

無線アドホックネットワークにおける 未知ユーザとの情報共有を支援するシステムの実現

Implementing an Information Sharing Support System based on Realizing a Radio Ad Hoc Network

鈴木雅也*¹ 伊藤孝行*¹ 新谷虎松*¹
Masaya Suzuki Takayuki Ito Toramatsu Shintani

*¹名古屋工業大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering Nagoya Institute of Technology

In this paper, we implement an information sharing support system based on a radio ad hoc network. In our system, users can employ both of the bluetooth technology and wireless LAN technology to create an ad hoc network. Our system can support users to discover appropriate colleagues who have similar interests in the ad hoc network, even if the users do not know each other beforehand. In order to identify user's interests, we employ the following two methods. At the first stage method, we try to identify user's interest by extracting important keywords from his data base. This helps us to find user's interests on documents. At the second stage method, we analyze the information sharing history to find user's interests on the other members.

1. はじめに

近年、無線デバイスおよび携帯端末の発展と普及により、各端末がボトムアップ的にネットワークやシステムを構成する無線アドホックネットワークおよび P2P 技術を利用したシステムが注目されている [1]。携帯電話のように一般的な人が持つ端末にも Bluetooth が組み込まれるようになってきている。今後各個人の端末間において、様々な情報交換・共有が行なわれる可能性がある。本研究では、未知ユーザとの情報共有を支援するシステムを構築する。無線アドホックネットワークを構築し、ネットワーク中に存在するユーザの中から嗜好の合うユーザの選択を行ない、ユーザに適した情報共有相手の発見を行なう。情報共有を行なう無線アドホックネットワークの構築には、文献 [2] のシステムを用いた。文献 [2] のシステムは、無線 LAN(IEEE 802.11b) や Bluetooth の通信デバイスを持つ端末上でエージェントが、通信の制御を行なうことで異なる通信デバイスを含めたアドホックネットワークを構築するシステムであり、エージェントを追加することでシステムを拡張することができる。

本論文では、ユーザの共有している情報や情報共有の活動履歴を用いることで、嗜好の合うユーザとの情報共有を支援するエージェントを作成し、未知ユーザとの情報共有を支援するシステムを構築する。本論文の構成は以下の通りである。2 章では無線アドホックネットワークを構築するためのエージェントシステムについて説明し、3 章では本研究で提案する情報共有システムについて述べる。4 章ではシステムの試作について説明し、5 章でまとめる。

2. エージェントによる無線アドホックネットワークの構築

情報共有を行なうための無線アドホックネットワーク構築について説明する。通信デバイスには無線 LAN や Bluetooth が
連絡先: 鈴木雅也, 名古屋工業大学大学院工学研究科, 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町, 電話:052-733-6550, FAX:052-735-5584, E-mail:masatiki@ics.nitech.ac.jp

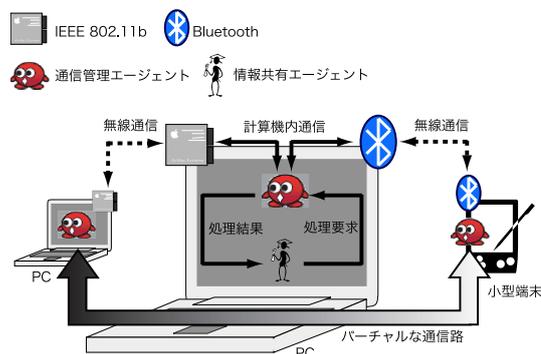


図 1: データ中継による異なるデバイス間における通信

存在しており、異なる通信デバイス間では直接通信できない。情報共有を行なうにあたり、多くのユーザが参加できることが望ましい。多くのユーザや情報にアクセス可能にするために異なる通信デバイスにおいて同一のネットワークを構築できることが好ましい。そこで、両方の通信デバイスを持つ端末がデータの中継を行なうことで異なる通信デバイスを含めたネットワークを構築する (図 1)。無線アドホックネットワーク構築システムは通信管理エージェントで構成され、エージェントがユーザの端末の近隣の端末情報を検知し、他の端末のエージェントと経路情報を交換することで、ネットワークを構築する。ネットワーク構築の手順を以下に示し、図 2 を用いて順に説明する。

1. 端末の検知による近隣デバイス情報の収集。
2. 近隣デバイス情報からリンクリストを作成。
3. リンクリストの情報を近隣の端末と交換。
4. リンクリストから経路リストの作成。
5. ネットワークに変化が発生するたびに上記 1~4 繰り返す。

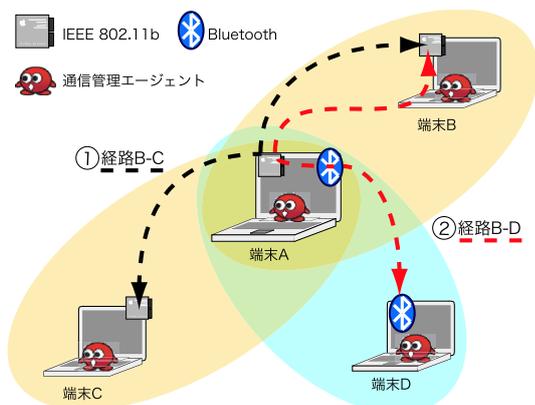


図 2: ネットワークの例

表 1: 端末 D の検知端末リスト

端末 ID	通信デバイス 1	通信デバイス 2
端末 A	無線 LAN (xxx.xxx.xxx.xxx)	Bluetooth (xx-xx-xx-xx-xx-xx)

アドホックネットワークを構築するために、ネットワークを構築する端末を発見する必要がある。端末を発見するために、Apple 社の Rendezvous と Bluetooth で規定されている SDP(Service Discovery Protocol) を用いる。Rendezvous は、同一 LAN 上につながるネットワーク機器を何の設定も行わずに使用することができるようにする技術である。例として、Rendezvous を利用したアプリケーションは、同一 LAN 内で同じアプリケーションを起動している機器との間の IP 通信のための名前解決などを自動で行ない、通信できる状態に自動で設定する。SDP は、端末の相互間でどのようなサービスが利用可能か、サービス内容がどのようなものであるかを、アプリケーションに対して通知するための手段を提供するプロトコルである。無線 LAN 間における端末発見に Rendezvous、Bluetooth 間における端末発見に SDP をそれぞれ用いる。図 2 より、端末 D は Bluetooth を通じて端末 A を検知する。エージェントは端末 A のエージェントと通信デバイスの情報を交換する。エージェントは端末 A が無線 LAN と Bluetooth の両方を持つことを知る。検知した端末情報から検知リスト(表 1)を作成する。表 1 は端末 D の検知端末リストを表し、端末 D は無線 LAN と Bluetooth の両方を持つ端末 A を検知していることを表している。

次に各端末上の通信管理エージェントは検知端末リストから、他の端末への接続方法を含んだリンクリスト(表 2)を作成する。作成したリンクリストは近隣の端末と交換することで、ネットワーク上に広がる。表 2 はリンクリストの交換により、図 2 におけるすべてのリンクリストを集めたものである。

各端末のエージェントは、リンクリストから他の端末への経路リスト(表 3)を作成する。表 3 は端末 B の経路リストを表している。経路リストの各経路は接続先端末、経路情報、接続先の端末にいたるまでの中継回数を示すホップ数が含まれる。エージェントは通信したい端末と通信する時に、経路リストに基づいてルーティングを行なう。同一端末に対して複数の経路が含まれる際はホップ数が少なく、無線 LAN を優先した経路の選択を行なうことで、通信コストが無駄にかからないように

表 2: リンクリスト

端末 1	端末 2	通信デバイス
端末 A	端末 B	無線 LAN
端末 A	端末 C	無線 LAN
端末 A	端末 D	Bluetooth

表 3: 端末 B の経路リスト

接続先	経路情報	ホップ数
端末 A	$B \xrightarrow{LAN} A$	1(LAN 1)
端末 C	$B \xrightarrow{LAN} A \xrightarrow{LAN} C$ (図 2 の①)	2(LAN 2)
端末 D	$B \xrightarrow{LAN} A \xrightarrow{Bluetooth} D$ (図 2 の②)	2(LAN 1 Bluetooth 1)

ルーティングを行なう。図 2 中の①は端末 A が二つの異なる LAN を中継することで異なる LAN に含まれる端末同士が通信できることを示し、②は端末 A が LAN と Bluetooth を用いて異なる通信デバイス間において通信できることを示している。

ネットワークが端末から抜けたり、新たな端末が参加してくる場合、Rendezvous は自動で変化を感知することができるので、検知端末リストを更新し新たな経路リストを作成する。

以上の方法を用いて、無線アドホックネットワークを構築し、ネットワークに参加している端末や経路情報を獲得する。通信管理エージェントによって、管理されたネットワークを用いて、情報共有を行なうためのエージェントを追加し情報共有システムを構築する。

3. 未知ユーザとの情報共有システム

3.1 システム概要

第 2 章で説明したネットワーク構築システムを通信インフラとして利用し、情報共有を行なうためのエージェントを組込むことでシステムの構築を行なう。本研究における情報共有システムは論文収集・共有システム MiDoc[4] の機能を拡張したものである。MiDoc とはシステムへの論文の登録や、システムに登録されている論文の閲覧が主な機能となっており、バックグラウンドで動作しているエージェントがダウンロードランキングや論文登録数ランキングを表示し、ユーザに論文の登録や論文のメタ情報の入力、レビューの執筆を啓発することの特徴としている。ユーザは論文を登録することで論文推薦サーバに論文情報をアップロードし、論文推薦を受ける事ができ、情報を登録・管理することで見返りが得られる仕組みが導入されている。同様に情報を管理するシステムとして EndNote[5] が挙げられる。EndNote は研究活動における執筆活動をサポートし、各執筆ドキュメントごとに参考文献などの様々な引用を管理するシステムである。本論文では MiDoc のようなユーザの情報管理にも利用でき、管理した情報を利用することでアドホックネットワーク上のユーザとの情報共有を支援するシステムを作成する。システムはユーザが研究活動における論文などのファイルを登録し、登録した情報を管理しながら研究活動を支援する。EndNote のように個人の執筆活動を支援するだけでなく、複数人による研究活動を支援するためのワークグループを作成できる。ワークグループでは各メンバーの登録した共有リソースを管理できる。ユーザの情報管理を行なうシステムであるので、すべての情報が自動で公開されないように各リ

提示キーワード	比較用キーワード
bidder agent	bid-ag
relationships document	relationship-docu
test topics	test-top
text summarisation	text-summ
auction sites	auct-sit
decision hierarchy	decid-hierarchy
temporal summarization	temp-summ
negotiation agents	negoty-ag
figures shows	fig-show
producing summaries	produc-sum
mechanism agents	mech-ag
salient page	saly-pag
preferable alternative	pref-altern
tf*pdf terms	tf*pdf-term
support system	support-system
reservation price	reserv-pric
section presents	sect-pres
weights alternatives	weight-altern
generate summaries	gen-sum
web pages	web-pag

図 3: 抽出キーワードリスト

ソースごとにアクセス権を設定できる。嗜好の合うユーザとの情報共有を支援するために、アドホックネットワークにおける未知ユーザの中から、ユーザと嗜好の合うユーザをエージェントがリストアップし提示する。嗜好が合うかを判定するための情報が必要であり、予めユーザがシステムに登録しておいた論文に対し自然言語処理を行ない、ユーザが興味を持っているキーワードを抽出する。抽出されたキーワードに基づいて他のユーザと嗜好が合うかを判定する。キーワードの抽出には文献 [3] の手法を用いる。図 3 は抽出したキーワードを示している。抽出キーワードは実際に本文中で使われている表現であり、キーワードのリストは他ユーザとのキーワードの比較をする時に用いる。比較に語の活用を無視した状態のキーワードを利用する理由は、同じようなキーワードであっても語の活用形によって比較することが難しくなるためである。

ネットワークに参加する際に他の端末とやり取りされるデータの中にユーザのキーワード情報を含めておく事で、参加中のユーザの興味あるキーワードリストを配布する。エージェントはキーワードリストを利用することで、嗜好の合うユーザを提示する。これについては第 4 章で説明する。キーワード情報を用いることで、情報共有においてユーザが欲しいと思う情報や人に対して容易にアクセスできるようになる。

3.2 システムの基本機能

情報共有を行なうためにネットワークに参加しているユーザと話を行なうためのチャット機能、ユーザの所持しているファイルの共有機能を持っている。未知ユーザとの情報共有を行なう事を考慮すると、他ユーザの事について少しでも知ることができることが望ましい。そこでアドホックネットワーク中においてその場で自分のホームページの情報をローカルで公開できるパーソナル Web という機能を作成した。システムの GUI から操作できるのと同じようにパーソナル Web にはファイル共有やチャットの機能が組込まれており、システムを持っていないユーザが Web ブラウザを用いてアクセスすることが可能である。アドホックネットワーク上で、情報共有をしていて気

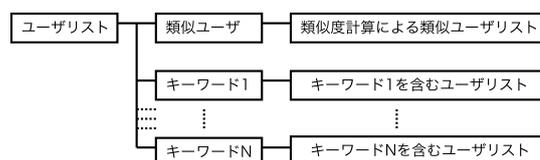


図 4: ユーザリスト

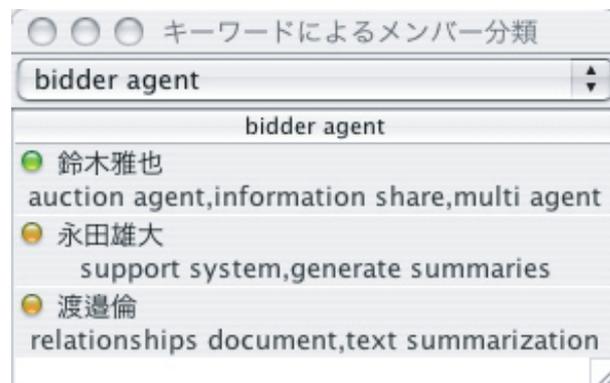


図 5: キーワードによるメンバーの分類画面

に入ったユーザがいる時、お気に入りユーザ登録を行なう事ができる。お気に入りに登録したユーザはお気に入りリストに登録され、グローバルネットワークにおいても情報共有を行なうことができる。また、グループのワークスペースのようなものを作成することができる。限られたメンバーの間で情報を共有することができる。

3.3 興味に基づく未知ユーザとの情報共有支援

ユーザの登録した情報から抽出したキーワードと他ユーザのキーワードに基づいて、情報の検索や人の検索に利用する。ネットワークに参加しているユーザから興味の合うユーザを探す場合、ユーザが参加メンバーのリストを見るときに、システムはユーザのキーワードと同じキーワードを持つユーザを分類して提示する。

ネットワークに参加しているユーザの提示は図 4 に示されるような構造になっている。ユーザの提示方法は、キーワード毎のユーザの分類と興味が類似しているユーザ毎の分類の二通りある。キーワード毎のユーザの分類はユーザのキーワードと他のユーザのキーワードを比較して、一致するユーザを各キーワードごとに分類する。興味が類似しているユーザ毎の分類は、すべてのキーワードを比較することで興味が類似していると思われるユーザのリストを提示する。比較用キーワードを用いて、一致する個数が多いユーザほど、ユーザに興味類似しているとする。

実際にどのように提示されるかを図 5 に示す。図 5 のようにメンバーを表示する際に、ユーザのキーワードを考慮して分類表示する。リストからユーザを選択することで共有情報を取得したり、チャットを行なうことができる。ユーザ名の左部の丸いアイコンは相手の状態を示しており、アイコンの色によってチャットが可能か不可能を通知している。ユーザ名の下部には、各ユーザの持つキーワードが流れて表示される。キーワードによって予めメンバーが分類して表示されるので、検索をしてユーザを探さなくても、ユーザは似たようなユーザをすばやく発見、選択することができる。

ユーザのリソースへのアクセスはユーザが被アクセスユー

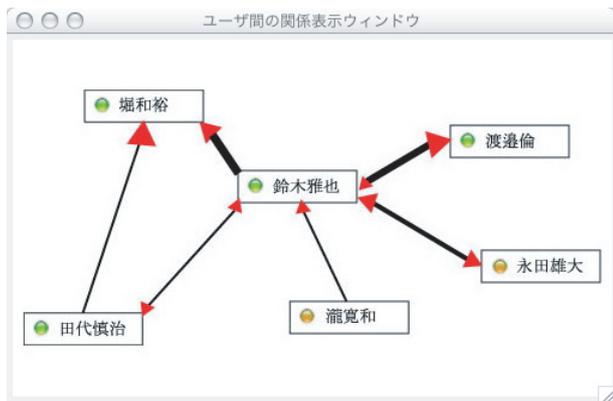


図 6: ユーザ間の関係提示

ザに対して何か興味を持っていることを示していると仮定する。ユーザから他ユーザのリソースへのアクセスや、他ユーザからユーザのリソースへのアクセスの履歴を取得する。ここでいうアクセスとはリソースの閲覧やダウンロードを意味する。システムは他ユーザから共有情報のリストをダウンロードされたり、閲覧されるたびに履歴を記録する。ダウンロード数、被ダウンロード数、論文登録数などの履歴情報を利用し、システムはユーザと他ユーザとの関係を表すインターフェース(図 6)を提示する。図 6 について説明する。ユーザ間の線の太さは、各ユーザ間のダウンロード数や共有情報一覧といった情報交換の回数にしたがって変化する。矢印の大きさは情報の流れる割合を表し、矢印の大きい方のユーザに情報がより多く流れていることを表している。ユーザ間の距離はユーザの類似度を表している。ユーザと他ユーザとの関係情報をネットワーク内で共有することで、ネットワーク内のユーザ間の関係をユーザに提示し、ユーザは誰に興味を持たれているかや誰と興味類似しているかを把握することができる。

4. システムの試作

本試作では、本研究室で開発されたモバイルエージェント構築環境 MiLog を用いた。MiLog における、エージェントの記述は Java に基づく論理型プログラミング言語で行ない、Java が動く計算機ならどこでも稼働する事ができる。MiLog エージェントは Web サーバの機能を備えており、パーソナル Web は MiLog の機能を用いて実装している。

図 7 にシステムの実行例を示す。①の部分には共有情報のカテゴリを表しており、ユーザが所持している論文、推薦システムから推薦された論文、ユーザが論文情報を整理するためのカテゴリがある。カテゴリには論文、図、URL などの情報を登録することができ、論文執筆活動においてユーザが情報管理できるようになっている。②の部分は現在ネットワークに参加しているユーザを示しており、Bluetooth でネットワークに参加しているユーザは Bluetooth のアイコンが表示される。③の部分は選択したカテゴリの中の情報を表している。セルをダブルクリックすることで対象の論文を閲覧することができる。④は選択中の論文のアブストラクトや選択中のユーザのキーワードを表示する領域である。⑤はユーザの情報共有活動を示すメタデータの登録数や被ダウンロード数が表示される。

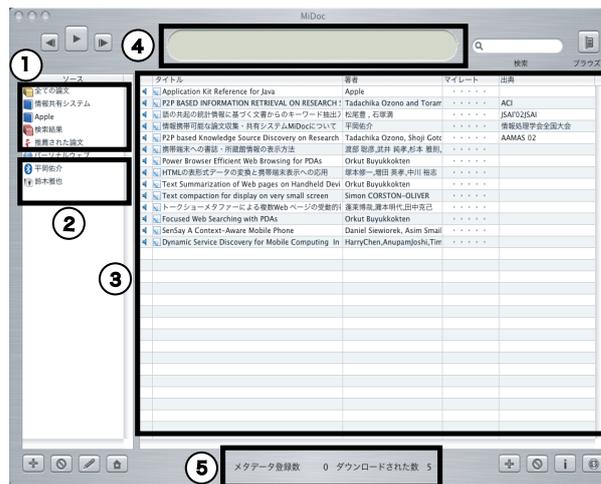


図 7: システム実行例

5. システムの特長

本システムの特長は以下の (1), (2), および (3) の 3 点である。(1) 本システムの特長は無線 LAN や Bluetooth を含めた無線アドホックネットワークの構築ができ、情報共有を行なうことができる点。(2) ユーザの共有している情報からキーワードを抽出し、キーワードに基づいて嗜好の類似したユーザリストを提示することで多数いるユーザの中からユーザが必要とする情報を持っているユーザの発見を支援する点。(3) 共有情報へのアクセス履歴を利用することで、実際に興味を持ってきているユーザを把握しユーザ間の関係を提示することでコミュニケーションを促進する点である。

6. おわりに

本論文では、無線アドホックネットワーク上における未知ユーザとの情報共有の支援するシステムについて述べた、ユーザの共有情報やユーザ間のアクセス履歴を用いて、ユーザ間の興味類似や情報共有活動における関係をユーザに提示し、未知ユーザ間であってもコミュニケーションを行なうきっかけを作ることで、未知ユーザ間における情報共有を支援した。

参考文献

- [1] Lalana Kagal, Vladimir Korolev, Sasikanth Avancha, Anupam Joshi, Tim Finin, Yelena Yesha, "Centaurus: an infrastructure for service management in ubiquitous computing environments", Wireless Networks, Vol.8, Issue 6, 2002.
- [2] 鈴木雅也, 伊藤孝行, 新谷虎松, "マルチエージェントによる無線アドホックネットワークに基づく情報共有システムの実現", 第 6 6 回情報処理学会全国大会論文集, 情報処理学会, 2004.
- [3] 松山学, 平岡佑介, 伊藤孝行, 新谷虎松, "論文収集・共有システム MiDoc におけるユーザプロファイル生成機構の試作とその評価", 第 1 8 回人工知能学会全国大会, 人工知能学会, 2004.
- [4] 平岡佑介, 伊藤孝行, 新谷虎松, "情報携帯可能な論文収集・共有システム MiDoc について", 第 6 6 回情報処理学会全国大会論文集, 情報処理学会, 2004.
- [5] EndNote, <http://www.endnote.com/>