である人脈ネットワークの活用は、組織中心ではなくユーザ中心とする。
- (2) プライバシーの保護：人脈ネットワークとそれを通じて交換される情報は、個人的で、かつ高価値の情報である。それゆえ、他のユーザからの情報提供の要求時には、必ずユーザの許可をとる。
- (3) 容易なシステム導入：人脈情報の扱いにおいて、データ登録や維持・管理作業に対するユーザの負担をできるだけ軽減する。

この方針に基づくシステムの特徴を以下にあげる。

- (1) 人脈情報の蓄積支援：本システムは、電子メールの交換を観察して、人脈をデータベースに自動的に蓄積する。これにより、人脈のデータ入力作業に関するユーザの負担を軽減する。また、どのような人物とのメール交換が多いかを数値化する。これにより、電子メールを利用するだけで、人的関係の強さを蓄積できる。ユーザは人脈データベースを個人で個別に管理し、プライバシーを守る。
- (2) 人脈探索過程の視覚化：人脈をたどって協力を依頼する場合、依頼者にとっては、だれが協力を受諾あるいは拒否をしたか、また、だれがどのような人物を紹介して、どこまで依頼が及んでいるかを知ることは重要である。本システムは、電子メールを利用して行われる人脈探索の状態遷移モデルを用いて、ユーザを出発点とした人脈探索の過程を視覚的に提示する。これによって、ユーザと協力者との“つながり”に気付かせる。
- (3) 人脈探索過程の制御：人脈ネットワークの効率的な探索を実現するため、依頼の取消しや催促などの人脈探索の制御機能を提供する。

上述のとおり、これまでの人脈探索の支援は、人脈をたどり協力者を探索する過程までを対象とする。

2.2 問題点と本論文でのアプローチ

我々は、教師と学生による授業を大学院生がサポートするという環境で、PeCo-Mediator-IIを実験的に評価した。具体的には、教師1人、学生80人、大学院生24人、合計105人のユーザを対象に、C言語の授業で与えられた課題への質疑応答に4週間利用した。その結果、上述の(1)、(2)、(3)の支援は有効であった⁸⁾。しかし、以下の問題点があることが分かった。

- (1) 質問の内容に対して適切な協力者を見つけることが難しい。
- (2) 協力者が固定的になり、特定の協力者の負担が増大する。
- (3) 同じ質問が繰り返される。

学生実験から生じたこれらの問題点の解決策として、本論文では、人脈探索結果を利用した以下の手法を提案する。

- (1) 人脈探索履歴を利用し、質問の内容に応じて、協力者、仲介者、依頼者、非協力者にユーザをタイプ分けする。この情報を人脈探索時に提供することにより、人脈探索の効率化をはかる。
- (2) 協力者をサポート可能な準協力者の役割の導入により、協力者の負担を軽減する。また、これに

よって組織全体としても協力者の育成をはかる。

- (3) 人脈探索の結果から得た知識情報を共有可能なデータベースの提供により、同じ質問の繰返しを減少させる。

2.3 関連研究との比較

人脈の蓄積に関して、Schwartz と Wood¹⁴⁾は電子メールのログを解析して、人脈ネットワークを獲得する方法を提案した。しかし、この方法はプライバシーの侵害の問題がある。そこで、WWW (World Wide Web) や NetNews の公開情報を基に人脈ネットワークを獲得するシステム Referral Web^{15),16)}が提案された。具体的には、Web 上に公開された論文の共著関係や組織構成の情報を利用して、人的関係を抽出し、自動的に人脈を探索する。一方、本システムは、組織内の水面下に隠れたインフォーマルな人脈ネットワークを対象としており、他のユーザとインタラクションをしながら、実際に人脈ネットワークをたどり、協力者を探す点で異なる。

協力者の発見に関して、メーリングリストや NetNews がよく用いられる。これらは、質問依頼者が協力者が現れるまで待つという意味で受動的 (Passive) であり、協力者の知識やノウハウは公開される特徴を持つ。一方、本システムは、依頼者が自分の人脈ネットワークをたどって協力者を探すという意味で能動的 (Active) であり、人脈ネットワークを通じて自分とできるだけ身近な範囲で協力者を探し、個人的な高価値の知識や協力を得られることが期待できる。

人脈探索の結果の利用に関して、Referral Web では考慮されていない。一方、NetNews は知識の共有は可能であるが、どのような内容のときにだれが協力者となりうるか、などを判断する機能は提供されていない。

3. 探索結果を用いた人脈探索の支援

本章では、人脈探索におけるユーザのタイプを分類し、行動履歴を用いてユーザをタイプ分けする手法を提案する。さらに、それを用いた人脈探索の支援と、探索結果の知識の共有と伝播について述べる。

3.1 人脈探索におけるユーザの分類

人脈探索に関連したユーザの分類を以下に示す。

- (1) 協力者 (Cooperator): 依頼者に協力した人物である。
- (2) 仲介者 (Mediator): 協力者と依頼者との間を仲介した人物である。
- (3) 依頼者 (Requestor): 協力を依頼した人物であり、人脈探索の起点となる。

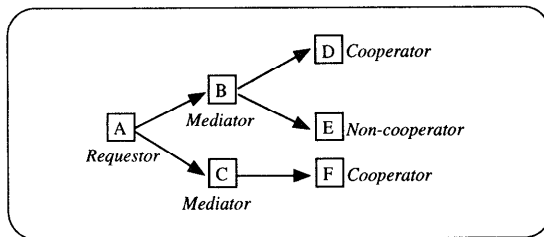


図1 人脈探索の例

Fig. 1 Example of PeCo exploration.

- (4) 非協力者 (Non-cooperator): 協力の依頼を拒否した人物である。

図1に人脈探索の例を示す。Aは依頼者、B、Cは仲介者、D、Fは協力者、Eは非協力者である。ただし、同一人物が依頼内容によって(1)~(4)のそれぞれの立場をとる。

3.2 準協力者の役割

人脈ネットワークは、情報伝達的手段だけでなく、1人1人の能力の開発手段であり、人脈ネットワークを通じて互いに協力しあうことが個人の能力の向上につながると考えられている⁵⁾。そこで、本論文では、協力者からいつも協力を受けており、協力者となりうる人物として、新たに準協力者 (Semi-cooperator) の役割を提案し、組織内の相互協力を促進する。つまり、過去に多くの協力を受けた依頼者を準協力者とする。協調学習の観点からは、他者に問題解決を任せてしまう現象 (Free rider effect) の問題点が指摘¹²⁾されており、依頼の多いユーザを準協力者としてとらえ、協力してもらうことは重要である。

協力者の立場からは、準協力者に依頼を転送することにより、解答を作成する作業の負担が軽減できる。また、以前に協力した経験から、準協力者への依頼もしやすい。準協力者からみれば、協力を受ける立場から、協力をする立場になることにより、さらに理解が深まることが期待できる。依頼者にとっては、準協力者を紹介されることにより、新たな協力者に気づき、特定の協力者に依頼が集中することを防げる。組織的にみれば、準協力者の存在は新たに協力者を育成する意味で重要である。

3.3 人脈探索の行動履歴

本システムは、人脈探索におけるユーザの行動を観察し、“ユーザがどのような依頼を発信したか”、あるいは“他のユーザからの依頼にどのように答えたか”、などの情報を履歴データとして保存する。ユーザ“aiso”の行動履歴の例を図2に示す。この履歴データの属性を以下に示す。

表1 人脈探索におけるユーザの分類

Table 1 Taxonomy of users within the PeCo exploration.

Type of users	Condition
(1) Cooperator	<i>accept</i> $\geq \alpha$ and <i>accept</i> > <i>reject</i> and <i>accept</i> > <i>forward</i> and <i>accept</i> > <i>request</i>
(2) Mediator	<i>forward</i> $\geq \alpha$ and <i>forward</i> > <i>reject</i> and <i>forward</i> > <i>accept</i>
(3) Requestor	<i>request</i> $\geq \alpha$ and <i>request</i> > <i>accept</i> and <i>request</i> > <i>forward</i>
(4) Non-cooperator	<i>reject</i> $\geq \alpha$ and <i>reject</i> > <i>accept</i> and <i>reject</i> > <i>forward</i>
(5) Semi-cooperator	<i>receive_accept</i> $\geq \alpha$ and <i>receive_accept</i> > <i>accept</i>

Note: Italic word means the number of the action. α is a constant number given by the user.

Who	When	Keyword	Action	Strength	Path
Aiso	1997/12/14/15:37:51	Tel/TK, telIndex, ...	Accept	45	is9632->ogata->aiso
Aiso	1997/12/14/19:03:32	ソート, 配列, ...	Forward	18	is9616->aiso
Aiso	1997/12/15/09:56:41	ソート, ポインタ, ...	Accept	23	is9617->aiso
Aiso	1997/12/15/12:22:25	コンパイル, エラー, ...	Forward	18	is9616->aiso

図2 人脈探索の行動履歴の例

Fig. 2 History of PeCo exploration.

- (1) Who: だれに依頼を送付した, あるいはだれからの依頼を受信したかを表す.
- (2) When: 履歴を記録した日時を表す.
- (3) Keyword: 依頼内容を示すキーワードである.
- (4) Action: 依頼に対してユーザがとった行動を表す.
- (5) Strength: 依頼の送信者と受信者との関係の強さを表す.
- (6) Path: 依頼送信者から受信者までの人脈探索の経路を表す.

(3) は, システムが依頼文中から抽出したキーワードを用いる. (5) の Strength は, 文献 7) で定義したメール交換強度を用いる. (4) のユーザの行動は, すでに我々が提案した人脈探索の状態遷移モデルに基づく以下の 8 つである.

- (1) Request: 依頼を送信した.
 - (2) Accept: 依頼に受理した.
 - (3) Reject: 依頼を拒否した.
 - (4) Forward: 依頼を転送した.
 - (5) Receive_request: 依頼を受信した.
 - (6) Receive_forward: 他のユーザから転送された依頼を受信した.
 - (7) Receive_accept: 依頼を受理する回答を受けた.
 - (8) Receive_reject: 依頼を拒否する回答を受けた.
- (1)~(4) は依頼送信時, (5)~(8) は依頼受信時に記録される.

3.4 行動履歴を用いたユーザのタイプ分け

人脈探索の行動履歴に基づく統計情報により, 各キーワードごとにユーザをタイプ分けする. 表 1 にその条件を示す.

- (1) 協力者: 他のユーザからの依頼に対して, 何度

も協力しているユーザは, その依頼のキーワードに関する協力者と考えられる. したがって, 過去にユーザが *accept* した回数と *reject*, *forward*, *request* の回数を比較し, *accept* が多い場合, 協力者と判断する.

- (2) 仲介者: 他のユーザからの依頼をいつも転送しているユーザは, 協力者を知っていると考えられる. そこで, 過去にユーザがとった行動で, *forward* が多い場合を仲介者と判断する.
- (3) 依頼者: 他のユーザへ協力を依頼しているユーザは, その依頼のキーワードに関する依頼者と考えられる. そこで, ユーザの行動のうち, *request* が多い場合, 依頼者と判断する.
- (4) 非協力者: 他のユーザからの依頼を拒否しているユーザは, その依頼のキーワードに関して協力的でないと考えられる. よって, 過去にユーザがとった行動が *reject* が多い場合, 非協力者と判断する.
- (5) 準協力者: 依頼のキーワードに関して, 過去に協力を受けており, 協力した回数が少ないユーザは協力可能な準協力者と見なすことができる. そこで, 過去にユーザ自身が他者から協力を得た *receive_accept* の回数が *accept* の回数より多い場合, 準協力者と判断する.
- (6) その他: これは, 依頼のキーワードについての履歴がない, または上記のタイプをいずれも満たさない場合である.

ここで, 表 1 の α はユーザが与える定数である. これは, 一定回数以上の行動をしたユーザをタイプ分けの対象とするために用いる. また, 条件は表 1 の (1)~(5) の順に優先する. (1)~(4) は, 協力者もしくは協力者を紹介できる人物を優先し, (5) は 3.5.2 項で述べるように, ユーザ自身が協力者の場合のみ適用されるため最下位とする.

3.5 行動履歴を用いた人脈探索支援

我々は, 以下の 2 つの人脈探索の支援を提案する.

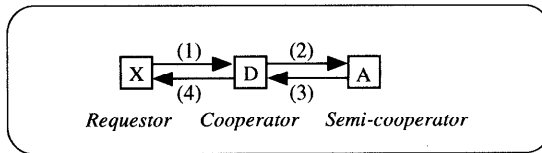


図3 準協力者の役割

Fig. 3 Role of a semi-cooperator after the exploration in fig. 1.

3.5.1 依頼者と仲介者に対する支援

依頼者、または仲介者にとって、依頼を送る相手を選択するとき、ユーザの知り合いの中で依頼内容に対してだれが協力可能であるかを知ることは、人脈探索を行ううえで重要である。そこで、過去の人脈探索の行動履歴から、依頼内容に対して適切な人物を推薦する。具体的には、依頼内容に対して、Accept 回数で協力者を順位付けする。

3.5.2 協力者に対する支援

協力者にとって、過去に協力してあげたことのあるユーザである準協力者が存在する場合、準協力者の転送を推薦する。たとえば、図1の人脈探索以降、図3のようにユーザDが同じ依頼を受け取った場合を考える。この場合、まずシステムはユーザDに準協力者Aの存在を知らせ、転送を促す。依頼を受け取った準協力者Aは、その依頼に対する協力を促される。Aの回答は、協力者Dに確認してもらい、依頼者Xに送る。システムは、依頼者Xが次回の人脈探索からユーザAに依頼を送るように促す。このようにして、ユーザAの役割は、(1) 依頼者、(2) 準協力者、(3) 協力者のように発展する。

3.6 知識情報の利用

人脈探索の結果、協力者から得た知識の利用方法には以下の2つがある。

3.6.1 共有データベースを利用した知識の共有

グループに知識を広めることを考えた場合、その知識を共有することは効果的である。そこで、人脈探索の結果、得た知識の共有/再利用を目的とした知識共有データベースを提供する。ただし、人脈探索を通じて得た情報は、公開しにくい可能性があるため、必ず協力者の許可を得た後、このデータベースに蓄積する。人脈探索を行う前に知識共有データベースから知識を得ることにより、各ユーザが同じ質問を繰り返すことを減少できる。

3.6.2 人脈探索に関連したユーザへの知識の伝播

人脈探索に関連したユーザの中には、その内容に関して興味を持っているユーザも存在する。そこで、これらのユーザに対して、人脈探索によって提供した協

力者の回答を転送する。ただし、この場合も協力者の許可を必要とする。協力者の知識の伝播により、人脈探索に関連したユーザの知的好奇心の触発が期待できる。

4. 人脈探索支援の実装

我々は、提案した人脈探索支援の方法を PeCo-Mediator-II 上に構築した。

4.1 システム構成

我々は Tcl/Tk¹⁸⁾ を用いて、Sun ワークステーション上に構築した。本システムは、人脈データベース PeCo-Collector と、ソフトウェアエージェント¹³⁾ PeCo-Agent、行動履歴データベースからなり、各ユーザが個別に保持する。また、ネットワーク上に知識共有データベースのサーバを1つ持つ。電子メールツールには TkMH を用いた。また、PeCo-Collector、知識共有データベース、行動履歴データベースは TRIAS¹⁹⁾ を用いた。キーワードの抽出には日本語形態素解析システム茶筌²⁰⁾ を用いた。

4.2 インタフェース例

人脈探索のためのインタフェースを図4、図5に示す。

4.2.1 依頼者側のインタフェース

依頼送信時の流れを以下に示す。

- (1) 人脈探索の開始：図4(a)のように、ユーザは自分の PeCo-Agent に電子メールを送る形で要求を伝える。
- (2) 人脈探索の初期設定：人脈探索を始める前に、ユーザは、(1) 人脈探索を行う時間の制限、(2) メール交換強度の最小値、(3) 探索の深さの最大値、を画面(b)で設定する。PeCo-Agent は、この設定により人脈探索を自動終了する。
- (3) 知識共有データベースの検索：人脈探索を開始する前に、ユーザから依頼を受け取った PeCo-Agent は、依頼文からキーワードを抽出し、知識共有データベースを検索する。もし、過去に同様の依頼があれば、画面(c)のように過去の事例を提示する。この知識共有データベースは、人脈探索のときだけでなく、通常のキーワードの入力によっても検索できる。
- (4) 依頼送信相手の決定：ユーザの要求を受け取った PeCo-Agent は、自分のユーザの PeCo-Collector を検索して、協力者の候補を探し、画面(d)に表示する。このとき、行動履歴データベースを用いて各候補者のユーザタイプを判断し、適切な送信相手を推薦する。また、送信相手の PeCo-Agent との通信により、同時刻の送

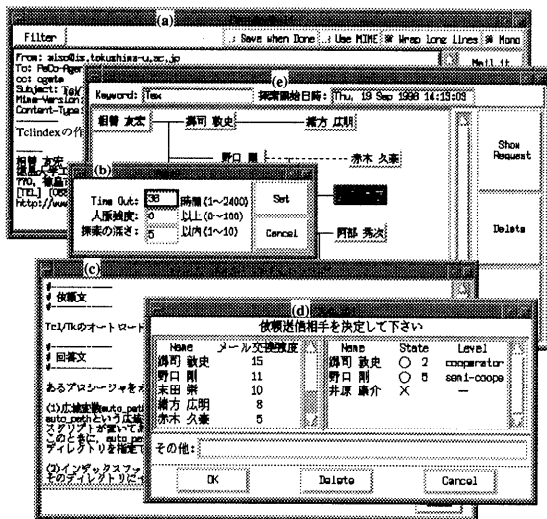


図 4 依頼送信者のインターフェース例

Fig. 4 Screen shot of the sender of the request.

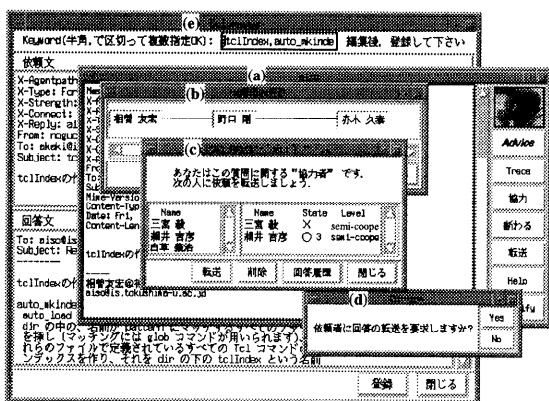


図 5 依頼受信者のインターフェース例

Fig. 5 Screen shot of the receiver of the request.

信相手のログイン状況や、依頼保持数も同時に表示する。

- (5) 人脈探索過程の視覚化と制御：人脈探索の進行過程は、画面(e)のように視覚的に木構造で表示される。木構造のルートは依頼者、点線は回答中、実線は回答済みを意味する。人物ボタンの選択により、要求の取消しや催促などの遠隔操作ができる。

4.2.2 依頼受信者側のインターフェース

受信した依頼に対する操作の流れを以下に示す。

- (1) 依頼の受信：図5(a)のように、ユーザは依頼の内容を電子メールの形で見ることができる。また、依頼者の顔写真やプロフィールを参照できる。さらに、画面(b)では依頼者から出発してどのようなルートをたどり、自分まで依頼が

届いたかが分かる。

- (2) 依頼に対するアドバイス：PeCo-Agent は、図5(c)のように、受信した依頼に対して、行動履歴データベースを参照し、どのように回答すればよいかをアドバイスする。この例では、ユーザをこの依頼に対する準協力者を持つ協力者と判断し、準協力者への転送を促している。もし、ユーザが依頼を転送した場合、準協力者に対して結果報告を画面(d)で要求できる。
- (3) 知識の共有・伝播：依頼に対してユーザが協力した場合、システムは知識を共有できるかどうかをユーザに確認する。ユーザの許可を基に、共有データベースに画面(e)のように登録できる。同様に、その人脈探索に関連したユーザに対して、知識を伝達することができる。

5. 評価実験と考察

我々は、提案した人脈探索の支援方法を評価するため、面識のない2つのグループを対象に、本システムを実験的に利用してもらった。評価項目は以下の3点である。

- (1) ユーザのタイプ分けにより、人脈探索が効率的に行われたか？
- (2) 準協力者の役割の導入により、協力者の負担は軽減されたか？
- (3) 知識共有データベースの導入により、同じ質問の繰返しは減少したか？

(1), (2)については、文献7)と本論文でのPeCo-Mediator-IIによって、人脈ネットワークがどのように変化するかを調査した。(3)については、知識共有データベースの利用状況を考察した。

5.1 実験方法

実験は、研究室内の大学院生13人(Aグループ)、大学2年生94人(Bグループ)、および、教官であるVI、の合計108人を対象として行った。C言語の授業を担当するVIが、プログラミングの課題をBグループに毎週与え、プログラムの途中で問題点があれば、解決の手助けとなる協力者を探すために本システムを利用してもらった。実験期間は9週間であり、これを3週間ごとに以下の3つの期間に分けた。

期間 i 各個人が持つ通常の人脈を基礎データとして蓄積するために、本システムの電子メール機能だけを提供了。

期間 ii 期間 i で蓄積された人脈を基に、本システムを利用して人脈探索を行ってもらった。支援機能としては、人脈探索の初期設定、人脈探索過程の

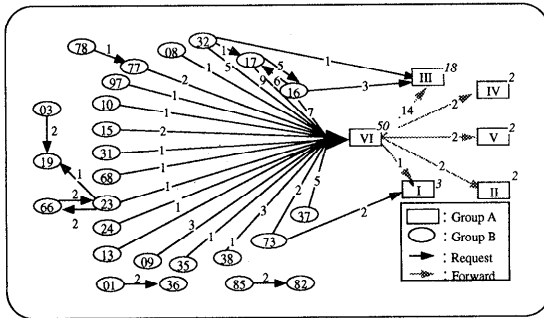


図6 期間iiにおける人脈ネットワーク
Fig. 6 Network forming in the term ii.

視覚化, 人脈探索中の制御の3つだけを提供した。これらはすべて文献7)で提案された機能である。

期間iii 期間iiで蓄積された人脈探索の履歴を基に, 本論文で提案した支援機能を提供し, 知識共有データベースも利用してもらった。

我々は, 期間ii, iiiの実験結果を考察することにより, 文献7)と本論論文でのPeCo-Mediator-IIを比較した。

5.2 人脈ネットワークの分析による考察

A, B両グループは互いに面識がなかったため, 期間iでは, グループ間の交流はまったくなかった。この期間では, 教官であるVIに質問が集中した。以下, 期間ii, iiiの人脈ネットワークについて考察する。

5.2.1 期間ii

期間iiでは, 人脈探索の支援機能の一部を利用して, 依頼の受信者が協力者を紹介した。図6は, 期間iiにおいて, だれがだれに依頼を行ったか, また, 受け取った依頼をだれに転送したかを調べた結果である。矢印の上の数字は要求, または転送の回数, 名前の上の数字は, その人物が受け取った質問の総数を表す。

実験結果が示すように, VIとIIIにグループBからの依頼の大部分が集中し, その負担は大きかった。ここでは, VIが人脈ネットワークをたどり, グループAのメンバを紹介したため, グループBの依頼者にとって面識のなかったグループAのメンバが協力者となった。たとえば, 16の依頼に対してVIがIIIを紹介したため, 16とIIIの間に新しい関係が生まれた。しかし, ほとんどの依頼はグループBの学生からグループAへの一方向であり, グループAからグループBへの依頼やその転送はまったくなかった。

5.2.2 期間iii

期間iiiでは, 期間iiの探索履歴を利用した人脈探索の支援を提供した。実験では, 評価期間を考慮して, 表1の定数 α の値を3とした。これによって, 依頼

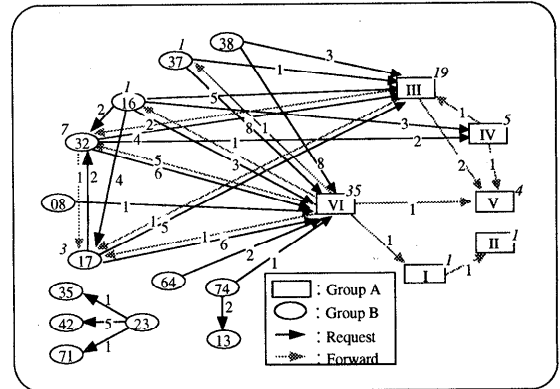


図7 期間iiiにおける人脈ネットワーク
Fig. 7 Network forming in the term iii.

内容ごとにユーザがタイプ分けされ, 依頼者と仲介者に対して過去の履歴を基に協力者を推薦した。その結果, 協力を獲得した割合(協力数/依頼数 \times 100)を比較すると, 期間iiは65.5%, 期間iiiは78.0%と向上した。内訳は, 期間iiでは, 依頼が55件, 協力が36件であり, 期間iiiでは, 依頼が50件, 協力が39件であった。このように協力の獲得率が向上したのは, ユーザタイプ分けを用いて適切な協力者や仲介者が推薦されたためと考えられる。

一方, 図7は図6と同様に, 期間iiiの依頼の流れを調べた結果である。期間iiiでは転送を表す矢印の方向が, VIあるいはAグループの大学院生から, Bグループの学生に向かっているものが, いくつかみられた。これはVIやIIIのように依頼が集中し負担が大きくなっているユーザに対して, システムが準協力者を推薦し, 転送を促したためである。この実験では, 期間iiにおいて依頼が多かった16, 17, 32, 37の4人が準協力者と判断された。

具体的には, 期間iiiでの依頼の転送回数は17回あり, このうちの70.6%である12回が, システムからのアドバイスに基づくものであった。また, この12回の転送のうち, 準協力者が依頼に協力したのは10回であった。したがって, 転送相手に推薦した人物は適切であったといえる。たとえば, 期間iiでは依頼者であった32が期間iiiの初期では準協力者と判断され, さらに協力者となった。また, 期間iiiの後期ではグループB内に準協力者を持つようにもなった。このように, 準協力者の役割の導入が, グループ内外の人物との相互協力を促進し, 人脈ネットワークの形成に大きく影響を与えた。

5.3 協力者の割合の推移

図8は, 期間ii, iiiにおいて, 協力者となったユー

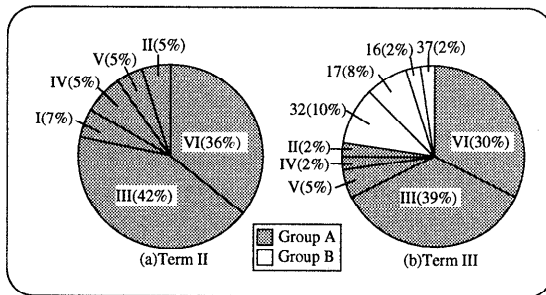


図8 期間ii, 期間iiiにおける協力者の割合
Fig. 8 Rate of cooperators in term ii vs. iii.

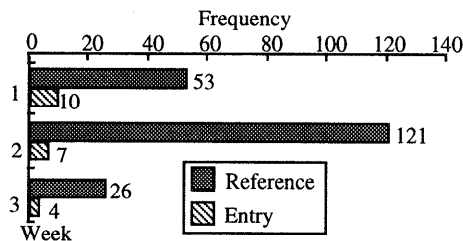


図9 期間iiiにおける依頼件数, 参照件数, 登録件数の推移
Fig. 9 Utilization of the shared database in term iii.

ザの割合を示す。期間ii, iiiの比較を以下にまとめる。

- (1) 期間iiでは負担が多かったユーザVI, IIIの負担が軽減された。
- (2) グループB内に新たな協力者が生まれた。

以上より, 準協力者へ依頼の転送を促す支援は, 依頼が集中するユーザの負担を軽減し, 新たな協力者を育成し, 協力者の固定化を防ぐという点で評価できる。

一方, 本実験では, 人物の仲介に関する支援を行っていないため, 依頼を転送する仲介者としての負担が増大するという問題があった。Matchmakerと呼ばれるエージェントを用いて, ユーザ同士を仲介するアプローチもある¹⁷⁾が, エージェントによる仲介によって, 人脈ネットワークをたどる場合と同様に, 協力を得ることができるかどうかは, 今後検討が必要である。

5.4 知識共有データベースに関する実験結果

期間iiiでは, 人脈探索によって得た知識を両グループが共有できる知識共有データベースを提供した。各ユーザは, 自由にこのデータベースにアクセスし, 蓄積された情報を参照することができる。ここでは, この知識共有データベースの利用状況について考察する。

図9は, 期間iiiにおける知識共有データベースの週別の利用頻度を示す。期間iiiにおける知識共有データベースの利用件数の合計は, 参照が200件, 登録が21件であった。人脈ネットワークをたどって協力を依頼された結果, 個人的に提供可能な知識であるた

め, 知識の登録件数は少なかった。しかし, 基本的な知識が公開されたため, 参照件数は依頼件数の約5倍であり, 高い頻度で利用された。期間ii, iiiにおける依頼件数は, それぞれ55件, 50件とあまり変わらなかったことを考慮すると, 知識共有データベースの知識だけでは不十分であり, さらに知識を得るために人脈ネットワークの探索が行われたと考えられる。

6. おわりに

本論文では, 分散型人脈活用支援システム PeCo-Mediator-IIにおいて, 人脈探索の結果を利用した人脈ネットワークの探索支援手法を提案した。これを以下に示す。

- (1) 人脈探索の効率化をはかるため, 人脈探索履歴を利用して, 依頼の内容に応じて, 協力者, 仲介者, 依頼者, 非協力者にユーザを分類する手法を提案した。
- (2) 特定の協力者の負担を軽減し, 新たな協力者の育成をはかるため, 協力者をサポートする準協力者の役割を導入した。
- (3) 同じ質問の繰返しを減少させるため, 人脈探索の結果から得た知識情報を共有するデータベースを提供した。

これらは, 教師が授業で学生に課題を与え, 大学院生がそれをサポートするという環境での評価実験に基づくものである。

これらの提案を PeCo-Mediator-II 上に実装し, 同様の環境で9週間実験的に評価した結果を以下にまとめる。

- (1) ユーザのタイプ分けは, 統計情報に基づく単純なものであったが, 人脈探索で協力を得る確率を高めることができた。
- (2) 準協力者の導入によって, 新たな協力者が育成され, 依頼が集中した協力者への負担は分散された。
- (3) 知識共有データベースは, 基本的な知識の共有に役立ったが, さらに知識を得るためには, 新たに人脈探索が行われた。

このように, 大学での学生実験では本手法の有効性を示すことができた。今後は, 一般企業などの異なる組織を対象に試用・評価を行い, さらにシステムを改善していく予定である。

謝辞 本研究の一部は, 文部省科学研究補助金, 奨励研究(A) No.09780291の援助を受けた。ここに記して謝意を表す。また, 本システムの開発においてご尽力いただいた, 相曾友宏氏(現在, シャープ株式

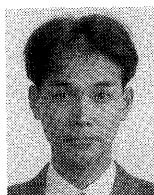
会社勤務)に深謝する。

参考文献

- 1) Granovetter, M.: The strength of weak ties, *American J. Sociology*, Vol.78, No.6, pp.1360-1380 (1973).
- 2) Pickering, M.J. and King, L.J.: Hardwiring Weak Ties: Individual and Institutional Issues in Computer Mediated Communication, *Proc. CSCW 92*, pp.356-361 (1992).
- 3) Eveland, D.J., Brown, W. and Mattocks, J.: The Role of Help Networks in Facilitating Use of CSCW Tools, *Proc. CSCW 94*, pp.265-274 (1994).
- 4) Garton, L., Haythornthwaite, C. and Wellman, B.: Studying On line Social Networks, *J. Computer Mediated Communication*, Vol.3, No.1 (1997). <http://www.usc.edu/dept/annenber/vol3/issue1/garton.html>
- 5) 加藤秀俊: 人間関係—理解と誤解 (中公新書 106), 中央公論社 (1966).
- 6) 緒方広明, 矢野米雄, 古郡延子, 金 群: PeCo-Mediator: 人脈活用支援システムのモデル化と試作, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.6, pp.1299-1309 (1995).
- 7) 緒方広明, 古郡延子, 金 群, 矢野米雄: 分散型人脈活用支援システム PeCo-Mediator-II の構築, 信学論, Vol.J80-D-I, No.7, pp.551-560 (1997).
- 8) Ogata, H., Aiso, T., Yano, Y., Furugori, N. and Jin, Q.: Computer Supported Social Networking in Virtual Communities, *Proc. IEEE ICIPS 98*, pp.47-51 (1998).
- 9) Conclin, E.J.: Capturing Organizational Memory, *Groupware 92*, pp.133-137 (1992).
- 10) Ackerman, M.S.: Augmenting the Organizational Memory: A Field Study of Answer Garden, *Proc. CSCW 94*, pp.243-252 (1994).
- 11) Ackerman, M.S. and McDonald, D.W.: Merging Organizational Memory with Collaborative Help, *Proc. CSCW 96*, pp.97-105 (1996).
- 12) Salomon, G.: What Does the Design of Effective CSCL Require and How Do We Study Its Effects?, *ACM SIGCUE Outlook* (1992). http://www.cica.indiana.edu/cscl95/outlook/62_Salomon.html
- 13) 木下哲男, 菅原研治: エージェント指向コンピューティング, ソフト・リサーチ・センター (1995).
- 14) Schwartz, F.M. and Wood, M.C.: Discovering Shared Interests Using Graph Analysis, *Comm. ACM*, No.36, Vol.8, pp.78-89 (1993).
- 15) Kautz, H., Selman, B. and Shah, M.: Referral Web: Combining Social Networks and Collaborative Filtering, *Comm. ACM*, Vol.40, No.3, pp.63-65 (1997).
- 16) Kautz, H., Selman, B. and Shah, M.: The Hidden Web, *AI Magazine*, Vol.18, No.2, pp.27-36 (1997).
- 17) Foner, N.L.: Clustering and Information Sharing in an Ecology of Cooperating Agents, *Proc. AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Distributed, Heterogeneous Environments* (1995). <http://foner.www.media.mit.edu/people/foner/Yenta/overview.html>
- 18) Ousterhout, J.: *Tcl and the Tk Toolkit*, Addison-Wesley (1994).
- 19) 山本米雄, 柏原昭博, 川岸圭介, 塚本信宏: 個人用データベース構築ツール TRIAS の開発, 情報処理学会論文誌, Vol.30, No.6, pp.733-742 (1989).
- 20) 松本裕治, 北内 啓, 山下達雄, 今一 修, 今村友明: 日本語形態素解析システム “茶筌” version 1.0 使用説明書, Nara Institute of Science and Technology Technical Report NAIST-IS-TR 97007 (1997). <http://cl.aist-nara.ac.jp/lab/nlt/chasen.html>

(平成 10 年 6 月 1 日受付)

(平成 10 年 12 月 7 日採録)



緒方 広明 (正会員)

1992 年徳島大学工学部知能情報工学科卒業。1994 年同大学院工学研究科博士前期課程修了。同年, 同研究科博士後期課程進学。1995 年同課程退学。同年, 徳島大学工学部助手。博士 (工学)。CSCW, CSCL, Social Computing に興味を持ち, 開放型協調学習支援システム, ネットワーク型添削支援システム等の研究に従事。教育システム情報学会論文賞受賞。電子情報通信学会, 教育システム情報学会, ACM, IEEE, AIED, AACE 各会員。

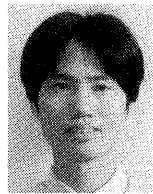


矢野 米雄 (正会員)

1969 年大阪大学工学部通信工学科卒業。1974 年同大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。同年徳島大学工学部助手。1990 年同教授。1979~1980 年米国イリノイ大学 Computer-based Education Research Laboratory 客員研究員。教育システム情報学会論文賞受賞。知的教育システム, 柔軟なデータベースの研究に従事。ヒューマンインタフェイスとゲーム環境に興味を持つ。教育システム情報学会副会長・編集委員長。日本教育工学協会理事。電子情報通信学会和文誌編集委員。日本教育工学会, IEEE, AACE 各会員。

**古郡 延子 (正会員)**

1973年国際基督教大学教養学部理学科(数学専攻)卒業。同年(株)アイネス入社, 情報システム(事務系アプリケーションシステム, オンラインシミュレーションシステム, 教育支援システム等)の開発に従事。現在同システムリサーチセンター担当マネージャ。技術士(情報工学部門), 情報処理システム監査技術者, CISA。データベース, 知識処理, ヒューマンインタフェースグループウェア, システム監査等に興味を持つ。人工知能学会, 情報システムコントロール協会各会員。

**金 群 (正会員)**

1982年中国浙江大学卒業。1984年同杭州電子工業学院大学院修士課程計算機科学専攻修了。同年杭州電子工業学院助手, 1987年同講師。1992年日本大学大学院生産工学研究科博士後期課程電気工学専攻修了。工学博士。同年4月(株)アイネス入社。同システムリサーチセンター主任研究員を経て, 現在, 徳島大学工学部助教授。利用者の行動に適用する柔軟な分散協調仮想環境, 広域情報共有活用・知識創成組織支援システム, 予測/例示インタフェース, ペトリネット理論および応用等に関する研究に従事。電子情報通信学会, AAAI, AACE, ACM, IEEE 各会員。