

## 二つの遠隔会議への同時参加支援手法

栖関 邦明<sup>†</sup> 杉山 阿葵<sup>†</sup> 岡田 謙<sup>‡</sup>

**概要:** 本研究は、同一時間帯の二つの遠隔会議を視聴、且つ、その内一つの会議へのインタラクションを可能にすることを目的とする。そこで本提案手法では、短縮再生と映像切替を用いた二重映像視聴手法を導入した。まずデジタルビデオカメラからリアルタイムに二つの会議映像を取り込み、それを一時的に蓄積する。そして、映像の短縮再生により再生時間の短縮を行い、且つ、それら二つの映像を自動で交互切替をして視聴することで、一つの映像時間分での二つの映像コンテンツの視聴を実現する。このとき、インタラクションを可能にするために、遅延した映像からリアルタイム映像にスムーズに切り換える必要がある。そこで重複映像を用いたリアルタイム切替手法を導入した。この手法により、ユーザが任意にボタンを押すことでリアルタイムに切り換えることを可能にし、また、リアルタイム映像に切り替わった後に今まで視聴していた映像の続きを並行して表示することで内容理解の補助を行う。そして我々は提案手法に基づきプロトタイプシステムを実装し、評価実験を行った。その結果、本提案手法により交互映像視聴時、リアルタイム切替え時に高い内容理解度を得られ、且つ、リアルタイム参加時にスムーズなインタラクションが可能であることを確認した。

## A Support Method for Participating in Two Remote Conferences Simultaneously

Kuniaki Suseki<sup>†</sup>, Aki Sugiyama<sup>†</sup>, Ken-ichi Okada<sup>‡</sup>

**Abstract:** This research focuses on combining multiple real-time tasks, such as listening to two remote conferences and actually allows joining one conference possible. In this paper, twofold video watching method with shortened video playing and video switching is introduced. First images of two real-time conferences are once buered. The playout time is shortened by fast-forward playout and switches the conference images automatically. Therefore two conferences are played at the time needed to playout one conference image. To make joining conference possible, there is a need to switch smoothly from the delayed image to real-time image. Real-time switching methods using duplicated images are therefore added to the above method. Using this method, an user can switch to the real-time conference image. Also in order not to lose any information after switching, the rest of the prior conference is played simultaneously with the real-time conference image. A prototype of the proposed method is implemented and evaluation experiments of the proposed method are carried out. Through evaluations, the comprehension accuracy rate of alternated switching and real-time switching showed a high comprehension level. Also through user evaluation, smooth switching from buered to real-time was examined.

### 1. はじめに

近年、同一時間帯に複数の仕事を遂行する多重ワークという新しいワークスタイルが注目されている<sup>1)</sup>。大きく分けてタスクには2種類ある。集中力を要する、密度の濃いタスクと伝達会議のように集中力はそこまで要さないが時間的な制約はある、密度の薄いタスクがある。従来のオフィスにおけるワークスタイルは、順番に一つ一つタスクをこなしていくものであった。それに対し、多重ワークスタイルでは密度の薄いタスクに別のタスクを重ね、同時に複数のタスクを行う。我々はこの多重ワークを行うことによって、作業効率の向上と時間的な余裕の創出を目指している。このような多重ワーク支援を目的とする研究として、作業者の仕事の時間管理を目的としたもの<sup>2)</sup>、複数ワークを頻繁に切替え人間の視覚的短期記憶の性質を検討しているもの<sup>3)</sup>、メインワーク以外の情報を周辺提示するもの<sup>4)</sup>がある。実際のオフィスにおける仕事に注目すると、多くのオフィスワーカーは会議の出席や資料作成等のデスクワークに対して非常に多くの時間を費やしている。近年では、オ

フィスワーカーの会議への時間的拘束、負担を減らすため遠隔会議支援を目的とする研究も行われている。

そこで我々はこれまでに資料作成等のデスクワークと遠隔会議視聴の多重ワークを支援する研究、そして二つの映像を同時に視聴する多重ワークを支援する研究を行ってきた<sup>5)</sup>。そこで本研究では、会議の中で意見を交わす・発言するなどのインタラクションを取ることを「会議に参加する」と呼び、同期ワーク同士の組み合わせである多重ワーク支援を対象とし、同一時間帯に行われている二つの遠隔会議を準リアルタイムに内容理解を損なうことなく視聴し、且つ、その内の一つの会議への参加を可能にする枠組みを構築し、評価する。

以下、2章では映像視聴スタイルについて、3章では提案手法について述べ、4章では本システムの実装について述べる。5章にて評価・考察を行い、6章を本論文のまとめとする。

### 2. 映像視聴スタイル

映像視聴スタイルとして、一つの映像を視聴後にもう一つの映像を視聴するスタイルがある。これを本論文ではシリアル型視聴と定義する。このシリアル型視聴では、映像の早回しを行わないため、内容理解は容易であるが二つの映像の時間分拘束されてしまうため、効率よく映像を視聴することができない。また、リアルタイムに視聴すること

<sup>†</sup> 慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

<sup>‡</sup> 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

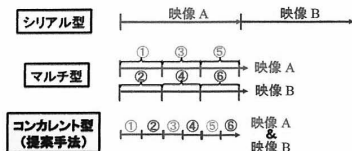


図1 映像視聴のスタイル

ができないという問題点がある。

別の映像視聴スタイルとして、二つの映像を同時に視聴するものがある。これを本論文ではマルチ型視聴と定義する。このマルチ型視聴では、二つのリアルタイムのコンテンツを視聴する場合にも対応できるという利点がある。しかしこの視聴スタイルでは、二つのコンテンツの音声がお互いの音声を打ち消し合い、内容把握に支障が生じることが我々の研究によりわかっている<sup>6)</sup>。

そこで我々は先行研究で、映像の早送りによる短縮再生を行い、且つ、二つの映像を自動で交互に切り替えて視聴を行うことにより一つの映像分の時間で二つの映像視聴ができ、リアルタイムのコンテンツに対応可能となる映像視聴スタイルを提唱した<sup>7)</sup>。これをコンカレント型視聴と定義する。シリアル型視聴、マルチ型視聴、コンカレント型視聴の概念図を図1に示す。このとき、図1のコンカレント型に示されている1と2の映像部分、すなわち映像Aを見始める時間から次の映像Aの部分を見始めるまでの時間を1周期と定義し、本論文で表記される1周期とは全てこの時間のことと定義する。

コンカレント型視聴を実現するために、短縮再生を行う際の適切な映像の再生速度、その再生速度を用いた映像視聴の際に内容理解に支障を出さないか、また適切な映像切替間隔を調べる必要があり、我々は予備実験を行った。その予備実験の結果は以下ようになった。

- (1) 再生速度の調査実験：2.2倍速による再生が最適値
- (2) 1倍速と短縮再生における理解度比較実験：2.2倍速で視聴した際の理解度への影響はほぼ無し
- (3) 映像切替間隔適正実験：40秒間隔による切替が最適値

しかし、映像を交互に切り替える際に、映像切替間隔分の時間が経過後に映像を自動で切り替えてしまうと、発話の途中で映像が切れてしまうため、再びその直後の映像から開始されると内容に関する理解が困難になってしまうという問題点が挙げられる。上記問題点を解決するために、映像切替時に  $t$  秒間という微小時間の映像を重複させて再開させることで、映像の内容を容易に思い出すことができ、スムーズな映像復帰が可能となる。具体的なイメージを図2に示す。図2の絶対時間を実世界の時間、相対時間を映像コンテンツの持つ時間と定義する。

まず最初に映像Aを  $(40 + t)$  秒間視聴する。その視聴を終えた後に今度は映像Bを  $(40 + t)$  秒間視聴する。再び映像Aを視聴する際に今度は  $t$  秒前の状態、つまり40秒経過した地点から映像を再開させる。また映像Bを

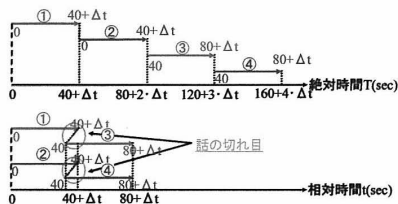


図2 映像重複による内容理解の再開支援

再び視聴する際にも同様の処理を行う。この映像重複による再開支援手法は、テレビ放送においてコマーシャルの後にコマーシャルに入る少し前の映像から放送するなど、現状でも有用性が認められ、使用されている。

そこで、再生速度等の条件から、一つの映像コンテンツを1倍速で視聴したときと同じ時間で二つの映像コンテンツを視聴し終えることを前提とし、できる限り長い重複時間を適用できるように重複時間  $t$  を算出した。その結果、 $t = 4(\text{sec})$  となり、その値を導入した。

しかし、このコンカレント型視聴は1周期分遅延した映像を視聴するため、会議映像に適応させても会議への参加は不可能である。

### 3. 提案

#### 3.1 想定環境

本研究は同一時間帯に行われている二つの遠隔会議に参加することを目的としている。そこで、本提案手法ではメイン会議として細かいアジェンダによって議題が細かく分けられており、且つ特定のアジェンダにおいてインタラクションが必要な会議に、サブ会議としてインタラクションを行わない会議に参加する環境を想定する。そしてメイン会議において、ユーザにとって重要な議題が出てきたらインタラクションをとるものとし、サブ会議においては会議映像を受身的に視聴するのみとする。

#### 3.2 提案手法

本提案手法はメイン会議において会議参加状態と会議不参加状態の二つに分けられる。会議不参加状態のときは短縮再生と映像切替を用いた二重映像視聴手法を、会議参加状態のときは重複映像を用いたリアルタイム切替手法を用いる。以下にその詳細を述べる。

- 短縮再生と映像切替を用いた二重映像視聴手法

会議不参加状態のときは先行研究の手法を用いる。すなわち、まずデジタルビデオカメラから一定時間二つの会議映像を蓄積する。そして、映像の短縮再生により再生時間の短縮を行い、且つ、自動で交互切替することで、ほぼリアルタイムに二つの映像を視聴する。

- 重複映像を用いたリアルタイム切替手法

会議不参加状態のとき視聴する映像は、上記した通り一定時間遅延した映像、すなわち準リアルタイム映像となる。よって会議へ参加するには準リアルタイム映像からリアルタイム映像に、内容理解を損なうことなくスムーズに切り換えることが必要となる。そこで重複映像を用いたリアルタイム切替手法を導入する。その概要図を図3に示す。

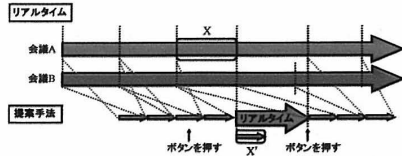


図3 重複映像を用いたリアルタイム切手法

図3の会議Aをメイン会議、会議Bをサブ会議と仮定する。このとき会議Aを視聴しているときに会議へ参加したい議題が出てきた場合、リアルタイム切換えボタンを押す。そこですぐにリアルタイム映像に切り換わるのではなく、本提案手法の周期性を保つ必要性から、一度会議Bの映像を視聴してからリアルタイム映像に切り換わる。しかしこのままでは、図3の会議Aの映像Xの部分途切れてしまい、内容理解が損なわれる可能性がある。それを避けるため、本手法ではリアルタイム映像に切り換わると同時に、短縮再生された映像Xをリアルタイム映像と並行して表示する。このとき視聴する短縮再生された映像Xを映像X'とする。そして映像X'が全て終わると、リアルタイム映像のみが表示され、会議への参加が可能となる。会議A参加状態時にも会議Bの映像は常にバックグラウンドでバッファリングされている。そのリアルタイムに参加している状態から二つの会議を視聴する状態に戻りたいときは、再びボタンを押すとまず会議Bの映像が2周期分表示される。その間に会議Aの映像のバッファリングがたまり、二つの会議映像を短縮再生で交互に視聴する状態に戻る。

しかし、リアルタイム映像と映像X'を並行して視聴するとき、映像X'はリアルタイム映像の少し前の映像であるため、話者が同一人物になってしまう可能性が高い。その結果、同じ声が重なり、聞き取りが困難になる。そこでその問題を解決するために、リアルタイム映像と映像X'の音声をイヤホンの左右にそれぞれ割り振り、さらに映像X'の音程を変更する。少人数で予備実験を行ったところ、0.6Semitones (12Semitonesで1オクターブ)音程を下げれば話者の特定もでき、聞き取りも容易であることが分かった。

#### 4. 実装

提案手法に基づいて、二つのデジタルビデオカメラからリアルタイムに映像を取り込み、自動映像切替を行いながら短縮再生し、ユーザの指示により準リアルタイム映像からリアルタイムに切り換えるプロトタイプシステムを構築した。

##### 4.1 実装環境

ソフトウェア環境に関しては、Microsoft Visual Studio 2005のC言語で実装し、Microsoft DirectShowのライブラリを主に用いた。ハードウェア環境に関しては、SONY製のデジタルビデオカメラを2台とBualo社製ヘッドセットマイクを使用した。各ソフトウェアを実行するマシ

ンとしてDELL社製PC(CPU:2.4GHz OS:WindowsXP Professional)を使用した。

#### 4.2 映像出力アルゴリズム

システム構成図を図4に示す。

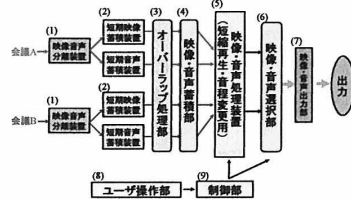


図4 システム構成図

まず二つのデジタルビデオカメラから取り込んだ会議映像A、Bを処理のため(1)映像音声分離装置に通す。そして分離された映像と音声を(2)短期映像・音声蓄積装置に蓄える。交互に映像をスイッチングするまでの時間分蓄積し終わると、(3)オーバーラップ処理部へ通す。このとき一巡目の際にはオーバーラップは働かないが、二巡目以降では短期映像・音声蓄積部で蓄えられた映像・音声に対して処理が働く。そして(4)映像・音声蓄積部にファイル化されて蓄えられる。ここでファイル化を終えるまで待機しなければならないが、3.2節において周期性を保つ必要性があると記述したのはそのためである。次に(5)映像・音声処理装置にかけられ、交互映像視聴時には短縮再生を、リアルタイム切換え時にはそれに加え音程変更の処理を行う。そして、(6)映像・音声選択部によって交互映像視聴時には会議A、Bの映像・音声が交互に選択され、リアルタイム切換え時にはリアルタイム映像に併せて重複映像が選択される。それらは(7)映像・音声出力部によって表示される。さらに、(8)ユーザ操作部によってリアルタイムに切換え、リアルタイムから交互映像視聴に戻る操作を行い、それに応じて(9)制御部が働き、(5)と(6)で記したリアルタイム切換え時の処理が行われる。

二つの映像を交互に視聴し、且つある特定のアジェンダにおいてメイン会議に参加し、再び二つの映像を交互に視聴する状態の会議映像A、Bに対する入出力関係を図6に示す。ここで二つの映像 $A_n$ 、 $B_n$ を圧縮した映像を、それぞれ $A'_n$ 、 $B'_n$ と定義する。また、 $A_n$ 、 $B_n$ の重複させる映像部分を $A_n$ 、 $B_n$ と定義し、さらに $A_n$ 、 $B_n$ を圧縮した映像を $A'_n$ 、 $B'_n$ とそれぞれ定義する。

先行研究<sup>5)</sup>より1周期の定義は1回目の映像切替間隔のみ $A'_1 + A'_1$ とし、2回目以降からは $A'_n + A'_{n+1} + A'_{n+1}$  ( $n \geq 2$ ) という一般式で定義する。映像Bに関しても同様の定義を行う。また、映像切替間隔を40秒、再生速度2.2倍、重複時間 $\Delta t$ は4秒と設定し $A'_n$ 、 $B'_n$ はそれぞれ36秒となり、 $A'_n$ 、 $B'_n$ はそれぞれ4秒と設定される。

図5は映像 $A_3$ を視聴中にリアルタイム切替が必要になりボタンを押した場合の映像入出力関係図である。この場

合について以下に詳細に述べる。まず、映像 A, B の周期性を保つため映像  $A_3$  視聴中にボタンを押しても  $A'_2 + A'_3 + A'_4$ ,  $B'_2 + B'_3 + B'_4$  と再生される。再生が終わると映像 A がリアルタイムに切り替わり会議参加可能になる。しかし、このとき実際の会議 A では  $A'_4 + A'_4$  が終わったあとなのでユーザはこのままでは  $A'_4 + A'_4$  の映像を視聴せずにリアルタイムに移行することになる。それを防ぐためにリアルタイム映像と並列で  $A'_3 + A'_4 + A'_4$  の映像を別ウィンドウで再生する。また、会議 A 参加時もバックグラウンドでは会議 B の映像をバッファリングし続けている。会議 A への参加が終了しボタンを押すとまた二つの会議を交互視聴するようになるが、会議参加後は会議 A のバッファリング映像が倍速再生して周期性を保てるほどたまっていないため、会議 B の映像を 2 周期分つまり  $B'_3 + B'_4 + B'_4$ ,  $B'_4 + B'_5 + B'_5$  と再生していく。それが終わるとその間にバッファリングされた  $A'_6 + A'_6$  を再生する。以降は先行研究において定義した一般式と同じ要領で再生される。

### 4.3 実装画面

以上の要素を取り入れ、プロトタイプシステムを実装した。実装画面を交互映像視聴時とリアルタイム切換え時の二つに分けて説明する。交互映像視聴時の実装画面を図 6 に示す。図 6 の左上には現在どのような視聴状態（交互映像視聴中、リアルタイム切換え中）であるか、二つの映像の内のどちらの会議映像を視聴しているかが表示される。また、図 6 の右上にはボタン類が配置されている。以下にその説明を記す。

- 開始  
二つのカメラからのバッファリングが始まり、1 周期分の蓄積が終わると交互映像視聴が開始される。
- リアルタイムに切換え  
メイン会議を視聴しているときにクリックすると、1 周期分のサブ会議の映像を視聴してからメイン会議のリアルタイム映像に切り換わる。サブ会議視聴中はリアルタイムに切り換えることはできない。
- リアルタイムから復帰  
リアルタイム映像視聴中にクリックすると、サブ会議の映像を 2 周期分視聴してから交互映像視聴に戻る。
- 再生のみ  
会議が全て終了した後クリックすることで、再び二つの会議映像を交互視聴することができる。

また、リアルタイム切換え時の実装画面を図 7 に示す。図 7 の左側にはメインウィンドウとしてリアルタイム映像が表示される。図 7 の右側にはサブウィンドウとしてメインウィンドウの少し前の映像である準リアルタイム映像が表示される。このとき、メインウィンドウとサブウィンドウの位置を対応させて、イヤホンの左側からメインウィンドウに表示されている映像の音声を、イヤホンの右側からサブウィンドウに表示されている映像の音声を流す。この



図 6 交互映像視聴時の実装画面



図 7 リアルタイム切換え時の実装画面

とき、サブウィンドウの音声の音程は 3.2 節で述べたとおり 0.6Semitones 下がっている。

## 5. 評価・考察

実装したプロトタイプシステムを用いて、本提案手法の有用性を評価するための実験をフェーズ毎に分けて行った。そのフェーズは以下の通りである。

- 実験 1：交互映像視聴時
- 実験 2：リアルタイム切換え時
- 実験 3：リアルタイム参加時

以下にそれぞれのフェーズ毎の実験内容、結果を記す。

### 5.1 交互映像視聴時の評価実験と結果

本実験では、実装したシステムで取り込んだ映像を使用し、短縮再生と映像切換えを用いた映像視聴手法の有用性を検証する。そのために、図 1 で示したマルチ型視聴と提案手法であるコンカレント型視聴により二つの会議映像コンテンツを視聴してもらい、内容理解度比較、また議題の変更点を把握できるか調査を行う。本実験では問題正解率と、指定した議題が出てきたときにボタンを押すまでの反応時間の二つを評価項目として設定した。被験者は全部で 20 名（男性 18 名、女性 2 名）となっており、それらの被験者を 10 名 2 グループに分け、上記 2 通りの視聴法で実際に会議映像コンテンツを視聴してもらった。このとき、「卒業旅行について（メイン会議）」と「テレビについて（サブ会議）」議論している二つの映像コンテンツのセット A、「合宿について（メイン会議）」と「本について（サブ会議）」議論している二つの映像コンテンツのセット B を用意した。このように、内容の異なる映像コンテンツを 2 セット用いて、グループ毎に視聴方法と映像コンテンツの組み合わせを変えることにより、動画内容・問題内容に因らないよう考慮した。各会議映像コンテンツは約 7 分で、複数の議題から構成されており、メイン会議のある一つの議題をボタンを押す議題と指定した。その指定した議題が映像視聴中に出てきたときに被験者にボタンを押してもら

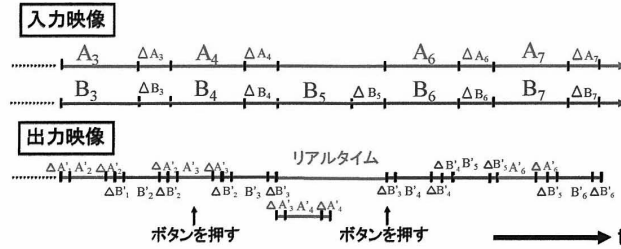


図 5 映像の入出力関係

表 1 実験結果 1

	内容理解度	反応時間
提案手法	80.4 %	4.41 sec
マルチ型視聴	57.9 %	9.51 sec

い、その反応時間を調べる。また、映像視聴終了後には会議の内容を問う問題を被験者に解いてもらい、その正解率をとる。表 1 に提案手法とマルチ型視聴における内容理解度と反応時間の結果をそれぞれ示す。

まず問題正解率の方に着目すると、マルチ型視聴においては二つの映像を同時に視聴するという特性から、二つの音声がお互いの音声を打ち消しあってしまう、正解率が伸びていないことが分かる。それに対し提案手法の方では、短縮再生を用いていることから少しの聞き逃しはあるものの、一つの画面に集中して視聴できることからマルチ型視聴に比べて 80.4 % と高い正解率を得ている。反応時間においても、二つの映像コンテンツを同時に視聴する特性から、マルチ型視聴においては議題が変わった部分を聞き取りづらく、しばらくしてからリアルタイム切替えボタンを押す人が多くいた。また、今回データには入れなかったが、完全に聞き逃してしまい、最後までボタンを押せなかった人も一人いた。それに対し提案手法ではほとんどの被験者が議題が変わってからすぐにボタンを押したため、マルチ型視聴に比べ反応時間の値がかなり小さくなっていることがわかる。

以上のことから、提案手法により高い内容理解度が得られ、且つ、議題の変更点を把握できていることからボタンを押すことによりリアルタイムへ切り換えるという手法を用いても問題ないということが分かった。

### 5.2 リアルタイム切替え時の評価実験と結果

本実験では、リアルタイムに切り換える際に重複音声、音声の左右への割り振り、音程の変更といった提案手法に用いた要素が内容理解度にどのような影響を及ぼすかを検証するために、提案手法、重複あり、重複なしという 3 通りの方法で実際に会議映像コンテンツを視聴してもらう。提案手法を、リアルタイム切替え時に重複音声、音声の左右への割り振り、音程の変更があるものとする。また重複ありを、重複映像はあるが、音声の左右割り振り等は無いものとする。重複なしは、重複映像等何も表示されず、リアルタイム映像に切り換わるものとする。また、評価項目は問題正解率とした。被験者は全部で 18 名（男性 16 名、女性 2 名）となっており、それらの被験者を 6 名 3 グル

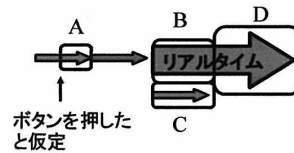


図 8 問題出題場所  
表 2 実験結果 2

	内容理解度
提案手法	76.7 %
重複あり	46.5 %
重複なし	59.0 %

プに分け、上記 3 通りの視聴法で実際に映像コンテンツを視聴してもらった。このときメイン会議として、「卒業前後の予定に関して」「スポーツに関して」「趣味に関して」議論している三つの映像コンテンツを用意し、適当なサブ会議用映像と組み合わせで動画を 3 セット用意した。このように、内容の異なる映像コンテンツを 3 セット用意し、グループ毎に視聴方法と映像コンテンツの組み合わせを変えて実験を行うことで、動画内容・問題内容に因らないよう考慮した。各会議映像コンテンツの会議参加者はそれぞれ 3 名で、複数の議題から構成された約 7 分の映像となっている。本実験では、メイン会議のある議題でボタンを押したと仮定し、自動でリアルタイムに切り換わるよう設定した。そして映像視聴終了後に、会議の内容に関する問題を被験者に解答してもらい、その正解率をとった。

本実験において、問題の出題ポイントをあらかじめ設定した。その場所を図 8 に示す。具体的には、

- A: 議題が切り変わった後から会議 B の映像に切り換わるまでに 1 題
- B: 重複部分のリアルタイム映像側で 3 題
- C: 重複部分の遅延映像側で 3 題
- D: 重複映像が終了し、リアルタイム映像のみになったから 1 題

以上、計 8 問出題する。

表 2 に本実験の結果を示す。まず重複なしの結果に着目すると、一つの映像に注目し続ければよく、音声の被る場面が無いという特性があるが、約 1 分半の映像の内容が抜け落ちてしまうため、正解率が約 60 % であった。次に重複ありの結果に着目すると、重複映像再生時に話者が被ってしまい、ほとんど内容が聞き取れず、重複なしのときよりも正解率が低くなっている。それに対し提案手法では、少しの聞き逃しはあったものの、話者の声を打ち消し合

表 3 実験結果 3 遠隔会議参加側

No.	質問項目	点数
1	スムーズにリアルタイムに切り換わったか	4.3
2	スムーズにインタラクショをとれたか	4.3
3	インタラクショをとる際に違和感はなかったか	4.1
4	遠隔地の相手の音声は聞き取りやすかったか	4.3
5	違和感無く交互視聴に戻ったか	4.4

表 4 実験結果 3 会議場側

No.	質問項目	点数
1	スムーズにインタラクショをとれたか	4.4
2	インタラクショをとる際に違和感はなかったか	4.4
3	遠隔地の相手の音声は聞き取りやすかったか	4.5

ないことから約 75 % の正解率を得た。

以上のことから、提案手法により内容理解が補助され、内容理解を損なうことなくスムーズなリアルタイムへの切換えが可能になることが分かった。

### 5.3 リアルタイム参加時の評価実験とその結果

本提案手法を用いることでリアルタイム参加時にスムーズにインタラクショをとれるか検証するために、被験者に遠隔会議参加側と会議場側でそれぞれでシステムを使用してもらい、アンケートによって定性評価を行った。アンケートは 5 段階評価となっており、かなり当てはまるものに 5 点を、全く当てはまらないものに 1 点をつけてもらった。その平均点を評価とする。アンケート項目は遠隔会議参加側と会議場側それぞれでリアルタイムに切り換わった後のシステムの使い勝手を尋ねたものになっている。被験者は 18 名（男性 16 名、女性 2 名）で、3 人グループで 1 人は遠隔会議参加側、残る 2 人は会議場側に分かれてもらい、ローテーションで場所を変えてそれぞれでシステムを使用してもらった。表 3 に遠隔会議参加側でとったアンケート結果を、表 4 に会議場側でとったアンケート結果をそれぞれ示す。まず遠隔会議参加側の結果に着目すると、全てのアンケート項目で 4 点以上と、非常に高い値を得ていることが分かる。また被験者からのコメントで、リアルタイムに切り換わる際に一度会議 B の映像を挟むのが邪魔だったという意見などが得られ、点数が下がった一因となっていることが分かった。また、会議参加の際に、システム上出てしまう音声の遅延から少し違和感を感じた人も多く見られ、評価項目 No.3 の点数が他に比べてやや低くなった要因となっている。次に会議場側の結果に着目すると、こちらも全ての項目で 4 点以上と高得点を得ていることが分かる。また、会議場側においてもシステム上出てしまう音声の遅延から違和感を感じた人も多く見られ、点数が少し下がった要因となっている。

以上のことから、まだ会議参加をする際に問題点があるとはいえ、全ての項目で高得点を得ていることからスムーズな切換え、会議参加出来ていることが確認された。

### 6. おわりに

オフィスにおける仕事量の増加に対し、高生産性を確保するために同一時間帯に複数の仕事を遂行する多重ワークという新しいワークスタイルが注目されている。実際のオフィスにおける仕事に注目すると、多くのオフィスワーカーは会議の出席や資料作成等のデスクワークに対して非

常に多くの時間を費やしている。そこで、本研究では同期ワーク同士の組み合わせである多重ワーク支援を対象とし、同一時間帯に二つの遠隔会議視聴、且つ、その内一つの会議への参加を可能にすることを目指した。我々は先行して変速再生と映像切替えによる多重会議支援手法を研究してきた。この手法は映像の早送りによる短縮再生と映像自動交互切替を用いて視聴を行うことにより、一つの映像を視聴するのに要する時間で二つの映像をほぼリアルタイムに視聴可能な新しい視聴スタイルを実現した。しかし、その映像は少し遅延しており、会議に参加することが不可能であった。そこで、内容理解を損なうことなく準リアルタイム映像からリアルタイム映像へのスムーズな切り換えを可能にすることを目的とし、リアルタイムに参加する直前の映像を音程を変えてリアルタイム映像と並行して表示する重複映像を用いたリアルタイム切換え手法を導入した。

本提案手法のプロトタイプシステムを実装し、交互映像視聴時、リアルタイム切換え時、リアルタイム参加時の 3 つの状況において提案手法の評価実験を行った。その結果、本提案手法により交互映像視聴時には問題正解率 80.4 %、リアルタイム切換えの際には問題正解率 76.7 % と高い内容理解度が得られ、且つ、ユーザ評価によりスムーズな会議参加が可能であることを確認した。以上より、本提案手法は同一時間帯に二つの遠隔会議視聴、且つ、その内一つの会議へ参加する可能性を示した。

**謝辞** 本研究の一部はグローバル COE プログラム「アクセス空間支援基盤技術の高度国際連携」により行われました。

### 参考文献

- 1) Star-telegram.com and David Meyer. Multitasking makes you stupid, studies say. <http://www.dfw.com>, 2003.
- 2) Roy Rondenstein. Owntime: a system for timespace management. Proceedings of CHI99, 1999.
- 3) 尾関誠, 横澤一彦: 変化検出課題における視覚的短期記憶の性質, 心理学研究, Vol.73, No.6, pp.464-471, 2003.
- 4) Blair MacIntyre, : Support for multitasking and background awareness using interactive peripheral displays, Proc. of ACM, 2001.
- 5) Itaru Takata, Kousuke Tsumura, Hisashi Anzai, Hironori Egi, Kenichi Okada, "Agenda based Multiple Work Support for Video Conferencing Participation and Deskwork," In Proc. of The Second International Conference on Collaboration Technologies, pp. 21-26, July 2006.
- 6) 安西悠, 江木啓訓, 西川真由佳, 湯澤秀人, 松永義文, 岡田謙一: 遠隔会議への同時多重参加を目的とした理解度評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.8, No.2, pp.61-68, 2006 年 5 月.
- 7) 高田格, 津村弘輔, 重野寛, 岡田謙一, "短縮再生と映像切替を用いた二重映像視聴手法", 情報処理学会論文誌, Vol.49, pp.150-159, 2008 年 1 月.