

Community Viewer：携帯端末を用いた コミュニティ活動の可視化

西 村 俊 和[†] 古 村 隆 明[†]
八 横 博 史[†] 石 田 亨[†]

現在のモバイルコンピューティングの使われ方は電子メールやFAXの送信という1対1通信が中心である。本論文では、コミュニティ形成の状況を可視化し、コミュニティ全体で共有しうる情報を人々に適切にフィードバックすることを目的とする。コミュニティの構成員間の通信の状況を携帯端末上で可視化するCommunity Viewerを提案する。可視化の枠組みとして、(1) コミュニティの活動の場を仮想的に表すパーティルームメタファと、(2) プライバシーを守りながらも各人の活動を反映して表示するリフレクタアイコンを導入する。人々の静的な関係、あるいは動的な活動がこのパーティルーム上のリフレクタアイコンの動きとして表現される。初めての試みとして、実際にこのシステムを100台の携帯端末に搭載し、国際会議の会場で使用実験を行ったので、その結果について報告する。

Community Viewer: Visualizing Community Activities on Personal Digital Assistants

TOSHIKAZU NISHIMURA,[†] TAKAAKI KOMURA,[†] HIROFUMI YAMAKI[†]
and TORU ISHIDA[†]

Mobile computing has been mainly utilized for point-to-point communication services, such as E-mail or FAX among people. To advance this field, the challenge is to encourage group communication by providing information that encourages community formation. As the first step towards this goal, we experimentally implemented the *Community Viewer*, which dynamically visualizes the communication interaction among people in the community. To design the Community Viewer, we introduced (1) the *party room metaphor*, which provides a virtual place for representing various community activities, and (2) the *reflector icon*, which reflects the activity of the corresponding individual while protecting his/her privacy. The static relationship among people and their dynamic activities are displayed in the spatial arrangement of reflector icons in the party room. We report our experiments on implementing and testing the community viewer in an international conference using 100 personal digital assistants.

1. はじめに

かつて企業内ネットワークの進歩が計算機による協調作業支援（グループウェア）研究を生み出した。グループウェア²⁾は、主として企業内の協調作業のように、すでに組織化された人々の活動を支援してきた。典型的には同じ会社の1つのプロジェクトの参加者が、企業内ネットワークで接続されたワークステーションを介して、同期的/非同期的な仕事を行うものである。

しかしながら、インターネットやモバイルコンピューティングなどの広域情報ネットワークの進歩によって、

不特定多数の人々の間での日常的なコミュニケーションが今後ますます活発になると考えられる^{4),12)}。そこで、従来のグループウェアがこれまであまり対象としてこなかった、協調作業の初期段階、すなわち様々な人々が寄り集まってグループを形成する段階に注目し、理解と経験を共有しようと考えている人々の組織過程を支援する必要がある。これらの人々は、十分に組織されていない不均質な不特定多数であるが、地域・興味・関心等なんらかの緩やかな共通項で結ばれていることから、本論文ではコミュニティ（community）と呼ぶことにする。

コミュニティ概念を提起した MacIverによれば、コミュニティは、特定の目的を追求する組織体であるアソシエーション（association）の対置概念で、不

† 京都大学大学院工学研究科情報工学専攻

Department of Information Science, Graduate School
of Engineering, Kyoto University

特定多数の人々が生活関心を同時に充足する場である⁷⁾。また、コミュニティ感情について述べ、我々意識（we-feeling）、役割意識（role-feeling）、依存意識（dependency-feeling）がコミュニティを成立させると述べている⁵⁾。本論文では、コミュニティの形成の要因とされるそうした意識の醸成を、通信機能の付いた携帯端末（PDA: Personal Digital Assistant）を用いていかに支援するかを問題とする。具体的には、対話の様子を可視化し、人々に知らしめることによって一体感を増し、コミュニティの形成を促進することを試みる。我々はこの機能をCommunity Viewerと呼ぶ。

実際、現実の国際会議（ICMAS'96: International Conference on Multiagent Systems）を場に、100台の携帯端末を用いてこのCommunity Viewerを提供した。人々の対話は直接会議場で行われるのであるから、重要なのは仮想的な対話を支援すること¹³⁾ではなく、対話のきっかけを作ることである。そこでCommunity Viewerは以下の3種の情報を提供した。どのような人々がこの会議に集まっているかを示す個人情報（personal information）、構成員間の関係を個人情報から抽出して示す静的関係、コミュニティの形成過程を刻々示す動的活動状況である。

こうした情報を統一的に表示する枠組みとして、パーティルームメタファと呼ぶコミュニティ活動の場を仮想的に設けた。また、プライバシーを保護しながら、コミュニティのアウェアネス（awareness）を高めるための手段として、各々のコミュニティ構成員を表すリフレクタアイコンを導入した。以下ではCommunity Viewerの機能を詳細に述べるとともに、実際の国際会議でその機能がどのように用いられたかを報告する。

2. 基本概念

2.1 パーティルームメタファ

Community Viewerの目的は、コミュニティ形成の状況を携帯端末上で可視化し、共通の目的を持った多数の人々のコミュニティの形成を促進することである。コミュニティ形成の初期段階においては、他の構成員に関する情報に乏しく、見知らぬ他人に声をかけることをためらいがちである。そこで、個人情報を見ることによって、自分と同じ興味を持つ人を知ることができる。また、「他人の知っていることを知る」という知識、「他人の行っていることをする」という活動を共有することは有用である。そこで問題点は、共通の興味・知識・活動をいかにして増やすかということになる。

遠隔地間での共同作業を支援するグループウェアに

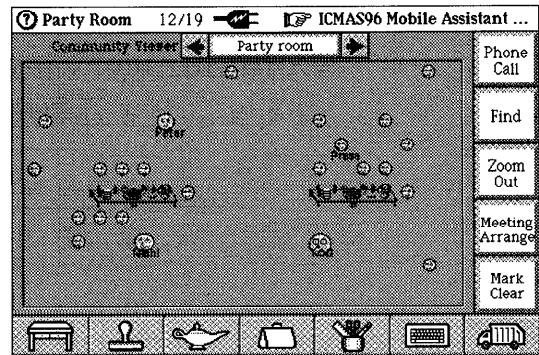


図1 パーティルームメタファ

Fig. 1 Party room metaphor.

おいては、他のユーザの様子、状況や意図等に気づいているというアウェアネスが重要である³⁾。たとえば、通常のオフィスにおいては、同僚の様子をうかがって、暇そう・急ぎのプロジェクトで忙しい・機嫌が悪い等、相手の状況を容易に知ることができる。対話者間で共有される背景知識が欠落すると、対話が堅苦しく、上そよそくなりがちである。アウェアネスはこの背景知識の重要な構成要素であるので、スムーズなコミュニケーションの実現に欠かせない。そこで我々は、他の構成員の個人情報の表示/適切な交流相手の発見支援/他の構成員の交流状況表示の3種の提供によってアウェアネス支援を行うため、これらの情報の携帯端末上での可視化を試みた。

Community Viewerのインターフェース設計は、100人のコミュニティの活動の場を小さな携帯端末の画面にどう表示するかの選択であった。本研究における解決策は、パーティルームメタファと呼ばれる。これは、コミュニティの様々な活動を一連の仮想的なパーティとして表すものである。先に述べた3種の情報は、それぞれパーティルームで得ることができる。面識のない者であっても、他人を指示することによって個人情報を得ることができる。パーティルームを概観して、コミュニティの構成員の活動状況を観察できる。パーティルーム全体の様子を見わたすための縮小モード、自分の近くにいる人を見るための拡大モードの2種を設けた。図1に拡大モードでの画面表示を示す。

2.2 リフレクタアイコン

アウェアネス支援においては、ユーザの行動や様子等の情報をより詳細にはかから参照できるようにすることによって、ユーザはよりアウェアネスを意識することができる。しかしながら同時に、プライバシーを侵害する危険が増大する。我々が対象とする不均質なコミュニティにおいては、これまでのグループウェア

が対象とした組織と異なり、プライベートな交流の割合が大きいため、この問題は特に重要である。

Cruiser プロジェクトにおけるビデオ通信では、ユーザの操作可能なモードが設けられている¹⁾。他の人々から覗かれない “do not disturb” モードに切り替えることによって、ユーザは自分のプライバシーを守ることができる。また、Tang と Rua は同様のビデオ通信システム Montageにおいて、プライバシー侵害に備えることができるよう、覗こうとしている相手の映像を覗かれる側の画面に先に表示される機構を提案した¹⁰⁾。

2 点間通信が主なこれらのシステムにおいては、以上のような手法によって問題なく簡単にプライバシーを守ることができる。しかしながら、ここで対象とするコミュニティにおいては、交流は多くの人々の間で行われ、しかもプライベートなものであることが多いので、以上のようなアプローチは役に立たない。

Hudson と Smith⁹⁾は、分散グループの支援においてシステム側の工夫によってプライバシー侵害の問題を解決する手法を提案している。Shadow-view 手法は、動いている部分だけを低解像度にしてビデオ映像を表示するものである。これによって、写っている人の詳細な行動を伝えることなく、部屋の様子を遠隔地に伝えることができる。音声の通信においては、明瞭な単語を取り除いてノイズを加えることにより、会話内容は聞きとれないものの、だれが話しているのかを伝えることができる。

同様の動機によって本研究では、携帯端末上で構成員の活動表示に適したリフレクタアイコンと呼ばれるメカニズムを導入している。

リフレクタアイコンは構成員の活動をいったん抽象化し、その振舞いを大まかに模擬するもので、ユーザのプライバシーを保護しながら、コミュニティの大まかな活動を表示する要素となるものである。パーティルームメタファでは、図 1 に示すようにリフレクタアイコンは人の顔で表示される。各アイコンが各々の構成員に対応している。

3. Community Viewer の機能

他の構成員の個人情報の表示、適切な交流相手の発見支援および他の構成員の交流状況表示の 3 種の情報は、それぞれ「個人情報アクセス」、「静的関連の可視化」および「動的交流状況の可視化」という Community Viewer の機能によってユーザに提示される。「個人情報アクセス」は、リフレクタアイコンへの操作によって可能である。「静的関連の可視化」は、距離が興

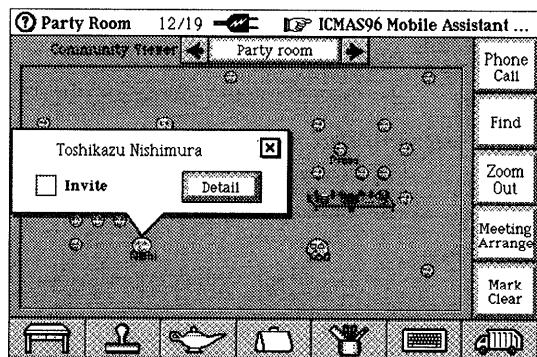


図 2 パーティルームからの操作
Fig. 2 Getting personal information.

味の近さを表すような二次元空間上のリフレクタアイコンの配置によって行われる。「動的交流状況の可視化」は、システムによるリフレクタアイコンの移動動作によって行われる。

「静的関連の可視化」と「動的交流状況の可視化」はともにリフレクタアイコンの位置に依存しているので、同時に表示することはできない。この問題を解決するために、後述する本システムの使用実験に用いた実現においては、前者の表示を行う「二次元マップ」および後者の表示を行う「パーティルーム」の 2 種類の表示モードを設けた。画面内に設けられたモードスイッチによってユーザは双方のモード間を自由に切り替えることができる。モード切替えによって、リフレクタアイコンがモードごとに決められた位置へ約 10 秒かけてスムースに移動するように実現した。これは、「二次元マップ」と「パーティルーム」がいずれも同じパーティルームメタファによる表示であることをユーザに印象づけ、モード切替えによるユーザの混乱を防ぐためである。

なお、「個人情報アクセス」はリフレクタアイコンの位置に依存しないので、いずれのモードにおいても利用することができる。

本章では以下、Community Viewer の 3 機能の説明を行う。

3.1 個人情報アクセス

Community Viewerにおいては、リフレクタアイコンを操作することによって容易に個人情報が取得できる。画面でリフレクタアイコンをタップすると、対応する構成員の名前が「ふきだし」に表示される(図 2)。このふきだしには、詳細な個人情報を見るための“Detail”ボタンと、その構成員をミーティングや食事などに招待するための“Invite”スイッチがある。個人情報は図 3 のように表示される。実際に行つ

Participant Monday, January 13, 1997 Party Room

Toshikazu Nishimura
Department of Information Science, Kyoto University

Role in ICMAS96: Participant

My Study:
Communityware, Human-Computer Interaction

Self Introduction:
Hi, folks, are you enjoying our ICMAS96/MAP(ICMAS96 Mobile Assistant Project)? The SMM(social match map) in ICMAS96/MAP is to make it easy

Fig. 3 Personal information.

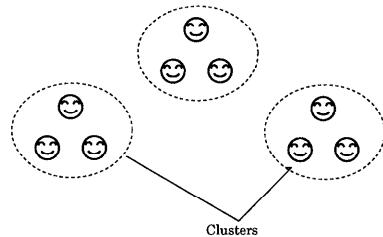
た実験においては、対象が国際会議の参加者であるので、顔写真、名前、所属、自己紹介以外に研究分野を示している☆。

この仮想パーティルームから他の人に容易に会えるように、ミーティングアレンジ機能を実現した。リフレクタアイコンを選択することによって、ミーティング依頼を送ることができる。この機能は簡単なメッセージ通信によるもので、ミーティング手順の定型化等によって初対面の人々の情緒的な躊躇を和らげる工夫をしている。

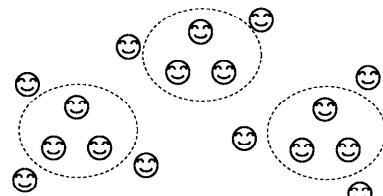
パーティルーム内で他の人を識別するためのいくつかの機能を準備した。自分と同じような分野に興味を持っている人を見つけるには、検索条件として適当な研究キーワードを入力すればよい。検索されたアイコンは色が変化して、ユーザのアイコンに近付いてくる。これによって、探したい人をすぐに見付けることができ、ミーティング依頼をだれに送るべきか決めることができる。

3.2 静的関連の可視化

構成員の興味の近さから構成されるコミュニティの構造を可視化し、適切な交流相手の発見を支援することを試みた。2つのリフレクタアイコンの相互距離が興味の近さを表すよう、各アイコンを二次元空間上に配置したもの（以後二次元マップと略）である。実際の実験においては、研究マップ、趣味マップの2種類を用意した。研究マップは、あらかじめ実験参加者から集めておいた「興味のある研究分野」を基に近さを反映した二次元マップである。趣味マップは同様に趣味を基にして計算されたものである。両者はユーザの要求によって自由に切り替えることができる。この切



(a) 強い関連を持ったグループのクラスタ化
Making clusters of people with strong relevance.



(b) クラスタ付近への他の構成員の配置
Placing the rest around the clusters.

Fig. 4 Placing reflector icons in 2D map.

替えもパーティルームメタファの切替えと同様、リフレクタアイコンが決められた位置へスマートに移動するように実現した。

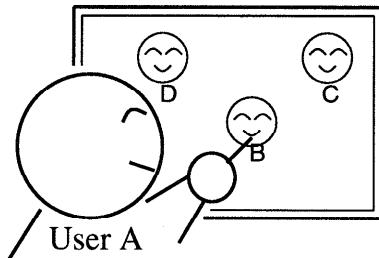
現在のCommunity Viewerにおいては、アイコンの配置は具体的には以下のようにして行われた。

- (1) 実験参加者から関心のあるキーワードおよび趣味を、選択肢から任意個選ぶという形式でシステム使用前に収集した。実験参加者間の関連度は共通するキーワードないし趣味の個数とし、キーワード間の関連の強さ等は考慮しないものとした。これにより、 n 人の構成員全体の関連度の分布は $n \times n$ の対称行列として表現される。
- (2) 互いの相関度の特に高いグループを特定し、クラスタを構成する（図4(a)）。
- (3) その他の指定キーワード数が少ないなどの理由により配置位置の決定が容易でない構成員については、各クラスタの中から関連が深いと思われるクラスタの外縁部に配置する（図4(b)）。

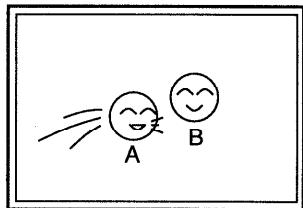
3.3 動的交流状況の可視化

実際のコミュニティにおける構成員の交流状況は、仮想パーティルームにおいて表示される。対応する構成員の現在の活動状況を反映するために、本システムは以下のようなアルゴリズムでアイコンを自動的に移

☆ なお後述する実験では通信回線速度の制限から、顔写真の表示は行わなかった。



(a) 構成員 *B* の個人情報にアクセスするユーザ *A*
User *A* accesses *B*'s personal information.



(b) アイコン *B* に近寄るアイコン *A*
Icon *A* approaches icon *B*.

図 5 話しかけるアイコンの機構
Fig. 5 Mechanism of "chatting."

動動作させるものとする☆。

- (1) 通常は、アイコンはランダムに選択したパーティルームのテーブルを目指して歩く。テーブルにしばらく滞在した後は再び別のテーブルを目指す☆☆。
- (2) 他の構成員に対してメールを送る・個人情報を読む等の交流を持ちかけると(図5(a)),仮想パーティルーム内ではその構成員に対応するアイコンが歩み寄って話かけるような動作を行う(図5(b))。

構成員間の交流状況があまり活発でない初期の頃は、アイコンはランダムに動く。しかし、多くの構成員が交流を行うにつれ、通常のパーティでよく見られるように、アイコンが集まって立ち話を始めるようになる。その長さは人々の交流の度合に応じて長くなっているので、これらの振舞いを観察することによって、ユーザは他の構成員が活発に交流していることを知ることができる。このメタファによってユーザはコミュニティの形成を直観的に意識することが可能となる一方、他の構成員の交流内容についてはいっさい表示されない

☆ 他のユーザの状況表示を行うという目的から、ユーザ自身を表すアイコン(図6(a))については自動動作を行わず、ユーザ操作によって移動する。

☆☆ アイコンの動作アルゴリズムに関しては多くを述べないが、100人のパーティでの動きを効率良く模擬するのは簡単ではない。実時間探索アルゴリズムを用いて各アイコンの動作をそのつど決定している。

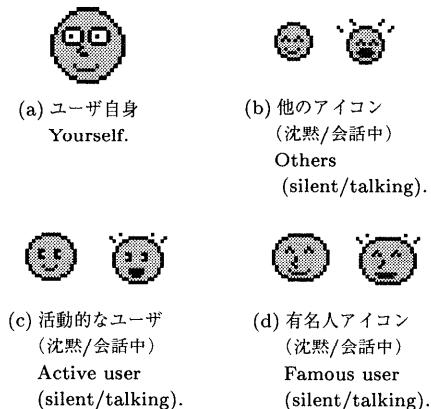


図 6 様々なアイコン
Fig. 6 Various icons.

ため、プライバシー侵害のおそれはない。

この機能を実現するためには、どの構成員が交流しているかを判断する必要がある。ここでは、個人情報へのアクセス回数を用いた。一般的には、ミーティングを開く、電話をかける、電子メールを送るなどの通信量も考慮する必要がある。各端末では、その端末のユーザがだれに対して興味を持っているかを蓄積し、サーバとの通信時に送信する。サーバはすべての端末から送信されてくる興味度の値をそれぞれ累計して、各端末に送り返す。

コミュニティ内の典型的なユーザを可視化するために、以下の統計情報によってアイコンの形が変化していく仕掛けも準備した。図6に使用したアイコン一覧を示す。

- 活動的なユーザ (*Active user*)、メールの送信、ニュースへの投稿、会合のアナウンスといった発信型の行動を累計で最も多く行っているユーザ(図6(c))。
- 有名人 (*Famous user*)、メールや会合アナウンスを最も多く受信したユーザ(図6(d))。

これらのユーザは、実行時に記録されたログからサーバ上で一定期間ごとに算出される。これによって、どのような人物が注目されているか、だれが積極的に活動しているかを視覚的に知ることができる。

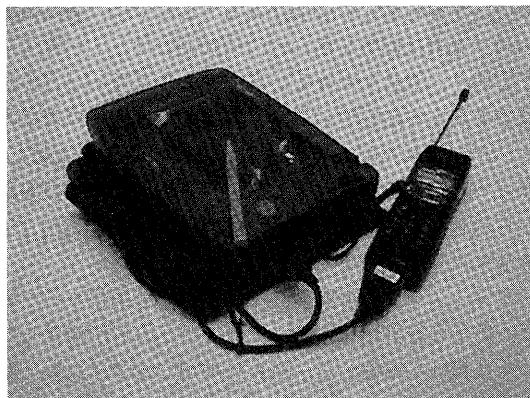
なお、後述する実験で用いた実現においては、ユーザ自身のアイコン(自アイコン)は交流状況にかかわらず変化しないこととした。これは、自アイコンの変化によってユーザが自アイコンと他のユーザのアイコンを取り違えるおそれがあるからである。本システムの目的は、2.2節で議論したように、他のユーザの状況表示であるので、この実現は目的達成に影響することはない。また、「有名人アイコン」を「活動的なユ

ザ」よりも優先して表示することとした。これは、「活動的なユーザ」への変化は、直接的には本人の活動のみに依存するものであるのに対し、「有名人アイコン」への変化は、他の多くの人々の活動に依存し、コミュニティ全体の活動の表示としてより重要であると考えたためである。

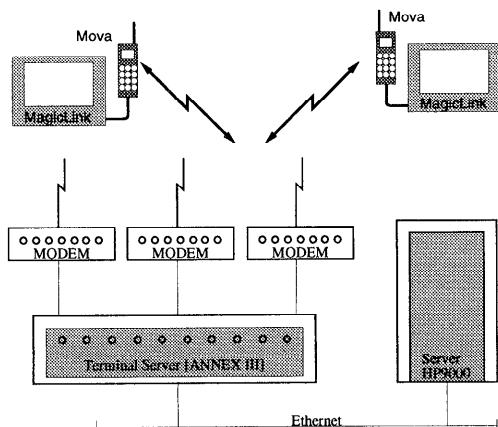
4. 実験

4.1 ICMAS'96 モバイルアシスタント プロジェクト

Community Viewer を ICMAS'96 (the second international conference on multiagent systems) 会場で使用実験した。この実験は日本電信電話株式会社、京都大学、奈良先端技術大学院大学、神戸大学の合同で行われた ICMAS'96 モバイルアシスタントプロ



(a) 携帯電話付き携帯端末
PDA with phone.



(b) システム構成
System configuration.

図 7 実験環境
Fig. 7 Experimental environment.

ジェクト⁸⁾の一環である。このプロジェクトは、(1)電子メール、電子掲示板等インターネットサービス、(2)会議案内、現地観光情報案内、(3)ミーティングアレンジ機能を持った本 Community Viewer を国際会議の展示として提供した。これらの提供機能を試用するために、約 100 台の携帯端末 (Sony 社 MagicLink2100J) を携帯電話つきで無料で会議参加者に貸し出した (図 7(a))。ユーザは、参加者に関する情報を携帯端末で得ることができる。サーバとなるホスト (HP9000 model 800I60) と 30 回線の公衆回線を会議場に設置した。サーバでは General Magic 社の Telescript 環境¹¹⁾が動作する。図 7(b) にシステム構成を示す。図 8 は実験参加者の様子である。

たとえば、Kraut らの HomeNet プロジェクト⁶⁾のように、計算機システムを利用して、主として 1 対 1 通信の支援をねらった実験は過去にも多数見られる。しかし、100 台規模の携帯端末からなるモバイルコンピュータシステムを利用し、コミュニティにおいて行われる多数の人々による多対多の交流の支援を試みた実験は、我々が知る範囲では類を見ない。

4.2 ログ解析

個人情報アクセス

実験参加者から個人情報を実験前に収集した。各人の名前、所属、研究分野、国際会議での役割、自己紹介を自然言語で記入させた。

図 9 にこれら個人情報のアクセス回数変化を示す。携帯端末の貸出し開始の 12 月 9 日 11 時よりアクセスが始まり、同 12 日午前まで続いたことを示している。それ以降はアクセスが少なくなるが、12 日午後は奈良公園の散策、最終日 13 日は端末返却によるユーザ減等の影響である。興味深いことに、個人情報へのアクセスは会議終了後も深夜まで続いている。実験参加者がホテルの自室で Community Viewer を楽しんだ



図 8 実験参加者
Fig. 8 Experiment participants.

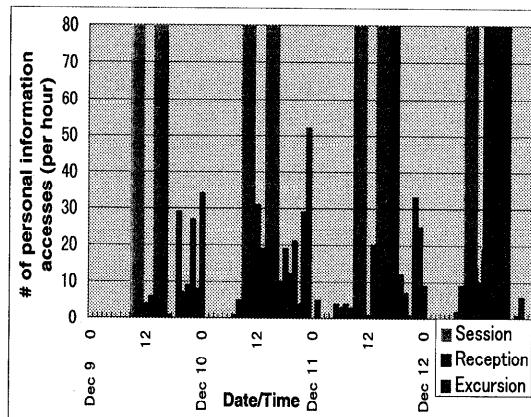


図 9 個人情報へのアクセス数の変化

Fig. 9 Change of number of accesses to personal information.

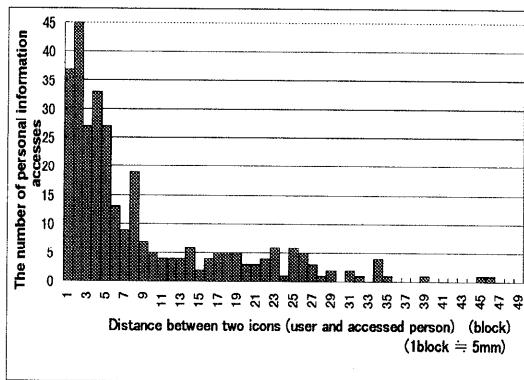


図 10 個人情報へのアクセスと二次元マップ上の距離の関係

Fig. 10 Relationship between information access and distance in maps.

ことがうかがい知れる。また、会議時間中もそのアクセスは途切れることができなかった。

二次元マップの効果

図 10 は個人情報が参照された回数を、そのときの自分と参照した相手との二次元マップ上での距離で分類して表したグラフである。このグラフによれば、自分との距離が近い人物ほど頻繁にアクセスされており、ユーザがリフレクタアイコン間の距離にコミュニティ内での位置関係を期待したことが分かる。

一方、実験終了後に行ったアンケートによると、以下の問題点が明らかになった。

- キーワードの記述数に個人差（1から30近いものまで）がある。このため、本来のキーワードとは関係なく、キーワードを多く指定した構成員間の関連度が大きいとされてしまう場合がある。
- 実験参加者の半数以上が指定したキーワードなど、全体を1カ所に集中させる要素がある。

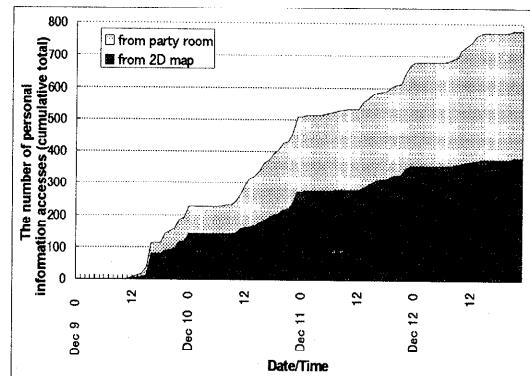


図 11 個人情報への総アクセス数

Fig. 11 Change of aggregate number of accesses to personal information.

これらの問題を考慮した配置アルゴリズムの洗練が今後の課題である。

動的活動状況表示の効果

図 11 に個人情報取得総数の時間推移を示す。横軸に時刻が、縦軸に参照回数の累計が示されている。リフレクタアイコンが静止している研究マップ/趣味マップの2つの二次元マップからの参照と、リフレクタアイコンが歩き回るパーティルームからの参照とを別掲している。二次元マップからの参照が日程が進行するにつれて次第に頭打ちになっているのに対して、パーティルームからの参照は、ほぼ時間に比例して伸びている。事後アンケートでの幾人かの指摘によると、パーティルームのリフレクタアイコンの動作が動的に変化するのに対して、二次元マップは時刻とともに変化しないためと考えられる。

リフレクタアイコンの形状変化の効果を調べるために、何度か有名人アイコンに変化したある実験参加者に注目する。この実験参加者は、実際にはこの国際会議の有名人ではなかったが、メールの使用状況等から有名人であると判断された人である。彼が有名人アイコンで表示されていた時間中、他のユーザは全アクセスの平均43%の個人情報の参照が行われたのに対して、彼の個人情報に対する全アクセスの63%が同時に集中していた。この結果から、アイコンの外観変化が人々の関心を引いたことが分かる。

5. おわりに

コミュニティの形成過程を携帯端末上に表示するCommunity Viewerについて述べた。パーティルームメタファとリフレクタアイコンによるコミュニティ活動の可視化を提案した。国際会議において使用実験を行った。実験ログは現在解析中である。本論文の価値

は新しい機能を提供したにとどまらない。多数のユーザーによる社会的実験により、(1) Community Viewer が会議時間中ばかりでなく深夜まで用いられたこと、(2) コミュニティの活動状況を表示することによって、さらに実験参加者間の活動を増加させることが可能であることが明らかとなった。

不特定多数のコミュニケーションに利用されるシステムには、マンマシンインターフェースの設計とは異なる難しさがある。不特定多数の相互作用を支援するシステムの評価は、ユーザ個々の使用感の総和では表せない。たとえば、本論文では触れなかったが、会合アレンジの機能の使用状況は芳しくない。ユーザにその理由を尋ねたところ、次のような意見を得た。操作方法が繁雑である、分かりにくい、直接会って話した方が早い、通信時間が長すぎる、データが少なすぎて、相手を選ぶのに不十分である、会議の期間が短く、使用する時間がなかった等である。もっと大規模で期間の長い会議で使用するのが良いという指摘も見られた。このようにシステムの有効性は、多数の人々を巻き込んだ実験によって検証されなければならず、今後も実証研究の継続が必要と考えている。

謝辞 この実験に協力していただいたICMAS96の実行委員と参加者に心より感謝する。会場への電話回線の増設を許可していただいたけいはんなプラザ、会場周辺の携帯電話環境を強化していただいたNTT Docomoに深く感謝の意を表す。また、ICMAS'96モバイルアシスタントプロジェクトを成功へ導いたすべての関係諸氏、特に共同研究を行った日本電信電話株式会社情報通信研究所森原グループ、奈良先端技術大学院大学西田研究室、神戸大学知能情報学科田中研究室の皆様に感謝したい。

会議終了時にすべての携帯端末と携帯電話が返却されたことを最後に報告してこの論文を終えたい。

参考文献

- 1) Fish, R.S., Kraut, R.E., Root, R.W., and Rice, R.E.: Evaluating Video as a Technology for Informal Communication, *CHI-92*, pp.37-48 (1992).
- 2) Grudin, J.: Groupware and Social Dynamics: Eight Challenges for Developers, *Comm. ACM*, Vol.37, No.1, pp.92-105 (1994).
- 3) Hudson S.E. and Smith, I.: Techniques for Addressing Fundamental Privacy and Disruption Tradeoffs in Awareness Support Systems, *CSCW-96*, pp.248-257 (1996).
- 4) Ishida, T.: Bridging Humans via Agent Networks, *13th International Workshop on Dis-*

tributed Artificial Intelligence (DAIWS-94), pp.419-429 (1994).

- 5) Ishida, T.: Towards CommunityWare, *PAAM-97 invited talk*, pp.7-21 (1997).
- 6) Kraut, R.E., Scherlis, W., Mukhopadhyay, T., Manning, J., and Kiesler, S.: HomeNet: A Field Trial of Residential Internet Services, *CHI-96*, pp.284-291 (1996).
- 7) MacIver, R.M.: *Community*, Macmillan (1917).
- 8) Nishibe, Y., Waki, H., Morihara, I., Hattori, F., Ishida, T., Nishimura, T., Yamaki, H., Komura, T., Itoh, N., Gotoh, T., Nishida, T., Takeda, H., Sawada, A., Maeda, H., Kajihara, M., and Adachi, H.: Mobile Digital Assistants for Community Support, *AI Magazine* (to appear).
- 9) Smith, I. and Hudson, S.E.: Low Disturbance Audio for Awareness and Privacy in Media Space Applications, *ACM Multimedia-95*, pp.91-97 (1995).
- 10) Tang, J.C. and Rua, M.: Montage: Providing Teleproximity for Distributed Groups, *CHI-94*, pp.37-43 (1994).
- 11) White, J.E.: Telescript Technology - Mobile Agents, *General Magic White Paper*, No.4 (1991).
- 12) 石田 亨, 西村俊和: 広域情報ネットワークによるコミュニティ支援, 情報処理, Vol.38, No.1, pp.48-53 (1997).
- 13) 岡田謙一: 仮想環境社会におけるコミュニケーションとコラボレーション, 情報処理, Vol.38, No.4, pp.268-273 (1997).

(平成9年6月30日受付)

(平成9年12月1日採録)



西村 俊和（正会員）

平成2年京都大学工学部情報工学科卒業。平成4年同大学院修士課程修了。平成7年同大学院博士後期課程単位取得退学。同年京都大学大学院工学研究科情報工学専攻助手。工学博士。人工知能、インタラクティブシステム、マン・マシンインターフェース関連の研究に従事。電子情報通信学会、人工知能学会各会員。



古村 隆明
平成 9 年京都大学工学部情報工学科卒業。現在同大学院修士課程情報工学専攻在学中。データ通信、特にマルチキャスト配送の研究に従事。



石田 亨（正会員）
昭和 51 年京都大学工学部情報工学科卒業。昭和 53 年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社電気通信研究所入所。横須賀研究所においてソフトウェア工学、知識処理などの研究開発に従事。現在、京都大学大学院工学研究科情報工学専攻教授。工学博士。問題解決、分散人工知能、コミュニケーション、社会情報システムに興味を持つ。電子情報通信学会、人工知能学会、日本ソフトウェア科学会、IEEE、ACM、AAAI 各会員。



八榎 博史（正会員）
平成 7 年京都大学工学部情報工学科卒業。平成 8 年同大学院修士課程修了。同大学院博士後期課程在学中。市場経済モデルによるネットワーク資源割当てに関する研究に従事。電子情報通信学会、人工知能学会、ACM 各会員。
