

## TV会議のための多視線一致方式

—応用分野の展望—

小松忠彦 志和新一

NTTヒューマンインタフェース研究所

横須賀市 武1-2356

多対多のTV会議に於て全てのメンバー間の視線一致が成り立つ多視線一致方式について、その原理とシステム構成、更にTV会議用以外の応用分野の展望について述べた。TV会議以外の応用分野としては、一体感を持ちながら画面を観察する各人が専用画像を持てる特徴を利用したもの、他人に自分の画像を覗かれない特性を利用したものが考えられる。前者の応用として、多言語字幕表示装置、多画面TVゲーム用ディスプレイ後者の応用として、情報を専有できる多視線プレゼンテーションシステム、多視線公衆電話端末について述べた。

## APPLICATIONS OF MULTIPLE EYE-CONTACT DISPLAY METHOD

Tadahiko Komatsu Shinichi Shiwa

NTT Human Interface Laboratories

1-2356 Take Yokosuka-Shi Kanagawa

This paper describes on principle and applications of the multiple eye-contact method. For the applications of the method except TV conferences, the multilingual subtitles display system, multi-image presentation system in which a presentator can see his private information on the displayed image, multi-image TV game systems, and private public TV phone are described.

## 1 はじめに

複数人が出席するテレビ会議において、あたかも相手がそこに存在するような臨場感のある入出力方式を検討している。臨場感を生み出す要因は入出力系の基本要素であるディスプレイとカメラの質、例えば、画像のきめ細かさ、画角の広さ、奥行き感の存在、が有名であり、よく検討されている。しかしわれわれはテレビ会議に限定してさらに検討を進めた結果、ディスプレイとカメラの配置条件に基本的な制約があることに気づき、この点に関して精力的に研究を進めてきた。これは視線一致という言葉で代表しているが、通信者同志が互いに相手の視線の向きを識別できることが必要だということである。

一人対一人の通信における視線一致はハーフミラーと言うデバイスを用いてディスプレイとカメラを光学的に重ね合わせることにより実現できる。しかし、複数対複数人の通信の場合はディスプレイの制約による大きな困難が生じる。それは、ディスプレイに表示された画像は2次元画像であるため、例えば正面を向いた人物画像を送信した場合、受信側ではどの方向からディスプレイを見てもその人物が自分の方を向いているように見えるという問題である。

われわれはこの問題を解決するため、1つのスクリーンに複数の画像を同時に表示し、スクリーンの指向性を制御して観察位置により複数の画像がそれぞれ分離して見える方式を提案した<sup>1) 2)</sup>。この方式によりテレビ会議に参加している各人は同一のスクリーンを見ているにもかかわらずそれぞれ独立の画像を見ることが可能となり、ハーフミラーを介して配置した複数のカメラで視線一致撮影することと組み合わせて複数対複数人の視線一致ができることを確認した。

見る方向により異なる画像が見えるという現象をもっと端的に利用しているのは、レンチキュラレンズ等による立体表示である。そこでは右目と左目に視差のある画像を見せることにより立体感を生じ

させる。このような両眼視差を用いた立体表示に視差の異なる多数の画像を入力することによっても複数対複数人の視線一致は可能である。しかしこのような多眼立体表示系はきわめて多数のカメラアレイと多数のプロジェクターアレイを必要とし、現実のシステムを組むことは困難である。われわれの提案する多視線一致方式は相手の視線を検出するという機能は充分持っていないながら現実的にシステムが組める点で多眼立体表示方式よりもすぐれている。

多視線一致方式は当初テレビ会議の用途に限定して考察を進めてきたが、1つのスクリーンにもかかわらず各人が別々の画像を見られると言うことは、複数の人間が同一の場所に一体感を持って存在し、かつ各人がそれぞれ固有の画面を持っていることを意味していて、その用途はたいへん広いものと考えられる。今回の報告では、まず多視線一致方式の基本的な構成を説明した後、多視線一致方式の様々なアプリケーションについて検討した結果を述べる。



図1-1 従来のテレビ会議装置

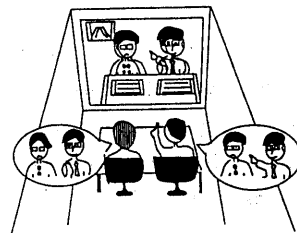


図1-2 多視線TV会議装置

## 多視線一致方式の原理

### 2 多視線一致方式の原理

図1-1は従来のテレビ会議装置を用いて2人対2人で会話している状況を説明するための図である。テレビ会議装置は各々1台のカメラと1台のディスプレイから構成されている。ここで右側に着席した出席者がディスプレイに表示された左側の通信相手と会話している状況を想定すると、この通信相手も同様にディスプレイ上に表示された左端の出席者と会話することになり、会話している当人達は相手の顔を見ながら話しているつもりでも、ディスプレイ中央上部に設置されたカメラで撮影されているため、相手には斜め下を向いた顔が送信されることになり不自然さが生じる。このことはハーフミラーを用いた視線一致撮影系では多少改善されるが、カメラとディスプレイが1台ずつである限り任意の通信相手との視線一致は原理的に不可能である。

図1-2に多視線一致テレビ会議のイメージを示す。多視線一致方式では複数の画像が1台のディスプレイに多重されているが、それぞれの出席者は多重された画像のうち、1枚の画像だけを自分の映像として固有に観察できる。それぞれの画像は、出席者の代わりとして相手側に設置されたカメラで撮影された映像である。すなわち映像系は、出席者と同数のカメラと、出席者と同数の画像を多重できる1台のディスプレイから構成される。この構成によって任意の通信相手と視線一致した会話ができる。

図2は多視線一致方式を実現するためのデバイス構成の一例である。ここでは2人対2人の会議を想定している。各々の装置は出席者数に対応した数のカメラとプロジェクター、および1枚のダブルレンティキュラスクリーンから構成される。ダブルレンティキュラスクリーンの機能は、スクリーン後方に設置されたプロジェクターからの投影光をそれぞれ決った観察位置へ集光するように作用することである。例えば、会議に出席しているAは通信先に設置したカメラAによって撮影された映像をプロジェクターAからの投影像として観察でき、同様に、CはカメラCによって撮影された映像を観察することに

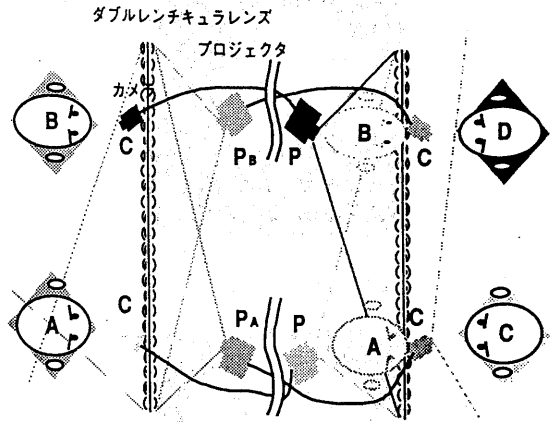


図2 多視線一致方式の原理

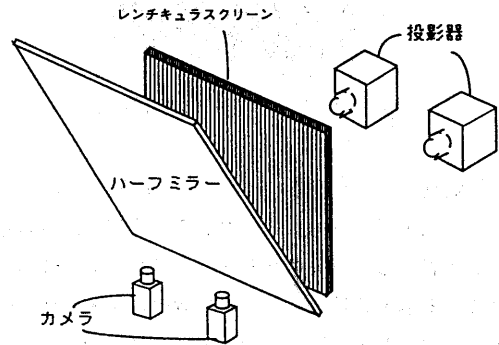


図3 表示撮像部の構造

なる。すなわち、AとCが話しているときには、CがカメラAの方向を見ているためにAはCが自分の方向を向いていると認識できる。一方、CはカメラCからの撮影像を観察することになるため、AがCの方向を向いていると認識できる。

上記の原理に基づき対角約50インチのダブルレンティキュラスクリーンを作製し、2人対2人用の視線一致装置を構成した。

図3に構造を示す。2台のプロジェクターと2台のカメラ、およびダブルレンティキュラスクリーンとハーフミラーから構成され、2台のカメラが光学的にダブルレンティキュラスクリーン上に位置するようにハーフミラーを45度傾けて設置した。2台のプロジェクターは、2つの映像が分離してそれぞ



図4-1 再生像の例 (左側の観察者用)



図4-2 再生像の例 (右側の観察者用)

れの観察者だけが観察できるように配置した。

図4-1は表示画像の一例である。写真は左側の着席者が観察した画像であるが、スクリーンに表示されている通信相手は2人とも左側の着席者を見ていることが分かる。図4-2は同一の会議状況において右側の着席者が観察した画像を示す。同一時間にスクリーンに表示されている通信相手は、2人とも左側の着席者を見ていることが右側の着席者にもはっきりと認識できる。

### 3 多視線一致方式の応用分野

多視線一致方式の最大の特徴は、複数の映像を多重投影したにもかかわらず、観察位置では分離して見ることができる点にある。したがって、この特徴を生かしたさまざまな応用が考えられ、娯楽分野、教育・プレゼンテーション分野、通信分野などをあげることができる。また使用形態を考えると、多人数用、少数人用、1人用に分類できる。

また本方式を各種の応用に適用した場合は、従来のディスプレイ方式では実現できなかった以下の利点を生じることが期待できる。

- ・1台のディスプレイを共有することによる省スペース効果やポインティング情報の共有性、また省スペース効果から生じる大画面ディスプレイ使用の利便性

- ・ディスプレイを見る各観察者の視野にディスプレイと他の観察者が同時に入ることによる一体感効果

- ・各人が観察する画像は各人固有の画像であることによるセキュリティ効果

以下に上記の利点を用いたいくつかのアプリケーションを具体的に説明する。

#### 3-1 娯楽分野のアプリケーション

##### 3-1-1 マルチリンガルディスプレイ装置 (多人数用)

従来の映画等における翻訳字幕表示は、画面下部あるいは左右端の位置に映像と合成する形で表示していたが、国際化社会の進展により使用言語の異なる種々の視聴者が同時に映画を楽しみたいと言う要求が高まってきている。その場合、従来の字幕表示方法では複数の言語字幕を表示すると映像情報を削減したり、画面が字幕だらけで汚くなるという問題

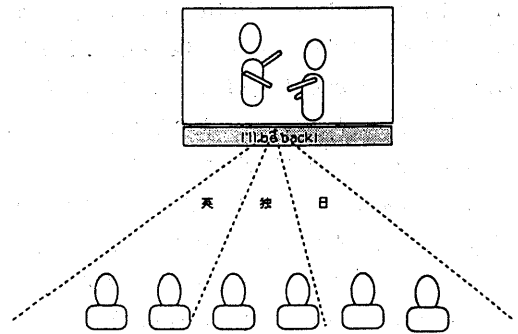


図5-1 マルチリンガルディスプレイ概観

があった。多視線一致方式はこのようなマルチリンガルなディスプレイ環境における1つの解答を与える。

図5-1はマルチリンガルディスプレイの概念図の一例である。例えば異なる言語数が3言語の場合、

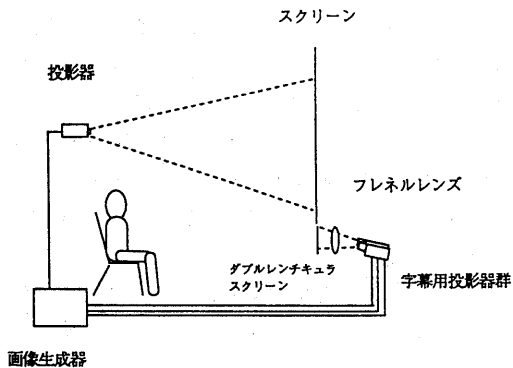


図5-2 マルチリンガルディスプレイの構造

通常の映画を表示する画面の下に字幕表示面があり、観察者の座席位置に従って各々異なる言語による字幕像を観察できるようにする。同一の言語使用者はスクリーンを支点とした同一方向ブロックに着席する必要があるが、その位置は固定ではなく字幕表示面に投影するプロジェクターの配置を変えることにより可変にすることが可能である。

図5-2に字幕表示部の装置構成を示す。映像ソースにより生成された映像および複数の字幕画像のうち、複数の字幕画像信号群は水平方向に異なる位置に設置されたプロジェクター群によって投影される。字幕表示用スクリーンは凸フレネルレンズとダブルレンティキュラ板から構成され、各プロジェクター群からの投影光は凸フレネルレンズによりほぼ平行光としてレンティキュラ板に入射する。このときスクリーンからの出射光は表示面に対し入射光と

面対称の位置に出射する性質を持つため、例えば右端のプロジェクターからの画像は右側の観察ブロックの観察者にだけ見えることになる。

また類似の構成は国際会議等のプレゼンテーションにおいても適用できる。ただしプレゼンテーションではポインティング動作をスムーズに行えることが必須であるため、異なる言語によって書かれたスライド等の資料画像の表示のみでなく、発表者の指し示すポインティング情報等を同時にポインタとして表示することが望ましく、その場合にも発表者のポインタを見つめる視線と観察者の視線が一致することが重要となる。

図6はプレゼンテーション用マルチリンガルディスプレイの概念図の一例である。画面はグラフィック情報、ポインティング情報、およびテキスト情報から成り、それぞれの画像は画像合成装置によって合成される。このうちグラフィック情報とポインティング情報は共通であり、その上に異なる言語によるテキスト情報が合成される。

### 3-1-2 マルチプレーンビデオゲーム装置（小人数用）

多視線一致方式をビデオゲームの出力系に適用することにより従来のビデオゲームでは味わえなかった面白さが生まれる可能性がある。ここでは2人で同一のディスプレイを見ながらゲームをする場合について説明する。

#### (1) 同一ゲーム画面における部分的なキャラクターの変更機能

アクションゲームの例をとると、選択されたキャラクターはその種類に応じて機能する内容が異なるのが普通であり、プレイヤーはどのキャラクターを選んだかによって異なる雰囲気やゲームをすることができる。通常のディスプレイを用いた場合変更したキャラクターはディスプレイを見ている全参加者に同時に見られてしまうが、多視線一致方式と組み合わせることで変更したプレイヤーだけがそのキャラクターを見ることができる効果が生まれる。

図7はその一例を示す図で、プレイヤーAとBがゲームをしているとき、最初はAが飛行機側でBが

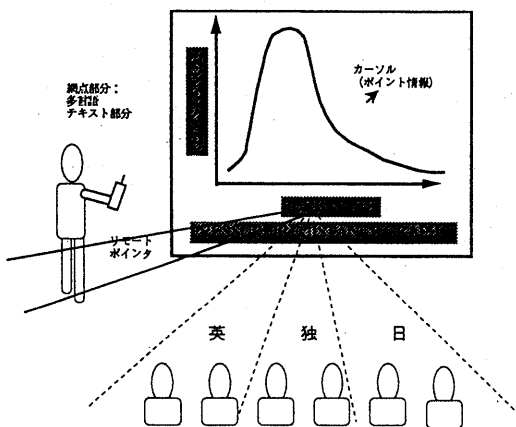


図6 プレゼンテーション用マルチリンガルディスプレイ

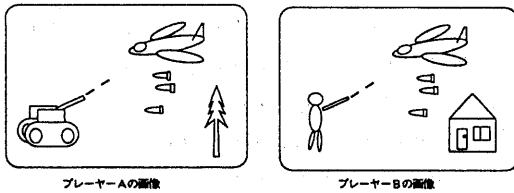


図7 キャラクタ変更画像例

戦車側とする。Aが見る画像ではAが操作する飛行機はBが操作する戦車に向かって攻撃しており、Bにも同じ画像が見えていた。ここでBが自分の操作するキャラクタを戦車から兵士に変更したとする。そうするとAには相変わらず飛行機が戦車を攻撃する同じ画面が見えているが、Bには兵士が飛行機を攻撃する画像が見えることになる。このようなキャラクタ変更の機能により以下の利点が生じる。

- ・ゲーム途中でのキャラクタ変更によるゲームバリエーションの増加

- ・同一場所に存在する異なるキャラクターの同期制御により発生する新しいゲーム効果

(2) 同一ゲーム画面における異なる視点画像の表示機能

通常のディスプレイでは全員が同一視点の画像し

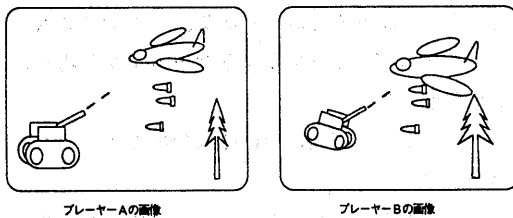


図8 異なる視点画像例

か見ることができず画像の立体感が不足していた。そのため従来の技術では画面が水平スクロールするとき画像中の奥行き異なる領域を異なる速度で動かす方法等を用いて立体感を表現してきた。しかし多視線一致方式を用いると異なる視点画像を同時に表示する機能を付加できる。

図8はその一例を示す図で、戦車を操作するプレイヤーには戦車に近い視点から見た画像を表示し、

飛行機を操作するプレイヤーには飛行機に近い視点から見た画像を表示する。このような複数視点画像はあらかじめ用意しておくこともできるが、従来のゲームソフトとの互換性を考慮すると、単一視点の画像から複数視点の画像をリアルタイムで生成することが重要となる。またこの表示機能により以下の利点が生じる。

- ・全体としての立体感が生まれるので迫力が増す
  - ・両方の画像には同時に現れない部分を各々表示できるので非共有情報を利用したゲームが楽しめる
- (3) 同時進行する複数シナリオの表示機能

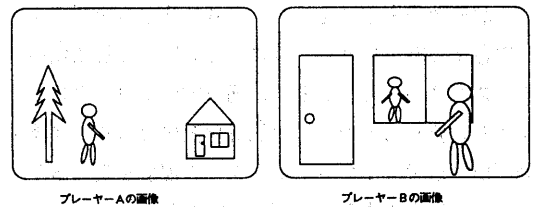


図9 複数シナリオ画像例

RPGゲームを例にとると、同じゲームでありながら複数のシナリオを持たせることが可能なことは良く知られている。しかし通常のディスプレイに複数のシナリオを同時に表示させると、有効画面が小さくなったり、自分の画面と相手の画面を取り違え易い問題点があった。この場合も多視線一致方式が有効である。

図9は戸外にいるキャラクタAと家のなかにいるキャラクタBを同時に表示している様子を示している。各プレイヤーは必要なイベントが発生するまで独立に行動しており、あるイベントが発生してはじめて隣のプレイヤーと一緒にゲームをしていたことが分かる。この例では音の分離も必要になるかも知れない。この機能により以下の利点が生じる。

- ・専用画面とイベント発生時の画面結合による1.5人でゲームをする感覚の発生

3-2 教育・プレゼンテーション分野のアプリケーション

大画面表示装置を用いた電子プレゼンテーション

においては、発表者が使いたい情報でも、観察者には見せたくない場合が起こる。それらは例えば、プ

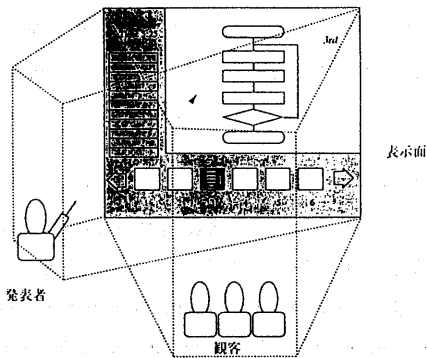


図10 プレゼンテーション支援装置の概観

レゼンテーションの進行状況を把握するために必要な情報であったり、覚え切れなかった説明用テキストであったり、教師が生徒に教える際の答えであったりと、様々なものがあり得る。この場合多視線一致方式を利用すると便利なプレゼンテーション支援装置を構成することができる。

図10はそのようなプレゼンテーション支援装置の例を示すもので、発表者は表示されているすべての画像を見ることができ、一方、観察者は図中網掛けされていない部分のみを観察できる。なお図中にポインタが表示されているが、観察者は画面と同時に発表者の視線を注視するものであるから、このポインタの表示位置は両方の画像でほぼ同じ位置にする必要がある。

### 3-3 通信分野のアプリケーション

通信分野における典型的なアプリケーションは最初に述べた臨場感の高いテレビ会議装置である。しかし多視線一致方式はセキュリティの観点から別のアプリケーションにも適用できる。その一例は公衆テレビ電話であり、従来のディスプレイを使用して画像通信を行うと、通話者の近くにいる第三者に通信中の画像を覗かれるおそれがあった。覗かれるこ

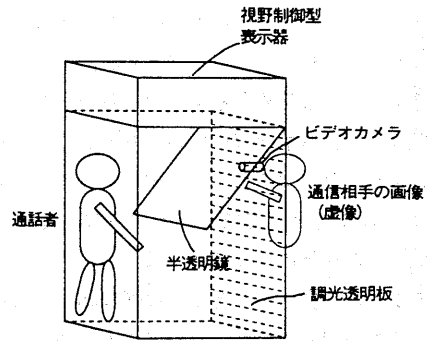


図11 公衆TV電話BOXの外観例

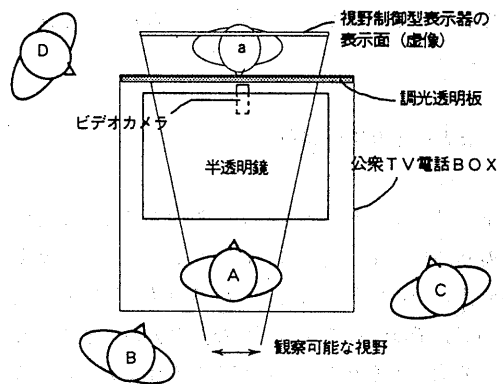


図12 公衆TV電話BOXの機能の説明図

とを避ける簡単な方法は通話者とテレビ電話機とを暗い箱状のもので覆うことであるが、そうすると防犯上危険であったり、またテレビ電話のカメラが通話者以外の周囲の状況を撮影できないのでテレビ電話を使う効用が大きく低下する問題があった。この問題は多視線一致方式を利用すると解決できる。

図11は多視線一致方式を用いた公衆テレビ電話の外観の一例を示す図である。通話者は周囲が透明ガラス等で囲まれた公衆テレビ電話BOXに入ってテレビ電話を使用する。公衆テレビ電話BOXの上部に指向性のディスプレイを設け、通話者の前方に斜めに傾けた半透明鏡を設けることにより、ディスプレイの表示像が半透明鏡で反射して通話者の前方に虚像として浮び上がる。半透明鏡の後方に小型のビデオカメラを配置して通話者の画像および通話者の周辺の景観を撮影して通信相手に送る。虚像とし

て表示される通信相手の顔位置付近にビデオカメラを置くことにより視線一致が可能である。

図12は上方から眺めた断面図で、BOXを使用している人をA、順番を待っていたりBOXの周辺にいる人をB～Dとする。ここでディスプレイの表示視野が前方に向かって絞られるように設定すると、通信相手の虚像画像aはAには見えるがB～Dには見えない。一方、Aにとっては通信相手aのほかにもBOXの周辺およびB～Dの存在も自然と視野に入ってくる。もし、Aの前方が非常に明るい景色の場合はaは虚像であるため景色の中に溶け込んでしまうが、その場合はAとaの間に設けた調光透明板を調節して虚像のコントラストを高めることができる。

#### 4 まとめと今後の課題

最初に、われわれが開発してきた多視線一致方式の基本的なアイデア、およびそれをういたテレビ会議装置について説明した。この多視線一致方式の基本的な特徴は1枚の表示面に複数の画像を多重した後、分離して取り出すことができる点にある。この特徴を理解するとさまざまなアプリケーションが生まれる可能性がある。本報告では主として娯楽、プレゼンテーション、通信の各分野における代表的な応用例を述べて、その特徴を説明した。

以上の例では多重した画像の分離にはダブルレンティキュラ板の指向性を用いた場合で説明したが、画像の多重・分離法としては他の方法も考えられる。それらは、

- ・方向多重・分離——本報告の多視線一致方式がその一例、メガネが不用
- ・偏光多重・分離——直線偏光、円偏光を利用、メガネが必要
- ・時分割多重・分離——シャッターメガネが必要などである。またいくつかの多重・分離法を組み合わせることも今後の課題である。

このように多視線一致方式はさまざまなアプリケーションの存在する重要な方式であるが、まだ開発

途上にありいくつかの困難を抱えている。課題の代表的なものは以下のとおりである。

- ・通常のディスプレイと同等の品質を得るためのデバイス開発
- ・通常のディスプレイとのコンパチビリティ
- ・多視線一致方式に適したソフトウェアの開発
- ・複数画像のデータ圧縮方法

#### 参考文献

- 1) 中沢、志和、「TV会議用プライベート表示法の提案」、1992信学春季全大D-364。
- 2) K.Nakazawa, S.Shiwa and S.Ichinose, "Private Display Method for Teleconferences", JAPAN DISPLAY '92, pp.395-398.