

距離情報に基づく動的な協調作業支援

大菅 直人[†] 中田 愛理[†] 江木 啓訓[†] 重野 寛[†] 岡田 謙一[†]

概要:

近年, 生活環境のいたるところに情報処理能力を持った機器が存在するようになった. 協調作業を行う場でも多種多様な情報機器が利用されている. このような環境において, より効率的で質の高い作業を行えるよう支援する研究が行われている. 本稿では, 協調作業の場に存在する人・モノの間の距離に基づいて協調作業支援を行う手法を提案する. 実空間における実距離を認識しユーザにその時々で必要となるサービスを提供する. 一方, 情報空間において仮想距離という概念の導入を行い, 様々なデータを協調作業の場で有効に利用できるよう支援する.

Supporting Cooperative Work based on Dynamic Distance Awareness

Naoto OHSUGA^{††}, Airi NAKADA^{††}, Hironori EGI^{††}, Hiroshi SHIGENO^{††}, Ken-ichi OKADA^{††}

Abstract:

In recent years, many equipments in our life environment are capable of information processing. Various information technology devices are used in cooperation working scenes. In this kind of situation, many researches which aim at supporting cooperation working are conducted. In this paper, we propose a way, which enables smooth cooperative work by recognizing the distance between the users and the objects that are existent in cooperation working scenes. On the other hand, we propose a idea introducing virtual distance to information data. Using the virtual distance, we enables various data to be used in cooperative work effectively.

1 はじめに

我々が普段何気なく集まり, 協調作業を行っている場には様々な情報処理能力を持った機器が存在する. それぞれが持ち寄ったノート PC や部屋に備え付けの PC, ワークステーション, プリンタ, プロジェクタ, 大画面ディスプレイなどである.

対面環境における協調作業においては, 現実空間で人間同士が直接インタラクションを行えるため, 様々なノンバーバルコミュニケーションを通じて情報を伝達することが可能である [1].

これは, 分散環境における協調作業には無い利点であり, 意思の疎通がはかりやすく, 円滑な協調作業を行うことが容易であると考えられる.

対面環境の大きな特徴として, 作業に関係する人・モノが各ユーザから距離的に近い範囲に存在する点が挙げられる. また, 発表者が前方に移動したり, 使用するモノが持ち込まれたりすることによってその距離も変化する. 本稿では, この点に着目し, 距離情報とその動的な変化を利用した協調作業支援手法を提案する.

また一方, 情報空間にはユーザが保持する様々なデータが存在する. この様々なデータを協調作業において有効に活用することができれば, 作業の効率ならびに作業の質を高めることがで

[†]慶應義塾大学理工学部

^{††}Faculty of Science and Technology, Keio University

きる．本稿では情報を円滑に利用出来るよう支援するために，仮想距離という概念を導入する．仮想距離とは，情報空間におけるデータに対し仮想的に付加する距離の概念である．実世界と同様，この仮想距離に基づきデータの分類・利用を行う手法について検討する．

2 Distance Aware Computing の概要

以下では Distance Aware Computing [2] [3] について述べる．

2.1 想定する環境

人々はコミュニケーションを行う際に必ず場を形成する．社会において形成される場としては会議・講義・演説などの場が考えられる．場には種類があり，同期/非同期という時間的特性や，対面/分散という空間的特性によって分類される．我々はこのような様々な場が存在する中で，時間と場所を共にしている集団，すなわち同期対面環境における集団での作業を支援対象としている．

作業を行う場には，それぞれが持ち寄ったノート PC や部屋に備え付けのプロジェクト，プリンタ，大画面ディスプレイ，また文献や資料などが存在しているものとする．

2.2 距離情報に基づいた協調作業環境

Distance Aware Computing とは協調作業空間における「距離」情報を基に支援することを目的とした協調作業支援環境である．

ここで対人距離という概念について概説する．対人距離とは，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.E.T は以下の4つに分類した [4] ．

- 密接距離 (0 ~ 45cm) 他人の身体と密着している距離
- 個体距離 (45 ~ 120cm) 対話や会話の距離

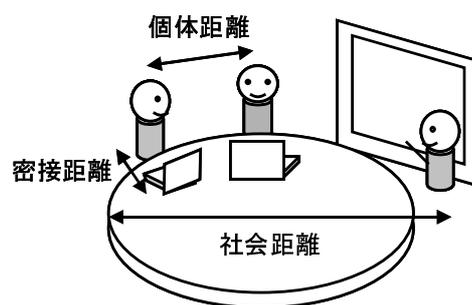


図 1: 対人距離と空間

- 社会距離 (120 ~ 360cm) 会議，討議，討論，ビジネスのための距離
- 公衆距離 (360cm 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は異なる．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言える．このように距離情報とは，人と人との関係を示す上で重要な尺度となり得る．

我々はこのような対人距離の概念は人とモノの間に対しても当てはまると考えている．図1に一般的な会議の様子を示した．このような状況で，人は自分個人の所有物であるノート PC を常に手元に置き (密接距離)，プレゼンターとその発表画面からはある程度の距離をおく (社会距離)．また，会議中にとりに座る人物は仕事上・交友上，近い関係にあるものが座ると考えられる (個体距離) ．

このように，人は経験から人・モノとの間の距離を適切に保とうとする．そこで，Distance Aware Computing では，この距離を検知し，人・モノの関係性を認識する．そして，この情報を基にその時に適した協調作業の場を構築する．

3 実距離に基づく動的なサービス提供

本章では，協調作業の場において Distance Aware Computing の概念に基づき，人・モノ

の間の距離に基づき動的なサービスを提供する手法について述べる。

3.1 研究のアプローチ

協調作業を実際に行う場では様々な作業が発生する。議事録などメモの作成，URLの参照，資料などの送受信，プロジェクタでの資料表示，スケジュールの確認・入力，関連資料の検索・表示などである。

これら個々の作業は協調作業において必要なものである。しかし，このような端末上での作業がしばしば発生することによって，本来の実世界での作業に集中できず，その流れを阻害してしまう場合が生じる。特に議論が活発になる話し合いの場では端末操作に気をとられることは大きな弊害になることが予想される。

このような問題を解決するには，現在場においてどのような作業が行われていて，ユーザが今何を欲しているのかをシステムが動的に認識し，その瞬間に適したサービスをユーザに提供する必要がある。そこで我々は，場においてどのような作業が行われようとしているのか，ユーザがどのようなサービスを欲しているのかを認識する尺度として距離を用いる。

3.2 実距離による動的なサービス提供

本研究では，実空間における人・モノの間の距離を検知し，その関係を認識することにより，必要なサービスを適切なタイミングで提供する手法を提案する。

2.2節で述べたように，人は他者と何らかのコミュニケーションを行う場合，適切な距離を意識的・無意識的に保とうとする。我々はこのような関係は対象がモノの場合においても同様であると考えている。

距離は人間にとって馴染み深い概念であり，我々は日常生活において意識的に，又は無意識的に距離を利用している。これは協調作業の場においても同様である。プロジェクタを使用しプレゼンテーションを行う場合，プロジェクタのスクリーン近くに存在するのは実際に発表

を行う人間である。逆に発表を行わない人間は自然とスクリーンから一定の距離を保つ。また，資料として文献を利用する場合は，その文献は本棚から討論の場の机上へと持ち込まれることになる。机の上に全く必要のない本が置かれているとしたら，その場の人間はそれを邪魔なものに感じるだろう。そして，誰かがその本を本棚へと戻すことになると考えられる。

このように，場における人・モノの間の関係性は，実距離に反映されていると我々は考察する。この考えをもとに，本研究ではある任意のオブジェクトを中心として考え，その他のオブジェクトとの距離を検知することにより，どのオブジェクトとの間に密接な関係があるか，どのオブジェクトの間では関係が希薄かを認識する。これにより，その時の状況にあわせてサービスを動的に提供することが可能となる。

距離の検知にはRFID(Radio Frequency Identification)システムを利用する。これに関しては5章で詳しく説明する。

3.3 具体的なサービス例：プロジェクタシステム

我々は距離に基づき，動的にサービスを提供する具体的なシステムとしてプロジェクタシステムを提案する。このシステムは，プロジェクタによりスクリーンに映し出される画面を中心として，その画面から人が遠くに存在するか，近くに存在するかにより，異なったサービスを提供するシステムである。

プロジェクタシステムの利点として以下のような事が挙げられる。第一に「近付く」「遠ざかる」といった行動を認識し，適切なタイミングでサービスを提供できる。プレゼンタは，プロジェクタに近づくことにより，プロジェクタ操作に必要なサービスの提供を即座に受けることができる。これにより，プレゼンタの交替をスムーズに行うことが可能となる。

第二に「近い」「遠い」という状況を基にしたサービスが可能となる。プロジェクタからの距離に基づき，異なった操作権限を与えること

ができる。プロジェクトに近い人間には、プレゼンタとして必要となるサービスを提供し、ある程度離れた人間には聴衆として有用なサービスを与えることが可能となる。また、プロジェクトの近接に存在するユーザの人数を認識することにより、プロジェクト画面を無駄なく共有することも可能となり、場のリソースを有効に利用できる。

4 仮想距離による情報分類

3章では、実距離に基づく協調作業支援について述べた。本章では、作業を行う実世界ではなく、ユーザの持つ様々なデータが保存されている情報空間に目を向ける。

4.1 仮想距離の導入

対面環境で作業をする際に必要となる情報を考えた場合、そのときその場に必要な情報にできるだけ早くそして手軽にアクセスできるようになっていることが望ましいと考えられる。しかし、「そのときに必要な情報」とは作業の上で常に変化するものでありあらかじめ決定しておくことは困難である。

そこで我々は、情報空間に存在するデータに対し距離という概念を付加することを提案する。対人距離の概念に基づいて仮想距離を導入すると、ユーザと密接な関係にある情報は「ユーザとの距離が近い」と表現され、ユーザとの関係が希薄ならば「ユーザとの距離が遠い」と表現される事となる(図2)。

情報空間に存在するあらゆるデータに対し、仮想距離を適切に付加することにより、どのデータをユーザが欲しているのかをある程度判別する事が可能になると考えられる。これにより、データのアクセシビリティ・ユーザビリティを高め、協調作業の場でのデータの流れを円滑にすることを旨とする。

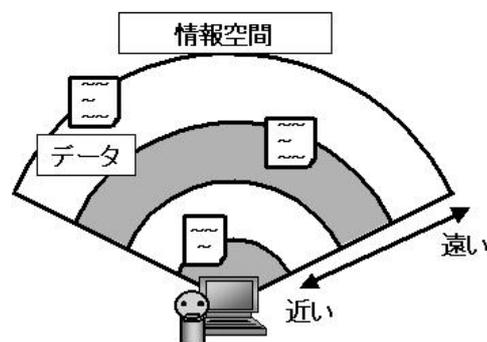


図 2: 仮想距離の概念

4.2 仮想距離による分類

情報空間に存在する情報に仮想距離が付加されていると考える。この各情報を対人距離の概念を取り入れて分類すると、以下の4つに分類できる。

- 密接距離情報
ユーザにとって密接な関係にある情報。他の人間からは一切アクセスできない。
- 個体距離情報
ユーザとともに行動する情報。プロジェクトなどの対象にユーザが近付いた際に利用される。
- 社会距離情報
ユーザの持つ情報の内、グループ内で利用されるべき情報。作業グループ内で共有される。
- 公衆距離情報
ユーザの持つ情報の内、公開されるべき情報。Webなどを利用し発信される。

本稿では、この4つの分類に基づき、協調作業の場においてユーザがデータの利用・共有を円滑に行えるよう支援することを旨とする。

5 プロジェクトシステムの実装

RFIDシステムを利用して実距離の検知を行うプログラムを実装した。

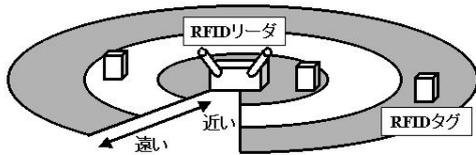


図 3: RFID を利用した複数の距離帯の検知

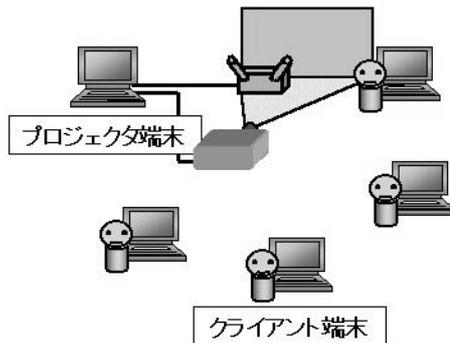


図 4: システム構成

また、実距離・仮想距離の両概念を取り入れたシステムのプロトタイプとして、プロジェクタシステムを実装した。

5.1 RFID による距離検知

距離によってサービスを提供するためにはユーザと対象との距離を検知しなければならない。そこで我々は RFID システムを利用して距離検知を行った。

RFID では個々の物体につけられたタグが発信する電波をアンテナで受信することにより、ある一定距離内に存在する物体を認識することができる。そこで、このアンテナの感度を一定時間ごとに変化させることにより複数の距離帯を周期的に走査し回りのタグとの間の距離を検知することとした (図 3)。

5.2 プロジェクタシステムの構成

図 4 にプロジェクタシステムの構成を示す。

プロジェクタシステムは主にクライアント端末、プロジェクタ端末から構成される。クライアント端末とは各ユーザの使用する端末である。

ユーザはクライアント端末を操作することにより、プロジェクタ画面の操作を行う。プロジェクタ端末とは、常にプロジェクタに接続された PC である。この端末には RFID リーダが接続されており、クライアント端末の検知、距離の認識を行う。また検知したクライアント端末に対し、プロジェクタ画面の操作機能を提供する。

5.3 プロジェクタシステムの機能

今回プロジェクタシステムに実装した機能を以下にまとめる。

- 発表者の資料表示機能
プロジェクタのデータを投影するスクリーンから個体距離以下 (120cm 以下) に近付いたユーザを発表者として認識し、画面操作権を与える。
プロジェクタの画面は最大 4 つに分割され、複数のユーザが近付いた時には 4 人までのデータを一度に画面に表示することが可能である。これによりホワイトボードの前で複数の参加者が集まってインタラクションを行うのと同じように、プロジェクタの画面を利用することが可能となる。
- マウスカースール表示機能
プロジェクタのデータを投影するスクリーンから社会距離以下 (360cm 以下) にいるユーザは聴講者として認識する。発表資料について疑問に思った点や指摘したい箇所があった場合に利用できるようカーソル表示機能を提供する。
- データに対する仮想距離ラベル設定
プロジェクタシステムで仮想距離を利用するために、ユーザの手によってデータに対して仮想距離を設定する機能を実装した。
ユーザが近付いた事を認識すると、プロジェクタシステムは仮想距離によりラベル付けされたデータが存在する場合、個体距離情報に設定されたデータをユーザ

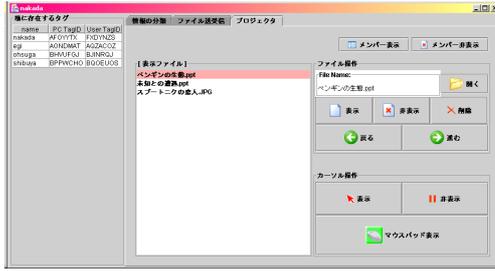


図 5: プロジェクト操作画面

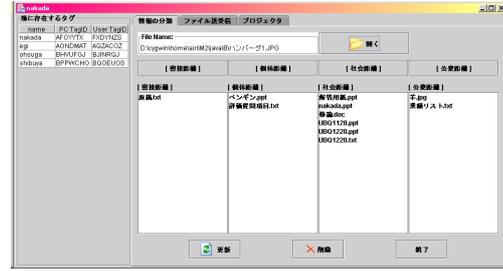


図 7: 情報の分類

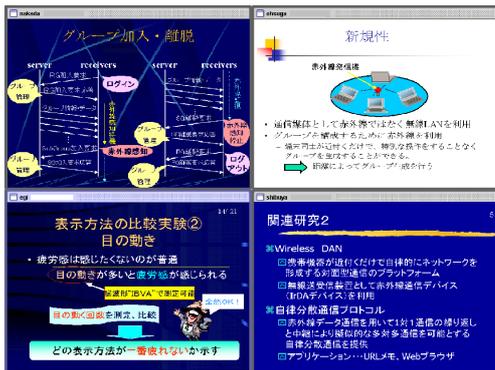


図 6: プロジェクト画面 (4 人のユーザが表示)

に対して発表資料の候補として提示を行う。候補が複数あった場合はユーザに選択を促す。これにより、ユーザは意図した距離に置かれたデータを用いて発表を行うことができる。

5.4 実装画面

プロジェクトシステムの実装画面を示す。

図 5 がクライアント端末に表示される操作画面である。

図 6 はプロジェクトに 4 人の人間が近付いた際の投影画面である。この図の例では、4 人のユーザに対し 4 分の 1 ずつの画面を提供している。

図 7 にデータに対し仮想距離によるラベル付けを行うための設定画面を示す。

6 おわりに

本稿では、実空間における実距離、および情報空間における仮想距離に基づく協調作業支援

の手法を提案した。ユーザは実世界と情報世界の両方からの支援を受ける事により、効率的で質の高い協調作業を行えると考えられる。

今後は、ユーザの手によって行われている仮想距離情報のラベル付けを自動化する必要がある。また、評価実験を行っていく予定である。

謝辞

本研究の一部は 21 世紀 COE プログラム研究拠点形成費補助金のもとに行われた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 深田博己, インターパーソナルコミュニケーション, 北大路書房, 1998
- [2] 中田愛理, 平山拓, 大菅直人, 宮本真理子, 岡田謙一, DACS: 距離に基づいた協調作業支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.4, pp.1177-1185(2003).
- [3] 大菅直人, 中田愛理, 平山拓, 宮本真理子, 岡田謙一, 協調作業における, プロジェクト共用支援システム, 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, 02-GN-45, pp.119-124
- [4] 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