

推薦論文

DACS : 距離に基づいた協同作業支援システム

中田 愛理[†] 平山 拓[†] 大菅 直人[†]
宮本 真理子^{†,††} 岡田 謙一[†]

コンピュータの低価格化, 小型化, 無線通信技術の発達により, モバイルコンピューティングやユビキタスコンピューティングに注目が集まっている. 会議室など人が集まる場にはコンピュータやコンピュータ以外の様々なモノが存在しており, 複数の端末や情報処理能力を持つモノでネットワークを構成し, 情報の交換や共有を行うような協同作業支援システムの必要性が高まってきている. しかし, 現状では数人でグループを作り, その場でネットワークを構築するためには, 既存のネットワーク設備との接続に構造上/運用上の制約があったり, グループ加入のためのコンピュータ操作を行わなければならないといった手間が生じたりする. また, コンピュータ以外のモノとの情報交換はシームレスに行われていないという現状がある. そこで本稿では, 近づくことにより自動的に集まったことを認識し, その距離に基づいてグループを構築し, 情報共有を支援するシステム Distance Aware Collaboration System (DACS) を提案する. そして, DACS 上で動作するプロトタイプアプリケーションを実装し, 評価を行った. ユーザは DACS を通じて, 持ちよった様々な情報や機器を協同作業の場で利用することが可能となる.

DACS: Distance Aware Collaboration System

AIRI NAKADA,[†] TAKU HIRAYAMA,[†] NAOTO OHSUGA,[†]
MARIKO MIYAMATO^{†,††} and KEN¹ICHI OKADA[†]

Along with the development of wireless communication technologies and the miniaturization/low cost of computers, the mobile and ubiquitous computing have now become the focus of public attention. However, in the present condition, in order to make a group from several persons and to build a network on that spot, the time and effort that connection with the existing network equipment must have the restrictions on employment on structure, or computer operation for group subscription must be performed arises. Therefore, in this paper, we proposed DACS (Distance Aware Collaboration System) which makes it possible to automatically create a collaboration environment between users, or between a user and object, based on physical distance between them, and implemented a prototype of some applications. We also carried out some experiments to evaluate DACS. As a result, users can share information and objects, and get or use them seamlessly.

1. はじめに

近年, 無線 LAN 環境に代表されるような伝送媒体に無線を使用した通信網の急速な発展が進んできた. 一方で, PDA やノート型パソコンなどの携帯端末も広く普及してきている. 携帯端末と無線技術の融合により, どこからでもネットワークにアクセスすることが可能なモバイルコンピューティングが発達してきた. これによりユーザはこれまでのように場所を固定さ

れた端末に縛られることなく, 自由に作業を行うことができるようになった. また, 空間のいたるところにコンピュータが存在し, 利用できるユビキタスコンピューティングに関する研究も進められている.

より多くの人々が携帯型端末を所有するようになると, オフィスや教室などの人が集まるような場所は同時に多数の携帯端末が集まる場となる. そのような場においては情報交換や協同作業のために数人で集まりグループを構成し作業を行うという状況が考えられる.

[†] 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

^{††} 三菱情報システム株式会社

Mitsubishi TB Information System Co., Ltd

本論文の内容は 2002 年 3 月の第 43 回グループウェアとネットワークサービス研究会にて報告され, GN 研究会主催により情報処理学会論文誌への掲載が推薦された論文である.

しかし、現状では、数人でグループを構成してその場でネットワークを構築するためには、既存のネットワーク設備との接続に構造上/運用上の制約があったり、グループ加入のための設定作業が必要であったりするなど、誰もが簡単に行えるものではない。我々はこれまでグループの加入の手間を軽減するためユーザ同士が近づいたときにグループに加入し、離れたときに離脱できるようなグループの構築方法について検討してきた^{1),2)}。

また、会議室のような人が集まる場においては、携帯端末だけでなく、プリンタ、プロジェクトなどのデジタルデバイスや、白板や本や書類などの非デジタルデバイスなど様々なものが存在している。すべてのモノはそれぞれ役割を持ち、様々な情報を保持している。これらの情報をシームレスにつなぎ合わせ、情報共有を容易に可能にすることができれば、対面コラボレーションをより快適なものにすることができる³⁾。対面環境の場としては、会議室などオフィス環境以外にも医療や建築の現場、また、アミューズメントの場なども考えられる。その場の状況において適切な対面コラボレーション支援をしていく必要がある。

そこで、我々は実世界上の距離に着目し、人と人、人とモノがある距離内に集まったとき、コミュニケーションの場を形成すると考え、距離によって空間を区切ることで協同作業の場を構築するシステム Distance Aware Collaboration System (DACS) を提案する。DACSではRFID(Radio Frequency Identifier)⁴⁾により場に存在するモノを認識し、取得した機器の情報や機器を利用したアプリケーションをユーザに提供することで協同作業を支援していく。ユーザは作業空間に端末を持って近づくだけで、特別な操作をすることなく、システムを利用することができ、近くにあるモノから情報を取得したり、場に存在する機器を協同作業の場で利用したりすることが可能となる。

2章では対面コラボレーションの支援と対人距離について、3章ではDACSの設計について述べ、4章では関連研究、5章では実装したシステムとアプリケーションについて、6章で評価実験と考察について述べ、最後に7章で本稿のまとめと、今後の課題について述べる。

2. 対面コラボレーションの支援と対人距離

人々がコミュニケーションを行う際には必ず場が形成される。場にも種類があり、同期/非同期、対面/遠隔という時間的、空間的特性によって分類されることが多い。この中でも今回我々が支援対象としているの

は時間と場所をともにしている集団であり、支援環境の特徴をまとめると以下ようになる。

- 個人が持参したデータを相互に交換したり、共有したりする。
- 資料をプロジェクトの画面などに表示し、同じ内容の画面を見ながら話し合いを行う。
- 部屋の広さや机の大きさなど物理的な制約によって場の大きさが決定される。

対面環境では分散環境と異なり多くのものは「ユーザから見える範囲に存在する」ため、操作の対象となる事物を空間的に把握し、アドレスなどの間接的・記号的な概念を使用せずに情報を操作できるようにすべきである⁵⁾。さらに会議室のような閉じた空間では複数の人が近接して存在するという物理的な特徴がある。自然な形で作業空間を構築するうえで重要な要素として距離という尺度が考えられる。

対人距離は、人間が他者との社会的接触を試みるときにとられる物理的距離のことであり、Hallは以下の4つに分類した⁶⁾。さらにそれぞれの距離帯は近接相と遠方相に分けられる。

- 密接距離 (0 ~ 45 cm): 他人の身体と密着している距離
- 個体距離 (45 ~ 120 cm): 対話や会話の距離
- 社会距離 (120 ~ 360 cm): 会議, 討議, 討論, ビジネスのための距離
- 公衆距離 (360 cm 以上): 講義, 講演, 演説などの距離

少人数の集団の場、大きな会議の場、あるいは公共の場など、状況に応じて対人距離が異なることが分かる。人間はコミュニケーションの目的に応じて、それぞれの距離帯を使い分け、無意識のうちに相手と適切な距離を保っているといえる。

対人距離の概念を人とモノとの関係においても適用してみると、1つの会議室のような場においても、自分の手元の個人的な空間(密接距離)とプロジェクトに写し出された資料を全員で参照するような共同の空間(社会距離)を別々に使ったり、連携して使用したりすることが日常の話し合いの場でよく見られる(図1)。

このような対面コラボレーションを電子的に支援する研究にはGMDのi-LAND⁷⁾や富士通研究所のDynacs⁸⁾がある。i-LANDでは壁面に埋め込まれた大型のディスプレイとノートPCを搭載した椅子を用いて、Dynacsでは電子白板と個人のノートPCを用いることによって共有画面に資料を提示しながらプレゼンテーションや協同編集を支援している。いずれの研究も個人が持ち寄った情報をいかにシームレスに

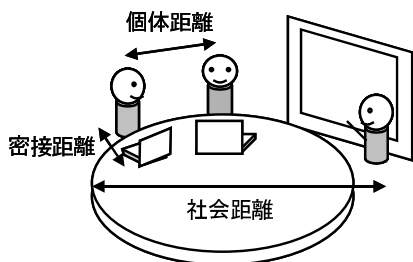


図 1 対人距離と空間

Fig. 1 Interpersonal distance and collaboration space.

伝達し、協同作業の場で活用するかという点に着目しているが、協同作業空間の構築という点に目を向けると、情報を交換したり、共有したりする場合は大型の共有画面の周りに PC を持ち寄って集まって作業をしている。すなわち情報交換は社会距離の範囲内にユーザが近づくことによって行われていることが分かる。このことから、社会距離の範囲内に存在する人やモノを検知し、作業空間を構築することによって、ユーザにとってより自然な環境を提供することが可能となるのではないかと考えられる。

3. DACS (Distance Aware Collaboration System) の設計

我々が支援対象としている対面コラボレーションは以下のような環境で行われるものを想定する(図 2)。

- オフィスや教室、会議室などの一室で 5~6 人程度規模でプレゼンテーションやミーティングなど協同作業を行う。
- 場の大きさは会議や討論のための距離である社会距離 (120~360 cm) の範囲内とする。
- 各ユーザはノート PC など携帯端末を部屋に持ち寄り参加する。
- 通信媒体として無線 LAN を用いることにより、ユーザは自由に部屋の中を移動し、ネットワークを利用できる。
- 周囲には本や書類、プロジェクタ、プリンタなどといった作業に必要なモノが存在する。

DACS では人やモノが集まる作業空間(作業グループ)の大きさを対人距離によって決定し、その場に存在するモノを利用してユーザの協同作業を支援する。このためにはまず、作業空間の大きさ決定し、一定距離内に存在するモノを認識する必要がある。さらにモノの状態をリアルタイムに保持し、管理するための機構を用意しなければならない。また、グループ内で通信する際のネットワーク設定は、誰もが簡単に行えるものではなく、ユーザにとってわずらわしい作業の 1

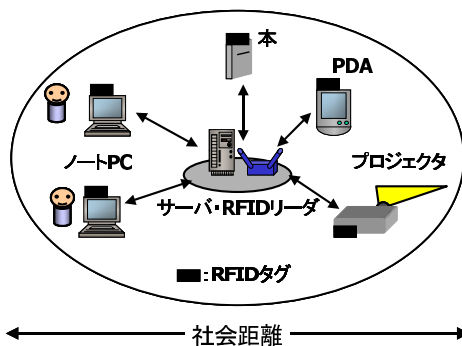


図 2 DACS 想定環境

Fig. 2 Collaboration space of DACS.

つである。そこで、ノート PC など通信機能を持ったモノが場に持ち込まれると、グループ内通信に必要な設定を自動的にを行い、場に集まるだけで即座にネットワークを利用できるよう設計すべきである。これにより人間が従来身につけてきた「作業している場に近づく、離れる」という行為で作業グループへの加入/離脱ができ、実世界指向性が向上すると考えられる。上述のような点を考慮すると、以下のような技術要件が整理できる。

3.1 物体の認識

協同作業の場に存在するモノを認識する方法として RFID (Radio Frequency Identification) を採用する。RFID はリーダとタグから構成される。タグは一定時間ごとに電波を用いて ID を発信する。リーダはアンテナでタグから発信される信号を受信し、一定距離内に存在するタグを認識する。この RFID タグを様々なモノに貼り付けておくことにより、DACS が自律的に場の情報を得ることが可能となる。

3.2 物体情報の管理

RFID リーダから受け取ったタグの ID を基に、場に存在しているモノが何であるかを識別し、管理する必要がある。そこで、タグの ID、物体の属性、付加情報をタプルとして持つ、タグデータベース(タグ DB)を用意し、場に存在するモノを管理する。物体の属性とは、その物体が何であることを示すもので、ノート PC、本などの項目がこれにあたる。付加情報とは、その物体に関係した情報であり、たとえば対象物が本の場合、本のタイトル、URL などが保持される。

3.3 クライアントグループの構築

DACS では RFID リーダが検知した情報をサーバで集中管理するため、クライアントサーバ方式を採用する。情報端末上で DACS クライアントを起動するとサーバと端末間で制御用のコネクションが確立される。端末が場の中に持ち込まれたとき、端末に付けれ

れたタグがリーダによって認識され、サーバにタグのIDが通知される。サーバはタグDBにより端末を検知してデータ送信用のコネクションを張る。これにより、サーバを介することで端末間で仮想的なアドホックなネットワークグループ(クライアントグループ)が構築される。クライアントグループに加入している端末間では、TCP/IPによるユニキャスト通信を利用して、グループでの制御信号、データの送受信を行うものとする。

3.4 アプリケーション

我々が想定している環境には各自が持参したノートPCやPDA、携帯電話、部屋に備え付けのプロジェクタ、プリンタ、様々な書籍や書類などが存在する。それぞれのモノの役割を考えると、ノートPCはファイルの送受信を行うとともに、表示や様々な作業を行うことができる。PDAは各自のスケジュールが入力されているものと考えられる。書籍はページをめくることができるなど人間の基本的な動作にとても適した方法で情報を得ることができる。このように集まった場に存在する1つ1つのモノから機能をシームレスにつなげることで協同作業を支援できるアプリケーションをユーザに提供する。

4. 関連研究

携帯端末を用いて、集まったその場でのアドホックなネットワークを構築し、対面コラボレーションを支援する試みとして、NECの「なかよし」⁹⁾、東芝のNomadic Collaboration 支援システム¹⁰⁾がある。「なかよし」はモバイルグループウェアシステムとしてPHSを用いたアドホックネットワークの構成により不特定多数のメンバにより構成されるグループの協同作業を支援している。Nomadic Collaboration 支援システムでは無線LANを利用して会議出席者が携帯したノートPCを相互接続し、会議環境を構築している点で類似のシステムである。

距離という概念を用いて、対面環境を支援するグループウェアとしてATRのC-MAP¹¹⁾がある。C-MAPではユーザの位置検出にActive Badge System¹²⁾を利用し、ユーザと対象物の距離によって情報を効果的に提供している。

モノや場所に物理的な識別子を付け、計算機によりそのものから情報を取得し、活用する研究としてはGaze-link¹³⁾、InfoRoom⁵⁾、UbiquitousLinks¹⁴⁾、Xerox ParkのWantらの研究¹⁵⁾がある。Gaze-link、InfoRoomでは二次元サイバークードを、UbiquitousLinks、文献15)ではRFIDタグを利用して、対

象物からデータを取り出している。

いずれも対面コラボレーションを支援する研究であるが、集まった場での協同作業の支援する研究では計算機どうしのコラボレーションが中心に考えられている。しかし、人が作業する場においては周囲には様々な機器や本や書類といった資料などが存在し、人々はそれらのモノとの情報交換を利用して作業を行っている。また、モノや場所の情報を表示したり、データ転送を行ったりする研究も行われているが、こういった研究では対象物とユーザとの関係が1対1であり、取得した情報をグループワークの支援には活用されていない。

DACSでは支援可能な範囲をPCだけでなく距離的に近い範囲に存在するモノに広げ、モノの情報の共有や交換を行ったり、モノに適したアプリケーションをユーザに提供したりすることで協同作業を支援していく点で他の研究と異なっているといえる。

5. DACSの実装

プラットフォームに依存せずに動作するアプリケーションを作成するため、実装にはJava言語を使用した。RFIDには、米国RF Code社のSpiderを採用し、タグの発信周期を1.5秒、リーダのタグ検出の設定範囲を半径約1mとした。部屋において対面協同作業を行うという利用形態をふまえ、ノートPCの移動を妨げることがないように通信媒体としては、無線LANを使用した。

5.1 システム構成

DACSはオブジェクト属性認識部、グループ管理ミドルウェア、アプリケーションの3層構成となっている。図3にDACSのシステム構成を示す。

(1) オブジェクト属性認識部

RFIDリーダにより、場に存在するタグを認識する。リーダから受け取ったタグIDを基にタグDBを検索し、タグが何に取り付けられたも

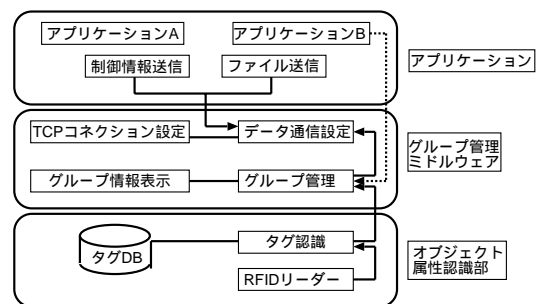


図3 DACS構成図

Fig. 3 System architecture of DACS.

のであるかを認識する．

(2) グループ管理ミドルウェア

オブジェクト属性認識部から場に入ってきたモノの情報がグループ管理部に通知される．ここでは、現在この場に「誰が」「何が」所属しているのかを管理し、様々なアプリケーションにおいて用いることを可能にする．特に、通知されたモノがデータ通信機能を携えた情報端末であった場合は、TCP/IPでの通信のために必要な設定を行う．

(3) アプリケーション

各アプリケーションで基本的に必要となる制御情報やファイルの送信機能はあらかじめ共通に利用できるモジュールとして用意し、その上で様々なアプリケーションを構築する．グループ管理ミドルウェアのメンバ情報を利用したアプリケーションを構築することも可能である．

5.2 アプリケーションの実装

図4にDACSの操作画面を示す．操作画面は2つのフレームから構成され、1つは場に存在するモノのリストを表示するフレーム、もう1つはアプリケーション操作のアプリケーションフレームである．ユーザは、アプリケーションフレームのタブ付きパネルを切り替えることにより、すべてのアプリケーションを1つのフレームから使用することができる．DACSでは場に存在するモノに応じたアプリケーションが自動的に起動する．図4ではPCと本とプロジェクトが場に存在するためアプリケーションの操作フレームには各々のタブが生成され、後述するファイルの送受信のアプリケーション、本と電子ライブラリ間でのリンクシステム、プロジェクトシステムが利用可能となっている．以下に実装したアプリケーションについて記す．

5.2.1 ファイルの送受信

場にノートPCが持ち込まれると、ファイルの送受信を行うアプリケーションが起動し、クライアントグループに加入したユーザ名がリストとして表示される．場に存在する端末へデータを送信する際は、送信先の

アドレスの指定せずに、リストからユーザ名を選択するだけで転送することができる．

5.2.2 本と電子ライブラリ間でのリンクシステム

場に存在する本をDACSが認識し、ユーザに対しリスト形式で表示する．ユーザはリストを見ることで場に存在する本を一目で確認できる．さらに、電子ライブラリのURLが本の情報として付加されている場合、ユーザはそのリストを開くことにより、ブラウズすることが可能となる．

5.2.3 プロジェクトシステム

プロジェクトを場に持ち込むことにより、ユーザに対しプロジェクト画面を共有画面として利用できるようにするシステムである¹⁶⁾．

プロジェクトの共有画面にはユーザごとの固有の画面が生成され、各ユーザはプロジェクト画面内に生成されたユーザ画面を自由に移動させることができる．中央に自分の画面を移動させたときには全画面表示に切り替えることも可能である．全画面表示にしている間は他のユーザからの操作は受け付けないため、プレゼンテーションを行う場合などに適している．

5.2.4 スケジュール調整システム

場に集まったメンバのスケジュール管理を行っているモノを認識すると、自動的にそのメンバのスケジュールを取得し、全メンバのスケジュールとして統合し、表示するシステムである．この際、プライバシー保護のため、名前や予定は表示せずに、その日に全員の予定が一致して空いているかいないか、またはどれくらいの時間空いているのかを表示することにより、スケジュール調整の支援を行う．

プロトタイプシステムでは各ユーザのスケジュールはインターネット上のWEBページで管理されているものとする．月ごとにカレンダーが表示され、スケジュール該当日を選択することによりにスケジュールの追加、削除を行う．

人が集まる場にスケジュールを管理しているモノが持ち込まれるとDACSにより認識され、RFIDタグに関連づけられているURLから個人のスケジュール情報を取得し、グループメンバ全体のスケジュール帳に加える．このメンバ全体のスケジュール帳を会議の日程決定の際にブラウザを用いて参照する．月ごとにカレンダーが表示され、各日の欄にメンバのスケジュールの有無が表示される(図5)．会議の開催時間に関する条件を入力すると、表示される内容は、「、、数字」の3種類である．はメンバ全員の予定が空いている日、は予定が空いていない日、数字の場合はメンバ全員の空いている時間が一致する時間数を示し

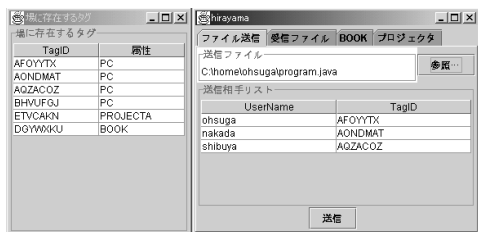


図4 DACSの操作画面

Fig. 4 The operation screen image of DACS.

メンバ全員のスケジュール



図5 グループメンバのスケジュール表示画面

Fig. 5 Screen image of group member's schedule.

ている。会議の予想所要時間と空き時間数を参照することによってスケジュール調整の支援を行う。

6. 評価実験

DACSは図3に示すとおり3層の階層構造となっている。この各層において評価実験を行い、DACS全体の有用性を示す。

6.1 距離の測定に関する評価実験

我々が想定する協同作業空間がSpiderによって構築できるか判定するためその特性を測定した。障害物のない体育館で電波の受信範囲を計測した結果、リーダが電波を受信する範囲は完全な円形ではなく、アンテナ後方の方が前方よりも感度が強いことが分かった(図6)。リーダの受信感度は8段階に調整でき、各感度によるタグ検知範囲は表1に示すとおりである。

対人距離の分類に基づいて検討すると、我々が想定する作業空間において行われる協同作業は、オフィスにおける小規模な公式コミュニケーション程度の規模に該当する。この距離帯は社会的距離近接相にあたり、120~210cm程度の距離になる。端末とユーザとの間の距離も考慮したうえで、ユーザ同士の距離が120~210cm程度になるように、リーダの受信感度をレベル4(図6)に設定した。

6.2 グループ構築に関する評価実験

集まるだけで自然にグループを構築することができたかを評価するために、グループ構築に関する評価実験を行った。

6.2.1 実験環境

DACSではグループ構築に必要なプロセスは人や

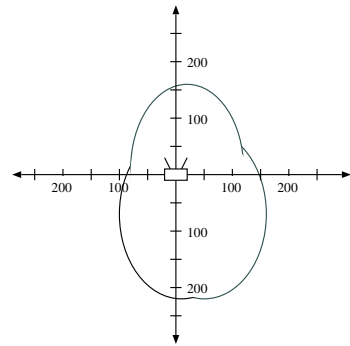


図6 Spiderリーダ特性(感度レベル:4,単位:cm)
Fig. 6 Spider Reader Characteristic.

表1 Spiderリーダ感度別検知距離

Table 1 Spider Reader sensitivity according to detection distance.

感度レベル	前方	後方
1	50 cm	100 cm
2	100 cm	150 cm
3	100 cm	180 cm
4	150 cm	200 cm
5	250 cm	280 cm
6	350 cm	350 cm
7	450 cm	450 cm
8	550 cm	550 cm

モノに付加したRFIDタグの認識とサーバとの通信の設定のみである。グループ構築までの時間は「ユーザ端末に付けられたRFIDタグが電波を発信してから、RFIDリーダがそれを検知し、サーバがグループ加入処理を行って各ユーザに通知するまでの時間」に相当する。しかし、RFIDは電波であり、リーダから決まった距離で必ず検知できるものではなく、グループ構築の始まりのタイミングを正しく検出できないという問題が生じる。DACSではグループに正しく加入できた際にユーザに通知を出す機能が備えられている。

そこでこのグループ加入通知機能を利用し、電波が入らない位置(作業の場から5m離れたところ)から作業を行う場に近づいてきてもらい、サーバからのグループ加入通知を受け取るまでの時間を計測する。

DACSでは3章で述べたように、集まった場には机と椅子が用意されており、座って作業を行うことを想定している。そこで、同様の位置から近づいてきてもらい、各自の席に座るまでの時間も計測し、DACSのグループ構築までの時間と比較検討を行う。

なお、被験者は4人でいずれも10回計測を行った。

6.2.2 実験結果と考察

グループ構築までにかかった時間の結果は10回の施行の平均で6.96秒であり、着席までにかかった時間

の平均は 9.48 秒であった。このことから、DACS では集まって着席するまでにかかる時間よりも早くグループが構築できていることが分かる。すなわち、ユーザはグループ構築のために、特別な操作をすることなく、人が自然に身につけてきた集まるという行為だけでグループを構築することができ、すぐにグループで作業を開始することが可能となったといえるであろう。

ハードウェアの特性から検証してみると、今回使用した Spieder タグは 1.5 秒間隔で電波を発信しているため、リーダーが受信してからタグを読み取るまでは 1.5 秒、リーダーとサーバ間の通信は 19,200 bps であるため、データ (10 bit) 転送には 5 ミリ秒サーバとクライアント間の通信は無線 LAN (11 Mbps) により約 50 ミリ秒要する。そのためワーストケースにおいても 2 秒以内にグループに加入することができる。この値からも、DACS のグループ加入に要する時間は大変短いものであることが分かる。

集まった場においてのグループ構築の方法には、関連研究の「なかよし」⁹⁾で示されているような加入グループを選択する方法も考えられる。そこで我々はリストからグループを選び、ユーザ名とパスワードを入力してログインするような評価用のアプリケーションを作成した。同じ被験者 4 人に 10 回使用してもらったところ、平均で 4.97 秒要するという結果を得た。このようなアプリケーションは集まった後に使用されるものであり、まずその時点で DACS においてグループが構築できる以上に新たな手間がかかることになる。さらに、グループへの加入・離脱の際にはそれぞれ新たな手続きが必要となり、ユーザにとってはわずらわしい作業であるといえるであろう。

「実世界上の距離が近い = 同じグループに属して作業をしている」という DACS の概念は誰にでも理解しやすいものであるが、このようなグループを選択する場合はどこに誰がいるのかという情報を知らなければならなかったり、入力ミスによって誤って別のグループに加入してしまったりする可能性も生じる。提案システムはグループ構築の際の手間を軽減したと同時に、正しいメンバでグループを構築できるという点でも優れているといえる。

6.3 DACS アプリケーションに関する評価実験

グループを構築した際に、その場で様々なモノからシームレスに情報を取得し、グループメンバにおいて情報を効率良く共有できるかどうかを評価するために、スケジュール調整システムを用いて評価実験を行った。

6.3.1 実験環境

被験者は 5 人を 1 グループとして、7 グループを対

象に行った。被験者に対し「5 人全員参加できる最も早い会議開催日を決定せよ」というタスクを与え、このタスクについて、今回実装したスケジュール調整システムを用いた場合と、手帳を用いた場合の 2 通りの方法で話し合いをしてもらい、決定までにかかる時間と決定日の正確性を比較した。ただし、条件として以下の項目を与えた。

- 1 カ月の間に会議開催日を設定する。
- 会議開催時刻は 9 時 ~ 18 時の間とする。
- 会議は平日 (月 ~ 金) に行うものとする。
- 会議所要時間は 3 時間とする。
- 会議開始後 30 分間の遅刻者は認めるが、遅刻者は全メンバの半数を超えてはならない。

個人のスケジュールは、あらかじめ毎日予定の入ったものを用意し、決定されるべき適切な日程を 1 日決めておく。本実験を行うにあたって会議開催日として適切な順序を以下のように定めた。

- (1) 全員が一致して初めから終わりまで参加できる。
- (2) 1 人が遅刻するだけで全員が参加できる。
- (3) 2 人が遅刻するだけで全員が参加できる。
- (4) 1 人が欠席すれば残りの全員が参加できる。
- (5) 2 人が欠席すれば残りの全員が参加できる。

ここで最適な日 (1) を設けると、容易に答えが分かってしまうため、次に適切である日 (2) を 1 日だけ用意した。話し合いによってこの適切な日程を導くことができたかどうかで決定日の正確性を判断する。

6.3.2 実験結果と考察

決定にかかった時間は、実装システムでは 3 分、手帳を用いた場合では、7 分、決定日の正確性については、実装システムでは 86%、手帳を用いた場合では 71% であった (表 2)。

このことから、本システムを用いた場合、適切な日程を 2 倍程度の速さで導くことができることが分かる。これは、手帳を用いてスケジュールを決定する場

表 2 決定にかかる時間と決定日の正確性

Table 2 Time concerning determination & accuracy of a determination day.

測定グループ	実装システム		手帳を用いた場合	
	時間	正誤	時間	正誤
1	3分07秒	×	7分45秒	×
2	3分20秒		12分05秒	
3	2分43秒		7分17秒	
4	2分54秒		3分24秒	
5	4分26秒		7分55秒	
6	4分15秒		3分37秒	
7	3分31秒		8分52秒	
平均	3分28秒	85.7%	7分16秒	71.4%

: 条件 (2) の日程を選択 ×: 条件 (3) の日程を選択

合、口頭で各自が予定を言い合ってスケジュールを確認していったのに対し、本システムでは全員の予定を全メンバの予定を収集し、会議の開催時間に合わせて空いている時間を表示する機能があったため、候補日を絞りやすかったからだと考えられる。また、手帳を用いた場合には他のメンバの予定をメモ用紙などに記録してまとめるといった作業が必要とされていたのも時間が多くかかった要因となった。

決定日の正確性の結果から、本システムを用いた場合には1グループが、手帳を用いた場合には2グループが正しくない日程を導いた。これは本システムの場合は実験の意図がユーザに対してきちんと伝わらず、候補日の中から最適な日を見つける前に探索をやめてしまったことが原因として考えられる。一方、手帳を用いた場合には最適な日を見つけるためには対象の期間の1カ月の予定を全員で確認していかなければならず、途中で候補の日の予定を聞き間違えたり、聞き忘れたりしたため正しい結果を導くことができなかった。参加人数が多い場合は、手帳の場合は最適な日を見つけるのはさらに難しくなるが、本システムでは人数に関係なく、対応できるであろう。

実験の様子を観察していたところ、被験者である5人の学年が異なっていた際に手帳を用いて口頭で自分のスケジュールを述べる場合、下の学年の者が上の学年の者の意見に左右されたり、自分の考えをうまく伝えることができずにいるというシーンが何度か見受けられた。本システムを用いた場合には名前やスケジュールの内容は表示されずに予定の時間帯のみ他者に公開されるため、このように立場が強い人や声の大きな人の意見に左右されずに日程調整を円滑に行うことができた。さらに、他のメンバに自分の予定の内容を知られないため、口頭で自分の予定を述べていく従来の方式に比べプライバシーを保護することができたといえる。

今回は手帳と比較を行ったが、PCどうしの通信しかサポートしていないような従来のグループウェア環境においてスケジュール調整を行う場合についても考えてみる。個人個人がPDAやPCや手帳などまったく違った媒体でスケジュールを管理していた場合、現状ではそれらをすべて統合するようなアプリケーションは存在していないため、手帳の場合と同様に予定を口頭で伝え、誰かが全員の予定をまとめる必要が生じてしまう。あらかじめ各個人がPDAやPCによって電子的にスケジュール管理をしていた場合であっても、相互に互換性がなければ同様の作業が必要となるであろう。DACSでは無線タグによりモノと情報を結び付

けることができるため、紙の手帳であっても、電子的なデータが用意されていれば、PCやPDAのから得られた情報とあわせてスケジュール調整を行うことが可能となる。

7. おわりに

ノートPCなどの情報端末を各自が携帯して集まって作業する光景をしばしば見かけるが、グループ作業を行う場ではユーザの負担になる様々な設定などの手続きが必要である。そこで本稿では、一定距離内に集まった人やモノを自動的に認識し、協同作業の場を構築するシステムDACSを提案し、RFIDを用いて実現した。そしてアプリケーション例として、ファイルの送受信、本と電子ライブラリ間でのリンクシステム、プロジェクタシステムとスケジュール調整システムを実装した。さらに評価としてSpiderを用いた距離の測定に関する評価実験、グループ構築に関する評価実験、スケジュール調整システムを用いたDACSアプリケーションに関する評価実験を行った。その結果、DACSは近づくことだけでグループを構築でき、身の回りにある様々なモノから情報を取得し、その情報をグループ作業の場で有効に用いることが可能であることを確認した。

会議室以外の環境での利用を考えたアプリケーションの提案や、場に存在する不要なモノの排他制御、セキュリティに関する問題の解決などが今後の課題である。そして、実際の作業の場で長期使用をしてもらい、ユーザフィードバックを得ることでシステムの使いやすさや有効性を検討し、より快適な協同作業空間の構築を目指していく。

参考文献

- 1) 中田愛理, 平山 拓, 宮本真理子, 岡田謙一: 距離による動的なマルチキャストグループの構成, 情報処理学会第62回全国大会, pp.23-24 (2001).
- 2) 平山 拓, 中田愛理, 宮本真理子, 岡田謙一: ユーザ間の距離に基づいた動的なマルチキャストグループの構成, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO 2001)シンポジウム, pp.61-66 (2001).
- 3) 中田愛理, 大菅直人, 平山 拓, 宮本真理子, 岡田謙一: DACS: Distance Aware Collaboration Systemの設計と実装, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービス研究会, GN-43-21, pp.121-126 (2002).
- 4) 椎尾一郎, 早坂 達: モノに情報を貼りつける—RFIDタグとその応用, 情報処理, Vol.40, No.8, pp.846-850 (1999).

- 5) 暦本純一: InfoRoom: 実世界に拡張された直接操作環境, 情報処理学会シンポジウム・インタラクシオン 2000 論文集, pp.9-16 (2000).
- 6) 嵯峨山雄也: ボディ・コミュニケーション: 動作でつくるよい人間関係, 勁草書房 (1990).
- 7) Streitz, N., Geisler, J., Holmer, T., Konomi, S., Muller-Tomfelde, C., Reischl, W., Rexroth, P., Seitz, P. and Steinmetz, R.: i-LAND: An interactive Landscape for Creativity and Innovation, *Proc. ACM CHI'99*, pp.120-127 (1999).
- 8) 松倉隆一, 渡辺 理, 佐々木和雄, 木島裕二: オフィスでの移動を考慮した対面コラボレーション環境の検討, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.7, pp.3075-3084 (1999).
- 9) 倉島顕尚, 前野和俊, 市村重博, 田頭 繁, 武次将徳, 永田善紀: 集まったその場での協同作業を支援するモバイルグループウェアシステム「なかよし」, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.5, pp.2487-2496 (1999).
- 10) 森岡靖太, 村井信哉, 田仲史子, 杉川明彦: 使用場所の制約のない対面会議支援システム, OFS97-43, 信学技報, pp.19-24 (1997).
- 11) 角 康之, 江谷為之, シドニーフェルス, ニコラシモネ, 小林 薫, 間瀬健二: C-MAP: Context-aware な展示ガイドシステムの試作, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2866-2877 (1998).
- 12) Want, R., Hopper, A., Falcao, V., Gibbons, J.: The active badge location system, *ACM Trans. Info. Syst.*, pp.91-102 (1992).
- 13) 綾塚祐二, 松下伸行, 暦本純一: Gaze-link: 実世界指向ユーザインタフェースにおける「見ているものに接続する」というメタファ, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1330-1337 (2001).
- 14) 綾塚祐二, 暦本純一, 松岡 聡: Ubiquitous-Links: 実世界環境に埋め込まれたハイパーメディアリンク, 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会, HI-67-4, pp.23-30 (1996).
- 15) Want, R., Fishkin, K., Guijar, A. and Harrison, B.: Bridging Physical and Virtual Worlds with Electronic Tags, *Proc. ACM CHI'99*, pp.370-377 (1999).
- 16) 大菅直人, 中田愛理, 平山 拓, 宮本真理子, 岡田謙一: 距離に基づいた共同作業支援システム DACS の提案, 情報処理学会第 64 回全国大会, pp.441-444 (2002).

(平成 14 年 6 月 26 日受付)

(平成 15 年 2 月 4 日採録)

推薦文

本論文は、対面コラボレーションを支援するグループウェアシステムに関するものである。論文では人間

がコミュニケーションの目的に応じて自然と対人距離を使い分けしているという点に着目し、協同作業空間の構築に距離という概念を導入している。人が集まった場においてユーザ間の距離を考慮すると同時に、周囲に存在するモノを距離的に検知することにより、作業空間に存在するオブジェクト間のシームレスな情報交換を実現している点が興味深い。さらにハードウェア的な側面とアプリケーションの面から評価実験を行うことで提案概念の有用性を示しており、実世界上の距離の利用が協同作業空間の構築において新たな可能性を示唆するものであると考え、推薦対象とした。

(GN 研究会主査 星 徹)



中田 愛理 (学生会員)

2001 年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。現在、同大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻情報通信メディア工学専修修士課程に在学中。グループウェアの研究に従事。



平山 拓 (学生会員)

2001 年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。現在、同大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻情報通信メディア工学専修修士課程に在学中。グループウェアの研究に従事。



大菅 直人 (学生会員)

2002 年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。現在、同大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻情報通信メディア工学専修修士課程に在学中。グループウェアの研究に従事。

宮本真理子

2000 年慶應義塾大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻修了。三菱情報システム株式会社勤務。



岡田 謙一 (正会員)

慶應義塾大学理工学部情報工学科教授, 工学博士。専門は、グループウェア, コンピュータ・ヒューマン・インタラクシオン。1995 年度情報処理学会論文賞, 情報処理学会 40 周年記念論文賞, 2000 年度情報処理学会論文賞受賞。