

## 文殊の知恵システムにおける資料共有手法の試作とその評価

青木輝勝 坂本信樹 クスタルト・ウィドヨ 安田浩

東京大学 先端科学技術研究センター

将来のマルチメディア社会における主要アプリケーションのひとつとしてビデオ会議システムが大きな期待を集めている。しかし既存ビデオ会議システムは、臨場感が十分でないこと、必ずしも操作性に優れていないこと等の理由から、その利用は特定の用途に限られている。

本稿では「文殊の知恵システム」と呼ぶ新しいビデオ会議システムを提案し、その原理、試作結果について述べる。文殊の知恵システムは、従来のビデオ会議システムでは実現できなかった接近感を含む高臨場感を支援し、会議参加者が会議資料を直感的に操作できる環境の支援を特徴とする。

## Prototyping and Evaluation of the Information Sharing Method for MONJUnoCHIE System

Terumasa Aoki, Kustarto Widoyo, Nobuki Sakamoto, Hiroshi Yasuda

The Univ. of Tokyo,  
Research Center for Advanced Science and Technology (RCAST)

A videoconference system is one of the most attractive network applications in the future multimedia society. But most existing videoconference systems are restricted to specific use because of lack of sense of reality and difficulty with handling and so on.

In this paper, we propose a new videoconference system called MONJUnoCHIE System and describe the principles and prototyping.

### 1.はじめに

近年の通信技術、画像処理技術等の急速な進歩に伴い、高性能ビデオ会議システム実現のための技術要素が次第に整いつつある。ビデオ会議システムは、ビジネス、パーソナル両面で非常に利用価値の高いネットワークアプリケーションであり、21世紀初頭にも実現されるFTTH (Fiber To The Home) 時代のキラーアプリケーションのひとつとして大きな期待を集めてい

る。ビジネスユースでは、出張経費削減等の雇用者側から見た長所と出張による疲労や移動時間削減等の被雇用者側から見た長所がうまく合致しており、また、パーソナルユースでは、体の不自由な高齢者と遠隔地に居る子供や孫との会話、遠隔地の恋人同士、友人同士等の会話に広く使用されることになるであろう。

本稿では、このような状況を踏まえ、主に決定会議、創造会議、懇親会議等の比較的人数の会議参加者を前提とした濃密な会議での使用を想定したビデオ会議システムとして、「文殊の知恵システム」と呼ぶ新しいビ

デオ会議システムを提案し、その試作結果について報告する。

文殊の知恵システムは、従来のビデオ会議システムでは実現できなかった接近感を含む高臨場感を支援するとともに会議参加者が会議資料を直感的に操作できる環境を支援しており、既存ビデオ会議システムと比較して会議効率等を著しく高めることが可能である。

本稿では、まず2章で文殊の知恵システム構築の目標とビデオ会議システムへの要求条件および既存ビデオ会議システムの問題点について整理し、続く3章では、文殊の知恵システムにおける高臨場感技術の原理および試作結果について述べる。4章では、会議資料共有手法についてその原理、実装結果について報告する。最後に5章にて本稿のまとめおよび今後の課題を整理する。

## 2. 文殊の知恵システムの概要

### 2.1 文殊の知恵システムの目標

本提案システムの名称「文殊の知恵」は、ことわざ「3人寄れば文殊の知恵」からコピーしたものである。本システムでは、高臨場感、高機能な会議情報共有手法ならびにそれらの直感的な操作性を実現することにより、対面会議と同等あるいはそれ以上の会議環境の支援し、「文殊の知恵」生み出すことを目標としている。

このような密度の濃い会議は通常少人数で行われることから、試作システムとして今回は3端末文殊の知恵システムを実現した。

### 2.2 ビデオ会議システムへの要求条件

ビデオ会議システムは、会議の種類、会議内容、会議参加者間の親睦度等によりその要求条件は大きく異なるが、一般に、

- (1)あたかも対面しているかのような高臨場感
- (2)会議参加者間の多様な会議資料共有手法の支援と会議参加者に負担をかけない直感的な操作等が極めて重要な要求条件である。

(1)に関しては、「視線一致」ならびに「実物大映像」の支援が必要であることが広く知られており<sup>[1]-[3]</sup>、また、「接近感」(ある会議参加者がディスプレイに近づく様子が遠隔地の会議参加者に直感的に理解できるこ

と)が重要な役割を果たすことも指摘されている<sup>[8]</sup>。そこで、文殊の知恵システムではこれら3要素、すなわち視線一致、実物大映像、接近感を同時に実現するシステムを目標とする。

一方、(2)に関しては、ビデオ会議システムの情報共有手法は一般に

- ・人物表示、会議資料表示を同一のディスプレイ上で行うシステム<sup>[4][5]</sup>
- ・人物表示、会議資料表示をそれぞれ別々のディスプレイ上で行うシステム<sup>[6][7]</sup>

に大別されるが、後者の場合、会議参加者がそれぞれ2台のディスプレイを操作しなければならず、操作性の観点からは前者のほうが望ましい。このため、文殊の知恵システムでは前者の手法を採用する。また、多様な情報表示モード、会議モードを用意すること等により、様々な種類の会議に対応できるビデオ会議システムを実現する。

## 3. 文殊の知恵システムにおける高臨場感技術

### 3.1 文殊の知恵システムにおける高臨場感技術の概要

文殊の知恵システムでは、2.2で述べた背景からビデオ会議システムにおける臨場感の必要条件として、

- ・視線一致
- ・実物大映像
- ・接近感
- ・ユーザ間ゲイズアウェアネス
- ・声の指向性

を掲げ、これらをすべて実現する。本章の以下の節ではこれらの技術について概説する。

### 3.2 視線一致、実物大映像、接近感の実現方式

文殊の知恵システムで用いる専用端末(以下、「文殊端末」と呼ぶ)の側面図を図1に示す。

文殊端末は、文殊端末用特殊ディスプレイ、ビデオカメラ、液晶プロジェクタ、台形歪み補正回路から構成されており、ビデオカメラはディスプレイ中央の法線方向の位置に、液晶プロジェクタはディスプレイの

法線方向と角度  $\theta$  の位置にそれぞれ設置させる。

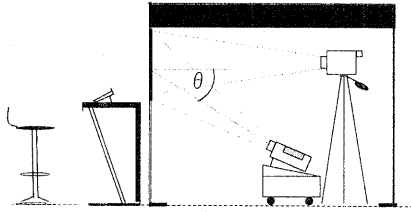


図1 文殊端末の側面図

また、文殊端末の正面、上面図を図2に示す。

今回の試作システムは3端末構成のため、1端末あたり2つのディスプレイを120度の角度に配置させることにより、ユーザ間ゲイズアウェアネス（自分以外の2人の会議参加者が会話している様子があたかも対面環境であるかのように伝わること）を実現できる。

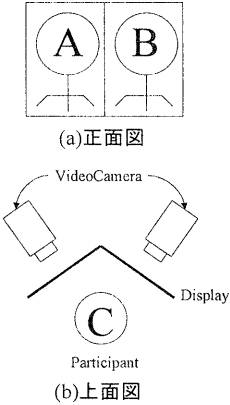


図2 文殊の知恵システムの正面、上面図

文殊の知恵システムでは、文殊端末用特殊ディスプレイとしてホログラム技術を用いた特殊なスクリーンを用いている。このスクリーンは、ホログラムスクリーンの裏側から液晶プロジェクタを用いて投射することにより、表側にいる人間に対し透明なホログラムスクリーン上に映像を再生することができる。

この特殊スクリーンは、フォトポリマーにレーザ光を照射し、参照光との干渉による干渉縞を回折格子として形成したものである。この回折格子は、特定方向（スクリーンの法線に対し角度  $\theta$  で入射）からの再生光（プロジェクタ光）のみに作用し、再生光を前方へ拡散する働きをする。一方、背景光は通常のガラスのようにホログラムスクリーンを透過する（図3）。

したがって、この特殊ディスプレイを用いて図1、2に示した文殊端末を構成した場合、ビデオカメラでは

表側にいる会議参加者の正面映像をガラス越しに撮影することができ、逆に会議参加者からは液晶プロジェクタから投射される相手映像を見ることができる。このように、本システムは原理的に会議参加者とディスプレイとの距離に制限がないため、視線一致、実物大映像はもちろんのこと、ディスプレイに対する接近感（ディスプレイに接近する様子が相手に伝わること）を支援できる。さらに、実際に参加者同士の指をディスプレイに接触させると、あたかも1枚のガラス越しに相手がいるかのようにお互いの指が完全に一致する（以下、「ET (Emotional Telecommunication) タッチ」と呼ぶ）。

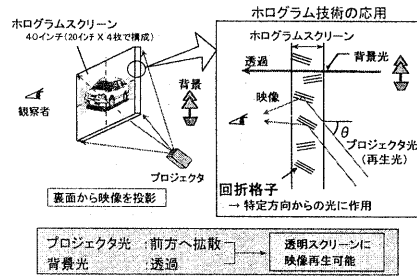


図3 文殊端末用特殊ディスプレイの原理

### 3.3 文殊の知恵システムの試作

3.2の原理に基づき、文殊の知恵システムのプロトタイプを実装した。試作文殊端末の様子を図4に示す。

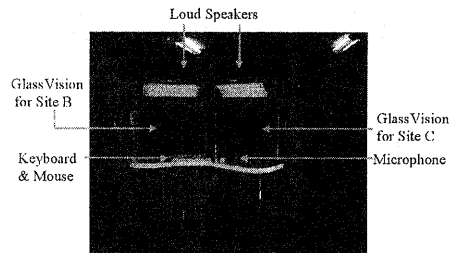


図4 文殊端末の試作

また、図5、図6に文殊の知恵システムを用いた視線一致およびETタッチ実現の様子を示す。

図5では、文殊の知恵システムが「視線一致」および「実物大映像」を支援していることがわかる。一方、図6では2人の会議参加者の指の位置が完全に一致し、あたかもガラス越しに相手が実在するかのような高臨場感が得られていることがわかる。

また、図7にユーザ間ゲイズアウェアネス実現の様

子を示す。図7では、自分以外の2人の会議参加者が対話をしている様子がまるで対面環境であるかのように感じられる。

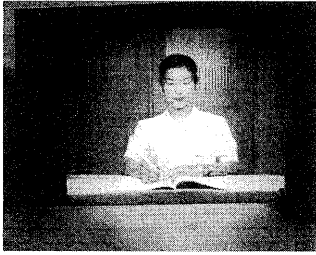


図5 文殊の知恵システムを用いた視線一致の例

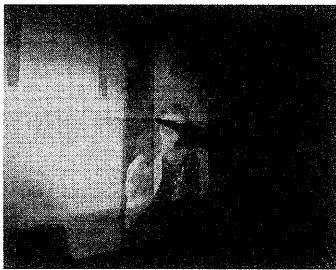


図6 文殊の知恵システムを用いた ET タッチの例

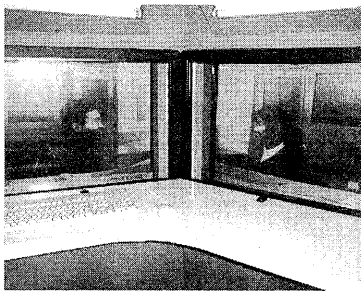


図7 ユーザ間ゲイズアウェアネスの例

## 4. 文殊の知恵システムにおける会議資料共有技術とその操作性

### 4.1 文殊の知恵システムにおける会議資料共有手法の概要

本章では、文殊の知恵システムにおける会議資料共有手法について議論する。

文殊の知恵システムではすでに2.2で述べたように

操作性の観点から人物表示、会議資料表示を同一のディスプレイ上で行う。また、本システムは従来のビデオ会議システムとは異なりETタッチを支援しているため、これを共有情報のポインティングに使用する。これにより、それぞれの会議参加者がどの会議資料を見ているのか、あるいは、どの資料をポインティングしているのかをお互いに理解できるようになり、会議効率の著しい向上が期待できる。さらに、本システムではディスプレイ上にタッチスクリーンを設置することにより、指先でソフトウェア操作が可能な構成とする。これは会議参加者に対し直感的な操作性を提供するためである。

以上をまとめると、文殊の知恵システムでは会議資料共有手法として

- ・多様な情報表示モード
- ・多様な会議モード
- ・タッチパネルによる直感的な操作
- ・ETタッチによる資料ポインティング
- ・ユーザ内ゲイズアウェアネス

等を実現する。本章の以下の節ではこれらの技術について概説する。

### 4.2 情報表示モード

文殊の知恵システムでは、情報表示モードとして、正位置表示モード、ミラー位置(表)表示モード、ミラー位置(裏)表示モードを用意する(図8、図9、図10)。

正位置表示モードとは、図8に示す通り、共有会議資料を各会議参加者のディスプレイ上の全く同じ位置に表示させるモードである。この表示モードは最も実装が容易である反面、ETタッチを資料ポインティングに用いた場合図11に示すようにポインティング位置が対話者間で反転してしまい正しいポインティング位置を表示できなくなってしまう問題がある。

また、図9の正位置ミラー位置(表)表示モードとは、それぞれのユーザの共有情報ウィンドウ位置を左右反転させて表示させるモードである。この表示モードを用いた場合も正位置表示モードと同様、ETタッチ位置と共有情報のポインティング位置は完全には一致しない。しかし、対話相手の視線位置、指差している位置などから、対話相手がどのウィンドウに注目しているかは明確になる。このため正位置表示モードよりも高臨場感環境を支援している。

一方、図10のミラー位置(裏)表示モードとは、そ

それぞれの会議参加者の共有情報ウィンドウ位置を左右反転させて表示させ、さらに、そのウィンドウ内容も左右反転させるモードである。

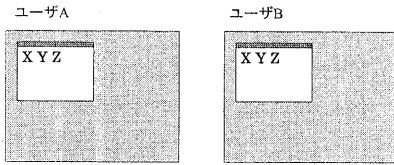
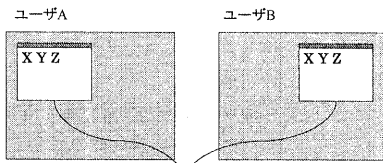
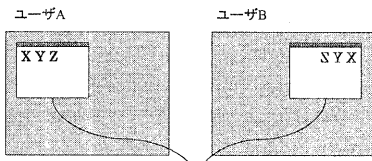


図 8 正位置表示モード



共有情報ウィンドウ位置を左右反転  
図 9 ミラー位置 (表) 表示モード



共有情報ウィンドウ位置、ウィンドウ内容を左右反転  
図 10 ミラー位置 (裏) モード

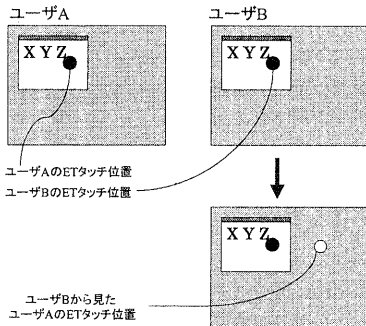


図 11 ET タッチ位置の左右反転

この表示モードでは、一方の会議参加者のウィンドウ内容が左右反転表示されるため、この会議参加者にとっては資料が非常に読みにくい問題点がある。

しかしその反面、このモードでは ET タッチ位置と共有情報の位置とが完全に一致する利点を享受することができる。したがって、プレゼンテーション資料の説明等のある特定のアプリケーションに対しては非常に

有効である。

### 4.3 会議モード

図 12 に本システムで実装している 6 種類の会議モードを示す。

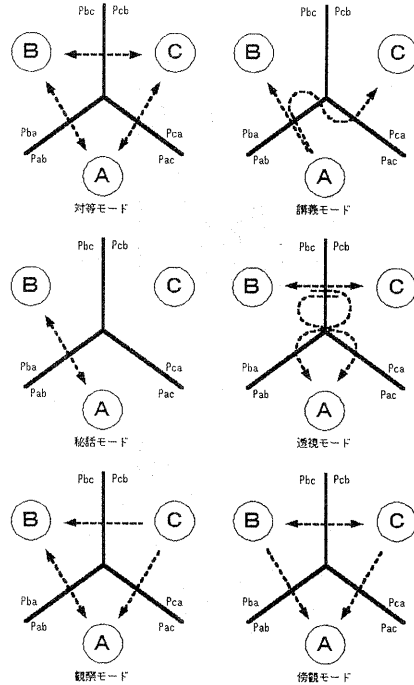


図 12 6 種類の会議モード

図 12 中の各会議モードの主な用途は以下の通りである。

**対等モード:** 3人の会議参加者 A, B, C が対等に会話を行う会議で用いるモード。

**講義モード:** 会議参加者 A が B, C に対して講義あるいは説明を行うモード。

**秘話モード:** 3人の会議参加者中 A, B の 2 人が一時的に秘話を行うモード。

**透視モード:** B, C が会話している様子を A が観察するモード。A は B, C の画面をそのまま見ることが出来る。

**観察モード:** C の様子を A, B が観察するモード。

**傍観モード:** B, C の会話を A が傍観するモード。透視モードとは異なり、A は単に B, C の会話を横から眺めるだけである点である。

#### 4.4 ET タッチによる資料ポインティングとユーザ内ゲイズアウェアネス

4.2 および 4.3 の設計に基づき、会議資料共有ソフトウェアを実装した。図 13、図 14、図 15 に情報表示モードを正位置表示モード、ミラー位置 (表) 表示モード、ミラー位置 (裏) 表示モードにした場合のそれぞれの様子を示す。



図 13 正位置表示モード



図 14 ミラー位置 (表) 表示モード



図 15 ミラー位置 (裏) 表示モード

図 13、図 14、図 15 より、正位置表示モードでは ET タッチによる資料ポインティングおよび対話者内ゲイズアウェアネスが実現できていないのに対し、ミラー位置 (表) 表示モードではポインティングしている位置が大まかに理解でき、ミラー位置 (裏) 表示モードではさらにどの文字をポインティングしているのかまで理解できることがわかる。

#### 5. まとめ

本稿では、文殊の知恵システムの原理、試作結果について報告した。文殊の知恵システムは従来実現が困難であった接近感を含む高臨場感を実現するとともに、操作性に優れた様々な会議資料共有機能を有するビデオ会議システムである。このような高性能ビデオ会議システムは、今後ますます様々な用途での使用が期待され、通信インフラ技術の整備とともに広く普及してゆくものと推測される。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたって様々な御意見を賜りました NTT ファネットシステムズ株式会社の大島一純氏、田沢聰氏、渡辺浩光氏、落合克幸氏に、また株式会社ディーディーエスの三吉野健滋様、山村雅典様に深謝致します。また、グラスビジョンの提供、端末の試作に御協力頂きました株式会社デンソーの佐分敏樹氏、鈴木一徳氏にも感謝致します。最後に、本稿の校正および写真撮影に御協力頂いた東京大学先端科学技術研究センター安田研究室の粕谷牧子氏、長田礼子氏、宋光顯氏に感謝致します。

#### 文献

- [1]S. R. Ahuja, "The Rapport Multimedia Conferencing System", *Proc. Of Office Information Systems*, 1998.
- [2]K. Nakazawa, "Proposal of a New Eye Contact Method for Teleconferences", *IEICE Trans. On Communication*, Vol. 76, No.1, 1993
- [3]S. Shiwa and K. Nakazawa, "Eye Contact Display Technologies for Visual Telecommunications", *NTT REVIEW*, Vol.5, No.2, 1993.
- [4]K. Watabe, S. Sakata, K. Maeno, H. Fukuoka and T.Ohmori, "Distributed Multiparty Desktop Conferencing System : MERMAID", *Proc. Of CSCW '90*, 1990.
- [5]H. Ishii and M.Kobayashi, "ClearBoard : A Novel Shared Drawing Medium that supports Gaze A wareness in Remote Collaboration", *IEEE Trans. Commun.*, Vol.E76-B, No.6, June, 1993.
- [6]A. J. Sellen, "Speech Patterns in Video Mediated Conversations", *Proc. of CHI '92*, 1992.
- [7]K. Okada, F. Maeda, Y. Ichikawa and Y. Matsushita, "Multiparty Videoconferencing at Virtual Social Distance : MAJIC Design", *Proc. of CSCW '94*, 1994.