

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 2 日現在

機関番号：13903

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760332

研究課題名(和文) QoEに基づいた多視点ビデオ・音声IP伝送の高品質化技術の研究

研究課題名(英文) A Study on QoE-based Quality Enhancement Techniques for Multi-View Video and Audio IP Transmission

研究代表者

布目 敏郎 (Nunome, Toshiro)

名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：10345944

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、多視点ビデオ(MVV: Multi-View Video)・音声IP伝送におけるユーザ体感品質(QoE: Quality of Experience)に影響を及ぼす要因を明らかにし、QoEを最大化するために必要となる制御を、ネットワーク伝送の観点から検討した。QoEを高めるための具体的な制御方式を、「送信者側における制御」、「ネットワークにおける制御」、「受信者側における制御」のそれぞれに関して取り上げた。

研究成果の概要(英文)：This study investigates factors affecting QoE (Quality of Experience) of Multi-View Video (MVV) and audio IP transmission. We then consider mechanisms in order to enhance QoE from a network transfer point of view. The mechanisms for QoE enhancement are classified into 'sender-side control', 'in-network control', and 'receiver-side control'.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学，通信・ネットワーク工学

キーワード：マルチメディア QoE MVV 配信方式 マルチキャスト通信 ユーザインタフェース

1. 研究開始当初の背景

現在のテレビやインターネットを介した音声・ビデオ配信などでは、製作者が用意した1視点からのビデオしか見ることができない。この制約を取り払うものとして、複数視点のビデオを扱うことのできる多視点ビデオ (MVV: Multi-View Video) に関する研究開発がなされている。

MVV をネットワークを介して伝送する場合、ユーザによる視点切り替え要求からそのビデオが得られるまでの時間の遅れ (切り替え遅延) が問題となる。また、扱う視点が増えるほど情報量が増加するという課題も存在する。更に、時間構造を持った複数のストリームを扱うことになるため、ストリーム間の時間関係をいかに保つかも大きな技術課題の一つとなる。

ネットワークサービスにおける最終目標は、それを使用するユーザの体感品質 (QoE: Quality of Experience) を高めることにある。MVV は、従来の単視点のビデオ配信に比べて、ユーザに視点選択視聴機能を提供できるなど、QoE を高められる素養を備えているといえる。

IPTV に関しては ITU-T において QoE 要件が議論されており、勧告 G.1080 が出されている。しかしながら、MVV に関してはこの勧告の対象外であり、この種の議論もなされていない。従って、MVV・音声 IP 伝送において、QoE に影響を及ぼす要因は何であり、どのような観点から評価されるべきかは十分に明らかになっていない。また、QoE を高めるためには何が必要かも明らかでない。

2. 研究の目的

本研究では、まず、MVV・音声 IP 伝送における QoE 要件を明らかにすることを目指す。これまでの研究で得られている成果を発展・拡張し、MVV・音声 IP 伝送の QoE 向上には何が必要かを明らかにする。次に、QoE を高めるための具体的な制御方式を、送信者側、ネットワーク、受信者側のそれぞれに関して検討する。最終的に、MVV・音声 IP 伝送に適したシステム設計の指針を示すことを目指す。

3. 研究の方法

本研究では、3年間の研究期間において、MVV・音声 IP 伝送の QoE を高めるために必要となる要件を明らかにし、QoE 向上を実現するための要素技術の研究開発を行った。

MVV・音声 IP 伝送には、多様な利用形態が考えられる。本研究では、リアルタイムに入力される視聴メディアとユーザとの間で視点切り替えというインタラクションが生

じる利用形態を検討対象とし、そのような形態の一つとして、まず、スポーツやコンサートの中継など、ライブイベントをストリーミング伝送・視聴する場合を検討対象とした。

また、もう一つの利用形態として、テレビ電話・テレビ会議のように、地理的に離れた対等な関係のユーザ間で MVV・音声をインタラクティブにやりとりする場合を考えた。この場合には、前述の利用形態におけるインタラクションに加えて、ユーザ間の対話によるインタラクションが生じる。

これらの利用形態が持つインタラクションは、これまでの単一視点ビデオを用いた IPTV にはないものであると同時に、従来型テレビ電話のような単視点ビデオ・音声による双方向インタラクティブ通信とも異なるものであると言える。本研究では、MVV・音声 IP 伝送特有のインタラクティブ性に着目し、これを保ちつつメディアの出力品質を向上させることで、最終的にユーザの QoE を最大化する制御を検討した。

4. 研究成果

本研究は平成 23 年度から平成 25 年度にかけて実施され、その成果は雑誌論文 14 件 (うち査読あり論文 5 件) ならびに学会発表 2 件にて公表されている。以下に、各年度における研究成果の概要を示す。詳細は各論文を参照されたい。

平成 23 年度

平成 23 年度は IP ネットワークにおいて、MVV・音声 (MVV-A: Multi-View Video and Audio) 伝送が従来の単視点ビデオ・音声伝送に比べてどれだけユーザの QoE 向上に資するかを定量的に評価した。まず、送信端末から受信端末へユーザが選択した 1 視点のみを伝送するシステムを対象に、さまざまなネットワーク遅延や負荷状況下で、複数のコンテンツ、視点切り替えユーザインタフェースが QoE に及ぼす影響を SD 法による多次元評価により調査した。コンテンツには円の中を動き回る犬のおもちゃと、8 の字のレール上を走る電車のおもちゃの二種類を扱い、ユーザインタフェースとして、カメラ番号をラジオボタンで選択するインタフェースと、現在の視点からの相対的なカメラ位置で選択するインタフェースを扱った。受信端末における制御としてプレイアウトバッファリング制御を扱い、プレイアウトバッファリング時間の適切な設定により QoE が向上することを示した (雑誌論文)。そして、得られた結果をもとに、機械的に測定可能なアプリケーションレベル QoS パラメータ値から多次元評価された QoE を推定する手法の基礎検討を行った (雑誌論文)。

また、テレビ会議のようなネットワークを

介した対等な関係のユーザ間での双方向インタラクティブ通信へ MVV・音声伝送を拡張し、QoE 評価を行った。ユーザ間で行う作業(タスク)として、6色に塗られたサイコロを転がし指定した色の目を相手に答えさせる作業を扱った。そして、このような通信形態においても、従来型の単視点ビデオ・音声通信に比べて MVV・音声伝送を用いることで QoE が向上することを定量的に明らかにした(雑誌論文)。インタラクティブ性に対する重要度が異なる作業として交互にブロックを積み上げていく作業も扱い、作業の性質が QoE に及ぼす影響も評価した(雑誌論文)。

さらに、送信側における制御として、複数視点のビデオを同時に配信することで、視点切り替えによる遅延を抑制する方式の基礎検討を行った。使用できる帯域が限られるという条件のもとで、送信視点数を減らして画質を優先する方式、送信視点数を増やして視点切り替えの応答性を優先する方式、それらの中間をとった方式の比較を行った。その結果、軽負荷の状況では応答性を優先する方式が、重負荷のときには中間をとる方式の QoE が高いことを示した(雑誌論文)。

平成 24 年度

平成 24 年度は、平成 23 年度の研究を進展させるとともに、ビデオにあわせて音声も切り替わる方式(MVV-SA: Multi-View Video and Selectable Audio)を取り上げた。そして、音声切り替え可能になることによる QoE 向上を定量的に評価した(雑誌論文)。評価においては SD 法による多次元評価を用い、因子分析により QoE に影響を与える主要因が三つ(音声の臨場感、ビデオ出力品質、視点切替の容易さ)抽出され、それら三要因により総合品質を高精度に表現しうることを示した(雑誌論文)。

また、双方向インタラクティブ通信環境における遠隔教育型アプリケーションへの適応を行った(学会発表)。遠隔教育型のアプリケーションとして、粘土でできた皿にデザイン付けを行う作業を取り上げ、このようなアプリケーションにおいても、多視点ビデオ・音声の QoE 向上に有効であることを明らかにした。

平成 25 年度

平成 25 年度は、ネットワークにおける制御の一つとしてマルチキャストを取り上げ、IP マルチキャストを用いた MVV・音声伝送実験環境を構築した。その環境において、複数視点のビデオを同時に配信する方式とユーザが選択した 1 視点のみを配信する方式を比較した。複数ユーザ間で視点選択動向の異なる二種類のコンテンツを扱い、ネットワー

ク遅延や負荷を種々に変化させ、それぞれの方式の有効適用領域を調査した(雑誌論文)。

また、平成 23 年度に基礎的な検討を行った、ある使用帯域が与えられたときにどのような配信方式を用いるのが適切かをより詳細に検討するため、配信視点数と符号化ビットレートとの関係について、ユーザへのビデオの提示方式や視点切り替えユーザインタフェースの影響を含めた評価を行った(雑誌論文、学会発表)。ビデオ提示方法として、これまでの研究で扱ってきた、選択した 1 視点の映像のみを提示する方式に加え、4 視点の映像を同時に提示する方式を扱った。また、視点切り替えユーザインタフェースとして、カメラ番号をラベルとしたラジオボタンによるインタフェース、カメラの映す対象をラベルとしたラジオボタンによるインタフェース、視覚的に実際の配置状況に近づけた四角ボタンによるインタフェースの三種類を扱った。

さらに、現在ストリーミングメディア伝送の主流となりつつある HTTP ダイナミックストリーミング環境への多視点ビデオ・音声伝送の適用を見据え、単視点ビデオを対象に、ユーザによる選択的なコンテンツ操作の一つとしてシーク動作を扱い、ファイルとしてダウンロードしながら再生を行うプログレッシブダウンロード方式と QoE 比較をすることにより、基本的な性質の評価を行った(雑誌論文)。

本研究では、これらの検討を通じて、「送信側における制御」、「ネットワークにおける制御」、「受信側における制御」により多視点 QoE を向上できることを定量的に示した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 14 件)

布目 敏郎, 田坂 修二, “ビデオアプリケーションレベル QoS パラメータによる多視点ビデオ・音声(MVV-A) IP 伝送の QoE リアルタイム推定”, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, vol. 111, no. 132, pp. 23-28, July 2011.

市川 貴啓, 布目 敏郎, 田坂 修二, “インタラクティブ多視点ビデオ・音声 IP 通信におけるインタラクティブ性の異なる作業を用いた QoE 評価”, 2011 年電子情報通信学会ソサイエティ大会通信講演論文集 2, 査読無, pp. 315, Sept. 2011.

T. Ichikawa, T. Nunome and S. Tasaka, “Multidimensional assessment and principal component analysis of QoE in interactive multi-view video and audio IP communications,” Proc. 26th International Conference on

Information Networking (ICOIN 2012), 査読有, pp. 482-487, DOI: 10.1109/ICOIN.2012.6164424, Feb. 2012.

山本 誠, 布目 敏郎, 田坂 修二, “多視点ビデオ・音声 IP 伝送における複数視点同時配信方式が QoE に及ぼす影響”, 第 74 回情報処理学会全国大会講演論文集, 査読無, pp. 403-404, Mar. 2012.

E. Jimenez Rodriguez, T. Nunome and S. Tasaka, “Multidimensional QoE assessment of multi-view video and audio (MVV-A) IP transmission: The effect of user interfaces and contents,” Proc. IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA 2012), 査読有, pp. 91-98, DOI: 10.1109/WAINA.2012.47, Mar. 2012.

山本 誠, 布目 敏郎, 田坂 修二, “多視点ビデオ・音声 IP 伝送のための複数視点同時配信方式の QoE 評価”, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, vol. 112, no. 10, pp. 81-86, Apr. 2012.

石田 卓也, 布目 敏郎, “多視点ビデオ・音声 (MVV-A) IP 伝送における切り替え可能な音声 QoE に及ぼす影響”, 2012 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集 2, 査読無, pp. 278, Sept. 2012.

石田 卓也, 布目 敏郎, “音声切り替え可能な多視点ビデオ・音声 (MVV-A) IP 伝送の QoE 多次元評価”, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, vol. 112, no. 218, pp. 59-64, Sept. 2012.

T. Nunome and S. Tasaka, “Estimation of multidimensional QoE of multi-view video and audio (MVV-A) IP transmission,” Proc. 18th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC 2012), 査読有, pp. 116-121, DOI: 10.1109/APCC.2012.6388113, Oct. 2012.

酒向 一徳, 布目 敏郎, “多視点ビデオ・音声 (MVV-A) IP 伝送のためのマルチキャスト配信方式の QoE 評価”, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, vol.113, no. 244, pp. 123-128, Oct. 2013.

T. Ishida and T. Nunome, “Multidimensional QoE assessment of multi-view video and selectable audio (MVV-SA) IP transmission,” Proc. 2013 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2013), 査読有, DOI: 10.1109/ISM.2013.109, pp. 534-535, Dec. 2013.

石田 卓也, 布目 敏郎, “多視点ビデオ・音声 (MVV-A) IP 伝送におけるビデオの配信・表示方式が QoE に及ぼす影響の評価”, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無, vol. 113, no. 405, pp. 45-50, Jan. 2014.

H. Tani and T. Nunome, “QoE assessment of a Web-based streaming service in seeking operation,” Proc. 28th International Conference

on Information Networking (ICOIN 2014), 査読有, pp. 254-259, DOI: 10.1109/ICOIN.2014.6799701, Feb. 2014.

T. Nunome and T. Ishida, “Factor analysis of multidimensional QoE of multi-view video and selectable audio (MVV-SA) IP transmission,” Proc. 2014 IEICE General Conference, 査読無, pp. S-125 - S-126, Mar. 2014.

〔学会発表〕(計 2 件)

市川 貴啓, 布目 敏郎, 田坂 修二, “インタラクティブ多視点ビデオ・音声 IP 通信におけるユーザの役割が QoE に及ぼす影響”, 第 10 回 QoS ワークショップ, QW10-P-09, 東京工業大学蔵前会館, Nov. 2012.

F. J. Wilson Francis and T. Nunome, “QoE assessment of multi-view video and audio multi-stream IP transmission: The effect of user interface,” 電気学会東海支部若手セミナー「分散環境のためのマルチメディア情報処理と信号処理」, 名古屋大学 IB 電子情報館, Mar. 2014.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://inl.web.nitech.ac.jp/>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

布目 敏郎 (NUNOME, Toshiro)
名古屋工業大学・大学院工学研究科・
准教授
研究者番号 : 10345944

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし