

空間分割型 TV 会議システムにおける マルチトピック会話制御法の検討

青柳 滋 己^{†1} 原田 康 徳^{†1}
高田 敏 弘^{†1} 平田 圭 二^{†1}

現在のビジネスシーンにおいては、遠隔地の相手とリアルタイムコミュニケーションが可能な TV 会議システムはなくてはならない重要なものとなっている。TV 会議システムでは、接続先の地点すべての間で一つの共通の話題について会話が行われるのが普通であり、ある地点における参加者が例え一人であっても高価なシステム全体を使用してしまい、他に使いたい人がいても使うことができず非効率的なものとなっている。しかしこれは、システムで複数の会話を同じに行うことができるようにすることで解決が可能である。

本稿では、多地点接続 TV 会議システムにおいて、複数の話題について同時に独立に会話することができる空間分割型 TV 会議システムを構築するためのシステムモデルについて述べる。また、我々が研究・開発を行っている t-Room システム上に実装したプロトタイプシステムについて論じる。

Multi-topics Conversation function in Multi-location TV Conference System

SHIGEMI AOYAGI,^{†1} YASUNORI HARADA,^{†1}
TOSHIHIRO TAKADA^{†1} and KEIJI HIRATA^{†1}

TV conversation systems are now popular in the business scene. It helps talking with people in distant sites. However, only one topic of conversation can be exists at a time in those systems. In this paper, we show multi-topics conversation function that many groups exists simultaneously in TV conference system. We also describe a prototype using t-Room system.

1. はじめに

遠隔地の相手とリアルタイム会議を行うため、TV 会議システムは非常によく使われており、特にスピードを求められるビジネス分野においては、必須システムであると言っても過言ではない。ことに最近の TV 会議システムではネットワークや HD 化技術対地の相手の様子が鮮明に映し出され、違和感が少なく会話を行うことができる。しかし、多地点接続テレビ会議システムでは、接続先の地点すべての間で一つの共通の話題についてのみ会話が行われるのが普通であり、特定の人との間で内緒話を行うことはできない。

現在のテレビ会議システムは高価であり設置場所も限られるため、使用できるテレビ会議システムの数は限られることが多い。通常のテレビ会議システムは一部屋で数人～数十人使用することができるのだが、実際にはわずか 1 人か 2 人でシステムが占有され、他の人が使えず非効率的な場合がある。また、ある議題を検討中に、サブグループに分かれて議論を行い、その結果を用いて再び全員で議論を行うなどといったことをしたい場合においても、地点に関係なくサブグループを構成し議論することができれば、より効率的な会議が可能となる。

一方、インターネットを使った Web 会議システムでは、個人が自席の PC を使って参加することもでき、音声による通信機能の他、チャット機能などにより本来の会話とは別のひそひそ話など、複数のトピックを扱えるものもある。しかし、これらの Web 会議システムの場合、専用線・大画面を使った TV 会議システムを使った場合と比べ、相手の映像は概して小さく、また映像にタイムラグが生じやすいこともあり、会話中の相手の反応がわかりにくい。

本稿では、通常一つのトピックについてしか話すことができない TV 会議システムにおいて同時に複数のトピックを話すことができるように拡張するためのシステムモデルについて述べる。また、そのモデルに基づき、我々が研究・開発している遠隔コラボレーションシステムである t-Room²⁾ に実装したプロトタイプシステムについて述べる。以下、2 章では関連研究について、3 章では空間分割型 TV 会議システム機能モデルについて述べる。4 章では t-Room 上での実装について述べ、5 章は議論とする。

^{†1} NTT コミュニケーション科学基礎研究所
NTT Communication Science Laboratories

2. 関連研究

テレビによるテレコミュニケーション環境の研究は古くから行われている。代表的なものは VideoWindow¹⁾ であり、面の向こうに相手の空間が映るといった一般のテレビ電話である。一方、VideoDraw³⁾ はテレビの表面が共有面となっている。HyperMirror⁵⁾ では相手の空間を重畳し、鏡の世界の中で相手との共有空間を実現している。、同室感通信⁶⁾、Agora⁴⁾、t-Room は VideoDraw のような共有面を組み合わせることで共有空間を実現している。これらの映像を使い相手との距離を縮める研究のほか、映像の高画質化やそのための codec の研究は数多く行われている。

現在販売されている大型テレビ会議システムには高精細化や低遅延化を重視した製品が多い。音声面では高音質化以外にも、複数台のテレビモニタを使用したシステムでは話している相手の位置から音声が聞こえるように工夫したものもある。

多地点テレビ会議における音声をコントロールをしたものとして、多地点テレビ会議用端末⁷⁾ があげられる。これはある 1 地点のテレビ会議システムの音声で、複数接続された遠隔地のうちの 1 つあるいは一部にだけ音声を送るための方式について述べている。この方式を用いると、例えば A,B,C の 3 地点の会議において、A 地点と B 地点とだけ接続し、C 地点には音声を伝えないといったことが可能となる。しかし、これらの過去の研究システムや現在販売されているテレビ会議システム、いずれにおいても、システム全体で一つの会話しか行うことができない。

PC を用いた Web 会議システムやチャットシステムでは、ひそひそ話機能等により複数の話題を同じに会話できるシステムもある。しかしながら、これらの PC を使ったテレビ会議システムは同じ地点にいてもローカルで面と顔をあわせるテレビ会議とは異なる。

3. マルチトピック会話機能モデル

TV 会議システムにおいてマルチトピック会話を行う場合、少なくとも次のような機能を持つのが望ましいと考える。

- (1) システム内で、いろいろなトピックに関する会議を、同時に複数進行することができる。
- (2) システム内では、自分の好きなトピックに関する会議に参加したり、参加をとりやめることができる。
- (3) 新しいトピックの会議を自由に作成・削除することができる。

これを実現するために、次のようなモデルにした。

- (1) 各トピックの音声は通常の会議音声とは別に送る。別回線にする方法や多チャンネル化して送る方法などが考えられるが、その方法についてはどの方法でもかまわない。本稿では多チャンネル化して送るものとする。
- (2) 各トピックについて、会話チャンネルに属性をつける。以下、説明を容易にするために属性は色で表し、たとえば、赤、青、黄、緑などとする。
- (3) あるトピックの話をしたい人のマイクは、そのトピック専用のマイクとスピーカ（あるいはヘッドセット等）と同じ属性のものを使用する。例えば、赤属性の会話チャンネルに参加したい場合、マイクもスピーカも両方ともに赤属性になるものとする。
- (4) 属性のついたマイクが集音した音は、その属性のついたチャンネルによって遠隔地に送られる。例えば、赤属性のマイクの音は赤属性のチャンネルにだけ送られる。
- (5) 属性のついたチャンネルによって送られた音声は、その属性を持つスピーカにのみ出力される。例えば、赤属性のチャンネルによって送られた音声は赤属性のスピーカからのみ再生される。
- (6) チャンネルの属性の色と各地点のテレビ会議システムにおける属性の色は同じになるようにあらかじめ決めておく。これにより、ある地点での赤属性のマイクからの音声は他地点における赤のスピーカからのみ出力される。
- (7) あるトピックの会話を終了するには、自分のマイクとスピーカにつけた属性をはずせばよい。
- (8) 属性のついたマイクの音声は同地点における他の同じ属性のスピーカからも再生される。

このモデルでは、参加したいトピックの属性と同じ属性になることでそのトピックの会話を行うことが可能である。そのトピック会話をやめるには自分のマイクとスピーカから属性をはずせばよい。また、属性の色ごとに独立したトピックで話が行えるので、同時に複数のトピックの会話が可能である。

さらに、このモデルは動的に接続遠隔地が増減するテレビ会議システムにも対応できる。例えば新たに別地点のテレビ会議システムが動的に接続された場合、属性ついたチャンネルの音声は追加された地点におけるその属性を持つスピーカからのみ再生され、同様に追加された地点における属性のついたマイクの音声は、その属性のついたチャンネルで送られるので、同じようにマルチトピックの会話が複数進行でき、トピック間で会話が混信することもない。

4. プロトタイプシステム

3章で示したマルチトピック会話話機能モデルを t-Room システムに実装したのでそれについて述べる。まず最初に t-Room システムの概要を説明し、その後プロトタイプシステムの詳細について述べる。

4.1 t-Room システムとは

t-Room は NTT コミュニケーション科学基礎研究所で研究開発されてきた遠隔コミュニケーション支援システムである。t-Room の狙いは遠隔コミュニケーションにおける距離と時間の壁を超えることにある。t-Room システムではディスプレイに囲まれた空間を作り、中の様子をカメラで撮影して遠隔地の人や物をその部屋の壁に映すことにより、あたかも同じ部屋にいるような同室感を作り出している。現在の t-Room2.0 は 65inch 縦置き液晶テレビを 8 枚使い、9 角形の 8 面に配置した構成で、同じ構成のシステムが京都と厚木に置かれている。カメラは一般のテレビ会議システムとは異なり、画面を撮影する方向に設置されており、画面の前に立った人は遠隔地のその画面の位置にほぼ等身大で表示される (図 1)。

4.2 プロトタイプの構成

一般のテレビ会議システムでは机とイスが設置され、マイクは机の上にそれぞれの人用に設置されているという環境が一般的である。しかし、t-Room システムではシステム内を人が自由に動き回れるのが特徴となっているため、通常はワイヤレスマイクを使って個人の音声拾ったり、システムの天井にマイクを設置して集音している。また遠隔地の音の再生には床面近くに設置されたスピーカを通して行っている。システム内のすべての音を拾ってしまう固定マイクでは、個人の音声だけを抜き出すのが困難であるため好ましくない。に再生系も通常のスピーカを使ったのでは他の人にも声が聞こえてしまうので同様である。指向性のマイクやスピーカを使っても、システム内を動き回る人の追従しなければならない問題もある。そこで、今回はヘッドセットを装着することにした。t-Room システムの音声系システムは図 2 のようになっている。

現在、マイクサーバと音サーバはそれぞれ Linux 上の 1 プロセスとして実装されている。PC 上ではマイクからの音声を取り込むマイクサーバプログラムと、多地点から送られてきたデータをミキシング処理してスピーカから再生する音サーバプログラムの 2 つで構成されている。マイクサーバはその地点に設置されているマイクからの音声を PCM 化して、UDP パケットに分割し、接続されている他の音サーバすべてにパケットを送り続ける。マイク側の処理では、ミキシングしてチャンネル数を減らすことはせず、通常使用のマイクに



図 1 t-Room システム概観

ヘッドセットの音声をそれぞれ独立のチャンネルにして他地点に送る。一方、音サーバは、他地点から送られてきたパケットをつなぎ合わせ、ミキシング処理をしながら適切なスピーカにデータを送る。

属性の情報はマイクサーバの各入力ライン、送られるパケット内データ中の付加情報、音サーバにおける出力の各出力ラインが保持している。ユーザが自分のヘッドセットの属性を変更するというのは実際にはヘッドセットが接続されているマイクサーバと音サーバの対応する入力ライン・出力ラインの属性が変更されることになる。マイクサーバが入力ラインを取り込んだ音を UDP パケットに分割する際には、パケットデータの中に入力ラインの属性の色がコピーされ付加される。音サーバがパケットを受け取った際には、そのパケットデータ内の属性と同じ属性を持つ出力ラインにのみ出力されるように制御される。これにより、例えば赤属性の人のマイクから入力された音声はマイクサーバによって赤属性のパケットに分割され遠隔地に送られ、遠隔地の音サーバが受け取るとパケットと同じ赤属性の出力ラインにのみデータが送られるので、赤属性の人のヘッドセットのみから音が聞こえることにな

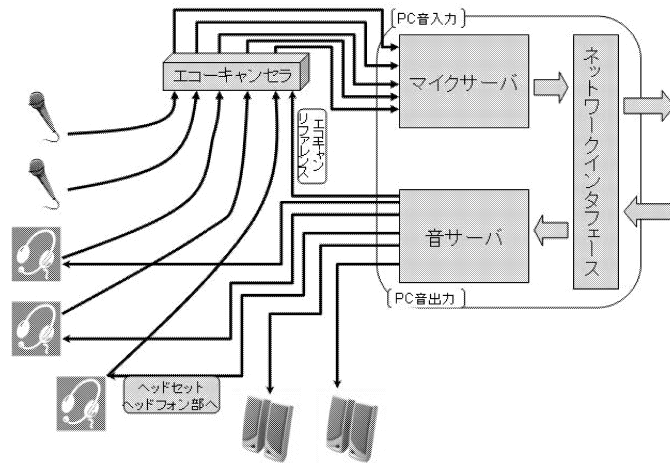


図 2 t-Room 音声系システム構成

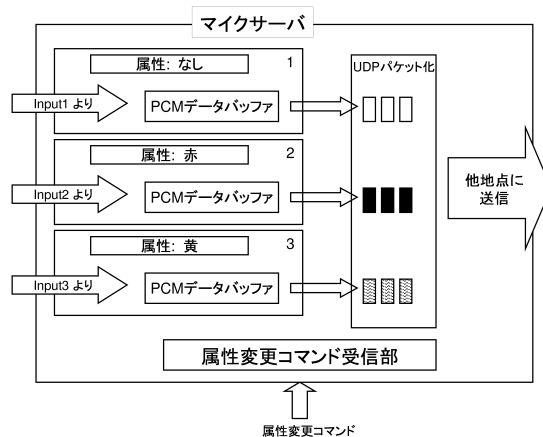


図 3 マイクサーバ

る. このマイクサーバ, 音サーバでの処理はそれぞれ図 3, 4 のようになる.

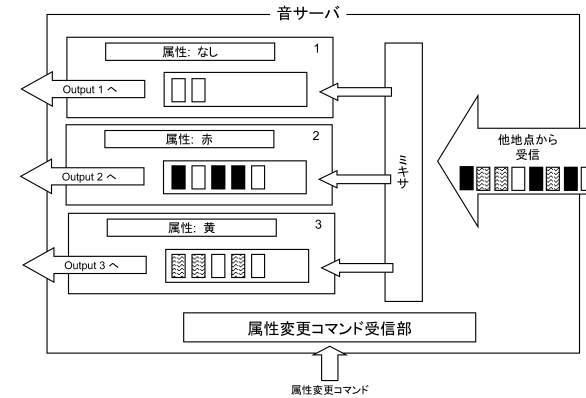


図 4 音サーバ

属性の変更にはサーバと通信を行う専用のプログラムを用意し, それを起動することにより色属性の変更を行う. 専用のプログラムは図 3,4 における属性変更コマンド受信部に接続して, 各入出力ラインの属性の変更を通知し, 属性の変更を行っている.

このプロトタイプシステムでは, 自分のマイクやヘッドホンの色属性を設定・変更・解除するには (1)PC を使い属性変更コマンドを起動する, (2)iPod touch による操作, の 2通りの方法を用意している. (2) は (1) のコマンドを呼び出すことで実現している.

5. 議 論

本稿のマルチトピック会話機能を用いると, 会議に参加している任意の人との間でひそひそ話を行うことも可能である. 従来の TV 会議システムでは, ひそひそ話は同じ地点にいる人との間でのみ可能であったが, 本稿のシステムでは同地点にいる人, 多地点にいる人の区別なく, また, 参加人数も自由なひそひそ話を行うことが可能である.

他人には聞かれない話をしたい場合, セキュリティについては OS が持つパーミッション機能を使うことを想定している. 例えば, UNIX 系 OS を使うと仮定して, 緑という属性の会議は管理職だけしか参加できないようにしたい場合, 属性を緑にするというコマンドは管理職グループに属する人だけが実行できるようにすれば, 所望の機能を容易に実現す

ることが可能である。また、モデルにセキュリティ機能を含めることも現在検討中である。ただし、現在のTV会議システムでも不可能なように、単にヘッドセットを使用するだけでは同地点にいる人に聞こえないようにすることはできない。

t-Roomには過去の会話会議の様子を記録し再生する機能がある。現在のプロトタイプでは本来の会議音声のみ録音・再生されていて、過去のマルチトピック会話の録音・再生についてはまだ実現していない。普通に音声情報とあわせて属性情報だけを記録して再生すれば、過去のマルチトピック会話を後で聞くことは可能である。ただし、普通に再生しただけの場合、過去と現在で同じ人が存在する場合、過去に発言したものが現在発言したのかよくわからなくなるという問題が生じてしまう。さらに、上で述べたセキュリティ付き会話については、単に属性情報を記録しただけでは後で聞かれてしまうという問題も生じる。過去再生法については現在まだ検討中である。

6. ま と め

本稿では多地点テレビ会議システムにおいてマルチトピック会話機能を付加するための設計について述べ、さらにt-Roomシステムへのプロトタイプの実装について言及した。本稿のマルチトピック会話機能モデルは多チャンネル回線になるものの、任意の地点の個人あるいは複数人が任意のトピックに参加したり辞めたりでき、しかもシステム内で複数の会話が同時に行える自由度の高いものである。また、プロトタイプシステムではヘッドセットを使用しているが、将来より指向性の高いマイクやスピーカ等が登場した時にはそれらに自由に置き換えることでより自由度の高いシステムにすることも可能である。今後はマルチトピック会話のインタフェースの改良を行う予定である。

参 考 文 献

- 1) Fish, R.S., Kraut, R.E. and Chalfonte, B.L.: The VideoWindow system in informal communication, *Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, pp.1-11 (1990).
- 2) Hirata, K., Takada, T., Harada, Y., Aoyagi, S., Yamamoto, Y. and Nakakoji, K.: An Approach to Expressing and Sharing Value in Collaboratively Producing Creative Knowledge Artifacts, *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction* (2005).
- 3) John C.Tang, S. L.M.: VideoDraw: a video interface for collaborative drawing, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 313-320 (1990).

- 4) Kuzuoka, H., Yamashita, J., Yamazaki, K. and Yamazaki, A.: Agora: a remote collaboration system that enables mutual monitoring, *CHI '99 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp.190-191 (1999).
- 5) Morikawa, O. and Maesako, T.: HyperMirror: toward pleasant-to-use video mediated communication system, *Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work*, pp.467-476 (1998).
- 6) 原田康徳：同室感通信，インタラクティブシステムとソフトウェアVI，近代科学社，pp.53-60 (1998).
- 7) 谷川博哉，小野朗：多地点テレビ会議用端末，特開平7-203406.