

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330396

研究課題名(和文)聴衆参加型のコンテンツ蓄積・配信システム

研究課題名(英文)Video distribution and recording system augmented by audience

研究代表者

梅村 恭司 (Umemura, Kyoji)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：80273324

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：ビデオのコンテンツのネットワーク配信および蓄積において、多チャンネル・多視点・即時のビデオシステムを実装し、ユーザのチャンネル・視点選択操作などの動作に代表されるビデオ視聴者のフィードバックを利用するシステムを構築した。多チャンネルの映像には、話者の映像を消す映像処理も含まれている。ユーザの選択操作をから、コンテンツには多チャンネルのうちユーザに選ばれているチャンネルの情報が含まれ、録画したものの視聴においては、配信したときに視聴が多いチャンネルがわかる。また、単なる多チャンネルだけでなく、講師の映像を処理して、背景にある板書などが判別しやすくする画像処理を行った結果も選べる。

研究成果の概要(英文)：We have designed and implemented a novel distribution and recoding system for multi-channel video stream. The main characteristics of this system is the facility to utilize selection information of channel selection from audience. This information is stored along with the other contents. When viewing the recorded contents, the user can know the channel that is selected by the live audience. In addition to multipoint view of classes, users can choose the result of image processes where the image of speaker is removed and thus the user can see the characters behind the presenter on the black board.

研究分野：情報工学

キーワード：ビデオ配信 背景分離 教育工学 User Datagram Protocol

1. 研究開始当初の背景

ネットワークを利用してプレゼンテーションを配信/蓄積したり、授業を配信/蓄積したりすることがネットワークの発展により盛んになってきた。ネットワーク配信のためのプレゼンテーションや授業には、通常、それを想定した準備が必要である。たとえば、プレゼンテーション画面と音声配信/蓄積されるという想定では、プレゼンテーションにアニメーションを多用しないと、受講者の興味を維持できない。最低限でも、話者の存在やポイントの指示で補っている機能を補うために、話の流れに応じたコンテンツの段階的な表示や、話している場所の明示などが必要となる。

蓄積されたプレゼンテーションの場合には、コンテンツの編集の問題がある。編集に失敗すると提示された情報が効果的に伝わらない。話者の表情が重要なタイミングがあっても、そのときに表情が失われることもある。また、編集によって、プレゼンテーションの臨場感も失われる。

さらには、蓄積されたコンテンツの検索の問題もある。蓄積されているコンテンツはビデオ情報として処理されるので、タイトルや付与されたメタ情報しか検索には利用されず、その中身に表示されるプレゼンテーションに出現する内容を検索の索引として使うことは行われない。

我々は、ネットワークで配信するプレゼンテーションのために話者画像をシルエットに変換処理して重ね合わせるシステムを作成してきた。その応用とはプレゼンターの画像をプレゼンテーション資料に利用して、プレゼンターの存在領域をシルエットに映像処理し、資料と同時に発表のスライド資料の投影スクリーンに映しだされるようなシステムの開発である。これを通じて、ネットワークでのコンテンツの配信に興味をもった。

2. 研究の目的

研究の目的は以下の4項目である。

(1) 配信と蓄積を想定しないで準備されたプレゼンテーションコンテンツを対象にして、多チャンネル同時撮影、配信、蓄積のシステムを構築する。

(2) 通常の映像に加え、人物の姿勢認識を利用した映像で、効果があるものを明らかにする。

(3) 多チャンネル同時撮影のコンテンツを視聴者側が能動的に操作する受信システムを構築する。

(4) 配信を受信する視聴者のコンテンツへのかかわりを記録し、それをコンテンツの自動編集のために利用する方法が有効であるか

どうかを明らかにする。

3. 研究の方法

下記の項目について、同時に並行して開発を進めた。

(1) WebカメラとPCを組み合わせ、カメラノードを作成する。カメラノードは、マルチキャスト通信によってカメラ映像を配信する基盤を実装し、映像の配信システムを基本のレベルから作り直すことを行う。カメラノードを複数用意して並べ、分散型でスケーラブルなマルチチャンネルの配信/録画システムを構築する。評価としては、多チャンネルの高解像度の蓄積、再配信において、チャンネル数に対してスケーラビリティが確保できるかを評価する。

(2) 視聴ノードを作成する。視聴ノードは、カメラノードを選別すると同時に、選択された画像を大きく見るなどの機能を実装する計画である。具体的には、選択されていないカメラノードはサムネイルのような低解像度低速な映像をマルチキャストするが、リクエストがあるときには高解像度の映像をマルチキャストするような動作をし、カメラノードと連携した視聴ノードを構築する。同時に、聴衆からのフィードバックを収集するメカニズム(ボタンによるコンテンツのブックマークの収集と蓄積)を実装する。視聴ノードは、受講側が多数であることを想定して、実際の授業に応用することがスムーズになるように、タブレット端末で開発する。

(3) 編集サーバは、カメラノードと視聴ノードをつなぎ、多チャンネルを合成して配信すると同時に、視聴ノードからのフィードバックを集約するものである。同時に、画像の録画も行い、授業終了後に、カメラノードの全映像と視聴ノードの選別記録を収集し、コンテンツと結合して、映像のブックマークとする(能動的受講者によるフィードバックの利用)を行い、コンテンツ効果的に視聴できるようなビデオの供給を行う。ビデオ再生においては、コンテンツの上記のブックマークを利用したナビゲーション機能を実装する。

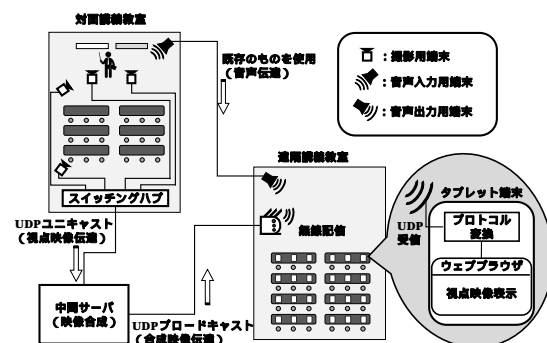


図1 構築したシステム (発表論文より引用)

4. 研究成果

(1) 基盤技術として図1に示すようなスケラブルかつ即時性のあるビデオ配信システムを構築した。教室に複数のカメラノードを配置し、そこからUDPユニキャストで映像を中間サーバ(編集サーバ)に送る。映像サーバでは、幾つかのパターンを用意して、カメラ映像、および、映像処理を行った加工映像を合成した映像(配信映像)を複数生成する。それをUDPブロードキャストによって視聴ノードに送り、視聴ノードでは適切な配信映像を選べるものとなっている。

視聴ノードであるタブレットの表示とユーザインターフェースにはWebブラウザを利用しているが、WebブラウザはUDPブロードキャストの受信ができないため、タブレットのなかにUDPブロードキャストと、TCPのプロトコル変換プログラムを配置した。

このシステムの特徴は、視聴者が多くても機能するところである。配信に使用する無線LANのアクセスポイントは一つであり、中間サーバには、各視聴ノードがどの映像を選んでいるかの情報によって、映像処理が変化することはない。

もう一つの特徴は、映像の遅延の小ささである。映像と実際の状況を比べれば、遅延があることが認識できるものの、その大きさは1/5秒程度である。U-streamなどでの配信では、数十秒の遅延が生じることを考えると遅延はないに等しい。

本研究では、これを実装するため、映像の配信方式を根本から見直した。最大の決断はフレーム間の類似性(映像と一コマと別の一コマの類似性)を利用したフレーム間の圧縮を排除し、圧縮は一コマの中だけに限定する方式としたことである。この方法をつかうと、圧縮率が高くなるため、受信者が1名するときではネットワークの負荷を高めてしまうのだが、UDPブロードキャストの使用が可能となる。UDPブロードキャストは転送の途中で、情報が消える可能性のある方法であるが、その場合の再送は難しい。一コマごとに映像を送る場合には、情報が消えたら、そのときに映像が少しの間だけとまるという影響にとどまる。フレーム間の圧縮を使用して情報が欠落すると長い時間にわたって映像が乱れるなどの影響がでるのに比べて、その影響は軽微である。この決断は、遅延を少なくするのにも貢献している。結果として、特徴のある映像配信システムが実現できた。

(2) 講師の透明化の映像処理

講師が黒板などで記入をしている授業において、内容のメモをとろうとすると講師が板書を遮蔽して見えないという状況がある。通常は、これを解決するのをあきらめるのであるが、映像処理をすることで板書の内容が見

えるようにすることを考える。

このような処理を可能とするため、講師の属する前景と板書の属する後景をリアルタイムに区別して、前景の部分を過去の映像で補うこと処理をした。この処理を、通常のコンピュータで、かつ、リアルタイムに間に合うように処理できたのが、この研究成果の特徴である。

講師の像を透明化する処理をして気がついたことは、なにもないところから文字がでてくると受講時に違和感を感じる場所である。そこで、図2に示すように、前景のあるところを、後景の色相を一定に変化させて「影(シルエット)」が見えるようにするような画像処理を行っている。



図2 シルエット化画像の例

透明化の処理は研究スタート前においては、ハードウェアでの前景と後景の区別を実装していたが、それを効率良くソフトウェアで実装する方法を研究課題の初年度に考案し、通常のWebカメラでのシステムの構築ができるようになった。これは、実際に成果を使うシステムを作成するときには大きな意味をもつ。

この技術は、特所のある技術であるので特許を出願した。技術のポイントは、「ある時間の期間に変化したという履歴のある場所で、現在変化しているところに接続する場所は、現在変化したとみなす」という処理である。これにより、画像の領域だけみると変化していない講師の体の部分も、口などの変化に隣接するということを利用して前景とみなし続けることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1件)

奥本隼, 山根恵和, 吉田光男, 岡部正幸, 梅村恭司, 講師のシルエットを透過表示した板書映像の生成とライブビューシステム, 日本教育工学会論文誌. 査読あり, vol.41, no.2, (accepted)

DOI:10.15077/jjet.40094

〔学会発表〕(計 25 件)

金子冨, 吉田光男, 梅村恭司.
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.
第 24 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2016.
長浜ロイヤルホテル(滋賀県・長浜市)

砂田弦, 吉田光男, 梅村恭司.
LectureMarker+: 効率的な講義復習のためのシステムの実装と評価.
第 24 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2016.
長浜ロイヤルホテル(滋賀県・長浜市)

奥本隼, 吉田光男, 梅村恭司.
物体を操作する映像における Half-Diminished Reality の実現.
第 24 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2016. (査読あり口頭発表)
長浜ロイヤルホテル(滋賀県・長浜市)

奥本隼, 吉田光男, 岡部正幸, 梅村恭司.
将棋実況中継のための画像処理.
インタラクシオン 2016. 2016.
科学技術館(東京都・千代田区)

宮本美貴, 吉田光男, 岡部正幸, 梅村恭司.
LectureMarker: 効果的な復習のために.
第 23 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2015.
山根恵和, 吉田光男, 岡部正幸, 梅村恭司.
巻き戻し機能を有した授業支援システムの提案と評価.
第 23 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2015.
別府湾ロイヤルホテル(大分県・速水郡)

吉田周平, 山根恵和, 吉田光男, 岡部正幸, 梅村恭司.
複数スクリーン環境における講義のためのタンジブルユーザインタフェース.
第 23 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2015.
別府湾ロイヤルホテル(大分県・速水郡)

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.
第 23 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2015.
別府湾ロイヤルホテル(大分県・速水郡)

宮下咲, 吉田光男, 岡部正幸, 梅村恭司.
多視点映像撮影表示システムの提案と試作.
第 23 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ. 2015.
別府湾ロイヤルホテル(大分県・速水郡)

Hayato Okumoto, Mitsuo Yoshida, Kyoji Umemura.
Realizing Half-Diminished Reality from Video Stream of Manipulating Objects.
The 2016 International Conference On Advanced Informatics: Concepts, Theory And Application (ICAICTA2016). 査読あり,
2016.
Parkroyal Hotel (Malaysia)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: 画像処理システムおよびそれに用いる画像処理方法
発明者: 梅村 恭司
権利者: 豊橋技術科学大学
種類: 特許
番号: 特願 2014-252511
出願年月日: 2014 年 12 月
国内外の別: 国内

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等
<http://www.ss.cs.tut.ac.jp/umemura/video/2016-kaneko-demo.MP4>

<http://www.ss.cs.tut.ac.jp/umemura/video/transparent.MP4>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梅村 恭司 (UMEMURA, Kyoji) 豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 80273324