

多地点会議システムMAJICの評価に基づく 新システムの提案

Gi_seok Jeong 市川 裕介 田中 俊介 岡田 謙一 松下 温

慶應義塾大学 理工学部

人と人とのコミュニケーションにおいてはバーバル情報だけでなく、相手の視線、顔の表情、色々なジェスチャーのようなノンバーバル情報が相手の本心を知るための重要な要素であると考えられる。そこで、筆者らは等身大の画像で遠隔地にいる参加者と視線一致ができる MAJIC システムの開発を続けてきた。今回、このシステムを多数の利用者に実際使用してもらって、その利用後の感想を利用者からアンケートを取ることができた。その結果から投影画像の大きさの変化によって利用者が感じる距離感が調節できることが分かった。また、投影画像の大きさ、複数地点から送られて来る相手同士の画像と画像の間に生じるシームの有無(切れ目)、画像の背景の変化などが利用者にとってどのような影響を与えるかについての評価も行った。本論文では、この評価から得られたデータの分析に基づく新しいシステムを提案する。

A proposal of new system based on the evaluation of multi_point teleconference system, MAJIC

Gi_seok Jeong Yusuke Ichikawa Shunsuke Tanaka Ken-ichi Okada Yutaka Matsushita

Faculty of Science and Technology, Keio University

3-14-1 Hiyoshi Kohoku Yokohama 223, JAPAN

We need to know the real intention of participants which are not expressed by verbal languages. This means that not only verbal information but also non-verbal information(i.e., gestures, facial expression, eyes of participant, etc.) is very important factor. We proposed and had implemented the MAJIC¹ system that eye contact to remote places with a life sized image is capable. Actually, many users have used this system and it derived results that can to regulate the feeling which a user feels by changing the size of projection image. And we have carried out some evaluations about existense and nonexistence of the seam of display between a participant and the other one. The change of projection images size and background image pattern results in much affect to conferencing users. In this paper, we propose a new system which is based on the data acquired by this analysis.

¹Multi-Attendant Joint Interface for Collaboration

1 はじめに

近年、情報高速化が急速に進んでいる。通信ネットワークも光ファイバーなどを利用して整備されており、通信技術の明らかな発展により情報(画像、音声、テキスト、図形など)の伝送がより高速に伝送しやすくなっている。このような通信基盤技術によって遠隔地を結んだテレビ会議システムに関する研究が活発に行われ、又、在席会議システムも多数開発されている[8]。

しかし、このような在席会議システムは簡便に使用することができるが臨場感が少ないので効果的な会議を行うためにはいくつかの制限がある。そこで、前回[6]、我々は等身大画像で遠隔で視線一致ができるMAJICシステムを提案した。しかし、このシステムは装置が大きかったので、システムの小型化が要求されていた。また、一ヶ所に複数人が参加する時、参加者全員の視線一致が支援できないという制限があった。

今回、このような要求に合わせるために50人の被験者に対して実際に実験してもらった。そこで利用者からシステムの実験後の感想をアンケート方式で取ることができた。そのアンケートから得られた結果の分析に基づいて新しいシステムを構築した。

2 遠隔テレビ会議システムの臨場感

2.1 視線一致の実現

ビジュアルテレコミュニケーション環境を対面環境にできる限り近づけるために不可欠な要素が視線一致だと考えられる。視線一致は相手の意図を読むために一番重要な要素であり、円滑なコミュニケーションを行うために重要な役割を担当している。現在、視線一致の実現方法としてはいくつかの方法が提案されているが、これを大別すると、

- ハーフミラーの原理を利用した方法[2]
- ハーフミラーを小型化する方法として Blazed Half Mirror(BHM)を使用する方法[9]
- 透明/散乱状態の切り換えが可能な液晶スクリーンを用いる方法[10]
- CGで相手画像を生成する方法[7]

に分類することができる。しかし、このような方法も対面環境のように自然なコミュニケーションを行うためには解決しなければならない色々な問題を抱えてい

る。また、今後は今までの1対1、1対多だけにとどまらず、多対多の視線一致が必要になると考えられる。

2.2 ノンバーバル情報の支援

我々は相手と話をする時には言葉を用いる。しかし、純粋に言葉の内容だけで行われるコミュニケーションは、7%にすぎないと言われている。相手が言葉を発した時の声の高低、大小、調子、イントネーション、アクセント、早さ、沈黙など、これら音によるコミュニケーションが38%であると言われており、先ほどの7%と合わせても、バーバルコミュニケーションは45%に過ぎない。残りの55%くらいはノンバーバルコミュニケーションで占められていることになる。

すなわち、相手とのコミュニケーションではバーバルコミュニケーションだけでなく顔の表情や、ジェスチャーなどのノンバーバルコミュニケーションが極めて重要だと考えられる。

2.3 画面のシームレス化

遠隔地から送られてくる画像と画像の間にシーム(切れ目)がある時とシームレスな時に、システムの利用者に与える一体感はかなり違うように感じられることが我々の実験によって証明された。

シームレスな時にはユーザはシステムを利用している間に画面上の相手らと同じ部屋にいるような錯覚を起こしたが、シームがある時はやはり、この切れ目が気になり、部屋の外から窓を通して部屋の中を覗いているような感じを受けた。また、画面上の複数の画像の背景を同じようにした時と、全く違うようにした時の違いも臨場感の重要な要素の一つであることが分かった。

2.4 適切な画面の大きさ

臨場感溢れる効果的な会議システムを構築するためには画面のサイズもかなり影響があると考えられる。

筆者らは本システムを利用して同じ画面の大きさでその中に映し出される人物像のサイズを実物大とそれより2倍大きくした時を利用者からのアンケートを取って比較した。その結果によると人物像の大きさが大きほど相手の顔の表情は分かりやすいがその人物像が実物大より大き過ぎるので、不自然な感じを受けるのが分かった。この結果から人物像の大きさは大きければ大きほどよい訳ではなく、臨場感を最大にするような最適の人物像のサイズが要望されることが分かった。

3 プロトタイプの実験と評価

筆者らは MAJIC システムを小型化及び人間工学的な側面を考慮して、臨場感溢れる会議システムを設計するために、利用者に影響を与える画像の色々な要素を変化させながら 50 人の被験者にこのシステムを使用してもらった。また、このシステムを使用してもらった被験者からその感想をアンケート方式で評価を取った。そこで、人物像の大きさ、背景の変化、画面間のシーム (切れ目) などが利用者にとってどのような影響を与えるのかについて実験を行った。

実験方法

実験には、MAJIC の状態である図 1 を基本にして各々の状態を変化させた、以下の 6 種の環境を用意して実験を行った。ここで、3 人の会話を想定した状態で実験を行っている。

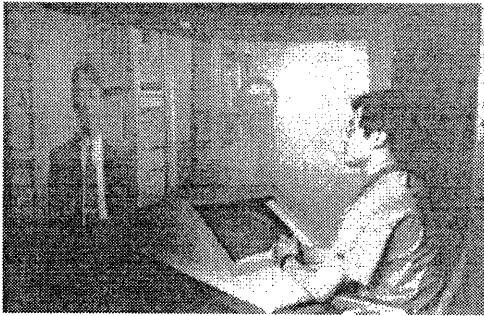


図 1: Prototype system の実験環境

1. 等身大表示、2 地点から送られてくる画像と画像の背景は同じ、画像間にはシームレス (通常の MAJIC の状態)
2. 画像と画像の背景が異なる
3. 画像間にシーム (切れ目) がある (間隔は 10cm)
4. 拡大表示 (画像の大きさが等身大の 2 倍)
5. 縮小表示 (画像の大きさが等身大の 0.75 倍)
6. 14inch ディスプレイを用いた状態 (等身大の 0.3 倍の表示。当然、画像間にはシームが生じる)

以上の環境に関してあらかじめ撮影した映像を 1 分間見てもらい、その後映像はそのまま被験者にアンケートをとった。アンケートは距離感、相手側の様子が見えるか、臨場感、雰囲気の種類に関して 16 項目の質問を 7 段階評価で解答してもらった。

実験の結果と評価

アンケートの結果で特徴がよく出ていたものを抜粋して図 2 に示す。尚、Screen number は実験方法で記述してあるものに対応している。

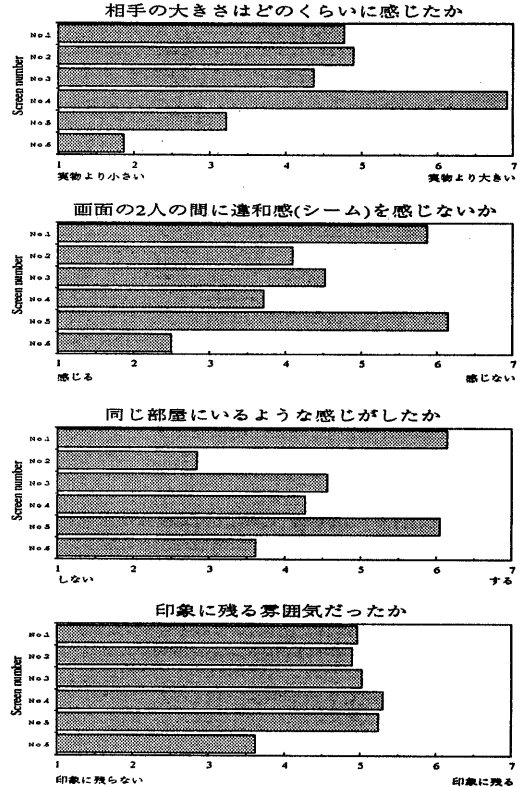


図 2: アンケートの結果 (抜粋)

相手の大きさはほぼ画像の大きさと同じ大きさに感じられる事がわかった。相手との距離に関しても、同様の結果が得られている事から、画像の大きさによる距離感の演出が可能である事も確認できた。また、臨場感に関しては、画面の大きさよりもその間のシームが与える影響が予想以上に大きい事や、背景を合成して同じにする事が (同じ部屋に居るような) 実在感を演出するのに大きく役立っている事がこの実験から確認できた。全体的な結果として、普通のディスプレイを用いたものは MAJIC によるものよりも結果が悪く出ている。これは、画面の大きさの影響以上にディスプレイという箱の中に映像が映っているという事が相手との (心理的な) 距離感を余計に助長していると考えられる。

更に、会議空間の印象は画像の大きさに関わらず普

通のディスプレイを用いるよりも、MAJIC システムの会議空間の方が印象に残りやすい事がわかった。

4 新しいシステムの提案

4.1 システムの目標

新しい MAJIC システムの狙いは今までの MAJIC システムの基本的なコンセプトである、視線一致、湾曲スクリーンによる連続的な会話空間の提供、デスクトップの作業空間の提供などのメリットを生かして、その上でより自然な会話ができるような環境の構築を目標にした。

4.2 システムのコンセプト

通信媒体を通して人と人の円滑なコミュニケーションを行うために必要不可欠な要素である視線一致を従来使われているハーフミラーを用いずに実現している。このシステムの基本コンセプトとしては、

- 相手画像との自然な視線一致ができる
- 複数地点からの映像を一枚の湾曲スクリーンにシームレスで投影するので連続的な会話空間を設けることができる
- 全員が平等にアクセスできるデスクトップの作業空間を設ける
- 発言者に視線一致ができながら 1ヶ所に複数の利用者が参加できる環境を提供している
- 画像の合成によって複数の地点で送ってくる参加者の画像の背景を全く同じように処理することで、あたかも会議に参加している全員が同じ部屋にいるような一体感を与えることができる
- 会議中に参加者の中で任意の一人を選んでひそひそ話ができる
- 画像の大きさの変化による距離感の演出によって会議装置の小型化

などであり、より自然で人間的なテレビ会議空間の構築を目標としている。本システムでは 3 地点を同時に結び、あたかも 3 人で一つの机を囲んでいるような環境を提供している。

4.3 システムの構築

相手画像との視線一致

遠隔会議システムのコミュニケーションにおいて視線の一致は臨場感を高めるために非常に重要な役割を担っている。従来の視線一致を実現するためによく使われて来た方法としてはハーフミラー方式がある。しかし、この方式は簡易に視線一致を可能とするが、ハーフミラーを斜めに設置するので結局大型化してしまう欠点を持っている。それで筆者らが採択した方法は表からは白く、裏からは透けて見えるような効果を持つコントラビジョンをスクリーンとして使用し、相手画像はビデオプロジェクタでスクリーンの前面から投射し、撮影はスクリーンの裏側に置かれたカメラで行なう。即ち、スクリーンの後ろに置かれているカメラを見つめることによって相手の目を見つめることになるので自然な視線一致ができる (図 3)。

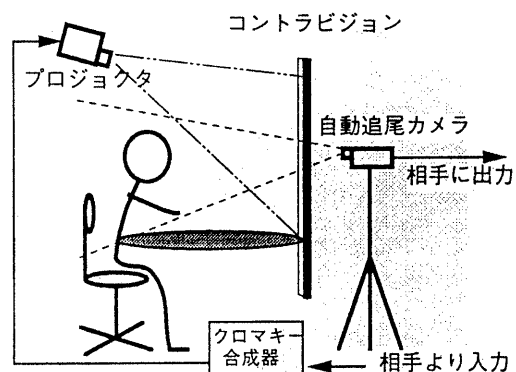


図 3: システムの基本原理

一枚の湾曲スクリーンに投影

複数のモニターで利用者を取り囲み、あたかもテーブルを囲んでいるような状況を作り出す試みは過去にも行なわれてきた [3]。しかし、モニターとモニターの間につなぎ目が生じてしまうので、各映像がバラバラの独立したものであることを利用者に意識させる原因の一つとなっている。そこで筆者らは、全ての相手を一枚の湾曲スクリーンに投影することで画面間の連続性による一体感と臨場感を得ることができた。

この方式によってそれで利用者は一目で相手が何をしているかわかる、すなわち、Gaze awareness が臨場感を損なうことなく支援できるようになっている。

会議装置の小型化

新しいシステムではこの空間的な制約を解決するためにシステムの小型化を進めてきた。いくつかのバタンの実験によって、利用者とスクリーンとの距離感は画面上の人物像の大きさの変化によって調節できるのを確認することができた。それで、我々はスクリーンと利用者の距離に対するいくつかの実験から、今のシステムの長所である臨場感をそのまま生かしながら小型化するための大きさである半径100cmの円周に沿うシステムを構築した。システムをもっと小さくしたかったがスクリーンと利用者の距離をあまり短くすると利用者がスクリーンから圧迫感を感じてしまうので、今回のスクリーンサイズにはこの距離が最適な距離だと判断した。新しいシステムは横160cm、縦170cmの枠の中に半径100cmの円周に沿って横180cm、縦73cmのスクリーンを吊り下げて利用している。前回のシステムよりかなり小型化することができたので、簡単に他の部屋に移動することができるようなサイズで構築されている。

一ヶ所に複数人が参加できる環境の提供

普通、会議を行う時一ヶ所に一人以上の人が参加することが度々ある。MAJICのプロトタイプでも一ヶ所に二人くらいは参加できるような環境を提供しているが、一ヶ所に複数人が参加した時と利用者がカメラの撮影領域から少し外れた時には画面上の相手との完全な視線一致ができなかった。

それで、今回は発言権を持っている参加者と視線一致ができるようにシステムを工夫した。これを実現するために被写体の色によって追尾ができるようなカメラを装備して、発言権を持っている人に追尾するようなシステムを考案した。たとえば、一地点で二人の会議参加者がいる場合はAさんが発言する時はAさんが発言権を持っているが発言が終わった場合、その発言権をBさんに渡す方法を採用している。カメラはAさんからBさんの方に追尾するようになっている。それで、発言している人に視線が合えるようになっている。これは一ヶ所に複数人が参加してもカメラの数を増加しないまま複数人を交替に視線の一致が可能な環境を提供している。

画像の処理による一体感を向上

複数地点から送られてくる映像は各々の人物像の背景(会議室の雰囲気、家具の配置、壁の色など)が異なっているので、そのままの映像を会議に使用すると、

同じ部屋にいるような一体感を落としてしまう。このような制限を解決するために、画像特殊効果装置を利用して画像からお互いに異なっている背景を消去し相手の人物像だけを抽出して、その人物像をクロマキー合成を行うことで、複数の相手の背景は同じように処理することができて、あたかも同じ部屋にいるような一体感が感じられるように考案している。また、景色が綺麗な山の麓とか海岸で会議をしているような演出をすることで印象に残る会議を行うことができる。

ひそひそ話ができる環境の提供

会議中に相手の全員ではなく、ある一ヶ所だけの人と内緒話をしたい場合が時々ある。そこで、テレビ会議システムにおいて、ひそひそ話のできる環境に切替えるスイッチが必要だと考えられる。本システムでは、これを手による任意なスイッチの操作にしないで自然にひそひそ話ができるようなインタフェスを構築した。筆者らは普通のオフィスで使っている椅子を改良してひそひそ話しができるような装置を開発した。これを筆者らはWhisper chairと呼んでいる。

5 今後の課題

音の臨場感

臨場感がある会議システムを構築するために映像とともに重要な要素が音だと考えられる。今までののは単純にスピーカとマイクを継ぎ足して使用しただけなのであまり臨場感を出すことができなかった。そこで今後は音の制御を行ってもっと臨場感がある音の環境を構築したい。

ツールの開発

システムのデモを行った時常に感じるのが、このシステムをもっと効果的に使うためには色々な事情に合うようなアプリケーションツールが必要だということである。今後はこのような必要性和目的に会わせてツールを開発していきたい。

使用と評価

このシステムを正確に評価するための方法が必要だと考えている。また、このシステムを大勢の人に使用してもらって、このシステムで何がもっと必要かについて調べたい。

6 おわりに

本論文では、MAJIC プロトタイプシステムの使用後の感想とその感想の分析から得られたデータに基づいて新しいシステムの構築について報告した。今までは MAJIC システムの実験する時に MAJIC 一台と従来の方式 [3] を接続して実験を行ってきたので厳密に言うと、その正確な効果を得るのが難しかった。今回、もう一台のシステムが試作されて実際に MAJIC 同士でのコミュニケーションが行えることになったのは何よりも意義があることだと思っている。

遠隔地にいる相手とまるで同じ場所にいるかような感覚を出すためには、結局に空間的な共有が必要だと思われる。今まで数多くのテレビ会議システムが開発されたが実際の対面環境のような感覚を再現するには色々な制限があった。今回は遠隔地の相手との距離感を縮めようとする意図があったのでクロマキー合成を行って複数の人物像の背景を一ヶ所の連続的な映像で処理を行った。

また、一ヶ所に複数人が参加した時の視線一致のためにカメラが追尾する方式を提案した。この方法はまだ複数人の参加者が同時に発言する時には発言者全員の視線一致が支援できないので完全な複数人の視線一致だと言えないが、カメラの数を増やさずに複数人が交替に視線一致ができたことは意義あることだった。今後は遠隔地で自分が話したい相手を選んで完全な視線一致ができるようにリモートコントロールの機能を開発させたい。

このシステムの数回のデモを通して分かったのは使用者と相手の親しさによってスクリーンに映し出されている映像の大きさの要求に違いがあったことだ。これは相手との親しさの尺度による心理的な要因なので後の研究では含めるべきだと思う。

更に、今まではハードウェアの方に依存し過ぎていたので、今後はこのシステムに似あうツールを開発して、始めて使用する人も気軽に利用できるような環境を作りたい。

参考文献

- [1] Fish, R.S., Kraut, R.E., & Chalfonte, B.L., The Video Window System in Informal Communications, Proceedings of CSCW '90 ACM, New York, pp.1-11, Oct 1990.
- [2] H.Ishii, M.Kobayashi and J.Grudin, Integration of Inter-Personal Space and Shared Workspace:

ClearBoard Design and Experiments, NTT HI Lab. and Dept. Information and Computer Science, Univ. California. Proc. ACM CSCW '92, pp.33-42, 1992.

- [3] Abigail J.Sellen, Speech Patterns in Video-Mediated Conversations, ACM CHI'92, pp.49-59, May 1992.
- [4] 小松, 志和, TV会議のための多視線一致方式, 情処グループウェア研究会, 4-11, 1993.
- [5] 松下 (編著), グループウェア入門, オーム社, 1991.
- [6] 前田, Jeong, 市川, 岡田, 松下, MAJIC: 場の雰囲気重視した TV 会議, 情処 GW 研究会報告, pp.57-64, Jan. 28, 1994.
- [7] 石橋他, 臨場感通信のための人物の色彩認識合成, 情処研資 (グラフィクスと CAD), No.46-15, pp.103-110, 1990.
- [8] Watabe, K3., Sakata, S., Macno, K., Fukuoka, H., & Ohmori, T., Distributed Multiparty Desktop Conferencing System: MERMAID, proceedings of CSCW'90, ACM, New York, pp.27-38, 1990.
- [9] Arai H., Kuriki M., Sasaki S., New Eye-Contact Technique for Videophones, SID 92 DIGEST, pp.149-152, 1992.
- [10] Shiwa S., Nakazawa K., Eye contact Display Technologies for Visual Telecommunications, NTT REVIEW, VOL.5, NO.2, pp.67-73, Mar. 1993.