

VCP：音による仮想空間を用いた情報環境の提案

大木直人[†] 阿部圭一[†] 寺本邦夫[†]
岡田謙一[†] 松下温[†]

近年、様々なテレコミュニケーションシステムが提案されているが、特に物理的に離れた複数のユーザや、データベースなどの情報源を、通信ネットワークによって創られた仮想空間に配置して様々な情報活動を行う、いわゆるサイバースペースが注目を集めている。本論文では、サイバースペースを多数のユーザや、情報源が情報空間に混在するデータベースとして捉え、ユーザ同士の意図しない偶然的コミュニケーションや情報の発見をどのように支援するかという点について、音インタフェースの特徴を活用して解決する手法を提案した。音を用いたインタフェースは、画像を主とした従来のインタフェースと比較すると、より多くの情報の中から興味を惹く情報を選びすぐることが可能であり、多くのユーザや情報が混在するサイバースペースにおいては、有効な情報獲得手段である。筆者らは多くの人間や情報で溢れているサイバースペースにおける、このような音インタフェースの有効性に着目し、音インタフェースを重視したサイバースペースである VCP (Virtual Cocktail Party) を構築した。

VCP: A Proposal of an Information Environment Using Virtual Sound Space

NAOTO OKI,[†] KEIICHI ABE,[†] KUNIO TERAMOTO,[†]
KEN-ICHI OKADA[†] and YUTAKA MATSUSHITA[†]

Recently, various telecommunication systems have been proposed. Especially, the idea of virtual communication space shared by multiple distributed users via networks, so called cyberspace is given attention. In this paper, we propose VCP (Virtual cocktail party) which is an application system for achievement of efficient and flexible telecommunication and data retrieval taking advantages of human abilities of hearing. This system can support a number of physically separated users in a single shared audio (with graphical support) cyberspace, and consists of distributed terminal which has spatial sound interface, connected each other via network. To avoid the confusing cacophony of multiple sound sources, our system gives for each sound auditory localization. Therefore using spatial sound interface, it becomes possible to discern the desired sound source in the VCP.

1. 序 論

通信インフラストラクチャの発達にともない、TV会議システムを始めとした様々なテレコミュニケーションのためのシステムが提案され、また実用化されている。なかでも、自由度の高いコミュニケーションインタフェースとして、サイバースペースが注目されている。他人とのコミュニケーションや情報の検索などの情報活動を行う仮想空間＝サイバースペースを創り、ユーザは通信回線からこの仮想空間にアクセスすることによって、この仮想空間の中を動き回り、様々な話題情報にアクセスしたり、他のユーザとコミュニケーションしたりすることが可能である。

このようにサイバースペースは、ユーザ・データ・オンラインサービスが渾然一体となった空間であり、かつユーザやデータが常に情報空間の中を動いている可能性がある。従来のデータベースや、遠隔会議システムとは極めて異なる情報空間である。ユーザはこのサイバースペースにおいて、多くの他のユーザや情報に巡り会う機会がある反面、ユーザが求めている情報にたどり着けない、あるいは見過ごしてしまう可能性もある。筆者らは、データベースにおけるあいまいな情報検索についての研究^{1),2)}を行ってきたが、本論文ではサイバースペースをユーザや情報が混在するデータベースと考え、ユーザが求める情報を音インタフェースの長所を活用することにより、効率よく獲得する手法を提案する。そしてその試作システムとして、パーティ会場を模したサイバースペースである VCP (Vir-

[†] 慶應義塾大学
Keio University

tual Cocktail Party) を構築した。

本論文では、まず筆者らが着目したサイバースペースにおけるユーザ同士の遭遇、情報の発見に関する問題について、そしてこれらに対する音インタフェースの有効性について述べる。さらに、この有効性を確認する試作システム VCP についてその実装、および、使用しての実験について述べる。

2. 偶発的な情報の発見に関する問題

サイバースペースが従来のコミュニケーションツールと際だって異なる特徴として、コミュニケーションを行うユーザと、データベースのような蓄積された話題情報や各種サービスなどが同じ情報空間に存在し、ユーザとのコミュニケーションと情報へのアクセスが同様な手続きで行うことができるという点がある。例えば、Benedikt らによって基本概念が開発され³⁾、日本では大手ネットワークベンダーによって提供されている、代表的なサイバースペースの一つである habitat においては、同時に多数のユーザが家庭用ゲーム機のゲームに似たデザインの仮想の街の住人となり、お互いにコミュニケーションを行ったり、オンラインでの各種サービスを受けることができる。また、InterSpace⁴⁾では、現実の世界に存在する各種のサービスなどがビデオ画像を用いて仮想空間に配置され、ユーザはこれらのサービスをコンピュータネットワークを通して受けることができる。

このようにサイバースペースでは、多くのユーザが同時にコミュニケーションに参加したり、話題情報からの情報の獲得など、非常に多くの情報に巡り会う可能性があるという反面、効果的にこれらの情報に出会う機会を利用しなければ、非常に限られた情報しか得られなくなる危険性もあることは、序論でも指摘したとおりである。サイバースペースでは既知の人と、ある目的を持ってコミュニケーションすることも、もちろんできる。しかし、このようなコミュニケーションは現在の電話の使い方とそれほど変わらず、限られたコミュニケーションしか行うことができない。多くの研究者はサイバースペースの有効性は、未知/既知の人あるいは情報との偶発的な遭遇にあると考えている。この偶発的な人や情報との遭遇は、現実世界では“食事に行く廊下の途中で知人とばったり出会って有用な情報を得た”や“廊下で喋っている人たちが、有用な情報について話していた”などのように良く起こりうる。

このような偶然のコミュニケーションや情報の獲得は、偶発的であるが故に当然ながら見過ごされてしま

う場合もありうるため、ユーザが効率よく多くのユーザや情報に遭遇する機会を提供する必要がある。

これを解決するための一つの手法として、サイバースペースに存在する他のユーザや情報などの画像を次々にユーザに提示して、その中から興味を持った情報を選択するという方法がある。例えば、物理的に分散した個人のワークスペースを仮想空間内に仮想オフィスとして配置する概念を提案した CRUISER⁵⁾では、ユーザが別のユーザに通信するとき、“仮想的な廊下を歩いて会いに行く”というメタファを用いる。仮想的な廊下で他のユーザの姿にばったり出会ったり、廊下に面した個人のワークスペースをちらっと覗いたりという日常の我々の行為を模倣したインタフェースで、偶然のコミュニケーションや情報の獲得を演出している。

この手法では、画像インタフェースを用いた方法で、人や情報との偶然の出会いの機会を提供しているが、一方で、音インタフェースには次章で述べるような画像インタフェースにはない長所がある。筆者らはこの長所をユーザが興味を持つ情報の選択に活用することによって、偶然の情報の発見をより効率的に支援することができる手法を次章で提案する。

3. 音インタフェースの活用

サイバースペースのように、多くのユーザや話題情報が存在している広い情報空間において、効率的に自分が欲しい情報を得るためには、ただやみくもに情報空間を動き回るのはではなく、まずどこにどんな情報があるかを大雑把に把握して、そのあと細かく探すのが有効な手法である。このとき、人間の音や聴覚の持つ次のような特徴を活用することによって、画像インタフェースを用いるよりも容易に、得たい情報がどこにあるかを把握することができる。

●音には指向性がない

人間の視覚は、視野の中心にある狭い領域では明瞭にまた詳細に知覚することができるが、視野の周辺部においては動く物体に反応したりすることはできても、詳しくものを見ることはできない。ましてや視野外の物体には反応すらすることができない。これに対して聴覚の場合は、たとえ後ろから聴こえてくる音でも聞き取ることができる。

●音は隠蔽されにくい

ある物体が別の物体の後ろに隠れるように配置されていると、もはや見ることはできない。しかし、音の場合では、ある物体に隠された後ろの音でも多少聞き取りにくくなることはあるが、聞き取れ

なくなることは少ない。

●カクテルパーティ効果

人間の聴覚には、複数の音源が存在する環境でも、自分の興味のある音に対しては敏感に反応する能力があり、これはカクテルパーティ効果と呼ばれている。カクテルパーティ効果は視覚など他の感覚にも存在するといわれているが、上記の音の性質のために聴覚において最も効果的に現れると考えられる。

これらの音や人間の聴覚が持つ特性を活用すると、多数の話題情報やユーザが存在する空間で、画像インタフェースを用いる場合よりも容易にそれらの識別が可能となる。

従来のサイバースペースのシステムにおいても、聴覚や音インタフェースに注目したシステムが提案されている。Audio Window⁶⁾は、通信ネットワークによって結ばれた複数の参加者が会議を行う遠隔会議システムである。従来の遠隔会議システムでは、モノラルの音声で会話を行っていたために、話者の判別が困難であるという欠点があったが、これを立体的な音インタフェースを用いることによって解消し、また、会議中の参加者の移動などにも対処している。

本論文で筆者らが提案した手法は、サイバースペースを複数のユーザや情報が存在するデータベースとして捉え、話者の特定だけでなく、ユーザの興味を惹く話題の発見、また、データベースなどの蓄積された情報へのアクセスを音の長所を活かして行うものであり、この手段として立体的な音インタフェースを用いている。

4. VCP の提案

音インタフェースの長所を活用した、サイバースペースにおけるユーザや情報へのアクセス手法を実現する試作システムとして、著者らが開発した VCP (Virtual Cocktail Party) について述べる。

4.1 VCP とは

VCP は、リアルタイムに変化する音像によって構成された仮想音場空間を、複数のユーザが共有する、音によるサイバースペースであり、ユーザ同士の目的を持った通信、偶然の出会いによるコミュニケーション、および蓄積されている様々な情報の獲得を支援するためのユーザインタフェースを提供する。VCP は、声で表現されるユーザや、さまざまな音で表現される話題情報など、音によってその仮想空間が構築され、それらが仮想空間内のある場所を占めている。ユーザの耳には、これらの発する音がそれぞれの位置する方向、

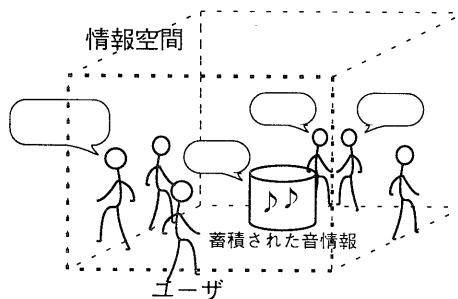


図1 VCP 概念図
Fig.1 Image of VCP.

距離から聴こえ、また、ユーザの移動に応じて、これらの音の聞こえ方はインタラクティブに変化する。

VCP はこのような仮想空間をカクテルパーティの会場に見立て、実際のカクテルパーティで見られるように、それぞれ数人のユーザを含むいくつかの小グループができて、それぞれの話題について会話している様子を模している。また、次章で述べる“生身”の人間以外の蓄積された情報もまた、このカクテルパーティ会場内に存在している。ユーザはこの会場の中をぶらぶらと歩き回って興味を惹かれる話題をみつけ、そのグループに参加したり、システムに録音された様々な情報を得ることができる (図1参照)。

4.2 副次的効果

VCP では、情報空間に存在する多くのデータや、ユーザにアクセスする手段として音インタフェースをサイバースペースに導入したが、この結果、サイバースペースを実現する際のいくつかの諸問題が解決される。

4.2.1 仮想空間の創造

サイバースペースは、仮想空間にユーザ、話題情報が存在し、ユーザが動き回って情報活動を行う。ここで問題となるのは、この仮想空間をどのようなインタフェースデザインで創り出すかという点にある。コミュニケーションのためのシステムである以上、なるべく多くのユーザに使用されることが望ましいが、このためには、一般のユーザにも直感的に理解できて、使いやすいインタフェースが要求される。このようなインタフェース構築の手法として、コンピュータグラフィックスによる立体映像技術で仮想空間を構築する手法が多くのサイバースペースシステムで採用されているが、現実感溢れる映像をリアルタイムで、しかもユーザの動きに応じてインタラクティブに描画するのは、現在の専用ハードウェアを用いても非常に困難であると言わざるをえない。

一方で VCP の仮想空間は主に立体的な音インタフェースによってユーザに提供される。いわゆる立体音響の分野は、様々な手法が提案され、立体映像と比較する場合、簡便なハードウェアで、かつ高速に実現できる。本論文の主旨は、立体音響を生成する手法ではなく、立体音響を用いたグループウェアのためのインタフェースの提案にあるので、次章で述べるような比較的簡便な手法で立体的な音を創り出しているが、それでも八つの音像を同時にわずかなタイムラグで移動させることが可能である。

また、立体的な音インタフェースを用いることによって、人間の聴覚が音を識別する能力、例えばどの方向からどんな内容の音が聴えてきたか、などが向上することが報告されている⁷⁾。このため、聴覚によって音情報の選択を行う VCP にとっては立体的な音インタフェースは欠かすことができない。

4.2.2 コミュニケーションの効率

サイバースペースにおいて、コミュニケーションしたい相手が見つかった後の問題としては、いかに効率良くコミュニケーションを行うかという点がある。日常生活における人間同士のコミュニケーションは、その多くが言葉を発声することによって行われており、さらに、遠隔地に離れた者同士のコミュニケーションでは、テキスト、画像などの記述メディアに比べて音声メディアは効率よく意味的な情報を伝達できるとした研究が発表されている⁸⁾。音声の場合、キーボードをタイプしたり、ペンで文字を書いたりという作業が不要で、思ったことを直ちに言葉にして相手に伝えることができる。これは、実時間でコミュニケーションを行う場合には、極めて重要であり、VCP において音声によるコミュニケーションを積極的に取り入れた理由の一つである。

5. VCP の実装

5.1 システム構成

前章までに述べた音と聴覚の長所を活用したサイバースペースである VCP を試作した。基本的には、UNIX の X ウィンドウシステム上で動作するアプリケーションソフトとして設計されているが、音声信号の処理のために筆者らが開発したマルチユーザ対応音像定位システムである MISF (Multi-user ISF)⁹⁾を用いている。MISF は、同じく筆者らが開発した ISF (Interactive Sound Field)¹⁰⁾にサーバ・クライアントモデルを導入し、マルチユーザに対応できるように拡張したシステムである。MISF サーバは、すべてのユーザおよび、蓄積された音情報の仮想空間内での位置を管理し、また、それぞれのユーザの端末で動いている MISF クライアントは、マウスによって入力されるユーザの仮想空間内での移動要求を、MISF サーバに伝える。ユーザの移動要求を受理した MISF サーバは、仮想空間内のユーザの位置を更新し、その配置をすべての MISF クライアントに伝える。MISF クライアントはこの更新情報を基にして、新たな音場をユーザに提供する。現在のところ、MISF サーバは最大 16 個の MISF クライアントを管理することができる (図 2 参照)。

5.2 音像の定位

VCP の音像定位を担う MISF は、複数ユーザの音像定位をリアルタイムに近い速度で処理するために、比較的簡便な次のような手法を用いている。

- 左右方向
左右の音声信号の音量差
- 距離感
全体の音量の増減、残響の付加

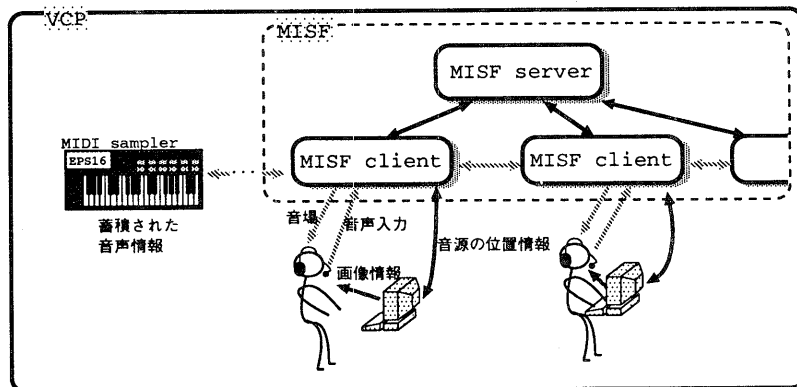


図 2 VCP 構成

Fig. 2 System overview of VCP.

●前後方向

ローパスフィルタによって、背後からの音はこもったような効果を付加する。

これらの処理は、MIDI ミキサによって行っている。

5.3 ユーザインタフェース

VCP の音インタフェースは出力がヘッドフォンによって立体音響が与えられ、ヘッドセットマイクロフォンによってユーザの音声を入力する。画像によるインタフェース (図3参照) は、X によって表示され、一つのウィンドウを、上からの視点で描画したカクテルパーティ会場に見立て、このウィンドウで様々な操作を行う。ユーザあるいは蓄積された情報は、自分の顔の静止画が貼り付けられたアイコンによって表現され、このアイコンのウィンドウ内での位置が仮想空間におけるユーザの位置を表している。そして自分自身のアイコンを中心として、自分以外のアイコンが位置している方向および距離から、それらの発する声や音が聞こえてくる。ユーザは自分自身のアイコンをマウスでドラッグさせることによって、会場内を移動する

が、このとき他のアイコンとの相対的な位置が変化するので、この変化に応じた音場の更新が行われる。

5.4 コミュニケーション支援のための機能

VCP は音によるコミュニケーションを支援する様々な機能を持つ。

5.4.1 同期/非同期通信

VCP では、データベースなどのシステムに蓄積された情報を引き出す機能の簡単な実装例として、非同期コミュニケーションの機能をサポートしている。実際には VCP が動いている端末にユーザが向かっていなくても、予め自分のメッセージを登録しておくことによって、仮想パーティ空間に自分の声と顔のアイコンが現れ、近づいてきた人に向かって録音したメッセージを話しかけ、また話しかけられた人との会話を録音し、後から聞くことができる。

また、非同期コミュニケーションにおけるユーザは、必ずしも参加者の“分身”である必要はなく、システムが創り出した“仮想人物”でも構わない。試験的に構築したシステムでは、カクテルパーティ会場内を自

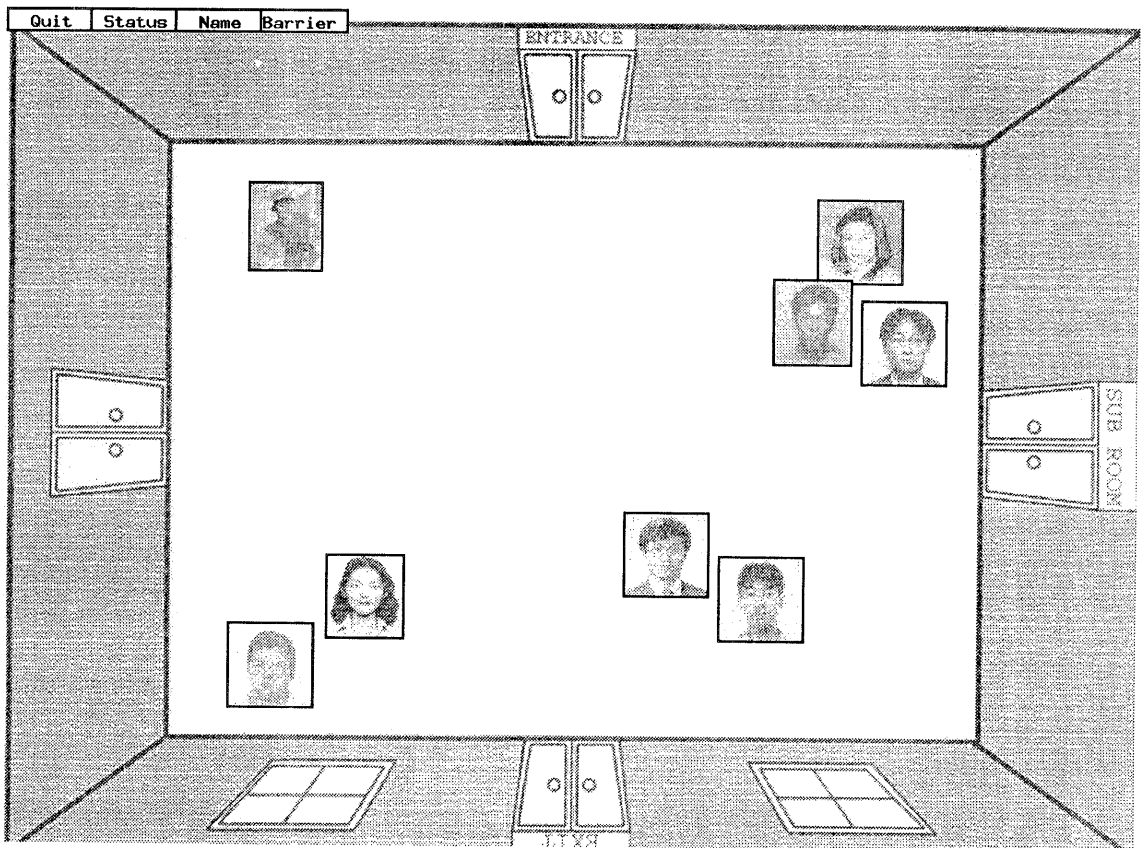


図3 VCP の画像インタフェース
Fig. 3 Graphical interface of VCP.

動的に歩き回って音声や画像で様々な案内を行う、仮想案内嬢が組み込まれている（図3左上隅のアイコン）。

これら非同期コミュニケーションのアイコンは、通常のアイコンと全く同じであり、またこれらのアイコンに近づくと同じ操作によってコミュニケーションを行ったり、情報を得たりすることができる。VCPは、このように非同期コミュニケーションと同期コミュニケーションを、シームレスに提供する環境でもある。

5.4.2 秘話機能

VCPは、基本的に大勢のユーザのコミュニケーションをサポートするシステムであるが、多様なコミュニケーションに対応するために、秘話機能をサポートしている。秘話機能は、ある特定のユーザのグループ内の会話内容がグループ外では聞き取れなくなる機能であり、ユーザのアイコン同士がある設定値以内に接近すると働く。また、仮想パーティ会場とは別の仮想の個室が用意され、その個室での会話が会場に漏れることがないようにしている。秘話機能を用いていることも周囲に知られたいくない場合に利用する。このように、秘話機能もまたアイコンの操作のみで機能するため、分かりやすいインタフェースとなっている。

6. 実 験

VCPの有効性を確認する初歩的な実験として、人工的に創られた音場空間で、どの程度話題の認識、および音像の聞き分けができるかの簡単な実験を行った。

6.1 実験方法

仮想空間における音像の定位を確認するために、VCPのパーティ会場内に5人分の声をランダムに配置して、それぞれの声が聴こえてくる方向と距離が、どの程度判別できるかを調べた。このとき、通常表示されているアイコンは消しておき、音のみで判断してもらうようにした。また、被験者の条件を同一とするために5人分の予め録音された声（男声：3、女声：2）は、それらの声が同距離、同方向では同じ音量となるように調整した。このような条件で、まずパーティ会場の中央で静止した状態で聞き取りを行い、次にパーティ会場内を自由に動き回って聞き取りを行った。さらに、実験終了後、アイコンが表示された通常の状態から自由で使用してもらった後、使用した感想などのアンケートを行い、主観的な評価をして頂いた。これらの実験を、学生20名に対して行った。

6.2 実験結果

実験結果は、音声が届いてきた位置を、(1)左右

表1 左右、前後方向の誤認率と、距離の誤差
Table 1 Error ratio of recognition of left-right, front-back and distance.

	左右	前後	距離
静止	4%	32%	24%
移動	0%	0%	6%

方向、(2)前後方向、(3)距離の三つの要素に分け、それぞれの要素について、音声の実際の位置と被験者が感じた位置とを比較した。比較の方法としては、左右方向と前後方向に関しては誤って認識した率、また距離に関してはその誤差の実際の距離に対する割合を用いた。表1は、この結果を示したものである。なお、すべての被験者が、静止した状態でも仮想空間に配置された五つの音情報をすべて認識していた。

これらの結果より、左右方向は被験者が静止したままでも聞き分けが容易であるが、前後方向は静止したままだと分かりにくい場合があり、動き回ることによって聞き分けが可能となることが分かる。静止している時の距離の誤差は24%であったが、これは現在の処理速度を重視した音像定位の手法を考えると致し方ない面がある。また、静止した状態では、前後方向に関して実際の音声の位置と逆の位置から聞こえてくるように感じるというケースが全体の20%程度あった。この現象は、現実世界でも起きうる現象で、人間の聴覚の生来の特性である。それ故、今回の実験でこのような結果が得られたのは、予想された事態ではあるが、より良い音像定位の方法を実現することにより、この現象が起きるのを減らすことは可能であると考えられる。

このような若干の改善の余地はあるものの、被験者に対するアンケートの回答などを考え併せても、仮想空間内での音情報の判別や獲得には支障のない程度であり、実用に耐えうると考えている。また、非常に興味を惹かれるインタフェースであるという感想を寄せる被験者が多く、全体の半数以上を占めていた。これは、コミュニケーションのためのインタフェースは、より多くの人に使うことが重要であることを考えると、良好な結果が得られたと考える。

7. 結 論

筆者らは、ユーザ・データ・オンラインサービスが渾然一体となって存在するサイバースペースにおいて、これらへのアクセス手段として音インタフェースの活用を提案し、その試作システムとしてVCPを実装した。

この試作システムを用いて、人工的に創り出した音

場における音声の聞き分けなど初歩的な実験を行い、概ね良好な結果を得た。今後、この試作システムを用いて、様々な観点からさらに客観的な結果を求め、得られた知見をさらにシステムに反映させる予定である。例えば、音インタフェースを用いることによって、コミュニケーションや情報の獲得などの様々な情報活動が、どの程度円滑に行われるようになったかを客観的に示す実験や、仮想空間における人間のコミュニケーション行動と、現実世界におけるコミュニケーションとの違いの考察などが挙げられる。

参 考 文 献

- 1) Tashiro, H., Ohki, N., Nomura, T., Yokoyama, T. and Matsushita, Y.: Managing Subjective Information in Fuzzy Database Systems, *Proc. ACM CSC '93*, pp. 156-161 (1993).
- 2) 大木, 野村, 田代, 亀倉, 横山, 松下: 複数のユーザが共有するファジィデータベースにおけるメンバシップ関数のチューニング, *日本ファジィ学会誌*, Vol. 6, No. 2, pp. 351-362 (1994).
- 3) Benedikt, M.: *Some Proposals, Cyberspace: First Steps*, pp. 119-224, MIT Press (1992).
- 4) Sugawara, S., Suzuki, G., Nagashima, Y., Matsuura, M., Tanigawa, H. and Moriguchi, M.: InterSpace—Networked Virtual World for Visual Communication—, *IEEE Networked Reality '94*, 3-2 (1992).
- 5) Root, R. W.: Design of a Multi-Media Vehicle for Social Browsing, *Proc. CSCW*, pp. 25-38 (1988).
- 6) Cohen, M. and Koizumi, N.: Audio Windows for Binaural Telecommunication, *信学研報*, SP91-51, pp. 21-28 (1991).
- 7) Cherry, E. C.: Some Experiments on the Recognition of Speech with One or Two Ears, *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 22, pp. 61-62 (1953).
- 8) Chapanis, A.: Studies in Interactive Communication: I. The Effects of Four Communication Modes on the Behavior of Teams during Cooperative Problem-solving, *Human Factors*, Vol. 14, No. 6, pp. 487-509 (1972).
- 9) 大木, 阿部, 岡田, 松下: 共有音場を活用したコミュニケーションの提案, *情報処理学会研究会報告*, Vol. 93, No. 95, IM-13-9, pp. 61-67 (1993).
- 10) 大木, 亀倉, 阿部, 岡田, 松下: 人工現実感を用いた音情報検索, *情報処理学会研究会報告*, Vol. 93, No. 37, IM-11-1, pp. 1-8 (1993).

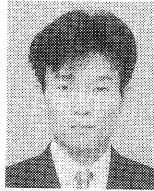
(平成 6 年 8 月 29 日受付)

(平成 7 年 1 月 12 日採録)



大木 直人 (学生会員)

1967 年生. 1991 年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業. 1993 年同大学院理工学研究科修士課程修了. 同年同大学院理工学研究科後期博士課程入学. 在学中. グループウェア, マルチメディアデータベース, ファジィデータベースなどの研究に従事.



阿部 圭一 (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. 同年同大学院理工学研究科修士課程入学. 在学中. グループウェア, マルチメディアデータベースなどに興味を持つ.



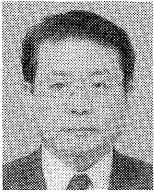
寺本 邦夫 (学生会員)

1971 年生. 1994 年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業. 同年同大学院理工学研究科修士課程入学. 在学中. グループウェア, 感性工学に興味を持つ.



岡田 謙一 (正会員)

1973 年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業. 1975 年同大学院理工学研究科修士課程修了. 1978 年同大学院理工学研究科博士課程所定単位取得退学. 同年慶應義塾大学理工学部計測工学科助手. 1985 年同大学理工学部講師. 1990 年～91 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, ヒューマンインタフェースに興味を持つ. 共著「グループウェア入門」(オーム社). 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. 本学会誌編集委員会 AWG 主査, グループウェア研究会幹事, マルチメディア通信と分散処理研究会委員.

**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), 「人工知能の実際」(近代科学社), 「グループウェア入門」(オーム社)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, IEEE, ACM, ファジィ学会各会員.
