

# 拡張性のある多視点映像配信システムとその受講システム

金子 冨\* 吉田 光男† 梅村 恭司†

**概要.** テレビ会議システムを用いてリアルタイムに遠隔講義を行い、効果的に学習を支援するためには、多視点を用意して個々のユーザがタブレット端末から視点映像を切り替えられる受講システムが望ましい。しかし、無線で多数の端末に多視点の映像を配信すると無線ネットワーク帯域を圧迫してしまう。そこで本研究では、講義映像をリアルタイム配信したうえで、視聴端末数に依らずスケーラビリティを確保した配信システムを提案する。また、視聴端末としてタブレット端末を想定し、タブレット端末のウェブブラウザを利用する多視点受講システムを提案する。さらに、評価実験より多視点受講システムの実用性と、配信システムのスケーラビリティが確保できていることを示す。

## 1 はじめに

遠隔講義には、テレビ会議システムを用いてリアルタイムに講義映像を配信する形態がある。通常この形態では視点は1つのみとなるが、先行研究に多視点を用意する機能が提案されており、これは録画されたものをブラウザで一画面に合成している[1]。これを配信すると効果的に学習を支援できることが明らかになっているが、受信端末の能力によっては多数の映像を受信する負荷に耐えられず、動画表示性能が劣化する可能性がある。また、視聴端末を無線で接続して多数動作させると無線ネットワーク帯域を圧迫するため、スケーラビリティに欠ける。

本研究では、講義映像をリアルタイム配信したうえで、スケーラビリティを確保した配信システムを提案する。併せて、タブレット端末のウェブブラウザで動作する多視点受講システムを提案する。さらに、1視点のみの遠隔講義および対面講義と比較して、提案する受講システムの実用性を確認する。

## 2 提案手法

提案手法は視点映像の配信システムと、個々のユーザが視点映像を切り替えられる多視点受講システムで構成される。

### 2.1 配信システム

本研究では、視聴端末が増えてもサーバの負荷が大きくなるように、視点映像を配信するサーバとクライアント間でコネクションを確立しない。そのため映像の配信にはUDPを用い、視点映像を無線ブロードキャストすることにより、スケーラビリティを確保した配信システムを構築する。

Copyright is held by the author(s).

\*豊橋技術科学大学 情報・知能工学課程

†豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

視聴端末の多チャンネル受信による動画表示性能劣化を防ぐため、図1に示すように中間サーバを配置して複数視点映像を1つに合成してから配信する。また、UDPで受信した画像データを視聴端末側のプロトコル変換のプログラムによりTCPに変換して、ウェブブラウザで受信する。これにより、視聴端末ではウェブブラウザ上で映像を選ぶだけでよくなる。

### 2.2 多視点受講システムのユーザ操作

本研究で提案する多視点受講システムは、タブレット端末のウェブブラウザで動作する。画面上部に拡大表示、その下部に縮小表示した視点映像を配置した(図2)。縮小表示した視点映像をタップで選択すると、個々のユーザ毎に拡大表示が切り替わる。

動作検証として20台の視聴端末から講義映像を同時視聴し、問題なく視聴できることを確認した。

## 3 評価実験

1視点のみの遠隔講義および対面講義と比較し、多視点受講システムの実用性を確認する。

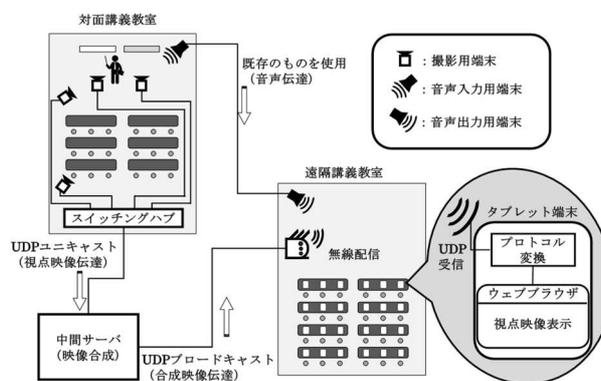


図1 配信システム概要



図2 多視点受講システム画面表示例

### 3.1 実験環境

内容が異なる2つの講義をそれぞれ30分程度行う。視点として「スクリーン」、「白板」、「スクリーンと白板と講師」、「対面講義の受講者全体」を撮影する4視点を用意した。実験参加者は高校生12名である。実験参加者を6名ずつA、Bグループに分け、Aグループには講師と同室で対面講義を、Bグループには別室で本システムの遠隔講義を行う。1回目の講義が終了後、両グループの教室を入れ替えて再度講義を行う。2回目の講義終了後、実験参加者にアンケートの回答をしてもらう。なお、視聴端末には8インチのタブレット端末6台を、音声の伝達にはワイヤレスマイクスピーカを使用した。

### 3.2 アンケートの内容

受講者に対して、以下の設問について4段階のリッカート尺度で調査を行った。

- 問1. 「視点が遠景（教室全体を後ろから撮影する）のみだった場合、満足できると思いますか？」  
（満足できると思う 1-4 満足できないと思う）
- 問2. 「視点が近景（スクリーンと白板、講師を撮影する）のみだった場合、満足できると思いますか？」  
（満足できると思う 1-4 満足できないと思う）
- 問3. 「対面講義と比べて、多視点受講システムを用いた遠隔講義は満足できますか？」  
（満足できる 1-4 満足できない）

### 3.3 受講システムについての実験結果と考察

アンケートの集計結果を表1に示す。全ての設問でポジティブな回答<sup>1</sup>がネガティブな回答を上回る結果となった。また、6台すべてのタブレット端末が講義中に問題なく動作し続けた。このことから、多視点受講システムは実用性を有しており、先行研究[1]と同様に、効果的な学習支援ができると考える。

<sup>1</sup>問1, 問2においては3と4, 問3においては1と2をポジティブな回答とし、それ以外の回答をネガティブな回答とする。

表1 アンケート集計結果

	1	2	3	4	ポジティブ	ネガティブ
問1	0	0	12	0	12	0
問2	1	4	7	0	7	5
問3	1	9	2	0	10	2

### 3.4 配信システムについての結果と考察

講義中、一時的に1チャンネルの視聴に不具合が生じた。この原因として、映像圧縮後の配信データサイズがUDPパケットサイズを超過したことが挙げられる。今後、視点映像を配信する際のUDPプロトコルを改良する必要がある。

## 4 関連研究

視点映像について、映像の処理を視聴端末側で行う研究[2]がある。この研究では1つの視点映像に様々な処理を施して視点を切り替えている。これに対して本研究では視点映像を選択して切り替えるだけでよく、端末の負荷が小さい方式となっている。

スケーラビリティについて、TCPを用いた場合の配信サーバの負荷を軽減する手法についての研究[3]がある。この研究では視聴端末同士を階層的に接続で繋ぎデータを配信することでサーバにかかる負荷を軽減している。本研究では接続を確立しないため、視聴端末数が増加してもサーバおよび視聴端末の負荷は抑えられる。

## 5 まとめ

本研究では、講義映像をリアルタイム配信し、かつスケーラビリティを確保した配信システムを実装した。併せて、タブレット端末のウェブブラウザを利用する多視点受講システムを実装した。

## 謝辞

本研究はJSPS科研費26330396による。

## 参考文献

- [1] 稲葉祥, 吉田光男, 岡部正幸, 梅村恭司. 受講者の能動的視聴による講義映像の生成. WISS予稿集2015, 2015, p161-162.
- [2] 田代直之, 島田敬士, 菅沼明. 遠隔講義受講者のためのアクティブな講義映像生成システムの開発. 第47回プログラミング・シンポジウム予稿集2006, 2006, p203-208.
- [3] 平原貴行, 山之上卓, 安在弘幸, 有田五次郎. TCPを利用した分散ネットワーク環境のための電子黒板システム. 情報処理学会論文誌43.1, 2002, p176-184.