

サイバースペース環境を用いた仮想オフィスシステムの提案

湯田 佳文 清末 悌之

NTTヒューマンインタフェース研究所

概要

計算機ネットワーク上に3次元仮想空間をCGで作成し、その中で自分の分身（アバタ）を自由に移動させると同時に音声のリアルタイム送受信を行う技術をベースにし、会議室や講堂を配置した仮想のオフィスを構築した。

この仮想オフィスは、2次元表示と3次元表示の特長を生かした簡易なユーザインタフェースとアバタの位置座標により音声の送受信形態を変更し、場面に即した音場を提供する事を特徴としている。

実際のオフィス業務にこの仮想オフィスを適用し、より最適な音場の提供とアバタ操作のより簡易なユーザインタフェース、更に発話準備行動としてのアウェアネス機能の実現について考察したので報告する。

Virtual office system on 3-dimensional cyber space

Yoshifumi Yuda Yasuyuki Kiyosue

NTT Hyuman interface laboratories

Abstract

We developed virtual office system with rooms and a lecture hall, Cynos. It is based on the 3-dimensional computer graphic construction technique, real time audio transfer technique and the communication environment construction technique on 3-dimensional cyber space.

Cynos has three windows. The leading one is 2-dimensional map, which gave overview of cyber space in Cynos. The second one is 2-dimensional viewer, which gave top view of a room or hall, where the user can communicate other user. The last one is 3-dimensional viewer, which gave side view of a room or hall, where the user can communicate other user. User can use 2-dimensional viewer and 3-dimensional viewer at the same time.

We will apply this system on our office work, and check the effectiveness about awareness preservation. In this paper we discuss it.

1. はじめに

オフィスでのコミュニケーションをサポートするシステムが種々提案されている。

まず、動画像を用いたテレビ会議システムの発展型が考えられ (MediaSpace 等)、次にこれをオフィスという使用場所の観点から利便性を付加したビデオ会議システムが提案されていった (CRUISER 等) [1]。

しかしビデオ画像の送信は、そのコストの高さと全動画像情報送信の不必要性の認識から、次第にシンボリックなデータの送信へと変化していった。例えば、背景画像との差分による在席情報の通知や、視線方向を意味する静止顔画像 I D の送信 [2] などである。つまり、これら構造化されたビデオ映像中の情報のみが伝われば、あえてコストの高い動画像そのものを送信する必要はないという立場である。これは、ビデオ会議システムからマルチメディア会議システムへの発展の中で、伝送コストの利用配分を考える際に必要になったとも考えることができる。

一方、この考えを極端に推し進めて、人間をアバタという形でデフォルメ表示し、これを三次元世界の中に置くことでビデオ会議システムとは別の伝送情報を重視した、仮想環境会議システムがあった (MASSIVE 等) [3]。これは、受信側で視点を変更できるという点が、従来のビデオ会議システムと大きく異なる。注

しかし、これら三次元の仮想会議システムは、音声の送信等を考えると、必ずしもコスト低減にはなっていないし、三次元表示に拘泥してシステム全体の効率と使いやすさを阻害しているものもあると思われる。

以上の比較を表 1 に示す。

我々は、ビデオ会議システムが持っていたプライバシー保護の課題を、仮想環境が解決することに着目し、コスト的にはコミュニケーションする環境の

注：テレビ会議システムも、これに触発されて、複数のテレビカメラの設置と受信側の選択を行うものがあった

みを三次元表示とし、それ以外はデフォルメを推し進めた仮想オフィスシステム Cycos (Cyber Conference Space) を構築したので報告する。

Cycos は、通常は二次元表示を行って仮想オフィスの概観を把握し、ニュアンスの伝達を重要視するコミュニケーションが要求される場合は三次元表示を用いている [4]。

【表 1】

	ビデオ会議システム	仮想環境会議システム
伝送コスト	高い	比較的低い
端末コスト	低い	比較的高い→低くなる傾向
受信側の選択	自由度が比較的低い	自由度が高い
プライバシー保護	機能は比較的低い	高い
ユーザインタフェース	易	比較的难度

2. サイバースペース環境でのリアルタイムコミュニケーションについて

現実空間で人は、音声だけでなく、様々な微細情報を駆使して、会話を行っている。同じ内容の事柄も声のトーン、話すスピード、視線の向き、顔の表情などから相手に伝える内容が多少なりとも異なってくる。このような現実空間でのコミュニケーションを仮想空間で実現するには、現実空間に近い環境の 3 次元手法が有効な手段となる。

また、現実空間では、コミュニケーションをしている時、相手にだけ集中しているわけではなく、周囲の状況にも注意を払っている。しかし、現実空間での周囲の事象全てを 3 次元サイバースペースで実現させるのは、困難である。そこで、部屋全体を総括的に把握できる手段を別に用意する必要がある。その方法として、2 次元図が有効である。この 2 次元図では、周囲を総括的に把握するだけでなく、自分の位置を把握でき、次の行動が取り易くなる。

オフィスでの新しいコミュニケーションツールとして使われた電子メールは、時間の制約を受けずにコミュニケーションを行えるが、リアルタイムでのコミュニケーションはサポートしていない。また、電子メールはテキストによるコミュ

ニケーションであるため、キーボードによる文章の入力が必要となり、リアルタイムコミュニケーションには不向きである。

一方、従来からある電話は、音声によるリアルタイムコミュニケーションをサポートしているが、基本的には一対一でのコミュニケーションだけで、複数間相互のコミュニケーションをサポートしていない。従って、打ち合わせや会議のために一堂に会する必要があり、場所、移動時間に拘束される結果となっている。

このように、会議や打ち合わせには、音声による多人数参加型リアルタイムコミュニケーションが必要となり、電話会議が開発されたが、視線、顔の表情等の微細情報の送受信には至っていない。これら微細情報の送受信を伴った、音声による多人数参加型コミュニケーションシステムには、テレビ電話会議、高臨場感マルチメディア通信会議システム[5]等がある。しかし、システムを稼働させるために特別なハードを用意する必要があり、オフィス内の社員が常用するPCでは使用できない状態である。中には、テレビ会議をする部屋を用意しなければならないものもあり、参加者の移動を伴う結果となっている。

そこで、我々は会議を行うための部屋をコンピュータネットワーク上の仮想空間に用意し、音声の多人数参加型リアルタイム送受信で会議を行えるCycosの開発を行った。

Cycosは、3次元仮想空間でコミュニケーションに必要な微細情報送受信を行いつつ、2次元図で総括的な情報を把握できる。また、オフィス内で社員が常用する一般的なPCで動作し、特別なハードの追加を伴わない、全てソフトウェアでの実現を目指している。従って、常駐するオフィス内の自分の席から会議に参加できる。

以下にCycosの構成と機能概要について述べる。

3. Cycosの構成と機能概要

3. 1. システム構成

ネットワークは、サーバを配置しない簡易な構

成である。端末には、DOS/Vパソコンを使用し、音声入力用のマイクと音声出力用のスピーカーを備えている。ネットワークは、10 MbpsのイーサネットLANを使用する。

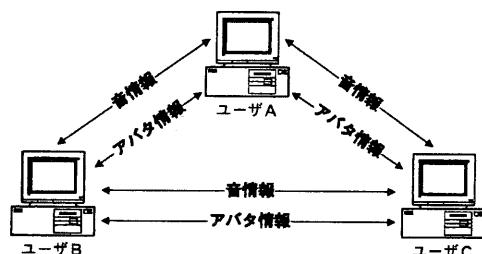


図1. Cycosの構成

3. 2. GUI機能概要

Cycosには、仮想のオフィス全体を一望できる2次元の地図ウィンドウ（以下2Dマップ）、仮想オフィス内の各部屋の3次元仮想空間ウィンドウ（以下3Dビュー）、各部屋の2次元の見取り図ウィンドウ（以下2Dビュー）が用意されている。以下各ウィンドウについて説明する。

3. 2. 1. 2Dマップ

Cycosの仮想オフィスには、ユーザの各個室といくつかの会議室が配置されている。この仮想オフィス全体を総括的に把握できる地図が、2Dマップである。その表示例を図2に示す。

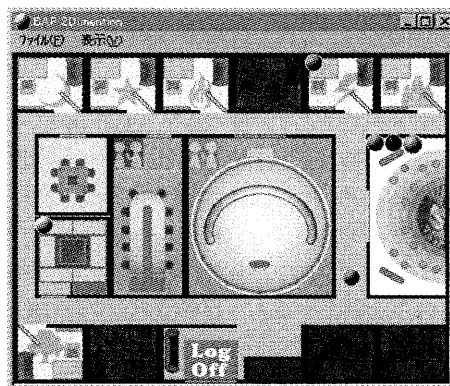


図2. 2Dマップ

この2Dマップの上端と下端に配置されている床にシンボルマークのある10個の部屋が、ユー

ザの個室である。この個室には、各一名ずつ主人であるユーザを割り当てる。ユーザがCycosにログインするとそのユーザの個室の網掛けが解除され、同時にそのユーザのアバタ（以下2Dマップアバタ）がその個室に現れる。これにより、既にログインしているユーザにログインした事を知らせる。中心部分の5つの部屋は、この仮想オフィスのユーザ共有の部屋となる会議室等である。

2Dマップアバタは、単純な球形状とし、色によりお互いを識別する。また、ユーザは自分のアバタをドラッグし、目的の部屋へドロップする事で移動できる。すると、次に説明する3Dビューワが表示される。

3. 2. 2. 3Dビューワ

Cycos で提供される仮想オフィス内の部屋の全てに用意されている3次元仮想空間表示が、3Dビューワである。その表示例を図3に示す。この



図3. 3Dビューワ

3Dビューワでのアバタ（以下3Dビューワアバタ）は、描画スピードを考慮し、単純な卵型の形状を採用している。ここでは、3Dビューワアバタをその色と貼り付けられた顔画像で識別できる。3Dビューワアバタの色は、前述した2Dマップアバタと一致している。顔画像は、予め用意している静止画である。

ここでは、部屋内を自由に移動できるだけでなく、左右の腕を上げ下げし、簡易なボディーランゲージを互いに交わす事ができる。

3. 2. 3. 2Dビューワ

2Dビューワは、各部屋単位の見取り図である。その表示例を図4に示す。2Dビューワは、3D

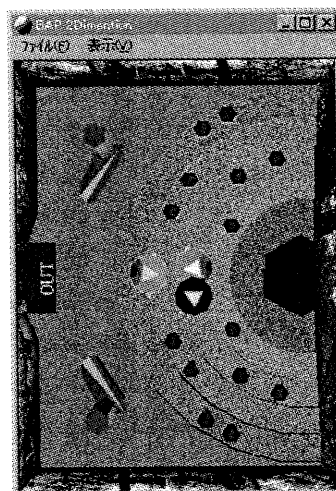


図4. 2Dビューワ

ビューワと連動しており、部屋内のアバタの位置と動きをリアルタイムに把握できる。また、鳥瞰的に部屋全体を見渡せるため、3Dビューワではできなかった死角に居るアバタの動き、位置の把握が可能である。

アバタは、3Dビューワアバタを真上から見た形であり、かつ色も3Dビューワアバタと一致させてある。アバタ中心部の三角マークは、視界の向きを表している。2Dビューワアバタを操作し、部屋内を自由に移動する事もできるが、あくまで3Dビューワの補助的なものと位置づけている。

3. 3. 音送受信

Cycos では、仮想空間の利点を生かした多人数参加型のリアルタイム音送受信を行う。その例としてCycosでは、話者と聴取者の役割分担を考慮し、アバタの存在場所によって音の送受信形態を変化させる方式をとる（表2参照）。これにより、コマンドやメニューを用いず、アバタの操作だけで音の送受信形態を制御できる。

また、発話アバタの位置により、受信音の音量

【表2】

名称	エリア内での伝送形態	用途
送信専用エリア	他クライアントへの送信のみ可、受信不可	講演者講演台
受信専用エリア	他クライアントからの受信のみ可、送信不可	聴衆者座席
非送信エリア	他クライアント間との送受信とも不可	瞑想場所、通信秘匿場所
送受信(通常)エリア	他クライアント間との送受信とも可	一般

を変化させる方式をとる。一つは、自分のアバタの向きに対しての発話アバタの相対的な位置によってスピーカーの左右の再生音量を変化させる方式である。もう一つは、お互いの距離によって受信音の再生音量を変化させ、一定以上離れたアバタの音は受信しない方式である。これにより、左右のスピーカーの音量の違いと全体的な音量の大小で、おおよそではあるが発話者位置の特定を支援できる。また、音送受信の範囲を特定する事で、コミュニケーション対象を選択でき、部屋中の人全てに会話の内容が知れてしまうような不都合を防げる。

複数の端末間で音の送受信を行うには、受信音の加算処理が必要になる。従来の方法では、加算対象が、対象となり得る全ての端末（アバタ）であったため、加算対象に上限を設け、負荷増大に対処していた。[6]しかし、Cycos では、アバタ間の距離により加算対象を絞り、端末への負荷の増大を最小限に抑えている。

今回、アバタ間の距離による音量変化は、一定範囲内のアバタとだけ音の送受信を行う、音受信のON、OFFだけのインプリメントとなっている。

4. 考察

4.1 Cycos の使用形態について

我々が現在住んでいる、会社や学校のオフィス環境は今後どうなるのであろうか。インフラが充実してきたモバイル環境とこれに伴う個人活動の活発化と、これから生じるオフィススペースの有効利用を追究した、いわゆるSOHO (Small Office Home Office) が進展し、現実のオフィス

は今後ますます減少していくのではないかとと思われる。つまり現実世界のオフィスのフロア面積は次第に減少し、代わりに運用コストの低い仮想オフィスが発展して行くであろう。

このときの仮想オフィスとは何だろうか。通信機能を用いたパーソナルコンピュータ上のアプリケーションプログラムには違いないが、そのユーザインタフェースはどうなるのだろうか。GUIとしてのデスクトップが現実の机上を模したように、その時には既にすたれてしまっているであろうトラディショナルな形態のオフィスを模したデスクトップオフィスであろうが、そこで提供される機能は現在行われている業務内容と変わらないだろう、と我々は考える。従って、仮想オフィスプログラムは、軽いかつ現在のオフィス活動を支援するものでなくてはならない。

本稿で述べたCycosは、現状のオフィス業務を全て機能的に提供するものでは、まだない。現在のオフィスに必要なその他の機能（アプリケーション共有やスケジューラなど）は今後の検討とするが、プログラムの肥大化を防ぐために、Cycos内への積極的な取り込みは行わない方針である。

4.2 Cycos の機能の技術的検討について

Cycosのようにオフィス内のリアルタイムコミュニケーションを仮想空間で支援する場合には、話者と聴取者の特定が重要である。サイバースペース内での1対1の会話では、システムが提供する機能が貧弱でも両者の特定は容易である。これは電話や電子メールの例を出すまでもなく明らかであろう。

しかしサイバースペース内に参加する人数が3人以上に増加した場合は、システムの積極的なサポートがないと特定が困難になる。例えば電話会議システムでは、使用できるメディアが音声だけであるので話者の特定はともかくも聴取者の指定は無理である。また通常のテレビ会議システムでは、動画像メディアの利点を追究すれば特定は比較的容易である。ただし、その効果を得るためにはネットワークや端末の負荷（コスト）が大きく、

サイバースペースへの参加人数の制限[7]や、専用ハードウェアの導入など取り組むべき課題が多い。Cycos では、話者の聴取者側からの特定（誰が喋っているかわかる）と、聴取者の話者側からの指定（話しかけている先を指定できる）と聴取者側からの判定（話しかけられていることがわかる）を行うことができるように、三次元表示のサイバースペースを用いた。また、それらの特定が必要でない場合（会話を行うモードでない時）や必要でないときユーザが判断したときは三次元表示を行わないようにした。これによって端末の負荷が軽減できる。

Cycos では、非三次元表示部分をトップビューの俯瞰二次元表示で行っている。これで、三次元表示では悪くなる一覧性を良くして、併用することの意味を出している。

音送受信についても多様なバリエーションを出す試みを行っている。また、これによるユーザインタフェースの煩雑さを極力抑えるようにした。つまり、場所による送受信形態を自動的に選択して、ユーザの意図的な選択操作を不要にしている。これは、現実の三次元世界に存在する多数のオブジェクトが、お互いに関連しあって有している関係（コンテキスト）を三次元の仮想世界上で利用しているといえる。

この機能を増幅させていくと、仮想世界上での単純な操作が、現実世界では複雑かつ多岐にわたるオブジェクトの操作（移動、削除、変形などの、オブジェクトが持つ属性情報の自動的な変更や、新しいオブジェクトの生成、融合などのオブジェクトデータベースへの登録作業など）を、自動的に（連鎖反応的に）行ってくれる環境を構築することができると期待している。

5. まとめと今後の方針

今回、3次元仮想空間手法を用いた仮想オフィスシステム「Cycos」について報告した。

本研究は、オフィスでのコミュニケーションを単に3次元仮想空間内で実現するだけでなく、3

次元表示の有効性と仮想空間の特性を生かしたコミュニケーション提供を目指している。また、その実現にあたっては、専用のハードウェアを用いない、全てソフトウェアで行う方法で検討を進めていく。

今回のインプリメントでは、コミュニケーション相手の状態把握に有効な画像の送受信を提供していないが、その利用を検討していく予定である。また、アバタに話者を特定するための表示を付加する事も検討している。音通信では、音声符号化を導入し、ネットワークトラフィックをこれまで以上に縮小し、LAN以外のネットワーク間での動作へ拡張していく予定である。また、仮想空間でのユーザインタフェースの分析結果[8]を基に、アバタを自動で部屋内を一周させるなどのショートカット操作の導入に取り組む。

参考文献

- [1] 石井「CSCWとグループウェア」オーム社、1994
- [2] 田中、栗原、岡田、松下、“インターネット上で実用可能な遠隔共同作業支援システム：Browser MAJIC”，グループウェア’96 シンポジウム論文集，p. 19, 1996
- [3] C. Greenhalgh, S. Benford, “MASSIVE: A Collaborative Virtual Environment for Teleconferencing”, ACM Trans. on CHI, 2(3), pp. 239-261, 1995.
- [4] 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”，情報大全，Sep. 1996.
- [5] 並木郁夫、野村知義、青木茂明、入江一成、黒田幸明，“高臨場感マルチメディア通信会議システム”，GW20-1, Oct. 1996.
- [6] 谷川博哉，中嶋康裕，鈴木元，“多人数参加型仮想環境における音声制御法”，信学技報，IE-95-43, Jul. 1995.
- [7] 小野，“デスクトップ会議システム GroupMedia の特徴”，グループウェア研究会，GW20-2, Oct., 1996
- [8] 犬童拓也，上山弥生，清末悌之，“ユーザ行動の分析に基づいたサイバースペースインタフェースの提案”，情報大全，Sep. 1996.