

静止画像を用いた狭帯域ネットワーク用多地点会議システム

岡田 謙一[†] 松下 温[†]

本論文では、動画像の代わりに9方向の静止画像を用いた擬似的な視線認識と、腕メタファを用いた会話空間と作業空間の連続化を試みた“DesktopMAJIC”および“BrowserMAJIC”について述べている。DesktopMAJICでは、前もって転送された9方向の静止画像を会議中に動的に切り替え、ユーザが注意を向けた、あるいは操作しているオブジェクトの方向を向いた静止画像を表示する。また、共有ウィンドウ上の複数のマウスポインタとその所有者の画像を表示しているポートレイトウィンドウを腕のように結ぶことにより、誰が何をしているかを直感的に理解できるように考慮されている。BrowserMAJICはDesktopMAJICとほぼ同じ機能を持ち、さらにWWWブラウザ上で動作することが可能である。これらのシステムはネットワーク負荷が非常に小さいので、通常の電話回線や無線ネットワークで動作することが可能である。

A Multiparty Conferencing System Using Still-pictures for Narrow Band Networks

KEN-ICHI OKADA[†] and YUTAKA MATSUSHITA[†]

This paper describes a multiparty collaboration system named “DesktopMAJIC” and “BrowserMAJIC” which are implemented on a conventional computer workstation, and support pseudo gaze awareness and pseudo hand action. Still-picture portraits of the user in 9 different gaze directions are sent to every DesktopMAJIC in advance, and an appropriate one is dynamically selected during the conference to reflect where the user is paying attention. Moreover, other participants' mouse cursors on the shared application window are joined to their portrait window, allowing each user to be intuitively aware of which cursor belongs to whom. BrowserMAJIC has same function with DesktopMAJIC and it can be used by the World Wide Web browser. Since DesktopMAJIC and BrowserMAJIC do not need a high speed network, they may work smoothly in a telephone or wireless network environment.

1. はじめに

グループウェアの発展、ネットワークの普及、パソコンの高機能化と低価格化、組織のマルチサイト化、データ会議の標準化¹⁾など、さまざまな理由により、実時間の遠隔コミュニケーションを支援するテレビ会議システムやデスクトップ会議システムが普及し始めた²⁾。我々は、この種のシステムは2つのカテゴリーに分かれて発展していくと考えている。1つは臨場感や現実感に重点を置いたものであり、通常は大きな空間を必要とする^{3),4)}。もう1つのカテゴリーは、いつでも何処でも誰とでも話せるという可搬性に重点を置いたシステムで、近い将来には、無線ネットワークを装備したマルチメディアノートブックパソコンによる携帯型会議システムが開発されるだろう。

しかし、現在のデスクトップ会議システムは、他の参加者が何を注目しているのかがきわめて分かりにくい。特に、3地点以上で会議を行う場合には、誰に向かって話し掛けているのかは、画面だけからでは判断できない。この原因は、画面上の全参加者は正面下向きの画像が表示されているだけで、顔の方向や視線の方向とその参加者の注目点との間の関係を伝える仕組みになっていないからである。

他人の注意をある方向に向けさせるためには、顔の向きと視線の方向がきわめて重要である。たとえば、マジックでは顔と視線の動きで観衆の注意を別の方向に向けておいて、その間にマジシャンがトリックを仕掛ける「視線のミスリード」というテクニックが使われている。人間が他人の顔の方向に注意を向けるというのは本能的なものであり、生後6カ月の赤ん坊でも、母親が視線を合わせた後で別の方向に顔を向けると、母親が向いた方に自分の顔を向けるということが知られている。

[†] 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

しかし、顔の向きという重要な情報は、デスクトップ会議システムではまったく利用されていないといっても過言ではない。これは、1台の固定ビデオカメラがユーザを撮影しているという構造上の問題と、ディスプレイ内の各ウインドウの空間的配置をまったく考慮していないというインターフェース上の問題が大きな原因としてあげられる。また、多地点間の動画像通信はネットワークおよびコンピュータの負荷が大きく、利用できる環境はかなり制限されたものになってしまう。

そこで著者らは、作業に有用なアウェアネスを支援し、さらに狭帯域ネットワークで利用可能な多地点会議システムを実現するために、以下の特徴を持つ“DesktopMAJIC”⁵⁾、ならびに移植性の高いブラウザ上で利用可能な“BrowserMAJIC”^{6),7)}を開発した。

- (1) ビデオカメラなど特別な機材を必要とせず、標準仕様のパソコンだけで動作する。
- (2) 複数の静止画像を切り替えることにより、注目している対象を明示することが可能である。
- (3) 前もって静止画像を送っておけば、会議中は注目点の座標情報を送るだけなので、ネットワーク負荷がきわめて小さい。
- (4) 参加者を表示するポートレイトウインドウと、共有作業空間上のマウスポインタを結ぶことにより、会話空間と作業空間の連続化が図られている。

本論文では、2章でデスクトップ会議システムの問題点、3章で静止画像を用いた多地点会議システムのデザインコンセプト、特徴的な機能、および実装したプロトタイプについて述べる。そして、4章でインターネット上で公開された BrowserMAJIC に対するユーザの反応を検討する。

2. デスクトップ会議システムの問題点

デスクトップ会議システムは同期分散型のグループウェアの1つであり、分散している会議参加者は、ISDN などの高速ネットワークに接続されたパソコン、あるいはワークステーションを用いて、ビデオウインドウに表示された相手の顔画像、および共有ウインドウ上に表示された相手と同じドキュメントなどを見ながら会議（協同作業）を進めるシステムである。デスクトップシステムは、図1に示すようにコンピュータ本体、(通常は本体に内蔵された)スピーカーとマイク、小形ビデオカメラから構成されており、ディスプレイ上には相手の顔画像と共有アプリケーションが表示される。現在では商用化も進み、パソコン上に低価格でデスクトップ会議システムを実装することが可能であ

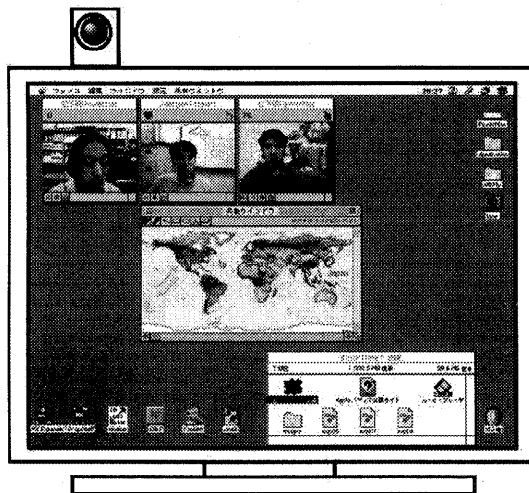


図1 デスクトップ会議システムの一例

Fig. 1 An example of the desktop conferencing system.

り、ビジネス、医療、教育など、さまざまな分野で応用されている。

従来のデスクトップ会議システムは、遠隔地の2人が1対1で協同作業を行う場合、あるいは多地点接続でも伝達会議のように1方向に情報が流れる場合にはきわめて有効である。しかし、3地点以上で行ういわゆる多地点会議の場合には、インターフェースとネットワーク負荷の観点から問題が生じる。以下にデスクトップ会議システムの一例として、図1に示す Apple QuickTime Conferencing⁸⁾による4地点会議時の画面例を参考にしながら、デスクトップ会議システムの問題点を考察する。

(1) 顔画像から得られる情報

ディスプレイの大きさ、ネットワーク速度、コンピュータの処理能力に大きく影響されるが、多地点会議の場合は複数のビデオウインドウに各参加者を表示するため、1つのビデオウインドウの大きさは小さめで、誰が表示されているのかは認識できるが、細かい表情や口の動きなどはそれほどはっきり認識できない。したがって、多くのデスクトップ会議システムでは、ユーザが選択した1つのビデオウインドウだけを大きく表示するなどの機能を備えている。

(2) 空間的配置

対面環境の会議では、参加者がどのような位置関係にあって資料がどの場所に置いてあるかということは、会議を円滑に進めるために非常に重要な要素となる。たとえば司会者がある参加者を見ることによって発言を促したり、近くに座っている少数の人がサブグルー

ブを作って小声で打ち合わせるなどということは、実際の会議ではよく見られる光景である。しかし、デスクトップ会議システムでは各端末でウインドウを自由に動かすことができるため、空間的配置はまったく意味を持たない。人間は空間をうまく利用して情報処理を行うが、2次元のディスプレイ上では空間を生かすことが困難である⁹⁾。

(3) 視線認識

通常、デスクトップ会議システムのビデオカメラはディスプレイの上に置かれ、またユーザはディスプレイを見ているために、ビデオウインドウにはすべて正面下向きの参加者の顔画像が表示される。したがって、誰が何にあるいは誰へ注意を払っているのかがまったく認識されない。たとえば特定の人に話し掛ける場合、対面環境ではその人の方に顔を向ければ済むことだが、デスクトップ会議システムでは話し掛けた人の名前を呼んで（さらに必要なら自分の名前を名乗って）から話すという複雑なプロセスになる。

(4) ビデオウインドウと共用ウインドウの非連続性

対面環境において、机などの作業空間を取り囲んだ参加者が資料を操作したり、ある部分を指示する場合、誰が行っているかは無意識のうちに伝達される。一方、デスクトップ会議システムにおいては、複数の人が共有ウインドウ上のオブジェクトを操作しようとする場合、複数のマウスポインタが共有ウインドウ上に存在することになる。そこで、誰のマウスポインタであるかを示すために、マウスポインタの色を変えたり、マウスポインタの近傍に操作者の名前を表示するなどの方法が従来からとられている。しかし、この方法は間接的であり、ビデオウインドウと共用ウインドウの非連続性が、直感的な理解を妨げているといえる。

(5) ネットワーク負荷

画像圧縮の技術は進んでいるが、やはり滑らかな動画画像転送には高速なネットワークが必要である。たとえば、図1に示した Apple QuickTime Conferencing では1ビデオウインドウあたり80Kbpsの転送速度が必要であった。多地点会議をインターネットで行うためには、フレーム数の減少、ビデオウインドウの縮小など現状ではかなりの制約が付くと思われる。特に、現在注目されているモバイルコンピューティング環境では条件がより厳しく、W-CDMAなどによる高速な無線通信が実用化されるまでは、動画画像を用いた多地点モバイルデスクトップ会議システムの構築は困難であろう。

3. 静止画像を用いた多地点会議システム

上述のデスクトップ会議システムの問題点をすべて解決することは、技術上およびコスト上から困難であると考えられる。そこで著者らは、動画画像の代わりに複数の静止画像を用いて、狭帯域ネットワークでも使用可能であり、携帯性と多地点での作業支援を指向したデスクトップ会議システム DesktopMAJIC、および移植性を考慮してブラウザ上で動作するデスクトップ会議システム BrowserMAJIC を構築した。

3.1 デザインコンセプト

多地点デスクトップ会議システムを実現するにあたり、まず次の3つのデザインコンセプトを規定した。

(1) 一般性、携帯性に優れている。

ワークステーションやデスクトップ型パソコンでは、ディスプレイ上にビデオカメラを置くことはなんの問題もないが、ノート型パソコンでは携帯性が著しく損なわれる。また、ビデオカメラやビデオ入力ボードはオプションであり、すべてのパソコンが備えているわけではない。どこでも、誰とでもという要件を満たすためには、特別な装置を利用しないことが望ましい。

(2) 作業に有用なアウェアネスを支援する。

ノンバーバルコミュニケーションに関しては、デスクトップ会議システムが対面環境と同じ効果を得ることは不可能であり、システムが何を支援するかを明確にしておくことが重要である。ビデオウインドウに表示される小さな顔画像からは、表情などの変化は伝わりにくい。多地点で協同作業を行うときは、むしろ誰が何をしているのか、あるいは何に興味を持っているのか、誰が話しているのかなどの情報を分かりやすく示すことが必要だと思われる。

(3) ネットワーク負荷が小さい。

多地点会議システムでは、ネットワーク負荷が問題となる。特に、インターネットや無線ネットワークを利用するときにはネットワークの制約が大きく、システムの実用化にはネットワーク負荷を小さくすることが重要となる。

3.2 特徴的な機能

ここでは、上述のデザインコンセプトより開発された DesktopMAJIC と BrowserMAJIC の特徴的な機能を述べる。

(1) 視線の伝達

人間の注目している対象は、顔の向いている方向（より正確には視線の方向）により知ることが可能である。デスクトップシステムでは、画面上のどこを見ているかが重要な情報となるが、通常は画面のどの位



図 2 9 方向の静止画像

Fig. 2 Still-picture portraits of the user in 9 different gaze directions.

置でもわずかに目を動かすだけで見えてしまうので、特別な視線追跡装置などを装着させない限り、画面上の注目対象を知ることは不可能である。しかし現状では、このような装置は携帯性を著しく損ない、また一般性に欠けたものとなる。さらに、会議参加者を動画像で表示するためにはビデオカメラが必要であり、携帯性を損なうと同時にネットワーク負荷も大きくなる。しかも 1 台の固定カメラからの映像では、正面下向きの映像が延々と表示されるだけである。

多地点作業では表情よりも顔の向きを伝えることが重要であると考え、さまざまな方向を向いている静止画像を切り替えることによって注目対象の方向を示すこととした。多数の静止画像を用意することは非現実的なので、画面上での視線方向に関する簡単な実験を行った結果、正面 +8 方向の静止画像があればほぼ十分であることが分かった。そこで、図 2 に示すように 9 枚の静止画像を用い、それらを切り替えることによって擬似的な視線の伝達を実現した。

ここで問題となるのは何を注目対象とするかであるが、パソコンに特別な装置を付けないという制約条件から、マウスポインタの位置に注目対象があると仮定することとした。すなわち、相手が自分の方を見ているとき（相手が自分の顔の静止画像上にマウスポインタを置いているとき）は、自分のディスプレイ上には相手の正面画像が表示される。相手が自分以外の人物を見ているとき、あるいは共有ウインドウ内のオブジェクトを操作しているときには、そちらの方向を向いた静止画像が表示される。たとえば、図 3 において、ユーザ A はユーザ B のポートレイトウインドウ上に、ユーザ B はユーザ A のポートレイトウインドウ上に、ユーザ C は下の作業空間上にマウスポイン

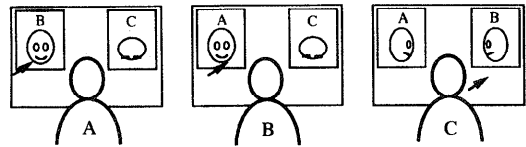


図 3 擬似的な視線の伝達

Fig. 3 Pseudo gaze awareness.

タを置いている。各ユーザ画面のポートレイトウインドウ上には、それぞれに相当した方向を向いた参加者の静止画像が表示され、各参加者の注目点を直感的に知ることが可能である。

(2) 口の動きの伝達

静止画像では多人数会議を行った場合、今誰が話しているかを声だけから判断しなくてはならず、音声会議のように使いづらいものになってしまう。そこで、ある参加者が話しているときには、その参加者の口を閉じた画像と開いた画像を交互に表示することにより、アニメーションのような効果を持たせることにした。すなわち、静止画像は 1 参加者あたり 9 方向 18 枚を用意する。話し掛けたい相手のポートレイトウインドウにマウスポインタを置いて話せば、各参加者に誰へ向かって話しているのかを視覚的に伝えることができる。また、ルートウインドウにマウスポインタを置けば、すべての端末に正面画像が表示され、全員に向かつて話し掛けている状況になる。

(3) 会話空間と作業空間の連続化

対面環境で協同作業を行う場合、相手の顔に注目することに加え、手の動作に注目していることが多い。共有ウインドウ上で作業する場合には、マウスポインタが手にあたる。そこで、共有ウインドウ上にある複数のマウスポインタの所有者を明示するために、マウスポインタが共有ウインドウ上に存在するときには図 4 に示すように、マウスポインタとその所有者の画像を表示しているポートレイトウインドを腕のように結ぶこととした。単純なアイデアではあるが、マウスポインタの所有者が視覚的に明示されたことにより、誰が何をしているのかを直感的に把握することが可能になった。

3.3 DesktopMAJIC の実装

多地点静止画像会議システム DesktopMAJIC は、Sun ワークステーション上に実装された。その画面は図 5 に示すように、他の参加者を表示するポートレイトウインドウ、共有描画ツールが実装された共有ウインドウ、個人用のウインドウ、デスクトップとなっているルートウインドウから構成される。ポートレイト

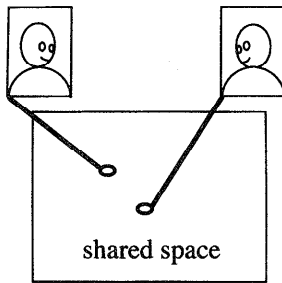


図 4 腕メタファ

Fig. 4 Pseudo hand action.

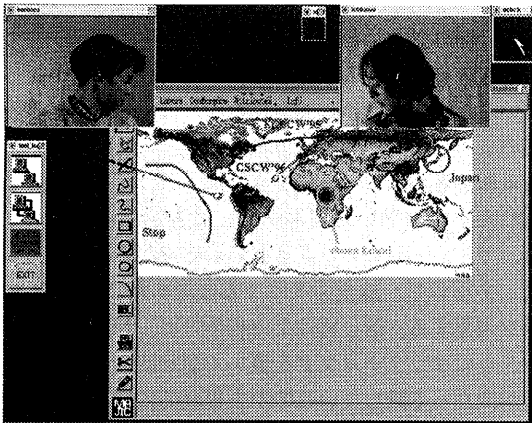


図 5 DesktopMAJIC の画面例

Fig. 5 An example of the screendump of DesktopMAJIC.

ウィンドウ上の各ユーザの静止画像は、そのユーザのマウスポインタが位置する方向を向いた画像が表示される。すなわち、選択される静止画像は、ポートレイトウィンドウとマウスポインタの相対位置で決まる。したがって、マウスポインタあるいはポートレイトウィンドウのどちらを動かしても、両者の位置関係に対応した静止画像が表示され、動的な空間配置の変更に対処している。また、マウスポインタが共有ウィンドウにある場合には、マウスポインタの所有者を表示しているポートレイトウィンドウと直線で結ばれる。

会議に先立って各ユーザが会議の他の参加者に、18枚の自分の静止画像を転送しておけば、会議中はマウスポインタの位置を転送するだけなので、ネットワーク負荷は音声を除くと1ポートレイトウィンドウあたり1.2Kbpsである。

3.4 ブラウザへの適用

狭帯域ネットワークでも使用可能であるという DesktopMAJIC の特徴を生かすためには、インターネットや PHS での利用が考えられる。そこで、現在

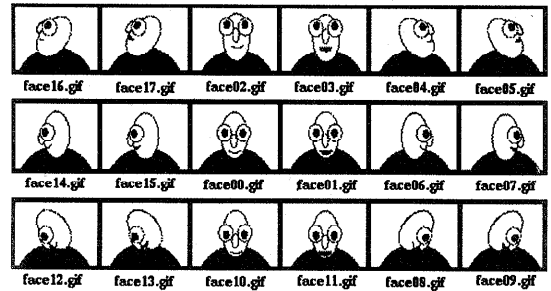


図 6 デフォルト顔画像

Fig. 6 Default still-pictures.

インターネットに接続された多くのコンピュータで利用可能な WWW ブラウザへ適用し、DesktopMAJIC とほぼ同等の機能を持つ BrowserMAJIC を開発した。

BrowserMAJIC はクライアント・サーバモデルであり、Java アプリケーションによって実装された1つのサーバと、Java アプレットによって実装された複数のクライアントで構成される。BrowserMAJIC の実行に必要なファイルは、すべて WWW サーバのマシンにのみ置くため、クライアント側では Java に対応した WWW ブラウザのみが必要である。WWW サーバから Java アプレットをダウンロードした各端末は BrowserMAJIC クライアントとなり、WWW サーバマシン上の Java アプリケーションである BrowserMAJIC サーバを介して、顔画像、マウスポインタの位置データ、音声をやりとりする。

プロトタイプシステムでは WWW サーバに4つの会議室を用意し、WWW ブラウザから会議室名をクリックすると、Java アプレットがダウンロードされ実行が始まる。会議参加者は、前もって用意した自分の顔の18枚の静止画像ファイルを自分のホームページのディレクトリに保存し、会議参加時にユーザ名と URL アドレスを入力する。他の参加者は、BrowserMAJIC サーバを介してその顔画像をダウンロードする。静止画像を用意していなかった場合には、システムが持っているデフォルト顔画像を利用して会議に参加する(図6参照)。

BrowserMAJIC でも協同描画ツールを用意しており、図7に示すようにブラウザ上で協同作業を行うことができる。顔画像の動的な切り替えや、腕の形状をしたマウスポインタなど DesktopMAJIC と同等の機能を持っているが、画面構成上の制約から1つの会議室に入れる人数は最大4人であり、この点が基本的には人数制約がない DesktopMAJIC と異なっている。

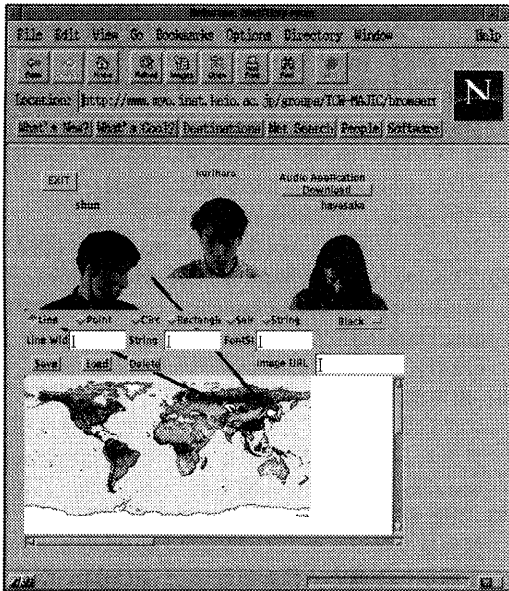


図 7 BrowserMAJIC の画面例

Fig. 7 An example of the screendump of BrowserMAJIC.

表 1 異種環境での動作確認

Table 1 Verification on the various platforms.

機種	OS	WWW ブラウザ
Sun	Solaris 2.5	Netscape Navigator 3.0
SparcStation	Linux 2.0	Netscape Navigator 3.0
IBM 互換 PC	Windows 95	Netscape Navigator 3.0
IBM 互換 PC	Windows 95	Internet Explorer 3.0
Macintosh	MacOS 8	Netscape Navigator 3.0

4. 評価

4.1 異機種間接続

BrowserMAJIC が異種環境で動作することを確認するため、表 1 に示す 5 つのプラットフォームを準備し、それぞれを接続して BrowserMAJIC を実行した。その結果、すべての組合せにおいて正常に動作することが確認された。したがって Java インタプリタが動作する環境なら、ここで取り上げなかったものでも問題なく実行可能だと思われる。

4.2 インターネットでの利用状況

BrowserMAJIC を評価するため、研究室のホームページに BrowserMAJIC を公開し、外部の利用者の 2 カ月間の利用履歴を記録した。その結果、BrowserMAJIC を利用しようと試みた人数は 1110 人（大学 381 人、企業 254 人、個人 138 人、その他 357 人）であったが、実際に利用した人数は 441 人（大学 199 人、企業 31 人、個人 65 人、その他 146 人）

で約 40% に止まった。

利用率が低かった大きな原因は、回線容量の問題だと思われる。回線容量が小さい場合、BrowserMAJIC クライアントの Java アプレットのダウンロードに時間がかかり、利用できないと思って中断してしまったケースがかなり多いようだ。今回は、一般公開のために狭帯域ネットワークでの使用に問題が生じたが、本格的に使用するときには、各端末に BrowserMAJIC クライアントを前もってインストールしておくようにすることにより解決できる。

特に問題となる点は、企業ユーザの利用率が 12% ときわめて低いことだ。この原因はセキュリティ対策のために、各企業がファイアウォールを設定しているためだと思われる。一般的なファイアウォールでは、Java アプレットのダウンロードも BrowserMAJIC のクライアントとサーバの通信も不正な進入と見なしてしまう。そのためにファイアウォールの中にいるユーザは、慶應大学内の BrowserMAJIC サーバを利用することができない。この問題は、各企業内でファイアウォールの内側に BrowserMAJIC サーバを設置すれば容易に解決できる。

4.3 ユーザフィードバック

現時点では、DesktopMAJIC、BrowserMAJIC の機能についての定量的な評価までは至っていない。また Apple QuickTime Conferencing と DesktopMAJIC を使用した比較実験では、コミュニケーションのとりやすさについて統計的に有意な差は出なかった。しかし、静止画像を用いた場合と動画像を用いた場合に有意な差が出ないということは、ネットワーク負荷が小さいにもかかわらず、本システムが効果的に機能したと考えられる。

使用者とのインタビューでは、顔画像の方向が切り替わることと腕メタファにより、相手が何をしようとしているのかが分かりやすかったという意見が多かったが、同時に次のような問題点が指摘された。

(1) マウスポインタが注目点とは限らない。

多くのユーザが疑問を持つ点である。マウスポインタが共有作業ウインドウにあるときは、マウスポインタが注目点であるという仮定にそれほど違和感はないが、ある参加者に話し掛けるときにマウスポインタをその参加者を表示しているポートレイトウインドウ上に、わざわざ置くのは不自然であるように感じられる。一般性や移植性を重視したため、特別な視線検出装置を使っていないために、このような結果となったが現在のところ解決策は見い出せていない。

(2) 相手の方を向いている感覚がない。

現在のシステムは対面会議を模しているので、画面上に自分の姿はない。自分がどちらを向いているように他の参加者から見えているかというフィードバックがないため、話し掛ける相手の方向を向こうという強制力が働かないようだ。仮想空間上の会議であると割り切って、空間上に自分の静止画像も登場させる方が、有効な場合もあると考えられる。

(3) 会議参加者の本人確認がしにくい。

どんな小さな画像であってもリアルタイムの動画があれば、見にくいながらも本人確認や大雑把な表情を読み取ることが可能である。そこで現在、ネットワークが対応でき、またビデオカメラが搭載してある場合には、他の参加者から見て正面向きするときのみ、その参加者の端末に動画を転送するという改良案を考えている。ただし逆に、自分の生の画像が転送されないから良いという意見もあった。確かに在宅勤務での利用などを考えると、プライバシーが考慮されているという見方もできそうだ。

5. おわりに

本論文では、従来のデスクトップ会議システムの問題点をあげ、特に狭帯域ネットワークを用いる場合の1つの解決法を示した。具体的には、複数の静止画像を動的に切り替えることによって、擬似的に視線方向を伝える方法、マウスポイントとその所有者のポートレイトウインドウを結ぶことによって、誰が操作しているかを明示する方法を提案した。そして、この機能を備えた静止画像を用いた狭帯域ネットワーク用多地点会議システム DesktopMAJIC と、ブラウザ上で利用可能な BrowserMAJIC のプロトタイプを開発し、インターネット上で公開した。

多地点会議では、誰と誰が話しているのか、誰が何をしているのかを直感的に理解できることが会話や作業をスムーズに進めるために重要であると思われる。プロトタイプシステムでは、注目点はマウスポイントという若干不自然な仮定をしているが、一般性や携帯性を損なわないこととのトレードオフをどのように考えるかがポイントであろう。

謝辞 本システムを開発するにあたりご尽力いただいた市川氏、田中氏（現在 NTT 勤務）、栗原氏、才野氏（慶應大学）に深謝します。

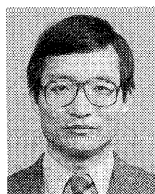
参 考 文 献

1) 名倉義幸：データ会議の国際標準 T.120, 日経コミュニケーション, No.420, pp.120-126 (1996).

- 2) 醍醐利光：発表相次ぐパソコン TV 会議システム, コンピュータ&ネットワーク LAN, No.10, pp.77-82 (1995).
- 3) Okada, K., Maeda, F., Ichikawa, S. and Matsushita, Y.: Multiparty Videoconferencing at Virtual Social Distance: MAJIC Design, *ACM CSCW'94*, pp.385-393 (1994).
- 4) 竹村治雄：臨場感通信とコラボレーション, コンピュータ科学, Vol.3, No.1, pp.35-40 (1993).
- 5) Okada, K., Kurihara, S. and Matsushita, Y.: Multiparty Tele-conferencing System: MAJIC and DesktopMAJIC, *Proc. ICCS'97*, pp.11-18 (1997).
- 6) 田中俊介, 栗原主計, 岡田謙一, 松下 温：インターネット上で実用可能な遠隔協同作業支援システム: BrowserMAJIC, 情報処理学会 Groupware'96 シンポジウム論文集, pp.19-24 (1996).
- 7) 栗原主計, 才野 真, 岡田謙一, 松下 温：協同作業支援システム BrowserMAJIC のモバイル環境への適応, 情報処理学会 DiCoMo'97 ワークショップ論文集, pp.317-322 (1997).
- 8) Apple Computer Inc.: QuickTime Conferencing Kit User's Guide (1995).
- 9) 岡田謙一, 松下 温：本メディアを越えて: BookWindow, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.3, pp.468-477 (1994).

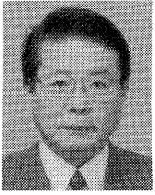
(平成 10 年 2 月 25 日受付)

(平成 10 年 6 月 5 日採録)



岡田 謙一（正会員）

1951 年生。1978 年慶應義塾大学大学院博士課程所定単位取得退学。同年慶應義塾大学工学部計測工学科助手、現在同大学理工学部情報工学科助教授。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、ヒューマンインタフェースに興味を持つ。著書「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）など。ACM, IEEE, 電子情報通信学会, 人工知能学会各会員。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, サイバースペースと仮想都市研究会幹事。情報処理学会論文誌編集委員, 電子情報通信学会論文誌編集委員。1995 年度情報処理学会論文賞受賞。



松下 温（正会員）

1963年慶應義塾大学工学部電気工学科卒業。1968年イリノイ大学大学院コンピュータサイエンス専攻了。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、分散処理などの研究に従事。情報処理学会学会誌編集担当理事、マルチメディア通信と分散処理研究会委員長、電子情報通信学会情報ネットワーク研究会委員長、バーチャルリアリティ学会仮想都市研究会委員長などを歴任。1998年5月情報処理学会副会長。「やさしいLANの知識」（オーム社）など著書多数。1993年度情報処理学会ベストオーサー賞。1995年度情報処理学会論文賞受賞。人工知能学会、ファジィ学会、IEEE、ACM各会員。
