

在宅勤務者の疎外感の解消を実現した 位置アウェアネス・アウェアネススペースに 基づく仮想オフィス環境

本田 新九郎[†] 富岡 展也^{††} 木村 尚亮[†]
岡田 謙一[†] 松下 温[†]

本稿では、在宅勤務の問題点である、コミュニケーションの機会の減少からくる個人の心理負担、社会からの疎外感を解消した仮想オフィスシステムについて述べる。システムでは、オフィス内での自然なインフォーマルコミュニケーションの実現のために、コミュニケーションの支援技術であるアウェアネスの概念を発展させた「位置アウェアネス」を考慮した。位置アウェアネスの実現に際しては、3次元仮想空間内に社員の座席を設けた「大部屋メタファ」に基づく仮想オフィスを構築した。このことにより、これまで考えられていなかったコミュニケーションの空間依存性を考慮したより自然なインフォーマルコミュニケーションが実現された。また「アウェアネススペース」という新たな概念の導入により、コミュニケーション空間とパーソナルスペースの確保の両立をはかった。個室ベースのシステムとの比較による評価から、在宅勤務における問題点解消について良好な結果を得た。

A Virtual Office Environment Based on “Position Awareness” and “Awareness Space” —An Approach to Dissolve the Estrangement Feeling of Home-office Workers

SHINKURO HONDA,[†] HIRONARI TOMIOKA,^{††} TAKAAKI KIMURA,[†]
KENICHI OKADA[†] and YUTAKA MATSUSHITA[†]

In this paper, we describe a virtual office system that dissolves the estrangement feeling of home-office workers, which comes from less opportunity of communication. In order to realize a natural informal communication in the virtual office, the system has considered the new awareness concept “Position Awareness”. We have realized the “Position Awareness” by building a virtual office based on the “Shared-Room-Metaphor” on a 3D graphics workstation. By doing this, the system enabled more natural informal communication that depends on the positional relationship. And also by introducing the new concept of “Awareness Space”, both the facility of communication and personal space was made compatible. By comparing with the result of the system based on the private room, we have gained a better result on solving the problem of home-office.

1. はじめに

東京への一局集中化にともなう通勤ラッシュの改善、オフィススペースのコスト削減や、高齢者・身体障害者・子供を持つ女性などの社会参加の可能性として、在宅勤務やサテライトオフィスへの注目が高まっている¹⁾。しかしこのような要求があるにもかかわらず

在宅勤務が普及していない理由の1つとして、コミュニケーションの機会の減少からくる個人の心理負担、社会との接点の大部分の喪失が指摘されている²⁾。

在宅勤務の実現のためには、分散環境での協同作業の実現の他に、コミュニケーションの支援が必要であり、家庭のコンピュータ、つまりデスクトップ環境での支援が必要となる。物理的に離れた人々のコミュニケーション支援の研究としては、MAJIC³⁾などのように大がかりな機材を利用するもの他に、デスクトップ環境での支援を目指したMARMAID⁴⁾などがある。オフィスワークの重要な要素としてインフォー

[†] 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

^{††} NTT データ通信株式会社

NTT Data Corporation

マルコミュニケーションの重要性が広く認められているが^{5),6)}、MAJICやMARMAIDなどはいずれも会議を支援するものであり、会議以外のコミュニケーションは支援していない。

一方会議以外のインフォーマルなコミュニケーションを支援しようとする研究では、デスクトップ環境での支援に限るとVENUS⁷⁾、Portholes⁸⁾などがあげられる。これらは仮想的な出会いを実現したり、遠隔地のメンバの静止画情報を受信することによりそのメンバの状態を知ることを可能にしたものであるが、在宅勤務者に対する会社への出勤感、チームへの参加感を与えるに至っていない。

臨場感を与える一手法として、3次元仮想空間を利用する方法がある。MASSIVE⁹⁾、Inter Space^{10),11)}、FreeWalk¹²⁾などは仮想空間を利用してコミュニケーションに臨場感を与えているが、コミュニケーションに特化されたシステムであり、本来のオフィスワークである個人の作業空間が考慮されていない。また3次元インタフェースではないが、DIVA¹³⁾では作業空間とコミュニケーションの統合をはかっており、ユーザそれぞれに作業空間として仮想的な個室を提供する手法をとっている。これは基本的には個人作業は個人のために用意された仮想空間で行い、コミュニケーションは他のメンバの個人空間を訪ねる、または会議室に集まるといったタイプのシステムである。この他に個室ベースのシステムとして、Montage¹⁴⁾、CRUISER^{5),6),15),16)}などがあげられる。現在、現実のオフィス形態としては、「1つの部屋で複数のメンバが作業をする大部屋オフィス」が一般的であり、個室オフィスに比べてインフォーマルコミュニケーションが発生しやすい環境である¹⁷⁾。そこで、仮想空間においても個室ベースのシステムでは、インフォーマルコミュニケーションの機会が大部屋ベースと比較して減少すると考えられる。このことが、仕事をするうえでの基本的な刺激の減少や個人の心理負担などにつながり、将来の在宅勤務普及への大きな障害となる。

一方、大部屋オフィスのようなコミュニケーションが発生しやすい空間は、たとえば、近隣のメンバからの質問により個人の作業が遅々として進まない、近くで数人が話をしているその声によって集中して作業ができないなど、個人作業の効率を低下させるという問題が生じる。つまり、コミュニケーション支援環境とパーソナルスペースが確保された環境の間にトレードオフが存在するのである¹⁸⁾。

そこで本稿では、在宅勤務を支援するうえで上述した問題点の解決をはかった仮想オフィスシステムを提

案する。システムでは、3次元仮想空間を利用して仮想的に大部屋オフィスを構築している。メンバは会社に出勤する感覚を得ることができ、他の社員と仮想空間を共有して作業を行う感覚を受けることができる。

提案するシステムでは、オフィス内のより自然なインフォーマルコミュニケーションを実現するために、インフォーマルコミュニケーションのきっかけの提供として注目されている「アウェアネス」の概念を発展させた「位置アウェアネス」を実現することにより、メンバに出勤感および連帯感を与えている。また、オフィス内のインフォーマルコミュニケーションの提供と、パーソナルスペースの確保の両立を目指し、「アウェアネススペース」という新たな概念を提案し、システムに組み込んだ。

以下本稿では、2章において、オフィス内のインフォーマルコミュニケーションの特徴、およびそれを実現するための「位置アウェアネス」の概念について述べる。3章にて「アウェアネススペース」の概念について述べ、4章でシステムの概要について説明する。5章において比較実験によるシステムの利用評価に関して議論する。

2. コミュニケーションとアウェアネス

組織内において、インフォーマルコミュニケーションは必要不可欠である。以下には、オフィス内のインフォーマルコミュニケーションの特徴、およびインフォーマルコミュニケーションのきっかけとなるアウェアネスについて議論し、より自然なオフィス内インフォーマルコミュニケーションの実現のために新たに提案する「位置アウェアネス」について述べる。

2.1 オフィス内インフォーマルコミュニケーション

オフィス内でのインフォーマルコミュニケーションの役割は、作業の合間のリラクゼーションばかりでなく、情報流通の手段としても重要な役割を果たしている。1つの空間に複数のメンバが存在する一般的なオフィスのインフォーマルコミュニケーションには、以下のような特徴がある。

場所 日米オフィス環境比較調査では、インフォーマルコミュニケーションが行われるのは、自席の近く、廊下、食堂、複写機コーナー、トイレの順で多く、日米に相違はない²⁾。

発生 あらかじめ予定されておらず、偶発的に発生する。

きっかけ 他人の存在・状態を認識し、その人に対して発話意思を持つ、他人の会話を第三者として聞いて、それをきっかけとして会話に参加する、ま

たそのきっかけにより別のコミュニケーションが行われるといった場合がある。

メンバ あらかじめ決定しておらず、またコミュニケーション中に動的に変化する。

この他にも、インフォーマルコミュニケーションの特徴は存在するがそれらに関しては Fish らの研究⁵⁾を参照されたい。

オフィス労働者が1室あたり何人の人数を好むかという研究から、多くの人にとって最適人数は2人から7人という報告もあり、また実際にはそれ以上の人と部屋を共有している¹⁷⁾。これは自席の近く、つまり自分の作業空間付近がインフォーマルコミュニケーションの第一の場所にあげられていることと関係している。発生やきっかけ、メンバの形態等を考えても、多くの労働者が他のメンバの存在を感じながら職務を行っている現実のオフィス環境、つまり多人数と部屋を共有する「大部屋」のオフィスは、インフォーマルコミュニケーションを行う場として最も利用されており、また発生しやすい場と考えられる。

2.2 アウェアネス

自然なコミュニケーションのきっかけは、一般的に他者の存在・行動を知ることがその第一歩であるとして、他者に関する情報を明示的に提供することによって、コミュニケーションを支援しようとする「アウェアネス」という概念が着目されている⁸⁾。ここでいうアウェアネスは、「コンピュータを用いて他の人物の存在・行動などを認識させ、そこから生じるコミュニケーションを支援する技術」と定義できる。ここで問題となるのが、どのような技術を用いればアウェアネスを提供できるかということである。アウェアネスにはその提供の仕方として、人が集まる場所などを提供し、偶然の出会いを提供する、他人の情報を提供し、インフォーマルコミュニケーションのトリガを提供するなどが考えられているが、2.1 節で述べたように実際のインフォーマルコミュニケーションは職務を行う大部屋オフィス内が最も条件を満たしているので、これまでの個人の作業空間とコミュニケーション空間をそれぞれ提供する手法では不十分であるといえる。

2.3 位置アウェアネス

オフィス内では、メンバがそれぞれ自分の空間（座席）を所有しており、他のメンバについてもどこにだれが座っているのかという情報をつねに認識している。それにより、今日はだれが欠席しているか、まただれの隣にだれが座っているかなどといった、メンバ間に共通の空間認識が生まれる。このことが作業チームの連帯感、参加感を生み出すものと考えられるが、これ

までの研究においてこのことに注目したものは少なかった。そこで本稿では、アウェアネスの中でも、人間の空間的な位置に依存するものに特に注目し、「位置アウェアネス」を新たに定義する。位置アウェアネスを提供することにより、オフィス内でのより自然なコミュニケーションの実現を試みる。

位置アウェアネスの特徴を以下にあげる。

- プレゼンスアウェアネス（存在しているか、していないか）を提供する。位置を考えないこれまでのモデル^{7),8)}などでは、存在しているの認識は提供していたが、存在していないの認識は提供していなかった。座席による位置の、存在していないの認識を提供する。
- 空間の共通認識を提供する。空間の意味付けには、グループの認識や地位の象徴などがある。たとえば、グループ内の指導者的立場の人間はそのグループのメンバを見渡せる位置に配置されることが多い。位置アウェアネスを提供することが、その人の属性や地位等の認識を提供する。また、自分の右隣の席は、その人の前の席の人にとっては左前に座っているといった認識がオフィス内のメンバの共通の認識となり、円滑なコミュニケーションを支援できる。

Portholes⁸⁾では、他のメンバの映像と音声を提供されていたが、メンバ間の物理的な距離というものが表現されていなかったため、たとえば「分からないことを他のメンバに聞きたい」といった場合に、だれに聞こうかコミュニケーションをとる相手の選択に迷ってしまうことがあった。位置アウェアネスの実現に際し、図1に示すような「大部屋」メタファを採用し、各メンバに対し個人の「座席」を用意した。そのことにより、従来の個人の作業空間や協同作業空間などを提供するシステムでは実現が困難であった大部屋オフィス内のインフォーマルコミュニケーションを、個人の作業空間とコミュニケーション空間のシームレスな移行

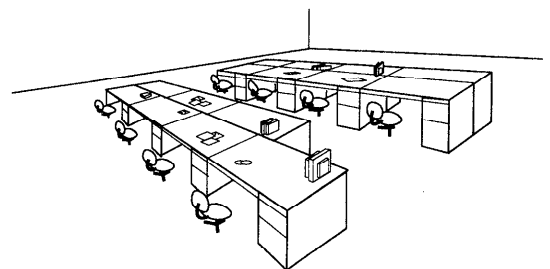


図1 大部屋メタファ

Fig. 1 The metaphor for a shared room.

を実現することにより支援していく。大部屋内では、メンバそれぞれに「座席」を設けることによって位置アウェアネスを提供し、上述した認識を提供する。

3. アウェアネススペース

これまで、遠隔にいるメンバ間のアウェアネスを、いかに支援するかについて多くの議論が行われてきた。しかし、必ずしもアウェアネスがすべて支援されることが要求されていることとは限らない。たとえば、プライバシーの問題がそうである。自分の存在を相手に知られてほしくない場合、また何をしているのかを知られたくない場合などは、アウェアネスの支援は必要でない。また他人のアウェアネス情報を邪魔だと感じる人間にとって、過剰なアウェアネスの支援は作業効率を低下させる原因になりかねない。特に管理職・専門職や技術職などは、重要な会話の第三者への漏洩、また個人作業中の他者の侵入を危惧する¹⁷⁾。つまり大部屋オフィスでは、パーソナルスペースの確保と有効なコミュニケーション環境との間のトレードオフが問題となる。

そこで本稿では、「アウェアネススペース」という新たなメタファを定義し、プライバシーの保護、パーソナルスペースの確保を実現する。アウェアネススペースとは、仮想3次元空間において他のメンバのアウェアネスを認識することができる範囲であり、自分を中心とした円形をしている(図2)。メンバはアウェアネススペース内に入った他のメンバの音声情報、効果音による動作の情報、およびリアルタイム動画画像情報を受け取ることができる(4章参照)。

アウェアネスの範囲には、以下の2つの要素が関係する。

距離 これまでは、この要素のみでアウェアネスの支援が制御されてきた。ここでの「距離」はネットワーク上の仮想的な距離を意味しており、アウェアネスの提供はこの距離に反比例する。

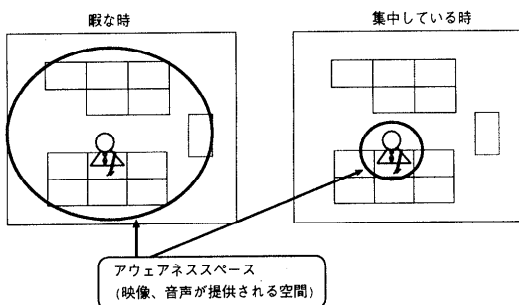


図2 アウェアネススペース
Fig. 2 The concept of Awareness Space.

集中度 人は、集中度が高いほど他人のアウェアネスを認識する範囲(アウェアネススペース)が狭くなる。また意識が散漫なときは、周りの状況に敏感になる。

この2つの要素に基づいてアウェアネスの範囲を指定することにより、プライバシーの保護と有効なコミュニケーション環境との両立が実現される。実際には図2のように、集中して仕事をしておらず比較的暇なユーザは広範囲にわたって他のメンバの映像、音声を提供される(左図)。一方作業に集中してくる(右図)と、アウェアネススペースが小さくなり、他のメンバから煩わされることなく作業を行える。暇であるか、集中しているかの判断についてはユーザが直接指定する方法や、システム内で自動的に判断する方法が考えられるが、集中度を完全に自動判断することは困難と考え、現段階ではユーザの直接指定とする。

4. 仮想オフィスシステム

オフィスのインフォーマルコミュニケーションを実現する手段として、「位置アウェアネス」および「アウェアネススペース」という2つの新たな概念を提案し、仮想オフィスシステムとして具体化した。システムではユーザインタフェースとして3Dグラフィックスで構築した仮想的な大部屋を提供し、さらに仮想の席にメンバを配置することで、位置アウェアネスの実現と、現実のオフィスで行われている自然なインフォーマルコミュニケーションを支援し、さらにパーソナルスペースの確保を実現している。

4.1 システムの特徴

4.1.1 3D 仮想空間の表現

本システムでは、3次元仮想空間でオフィスを作成し、そこにメンバが出勤することをシミュレートしている(図3)。出勤は、システム画面のメニューバーの「接続」から「出勤」を選択することにより行える。ログイン名、パスワード入力後、メンバはオフィスへの入室を許可される。オフィス内には、一辺が14mの正方形をした仮想空間に6席の対向式に並べられた机を2組配置している(図4)。メンバそれぞれの席はあらかじめ決められている。出勤するメンバは、首から下を3Dポリゴンで作成したアバタ(分身)で表現している。顔はメンバ本人の顔写真を顔型の平面ポリゴンにテクスチャ・マッピングした。顔写真は30度刻みの12方向からの写真を使用し、表示する際に適切な角度からのものに切り替えている(図5)。なお、オフィスを見渡す動作は、オフィスビュー内でマウスの左右ボタンをクリックすることにより行うことがで

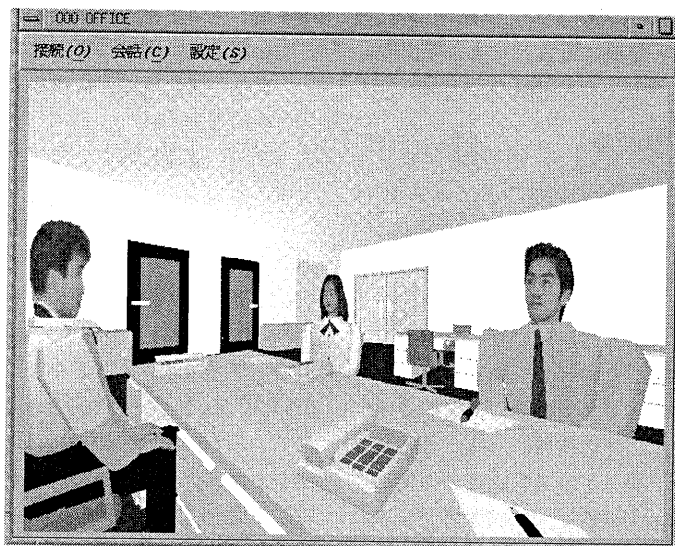


図3 オフィスのビュー

Fig. 3 The office view.

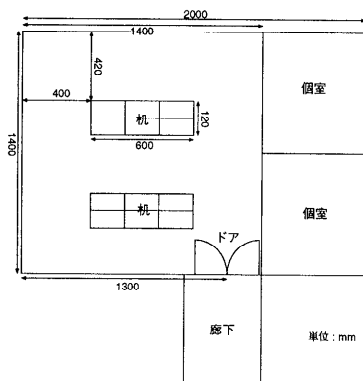


図4 机のレイアウト

Fig. 4 The layout of desks.

きる。

4.1.2 コミュニケーション

メンバの位置関係に基づく3次元音場を提供することにより、音声通信によるコミュニケーションを支援している。1人のメンバの音声は、すべてのメンバにその距離と方向に基づいた音量、音質で同報される。また、2人のメンバが正面を向き合った場合には動画像転送を行い、ジェスチャーなどのノンバーバルな情報を伝達している(図6)。席の離れたメンバ同士が近付いてコミュニケーションを行いたい場合は、メニューバーの「会話」からメンバを選択することにより、席を立てて話しかけに行くことができる。話しかけにいったメンバは、目的のメンバの席の斜め後ろに中腰になる。話しかけのための歩行、および出勤時

のドアから着席までの歩行は、すべて自動操作で行われる。歩行者には歩行シーンの3Dアニメーションが提供され、また他のメンバは歩行しているアバタを認識することができる。

4.1.3 アウェアネススペース

メンバの現在の作業状況に応じてアウェアネススペースの広さを設定することができる。設定は、システム画面のメニューバーの「設定」から選択することにより行う。メンバには選択した広さに応じた音声の提供が行われ、また正面を向き合った場合の動画像転送が、アウェアネススペース内のメンバ同士にのみ作動する。

広さは次の3段階の設定がある。

WIDE 部屋全体のアウェアネスが提供される。個人作業よりもコミュニケーションに重点がおかれ、オフィス全体の雰囲気を知ろうとする状態時に利用する。

NOMAL 比較的近いメンバ(同じ机の島のメンバ)の範囲。

NARROW 隣席、背後を通るメンバの範囲。個人作業に集中していて他に煩わされたくない状態のときの設定。

なお、音声および映像の提供以外に、アウェアネススペースを変化させるとオフィスビューのモザイク処理が変化する。WIDEの状態ではモザイク処理が施されず、NARROWの状態のとき、オフィスビューには図7のようなモザイクがかかる。NOMAL時はこの中間である。これは人間の視覚が、集中している物に

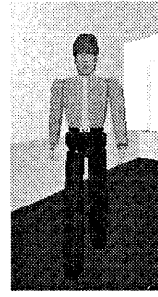
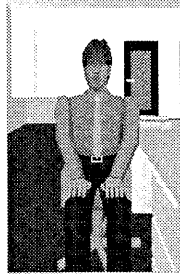
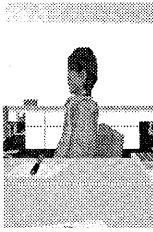


図5 メンバの-avatar

Fig. 5 The avatar of a member.

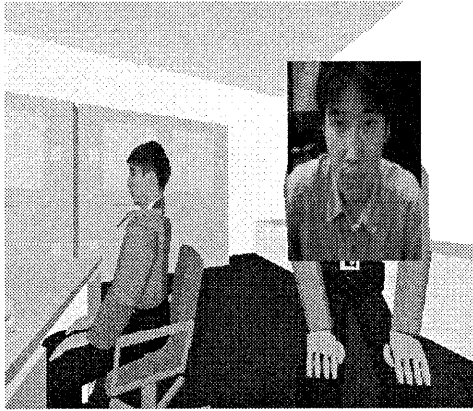


図6 動画像によるコミュニケーション

Fig. 6 The communication using video.

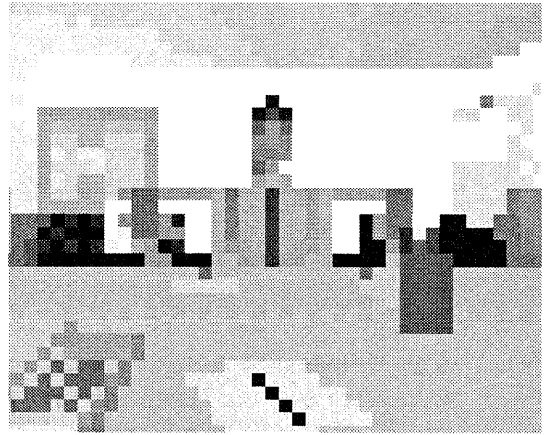


図7 モザイク処理

Fig. 7 A mosaic process.

対しては外形や色彩をはっきり認識し、また周辺視野では物の運動を察知することが得意となる¹⁹⁾ことを考慮して、モザイク処理を施すことにより他のメンバーの-avatarがだれであるのかの認識できないが、動作の認識はできる状態にするためである。

なお、個人作業に集中していてアウェアネススペースがNARROWのメンバーには、-avatarにヘッドフォンを装着することにより、その人が作業に集中しているということを他のメンバーに対して認識させている。

出勤時は部屋全体に意識があると判断しWIDEに設定されている。その後作業状態に応じて適宜変更を行う。

4.2 システム構成

図8にシステム構成の概略を示す。以下に、ハードウェア、ソフトウェアの構成を説明する。

ハードウェア構成 本システムは、サーバホスト、クライアントホスト、それを結ぶ通信回線、その他のデバイスによって構成される。サーバおよびクライアントホストには、SGI (Indy) およびUNIXワークステーション (Sun SparcStation20) を使用した。Indyには、メンバーの映像を取り込むた

めのカメラが付いている。ワークステーション間は、映像ストリームの回線としてFDDI、シグナル回線としてEthernetで接続されている。

ソフトウェア構成 ソフトウェアは、以下に説明する4つのモジュールで構成される。それぞれのモジュールはC++を用いて実現されている。

ログインサーバ 各メンバーの出勤・退社の管理を行う。メンバーが出勤すると、ユーザプロファイルを検索し、出勤したメンバーの座席の位置や、現在出勤しているメンバーの情報を、出勤したメンバーおよびすでに出勤しているメンバーに通知する。また、メンバーのアドレス情報も伝達する。

位置サーバ 動的に変化するメンバーの位置や向きを、他のメンバーに通知するためのサーバである。向きなどを変更したメンバーは位置サーバにその位置を送信し、サーバから他のメンバーへ同報される。メンバーが出勤した場合は、ログインサーバからそのメンバーの位置の初期値の通知を受ける。

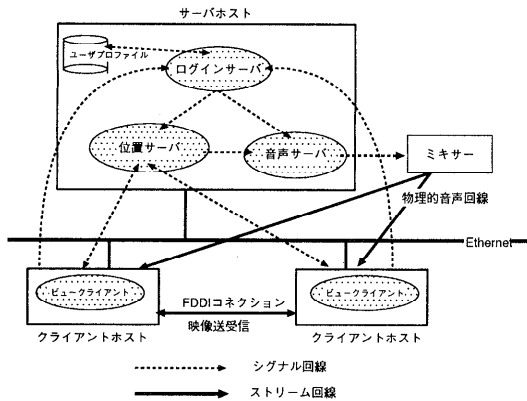


図 8 システム概略

Fig. 8 The system overview.

音声サーバ 位置サーバからの位置情報に基づく音声の制御をミキサーを用いて行う。ミキサーでは、各メンバの音声を3次元に定位し、配送する。音声ストリームに関しては実装の都合上ネットワークを介さず物理的回線を使って直接送信している。

ビュークライアント ローカルで起動するプロセスであり、出勤と同時に、ログインサーバ・位置サーバに接続される。3次元の仮想オフィスビューは、OpenGL²⁰⁾を用いて提供している。必要に応じてカメラからの入力をFDDIを通じて送信し、他のメンバから送られてきた画像を、仮想オフィス空間内に、適切な大きさ、場所に表示する。

5. システム評価

5.1 方法および条件

実装した仮想オフィスシステムを用いてデモンストレーションを行い、アンケートによる評価を行った。評価は、本研究のシステムにおいてオフィス空間を個室ベースに変更し、メンバそれぞれに仮想的な個室を与えた比較システム(図9)を構築し、両システムの比較という形式で行った。比較システムのオフィスレイアウトを図10に示す。比較システムでは、MAS-SIVE, Inter Space, FreeWalk などのように仮想空間をマウスを利用して自由に動き回れるように設計した。また個室には窓を設け、中にメンバがいるかどうかを認識できるようにした。それぞれのシステムは社員6人のオフィスを想定して6名分の座席または部屋を用意してある。デモンストレーションは、あらかじめ被験者にシステムに参加する社員それぞれの顔、座席または部屋の位置を説明し、システムの基本的な

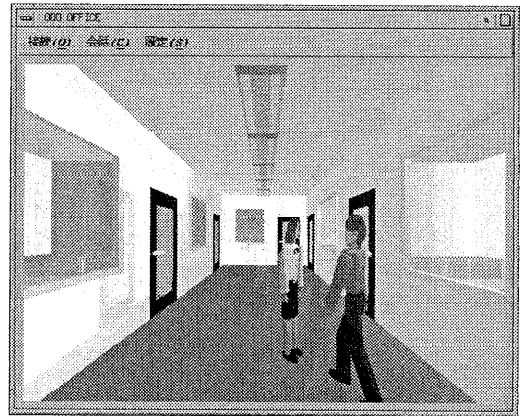


図 9 個室ベースの仮想オフィス

Fig. 9 The virtual office based on the private rooms.

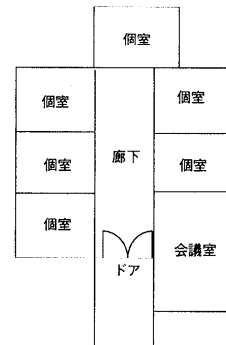


図 10 個室システムのレイアウト

Fig. 10 The layout of the private room system.

操作方法、機能を説明した後、すでに3人の社員が出勤している状態から被験者2人を出勤させた。全社員6人中、1人の社員は欠勤しているということとしたが、このことは被験者には知らせなかった。あらかじめ出勤している社員については実験協力者がその動作を行った。出勤完了後、個人の作業空間(大部屋または個室)について説明し、移動してのコミュニケーションなど、システムが提供する機能を実際に利用してもらった。デモンストレーションでのアウェアネススペースの設定は、出勤時はWIDEとし、後にNORMALおよびNARROWの説明を行った。システムを起動したワークステーション5台はすべて同室にあり、3台のSGIマシンのうち、被験者が使用する2台は隣合わせであった。残りの1台のSGIマシン、および2台のSUNマシンは離れた場所に設置してあり、直接顔を見ることはできない状況であった。なお、メンバ間の声は直接届く範囲であった。被験者は研究室の学生24人で、すべてコンピュータの使用に慣れた人間であった。システムの使用順序の効果は、デモン

表1 個室オフィスとの比較実験におけるアンケートによる評価結果
 Table 1 Results of the questionnaire data from the comparative experiment with a private room office.

質問項目	大部屋オフィス 平均得点	個室オフィス 平均得点	Wilcoxon の符合付 順位検定 p 値
1. だれがどこにいるかが分かった	3.67	1.67	**0.0022
2. 他のメンバに話しかけやすい空間だと感じた	3.33	1.83	**0.0022
3. 他のメンバが身近に感じられた	3.00	1.33	**0.0033
4. 他のメンバの存在感があった	3.67	2.08	**0.0033
5. チームで仕事をしている感覚があった	2.75	1.42	**0.0033
6. いない社員が分かりやすい環境であると感じた	3.25	1.08	**0.0033
7. 他のメンバの様子がよく分かった	2.75	1.42	**0.0051
8. 社員の雰囲気分かりやすい空間であると感じた	2.75	1.58	**0.0051
9. 社員の位置関係がよく理解できた	3.33	1.72	**0.0051
10. 孤独感を感じる環境だと思った	1.08	3.08	**0.0051
11. 個人作業を行う空間だと感じた	1.50	3.33	**0.0051
12. だれがどこを向いているかが分かった	3.33	1.83	**0.0077
13. おなじ会社の社員とともに働いている感覚があった	3.67	1.92	**0.0077
14. 自分の存在が他に伝わっていると思った	3.25	1.75	**0.0087
15. 協同作業を行う空間だと感じた	2.42	1.17	*0.0108
16. オフィス内で、自分の存在が主張しやすい環境だと思った	2.67	1.67	*0.0117
17. このシステムを使いたいと思った	3.33	2.50	*0.0180
18. オフィスで孤立していると思った	1.25	2.42	*0.0180
19. 話しかけに行くのが面倒だと思った	1.92	2.92	*0.0180
20. 自分がどこにいるかが分かった	3.58	2.83	*0.0277
21. 社員の地位がはっきりしていた	1.50	2.33	*0.0382
22. このシステムを使うには訓練が必要だ	2.50	3.00	*0.0431
23. このオフィスで働くのは楽しい	2.92	2.42	*0.0431
24. 社員がだれなのかが分かりやすかった	3.50	2.67	0.0593
25. 話したい相手と自然に話せた	2.75	2.17	0.0745
26. 社員が共通の目標に向かっていていると感じた	2.17	1.75	0.1380
27. 十分なコミュニケーションがとれると感じた	2.50	1.92	0.1682
28. システムに振り回されているように感じた	2.33	2.50	0.3613
29. スムーズに相手の方を向くことができた	2.92	2.75	0.5541
30. ひとりになりたかった	1.83	1.67	0.6356
31. オフィスに出動している感覚があった	3.42	3.33	0.7150
32. 社員の間関係が分かりやすい環境である	1.58	1.50	0.7998

($N = 24$; **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

ストレスの順序を変えて実験を行い、それぞれの被験者の人数を同数にすることで相殺した。

大部屋システム、個室システムについてそれぞれデモンストレーションを行った後、アンケートに答えてもらった。アンケート項目は、両システム共通である。本稿で提案した位置アウェアネスが大部屋仮想オフィスでのどの程度実現され、それが在宅勤務者の疎外感の軽減、インフォーマルコミュニケーションの活性化に有効であるかを評価するために、メンバの位置関係が把握できているか、連帯感・疎外感を感じるか、コミュニケーションはスムーズに行えるかを比較する質問を中心に32の質問項目を用意した(表1)。

5.2 結果および考察

5.2.1 アンケート結果の分析

各質問は「まったく当てはまらない」、「やや当ては

まる」、「かなり当てはまる」、「非常に当てはまる」の4段階で評価してもらった。これら4段階に1点から4点をそれぞれ与え、システム別に各質問に対する平均得点を求めた。さらにデータに対してWilcoxonの符合付順位検定を行った。結果を表1に示す。

質問1, 9などから判断すると、メンバの位置関係の把握が個室システムではあまり行えておらず、一方大部屋システムでは十分な位置関係の認識が行えていることが有為に分かる。また質問6では、いない社員の認識について大部屋システムの得点が高かった。Inter Spaceなどでは位置関係の把握を補助するために2次元のマップを用意するなどの手法をとっているが、本研究で提案する大部屋オフィスではこのことを3次元仮想空間内で実現できていることが分かる。さらに質問4, 7, 14, 16において、自分および他人の存在感

が大部屋システムで高い得点を得ている。これにともない、質問3, 5, 8, 13などでメンバ間のチームとしての連帯感が大部屋システムですべて得点が有為に高くなっている。また、有為ではないが質問26において目標意識という点でも大部屋システムが高得点を得ている。これはチームで1つのプロジェクトを進めていくような作業の場合、大部屋システムは有効であるということを示唆している。一方、質問10, 18のような疎外感に関する質問に対し個室システムの得点が高く、また質問14の自分の存在の他への認識感に関する質問で低くなっていることから、個室システムを利用したメンバが大部屋システムと比較して疎外感を感じていることがうかがえる。

次に、コミュニケーションに関する質問についてであるが、質問2において大部屋システムが話しかけやすい環境、つまり、インフォーマルコミュニケーションが発生しやすい環境であるという結果を得た。これは前述したオフィス内のインフォーマルコミュニケーションの特徴と一致している。またこのことに関して、質問19で個室システムが話しかけに行く手間を感じていることが分かる。これは大部屋システムがつねに他のメンバを認識している状況であるのに対し、個室システムでは相手の作業空間である個室へと出向くという動作の煩わしさを表したものと考えられる。また有為ではないが、質問25, 27の結果も大部屋システムが高い得点を得ている。

システムを使用して初めての感想を聞く質問については、質問11, 15の結果を見ると、個室システムが個人作業をイメージさせるのに対し大部屋システムは協同作業をイメージさせていることが分かった。質問31では、有為ではないが両システムでメンバが出勤感があるという結果を得た。これは、出勤シーンのアニメーションがメンバに対しオフィスに出勤している感覚を与えている効果の現れと判断できる。

最後に、空間的意味付けとしての地位の象徴についての質問21では、大部屋システムの得点が低いという結果を得た。これはオフィスレイアウト(図4と図10)を比較してみると、大部屋システムはメンバの席のレイアウトに差別化がなされていないのに対し、個室システムについては廊下の奥の個室が上司の部屋である印象を受けた被験者がいたことが原因となっている。大部屋システムの席配置についても何らかの差別化を行う必要があった。

5.2.2 アウエアネススペースについての被験者の意見

アウエアネススペースの実現は、音声に関して好意

的な意見が多かったのに対し、オフィスビューのモザイク処理に関していくつかの指摘があった。

まず、作業に集中しているメンバはオフィスビューを見ることがないためにモザイク処理を行う意味がないという指摘である。これに対しては、今後オフィスビューの大きさをアウエアネススペースに応じて変化させ、WIDEのときは画面を大きく、またNARROWのときは小さくするといった手法を考えている。加えてシステムの負荷の観点から、NARROW時の3Dグラフィックスのポリゴン数を減らすことによって必要に応じた端末の負荷軽減をはかることも考えられる。

さらに、ダイアログボックスからの選択により手動でアウエアネススペースを変化させることに煩わしさを感じる被験者が多かった。今後集中度の自動判定を行い、アウエアネススペースを自動的に変化させる手法を検討していく。

6. ま と め

本稿では、将来の在宅勤務を支援するうえで、現実に行われているオフィス内での自然なインフォーマルコミュニケーションを仮想オフィス上で実現しようという目標のもと、コミュニケーションの支援技術であるアウエアネスの概念を発展させた「位置アウエアネス」を提案した。位置アウエアネスの実現に際しては、「大部屋メタファ」をシステム上に取り入れた。このことにより、これまで考えられていなかったコミュニケーションの空間依存性を考慮したより自然なインフォーマルコミュニケーションが実現された。また「アウエアネススペース」の導入により、コミュニケーション空間とパーソナルスペースの確保をはかった。評価から、在宅勤務における問題点である、コミュニケーションの機会の減少からくる個人の心理負担、疎外感、個室ベースのシステムと比較して解消されているという結果を得た。本研究が将来の在宅勤務普及への足掛かりとなることを期待している。

今後、より使いやすいインタフェースを考案しこのシステムに組み込んでいき、またアウエアネススペースの自動変化の手法を検討していく予定である。

謝辞 本研究のアイデアの提供、また実装に従事してくれた河内清人氏に深く感謝いたします。

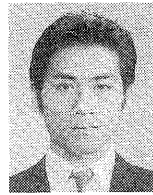
参 考 文 献

- 1) オフィス環境に関する調査研究, ニューオフィス推進協議会 (1991).
- 2) 栄久庵祥二, GK 研究所: オフィスの社会学—ホワイトカラーの時間と空間, 毎日新聞社 (1983).

- 3) Okada, K., Maeda, F., Ichikawa, Y. and Matsushita, Y.: Multiparty Videoconferencing at Virtual Social Distance: MAJIC Design, *Proc. ACM CSCW'94*, pp.385-393 (1994).
- 4) 渡部和雄, 阪田史郎, 前野和俊, 福岡秀幸, 大森豊子: マルチメディア分散在籍会議システム MARMAID, 情報処理学会論文誌, Vol.32, No.9, pp.1200-1209 (1991).
- 5) Fish, R.S., Kraut, R.E. and Chalfonte, B.L.: The VideoWindow System in Informal Communications, *Proc. ACM CSCW'90*, pp.1-11 (1990).
- 6) Fish, R.S., Kraut, R.E. and Root, R.W.: Evaluating Video as a Technology for Informal Communication, *Proc. ACM CHI'92*, pp.37-48 (1992).
- 7) 松浦宣彦, 日高哲雄, 岡田謙一, 松下 温: VENUS: Interest Awarenessを支援したインフォーマルコミュニケーション環境, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.6, pp.1332-1341 (1995).
- 8) Dourish, P. and Bly, S.: Portholes: Supporting Awareness in a Distributed Work Group, *Proc. ACM CHI'92*, pp.541-547 (1992).
- 9) Greenhalgh, G. and Benford, S.: MASSIVE: A Collaborative Virtual Environment for Teleconferencing, *ACM Trans. Computer-Human Interaction*, Vol.2, No.3 (1995).
- 10) 湯田佳文, 若林 浩, 清末悌之: サイバースペース環境を用いた仮想オフィスでの協調作業支援システムの検討, 第53回情報処理学会全国大会論文集(4) (1996).
- 11) 谷川博哉, 中嶋康裕, 鈴木 元: 多人数参加仮想環境における音声制御, 信学技法, MVE95-36 (1995).
- 12) Nakanishi, H., Yoshida, C., Nishimura, T. and Ishida, T.: FreeWalk: Supporting Casual Meetings in a Network, *Proc. ACM CSCW'96*, pp.308-314 (1996).
- 13) Sohlenkamp, M. and Chwelos, G.: Integrating Communication, Cooperation, and Awareness: The DIVA Virtual Office Environment, *Proc. ACM CSCW'94* (1994).
- 14) Tang, J.C. and Rua, M.: Montage: Providing Teleproximity for Distributed Groups, *Proc. ACM CHI'94*, pp.37-43 (1994).
- 15) Fish, R.S., Kraut, R.E. and Lowery, C.M.: Interactive Design of Video Communication Systems, *Proc. ACM CSCW'92* (1992).
- 16) Root, R.W.: Design of a Multi-media Vehicle for Social Browsing, *Proc. ACM CSCW'88* (1988).
- 17) 黒川正流: 仕事の場の心理学, 西村書店 (1992).
- 18) Hudson, S.E. and Smith, I.: Techniques for Addressing Fundamental Privacy and Disruption Tradeoffs in Awareness Support Systems, *Proc. ACM CSCW'96*, pp.248-257 (1996).
- 19) 日本電子工業振興協会: ニューオフィス (NOS) に関する調査研究報告書 (1989).
- 20) Neider, J., Davis, T. and Woo, M.: *OpenGL Programming Guide*, Addison-Wesley (1993).

(平成8年7月22日受付)

(平成9年5月8日採録)



本田新九郎 (学生会員)

1970年生。1993年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。1995年同大学大学院理工学研究科修士課程修了。現在、同大学院理工学研究科後期博士課程計測工学専攻に在学中。マルチメディア通信, グループウェア, ヒューマンインタフェース, 仮想オフィスなどの研究に従事。電子情報通信学会会員。



富岡 展也 (学生会員)

1972年生。1995年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。1997年同大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年, NTTデータ通信(株)入社。グループウェア, ヒューマンインタフェースなどに興味を持つ。



木村 尚亮 (学生会員)

1973年生。1996年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。現在、同大学大学院理工学研究科修士課程に在学中。コンピュータグラフィックス, 音声情報処理などに興味を持つ。



岡田 謙一（正会員）

1951年生。1978年慶應義塾大学大学院後期博士課程所定単位取得退学。同年同大学工学部計測工学科助手。現在、同大学理工学部助教授。1990～1991年アーヘン工科大学客員研究員。工学博士。グループウェア、コンピュータ・ヒューマン・インタラクションに興味を持つ。共著「グループウェア入門」（オーム社）、「知的触発に向かう情報社会」（共立出版）、「コラボレーションとコミュニケーション」（共立出版）。ACM, IEEE, 電子情報通信学会, 人工知能学会, 応用物理学会各会員。グループウェア研究会主査, モバイルコンピューティング研究会委員, マルチメディア・インフラストラクチャ&サービス研究会幹事, 仮想都市研究会幹事。1995年度情報処理学会論文賞受賞。



松下 温（正会員）

1939年生。1963年慶應義塾大学工学部電気工学科卒業。同年沖電気工業（株）入社。1968年イリノイ大学大学院コンピュータサイエンス学科卒業。1989年より慶應義塾大学理工学部計測工学科教授。工学博士。マルチメディア通信および処理に関するコンピュータネットワーク, 分散処理, グループウェア, ヒューマンインタフェースなどの研究に従事。著書「コンピュータネットワーク」（培風館）、「コンピュータ・ネットワーク入門」（オーム社）、「インテリジェント LAN 入門」（オーム社）、「図解グループウェア入門」（オーム社）、「人工知能の実際」（近代科学社）、「201X年の世界」（共立出版）など多数。本会グループウェア研究会主査。電子情報通信学会マルチメディアインフラストラクチャ&サービス研究会委員長。電子情報通信学会, 人工知能学会, ファジィ学会, IEEE, ACM 各会員。