

# 人に優しい超鏡対話における指差し行為

森川 治<sup>†</sup> 福井 幸男<sup>†</sup>  
山下 樹里<sup>†</sup> 佐藤 滋<sup>†</sup>

日常生活において、我々は、指示行為をともなう対話をする機会が多い。一方、従来のビデオ対話システムでは指差しが正しく伝わらないために、身体性をともなう対話が制約を受ける傾向にある。我々の開発した対話システム「超鏡」では、対話者が同じ対話空間（超鏡画面）で対話できる特徴があり、画面上の事物なら、物理的存在位置に関係なく、画面上で直接、指差しながら対話することが可能である。しかし、この指示行為が習得困難であったり、使い勝手が悪ければ、対話に利用できないことになる。そこで本論文では、超鏡対話における指差しが利用者に受け入れられることを確認する実験を行った。実験では4つの事物の移動課題を与え、自主的に超鏡指差しを学習・習得する過程を観察した。その結果、4つ目の事物移動では利用者の93%が、超鏡指差しを使用して課題遂行したことが確認された。

## HyperMirror Pointing Accepted Easily

OSAMU MORIKAWA,<sup>†</sup> YUKIO FUKUI,<sup>†</sup> JULI YAMASHITA<sup>†</sup>  
and SHIGERU SATO<sup>†</sup>

People often use pointing while talking. In video conversation, pointing is difficult to transmit correctly. People tend to talk without body language. In our HyperMirror system all participants and all objects have relative positional relationships with each other regardless of physical location. They can take advantage this relationship during conversation. For example, by pointing to an object on the HyperMirror screen. But, if it is difficult for them to learn and use pointing, they will not use the action. In this paper we confirm that people accept and use pointing in HyperMirror. In the experiment, we gave subjects the task of instructing their partner to move to 4 predefined objects using the HyperMirror system, and we observed the process of their learning and accepting HyperMirror pointing. We found that 93% of subjects execute the task using HyperMirror pointing by the forth object.

### 1. はじめに

日常生活において、我々は、指示行為をともなう対話をする機会が多い。たとえば、友人のアクセサリを指差しながら「これ、かわいい! どこで買ったの」といった会話や、職場で「今朝、私が見ていた書類、誰か知らない?」という問いに対し、同僚が本棚のファイルを指差しながら「それなら、そこにファイルして、課長がしまったはずだけど」と応答する場面等である。これらは、指差しした事物が対話相手に正しく伝わって初めて意味をなす会話である。

しかし、従来のビデオ対話システムでは、お互いの世界が分離されている、ビデオ映像が平面のため奥行き情報が欠落している、画面の詳細さが実物より劣る、

等の理由により、これらの指差しは正しく伝わらないことが多い。

もちろんこれらの会話を、指差しなしで行うことも可能である。初めの例では、指差しながら「これ」と言う代わりに「あなたが胸に付けているアクセサリ」と言えば会話が成立する。後者の例でも、指差しながら「そこに」と言う代わりに「あなたの右後ろ2.7mにあるページの本棚の上から3段目、右端から75cmあたりのところにあるファイル」と言えば、同じ情報が伝わり会話が成立する。しかし、普通、このような表現をしてまで、これらの会話をすることは少ない。その結果ビデオ対話では、このような会話を避けることになり、身体性をともなう対話が制約を受ける<sup>1)</sup>。

指差しが正しく理解されるためには、触って指差ししている場合は問題ないが、離れている場合には、指差ししている人と、対象事物の位置関係が明らかである必要がある。

<sup>†</sup> 生命工学工業技術研究所人間環境システム部  
National Institute of Bioscience and Human-Technology,  
AIST, MITI

我々は、対話者全員が同一空間にいるような合成映像を用いて対話するビデオ対話方式「超鏡：HyperMirror」を提案した<sup>2)~5)</sup>。そして利用観察により、身体性をともなう会話が多くの観察され、その中に、合成画面上で手と対象事物を重ねる指示行為（以下これを「超鏡指差し」と呼ぶ）が、多数の利用者において観察された。もしこれが、超鏡独自の方式であるため、習得困難であったり、使い勝手が悪いものならば、一般の利用者はこの超鏡指差しを対話に利用できないことになる。本報告では、この超鏡指差しが、多くの利用者を受け入れられるかどうかを確認する実験について述べる。

## 2. ビデオ対話における指差し

ビデオ対話において相手の空間の事物を指差しする場合、指差ししている手の映像と指し示されている事物の両方が一緒に見える必要がある。

Tangらは、テレビ電話の映像とは別に、描画するキャンパスと描いている両者の手のビデオ映像を加えた VideoDraw<sup>6)</sup>システムを開発した。しかし相手の身体は上半身と手が分離し、相手の手だけが自分の側から生えているような構図になっている。Tangらの VideoWhiteBoard<sup>7)</sup>では、顔画像の表示をあきらめる代わりに、書き込みをしている人の姿のシルエットをそこにダブらせて表示する。これにより、人物と描画内容の整合性をとり、1つのディスプレイだけでの対話を実現している。さらに、Ishiiらの ClearBoard<sup>8)</sup>は、この WhiteBoardを透明にして、書き手の表情等も読みとれるように工夫してある。

Wellnerの Double DigitalDesk<sup>9)</sup>では、机上の3次元の事物を対話の共有資源とし、机の上には相手方の机上の映像とコンピュータ画面の合成映像が上面より投影される。これにより、遠隔地の机上の書類や、それを操作する対話相手の手振りが伝わる。しかし、表情等は伝わらない。Kazuokaらの Agora<sup>10)</sup>では、DigitalDeskを囲む2面に対話相手の上半身を表示するディスプレイを追加配置することにより、人物の上半身と手の映像の整合性を保ちつつ、表情等も伝えている。これは、机を囲んで対話するという実空間を模倣したシステムである。

しかしいずれの対話方式でも、お互いの位置は固定されており、指差しできる領域は作業対象の2次元のキャンパス、あるいは両者の間にある机に限られる。

一方 GestureCam<sup>11)</sup>では、カメラの先端につけたレーザポインタで対象事物に直接レーザを照射することにより、実空間の事物一般を指示対象にしている。

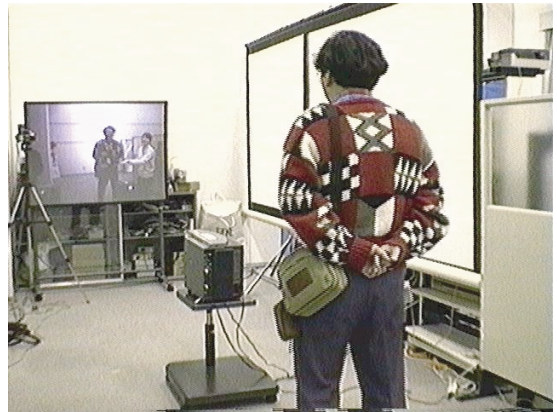


図1 超鏡対話例

Fig.1 An example of HyperMirror conversation.

しかし指示者はマウス等を操作する必要がある。

## 3. 同室感覚のある超鏡システム

超鏡対話では、対話者全員が同一の映像を用いて対話を行う（図1）。すなわち、WISIWYS（What I see is what you see）を満たしている。対話は2地点に限らず、何地点でも構わない。利用者はシステムの前に立つだけで、装置の装着や操作を必要とせずに対話を行うことができる。対話に利用する映像は、あたかも各地にいる対話者全員が同室にいるような様子を鏡に写した内容である。

対話者間を分断する壁は存在しない。全利用者はシステムの前を自由に動くことができ、対話相手との位置関係を自由に変えることができる。たとえば画面上で、各地にいる任意の対話者のすぐ横に並ぶことができる。画面上でその人の肩をたたいたり、握手をすることもできる。前述のとおり、画面上で手を指示対象事物に重ねることで指差しができる。そのため、対話者全員が同じ場所にいるような感じが得られる。

超鏡対話には、映像の中で対話をしている「演者の自己」と、その映像を見ている「観客の自己」が共存する。対話は、同じ映像を見ている観客兼演者の対話相手と行う。このように超鏡は、対面対話および従来のビデオ対話とはまったく異なる対話形式である。

### 3.1 超鏡システムのハードウェア

超鏡システムの役割は単純である。各地のカメラで撮影された映像を合成して1枚の超鏡映像を作ることである。合成画像の作成方法には、光学的に行う方法（図2）と電子的に行う方法（図3）がある。光学的に行う場合には、2重写しが原則である。電子的に行う場合には、たとえば、位置センサーを用い、重なり部分の前後関係を自動判別し、優先順位を決定すること



図 2 光学的合成例

Fig. 2 A HyperMirror image by optical synthesis.

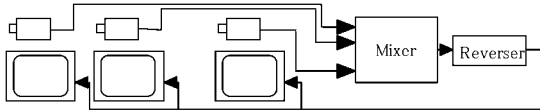


図 3 電子的合成による超鏡システム結線例

Fig. 3 A connection of a HyperMirror system of electronic synthesis version.



図 4 机上型超鏡システムの例。14 型の液晶モニターと小型カメラ。リモコンの操作方法を教示している様子

Fig. 4 A desktop type of HyperMirror system. A 14 in. LCD and a small camera. A seen teaching how to use a remote controller.

により、より自然な映像を得ることも可能である<sup>12)</sup>。画面の大きさも、等身大表示の大型スクリーン(図1)から机上型(図4)、携帯型等、いろいろ可能である。

我々が主に使用している超鏡システムは、2地点、クロマキー合成方法である(図5)。ビデオ信号はNTSCである。クロマキー合成をするために、一方の地点の壁1面をブルーバックにした。各地にはビデオカメラ、スピーカ、液晶プロジェクタ、床上70cm、横120cm高さ90cmのスクリーンがある。立って対話をする状況を想定し、利用者はスクリーン、カメラから3m離

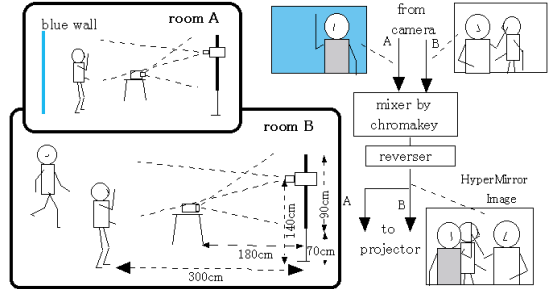


図 5 クロマキー合成による超鏡システム例。スクリーンは縦 90 cm 横 120 cm、床から 70 cm。ワイヤレスマイクとプロジェクタに内蔵のスピーカを使用

Fig. 5 An example of HyperMirror system by Chromakey synthesis. A 90 cm × 120 cm screen is 70 cm high from floor. Wireless microphones and projectors included speaker were used.

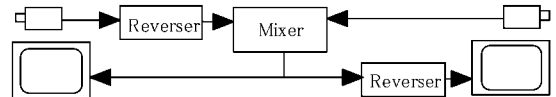


図 6 超鏡-II の結線図。自己像は鏡像だが、対話相手の映像は正像

Fig. 6 A connection of a HyperMirror-II system.

れた位置に立った場合、ひざから上が撮影範囲になるように調整してある。

初期の超鏡システムでは、すべての利用者が鏡映像になっているため、地図や文字等を使った対話では不都合な場合もあった。そこで、対話地点が2地点に制約される代わりに、自己像は鏡映像、対話相手は正像という超鏡-IIも作成した(図6)。

### 4. 実 験

超鏡指差しを用いることにより、形式は対面対話と異なるが、対面対話と同等の身体性をともなう対話が可能になる。しかし、この超鏡指差しが利用者に学習しやすく、分かりやすく、使いやすいものでなければ、有用とはいえない。そこで、超鏡指差しが利用者に受け入れられるかどうかを確認する実験を行った。

【課題】超鏡指差しの受け入れやすさを検証するためには、指差しなくても達成できる課題が望ましい。もし、言葉だけ、あるいは別の手法によっても課題達成できる状況で、多くの被験者が超鏡指差しを採用すれば、少なくとも、別な手法より超鏡指差しが好まれたことが示せることになるからである。これらを考慮して本実験では、別室の壁と机の上に配置してある3次元事物の移動を課題として選択した。1課題として4つの事物の移動を指定した(図7)。

【装置】超鏡システムは、2地点、クロマキーによる合

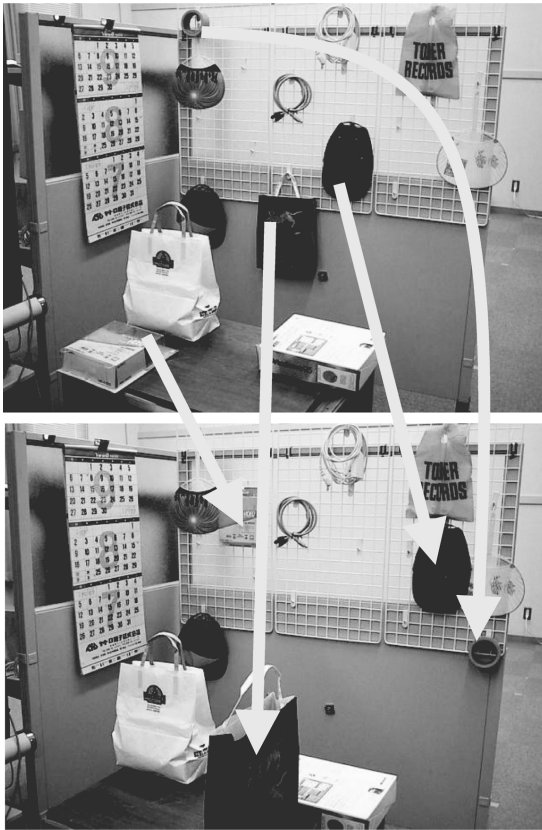


図7 配置換え指示書の例  
Fig. 7 An example of tasks

成法のシステムを使用した(図5)。

【被験者】実験は、研究所一般公開の会場で行った。時間帯を区切り、超鏡対話の自由体験の時間帯と本実験の時間帯を、交互に設けた。被験者らは、実験時間帯に訪問した見学者のうち実験協力を希望した人々、年齢は10才代から50才代までの28組56名である。

【教示】実験時間中の他の被験者の指示行為を観察したり、体験時間中の見学者達の超鏡対話を観察したりすることを許した。制限時間は特に設けないが、正確に、できるだけ速く課題を終了するように求めた。指示方法については、言葉だけでもよく、ジェスチャーは使っても使わなくてもよく、指示は一方通行ではなく、実作業役の被験者からの質問等も構わないことを教示した。指示方法だけでなく、4つの事物の移動順序も被験者に任せた。

【手順】実験は2名1組で各組1課題、1回のみとする。被験者らは指示役と実作業役を決める。指示役になった被験者はブルーバック側に移動し、紙に書かれた別室の事物の配置換えの指示書(図7)を受け取る。その内容に従った配置換えの指示を超鏡画面越しに、

別室の実作業役の相手に伝え、課題を遂行する。実験の様子を記録として、超鏡合成画像をビデオテープに録画する。

## 5. 観察結果

被験者たちの課題遂行時間は1分から4分程度であった。ほとんどの被験者が超鏡指差しを使って課題を遂行した。しかし当然のことながら、被験者が初めから超鏡指差しを使ったわけではない。また、超鏡指差しを使わずに言葉だけの指示で課題を遂行した被験者もいた。

### 5.1 観察された指示行為の種類

記録テープを2名で観察し、被験者の行動を記述するために、指示行為の分類を議論した。その結果、次の5種類に分類し、その推移過程によって記述することで合意ができた。

V (Verbal only): 言葉だけで指示する場合

VF (Verbal with Face-to-face pointing): 言葉が主で、対面対話用の指差しをともなう場合(図10上段右)

VH (Verbal with HyperMirror pointing): 言葉が主で、超鏡指差しをともなう場合(図10下段右)

HV (HyperMirror pointing with Verbal): 超鏡指差しが主で、言葉がともなう場合

FV (Face-to-face pointing with Verbal): 対面対話用の指差しが主で、言葉がともなう場合

指示行為の推移過程のコード化は、他の3名が、記録テープを元に行った。まず、2名のコーダーの結果を照らし合わせ、異なるコードが割り振られた部分についてだけ、第3のコーダーがコード化し、多数決によりその部分のコードを決定した。分割の細かさの違いに対しては、細かい分割に合わせ、第3のコーダーには、分割位置を示したうえで各部分のコード化を依頼した。しかし多数決の結果、連続して同じコードが振られ、しかも一方のコーダーがそれらを分割せずに1つのコードを割り当てた部分に対しては、分割しないコードを採用した。

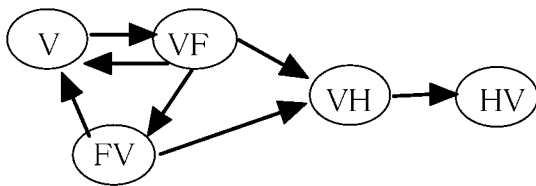
その結果、これらの指示行為間には図8に示すような推移関係があり、1回の指示行為の中にも推移が見られた。代表的な推移過程は以下のとおりである。

言葉だけの指示(V)からは、指示しているうちに、思わず手が動いてしまい、対面対話用の指差し(VF)に移行する。そして、うまく指示が伝われば、再び手は下ろされて言葉だけの指示(V)に戻る。このときにうまく指示が伝わらないと、ある人は(対面対話用の)指差しが主になって、説明を続ける(FV)。しか

し ( FV ) では指示がうまく伝わらずに、再び ( V ) に移行する .

また、ある人は、指示 ( VF, FV ) において、指差しが超鏡対話で正しく伝わらないことに気が付くと、超鏡指差しに変更する ( VH ). 超鏡指差しが成功すると、次第に言葉が「あれ」;「これ」といった指示代名詞が主になってきて超鏡指差しが主になってくる ( HV ).

1 課題内の 4 回の事物移動により、指示行為がどのように変化したかを図 9 に示す . なお、1 回の指示行為を開始時と完了時のコードによって分類すると、VF-VH, VH-VH, VH-HV, HV-HV, V-VH, V-VF, V-V の 7 種類に分類できたが、瞬時に指差しが成功する場合の VH と HV の区別は困難であり、この場合は区別する意味もないと考え、VH-VH, VH-HV, HV-HV の 3 種類を図 8 では VH という分類にひとまとめにして集計した . これによれば、1 つ目の事物



VF: Verbal with Face-to-Face pointing  
 VF: Verbal with Face-to-Face pointing  
 VH: Verbal with HyperMirror pointing  
 HV: HyperMirror pointing with Verbal  
 FV: Face-to-face pointing with Verbal

図 8 5 種類の指示行為とその推移図

Fig. 8 Five kinds of instructions and their transition.

移動では被験者の約 30% が、言葉による指示を行っていたことになる . 4 つ目の事物移動では、被験者の 93% が超鏡指差しを習得し、それにより指示を行っているが、被験者の 7% は言葉による指示にとどまっていることが分かる .

5.2 「あれ」から「これ」へ

興味深いことに、超鏡指差しが成功すると、事物を指すときの言葉が、近くのものでも、遠くのものでも、すべて「これ」に変化した . このことは、画面上に見えている物はすべて手で触れることができる身近な存在に ( 少なくとも心理的には ) 変化したことを意味する .

5.3 「言葉による指示」から「指差し」へ

言葉で説明した方が、誤解が少なく、簡便な場合と、直接指す方が簡便な場合があり、これらの境目は、利用者によって異なる . 一般に、大人と子供を比較すると、大人の方が事物を指定する場合、言葉による指示が多く使われた . また、事物の特徴が曖昧になりとらえにくくなるに従って、言葉より超鏡画面上での指示行為に移行する傾向があった .

例外はあるものの、概して 10 才代の被験者は、超鏡指差しがメインで「これ」「ここ」「違う」「そうそう」という単語レベルでの発話で課題が遂行されていた . 20 才代の被験者も、超鏡指差しがメインで「この赤いもの」「この帽子」というように、指差しを補助する言葉を使うことが多かった . 30 才、40 才代と年齢が上がるに従って「この帽子を左上に移動させてください」といいながら超鏡指差しをするように、言葉での情報量の割合が増えてきた .

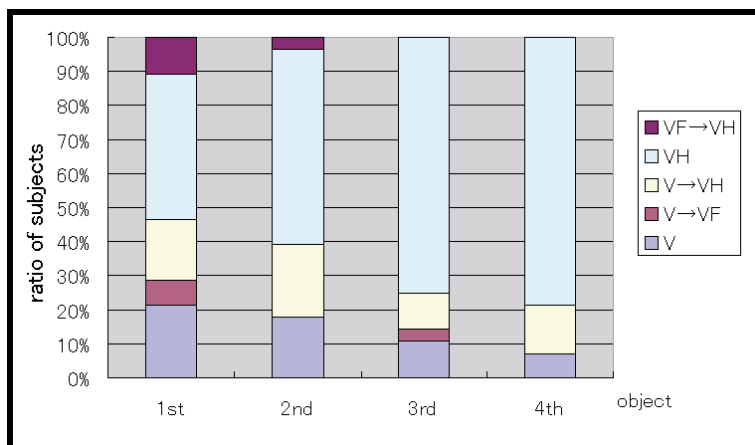


図 9 課題遂行にともなう指示行為の推移 . 4 つ目の事物の指示 ( 右端 ) では、被験者の 93% が超鏡指差し ( VF および V → VH ) を使用している

Fig. 9 Distributions of instruction types. 93% of subjects executed the task using HyperMirror pointing ( VF or V → VH ) by the fourth object.



Explaining in words  
V: 言葉だけで指示



Face-to-face pointing  
VF: 対面対話用の指差し



Understanding failure  
超鏡指差しの学習途中



Understanding failure  
超鏡指差しの学習途中



Getting HyperMirror pointing  
超鏡指差し学習完了



Using HyperMirror pointing  
VH: 超鏡指差して指示

図 10 超鏡指差しの習得過程

Fig. 10 Stages of learning the HyperMirror pointing.

## 6. 考 察

93%の被験者が、超鏡指差しを自主的に習得し、利用することが観察された。また、言葉だけで課題遂行する被験者の存在から、実験に使用した課題が、課題遂行に指差しが必要不可欠ではないことも示された。すなわち、被験者は選択肢の1つとして超鏡指差しを自主的に選んだといえる。ここでは、超鏡指差しの習得過程について考察する。

超鏡指差しの習得は他人の対話を観察することによっても引き起こされる。実際、被験者の40%は、課題開始直後から超鏡指差しだけで課題を遂行した。

残りの被験者の観察から、被験者の53%は対面の指差しをともなう指示(VF, FV)において、指差しが

失敗することにより、超鏡指差しを学習することが分かった。失敗は新しい方法を学ぶ強い動機付けとなる。超鏡指差しが、この失敗時にどのようにして被験者に「発見」されて学習されたかは興味ある現象である。

前述のとおり超鏡は、自己像を表示した対話システムであり、対話者全員が同じ映像を見て(WISIWYS)対話を行う。失敗した時点で超鏡のWISIWYSという性質により、失敗の原因、すなわち、なぜ相手が自分の指差しが理解できないのかを知ることができる。そして、聞き手の視点に立った指差し、すなわち超鏡指差しを試行錯誤しながら習得する。図10にその様子を示す。観察によれば、この学習には2, 3秒しか費やしていない。すなわち、学習の容易性が示されたといえる。

一方、苦勞せずに簡単に学習した新しい知識は簡単に忘れ去られて使われないことも多い。実際、ある指示で超鏡指差しが学習・習得されたはずの被験者が、その後の指示のときに再度、言葉だけの指示や対面対話用の指差しをともなった指示で課題を遂行しようとする場面が多く観察された。しかし、そのような場合でも、不都合が表面化するとたんに、WISIWYSにより、超鏡指差しが再学習され、課題遂行されていった。すなわち、超鏡対話環境には、被験者に超鏡指差しを自主的に学習させる力があるといえる。

なお前述のとおり、被験者の7%は、VおよびFVで失敗をしなかったため、最後まで言葉だけの指示で課題を遂行した。彼らは言葉による説明がうまく、言葉だけでも問題なく課題を遂行することができた。そこで実験終了後、彼らに対し、超鏡指差しを教示し、超鏡指差しの難易について質問をした。その結果、全員が問題なく超鏡指差しを使うことができ、「言葉で指示するより簡単そうだ」という感想も得た。

## 7. おわりに

本論文では、自己像を表示する新しいビデオ対話システム「超鏡」における指差し行為について述べた。

実験により、超鏡指差しが利用者に実際に受け入れられることを確かめた。実験では4つの事物の指示課題を与えたところ、事物の移動ごとに超鏡指差しの割合が増加し、4番目の事物移動では被験者の93%が、超鏡指差しを使用して課題遂行した。

しかし、最後まで、超鏡指差しを使用しなかった被験者も7%いた。使用しなかった被験者は、言葉の説明がうまく、そのため、言葉だけでも問題なく、作業の指示が伝わった。彼らは、今回の実験では自主的に超鏡指差しを学習しなかったが、教示すると超鏡指差しの容易性を認めた。

この結果は、超鏡の応用として、機器操作（たとえばビデオデッキ）の分からない人に対し、家電メーカーの専門家が、消費者の所有している実際の対象機器を指差しながら、具体的な操作方法を教える（図4）といった新サービスの可能性を示唆している。また、室内装飾の工事現場（図11）とデザイナーや顧客とを超鏡システムで結ぶことにより、現場の事物を使いながらデザイナーや顧客の希望を現場に伝えるという応用例も夢ではない。さらに、事故現場、宇宙ロケット、医療現場等時間的・物理的に専門家の同席が困難な場所での、事物を対象とした対話にも超鏡対話が有効利用できると考える。



図 11 顧客と工事人との超鏡対話例

Fig. 11 An example of HyperMirror dialogue of a customer and a carpenter.

## 参 考 文 献

- 1) 原田悦子：人の視点から見た人工物研究，共立出版（1997）。
- 2) Morikawa, O. and Maesako, T.: HyperMirror: A Video-Mediated communication system, *CHI'97 Extended Abstracts*, pp.317-318 (1997).
- 3) Morikawa, O. and Maesako, T.: HyperMirror: Toward Pleasant-to-use Video Mediated Communication System, *CSCW'98*, pp.149-158 (1998).
- 4) 森川 治：ビデオ対話における自己像の表示による対話相手の存在感への影響，*ヒューマンインタフェース学会誌*，Vol.1, No.1, pp.61-68 (1999).
- 5) 森川 治：超鏡：魅力あるビデオ対話方式をめざして，*情報処理学会論文誌*，Vol.41, No.3, pp.815-822 (2000).
- 6) Tang, J. and Minneman, S.: VideoDraw: A Video Interface for Collaborative Drawing, *ACM Trans. Information Systems (TOIS)*, Vol.9, No.2, pp.170-184, ACM (1991).
- 7) Tang, J. and Minneman, S.: VideoWhiteBoard Video Shadow to Support Remote Collaboration, *Proc. CHI'91*, pp.315-322 (1991).
- 8) Ishii, H. Kobayashi, M. and Grudin, J.: Integration of Interpersonal Space and Shared Workspace: ClearBoard Design and Experiments, *ACM Trans. Information Systems*

- (*TOIS*), Vol.11, No.4, pp.349-375, ACM (1993).
- 9) Wellner, P.: The DigitalDesk: Supporting Computer-based Interaction with Paper Documents, *Proc. Imagina*, pp.100-119 (1993).
- 10) Kuzuoka, H., Yamashita, J., Yamazaki, K. and Yamazaki, A.: Agora: A Remote Collaboration System that Enables Mutual Monitoring, *CHI'99 Extended Abstracts*, pp.190-191 (1999).
- 11) Kuzuoka, H. and Kosuge, T.: GestureCam: A video Communication System for Sympathetic Remote Collaboration, *Proc. CSCW'94*, pp.35-43 (1994).
- 12) Sommerer, C. and Mignonneau, L.: MIC Exploration Space, *ACM SIGGRAPH'96 Visual Proc.*, 17 (1996).

(平成 11 年 10 月 30 日受付)

(平成 12 年 4 月 6 日採録)



森川 治 (正会員)

1977 年東京工業大学理学部情報科学科卒業, 1982 年同大学院理工学研究科博士課程修了, 理学博士。同年, 通商産業省工業技術院製品科学研究所入所。現在, 生命工学工業技術研究所主任研究官。ヒューマンインタフェース, 人間工学, 認知科学の研究に従事。ヒューマンインタフェース学会, 日本認知科学会, 日本人間工学会, 日本バーチャルリアリティ学会, ACM 等会員。



福井 幸男 (正会員)

1973 年京都大学工学部精密工学科卒業。同年株式会社日立製作所入社。1980 年東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻修士課程修了。同年通産省工業技術院製品科学研究所入所。1998 年筑波大学電子・情報工学系教授。工業技術院生命工学工業技術研究所人間環境システム部併任。ヒューマンインタフェース, 設計支援等の研究, 教育に従事。電子情報通信学会, 日本人間工学会, 日本バーチャルリアリティ学会, ACM 等会員。



山下 樹里 (正会員)

1988 年東京大学理学部情報科学科卒業。同年通産省工業技術院製品科学研究所 (現生命工学工業技術研究所) 入所。1994 ~ 1995 年米国ワシントン大学 Human Interface Technology Lab. 訪問研究員。主に, 形状変形操作インタフェース, 触覚・力覚フィードバックデバイスを応用した CAD の開発, 内視鏡手術ナビゲーションシステム等の研究に従事。日本人間工学会, 日本バーチャルリアリティ学会, ACM, IEEE Computer Society 各会員。



佐藤 滋

1959 年生。1982 年東京大学工学部産業機械工学科卒業, 1984 年同大学院修士課程修了, 通商産業省工業技術院製品科学研究所入所。1992 年同主任研究官。1993 年工業技術院研究所再編により製品科学研究所廃止, 生命工学工業技術研究所主任研究官, 現在に至る。