

平成 30 年 4 月 19 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12018

研究課題名(和文) 高機能ネットワーク型オンデマンドマルチビューストリーミングに関する研究

研究課題名(英文) A Study on Advanced On-demand Multi-view Streaming through Networks

研究代表者

渡辺 尚 (Watanabe, Takashi)

大阪大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：90201201

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：インターネットを通じて、ユーザの要望する視点の映像を配信するネットワーク型オンデマンドマルチビューストリーミングは、多くの分野での応用が期待されている。本研究では、ユーザ環境の多様化とコンテンツの多様化に対処し、多数ユーザへのライブ配信を可能とする高機能ネットワーク型オンデマンドマルチビューストリーミング方式の基礎を確立することを目的とし、A) ユーザ環境の多様化に対応するマルチビュービデオ提示手法、B) コンテンツの多様化に対応する映像収集手法、C) 多数ユーザによって生じる多大な通信トラフィックに対応するネットワーク制御手法を開発した。以上により、基礎技術を確立した。

研究成果の概要(英文)：Network-based on-demand multi-view streaming through the Internet, which distributes images of the viewpoints desired by users, is expected to be applied in many fields. In this study, we aim to establish the foundation of a high-function network type on-demand multi-view streaming system that copes with diversity of user environment, contents and that enables live streaming to a large number of users. The study contains the following terms. A) Multi-view video presentation method to the diversity of user environment, B) Video collection method to the diversity of contents, C) Network control method for the large amount of traffic caused by users. Based on the above, basic technology was established.

研究分野：計算機ネットワーク

キーワード：ビデオストリーミング 情報ネットワーク

### 1. 研究開始当初の背景

各ユーザが希望する映像を見るネットワーク型マルチビュー（多視点映像）伝送は、娯楽（スポーツ観戦）、医療（エボラ熱非接触治療、ダビンチによる遠隔手術等）、防犯（多角的な高度セキュリティ）、探査（深海・宇宙資源探索等）、交通（車載カメラによる自動運転等）の分野では必須の技術となる。しかし、効果的に利用するためには、表示部においてはモバイル端末等ユーザ視聴機器の多様性、撮影部においてはカメラ端末の多様性とコンテンツの多様性、転送部においては視点数およびユーザ数によってトラフィックが大量となる点を考慮した技術が必要とされる。

本研究に関連する国内外の研究動向としては、以下が挙げられる。A) ユーザ環境の多様化：スマートフォン等を視聴端末とするためには画面サイズ等を勘案した効果的な無線通信を行う必要がある。端末の多様性については有線接続に関する研究があるが、本研究では、無線接続を前提とし、情報重要性、無線サブキャリア単位の品質等を利用する。B) コンテンツの多様化：通常放送局では有線接続された固定カメラが用いられる。本研究では、カメラ映像を無線によって収集することや、小型機器に装備されたカメラや車載カメラによる多数の映像を収集することを可能とする。これにより、コンテンツ多様化に貢献する。

### 2. 研究の目的

インターネットを通じて、ユーザ（視聴者）の要望する視点の映像を配信するネットワーク型オンデマンドマルチビューストリーミングは、医療、防犯、資源探査、交通、娯楽等の分野での応用が期待されている。しかしながら、より多様なコンテンツをより多くのユーザがより多様な端末で視聴しうる効果的なネットワーク方式については十分な知見が得られていない。本研究では、

ユーザ環境の多様化とコンテンツの多様化に対処し、多数ユーザへのライブ配信を可能とする高機能ネットワーク型オンデマンドマルチビューストリーミング方式の基礎を確立することを目的とする。本研究では、A) ユーザ環境の多様化に対応するマルチビュービデオ提示手法（表示部の無線通信化）、B) コンテンツの多様化に対応する映像収集手法（撮影部の無線通信化）、C) 多数ユーザによって生じる多大な通信トラフィックに対応するネットワーク制御手法（要求のクラスタ化等）を開発する。これらに当たっては、情報（フレーム単位）の重要性、無線サブキャリア単位の伝送品質、視点間・地域・ユーザプレファレンス間・コンテンツ間の相関、サリエンス等の代替・補間技術を利用する。多様な端末での撮影・視聴が可能となる外、撮影部と表示部の分離の足がかりとなる。

### 3. 研究の方法

本研究では、以下の方法で研究を進める。A) ユーザ環境の多様化：ユーザが利用する通信媒体の品質は位置、利用周波数、モビリティ等の影響で大きく変化する。多様な品質を持つ通信媒体を選択的に利用することで、安定的な映像品質を保証する伝送手法を設計する。B) コンテンツの多様化：コンテンツの多様化を支援するには、固定カメラの映像だけでなく、小型機器で撮影された映像を収集する必要がある。効率的に各撮影機器から映像を収集するため、各撮影機器の視点間相関や協調伝送を用いた映像収集手法を設計する。C) 多数ユーザネットワーク制御：数万人規模の多数ユーザが同時にマルチビュービデオを試聴する場合、通信トラフィックは急激に増加する。多大なトラフィックに対処するため、地域・ユーザプレファレンス間・コンテンツ間の相関等に合わせて、分割 SDN を構築し、多数ユーザに対する準最適な通信制御手法

を設計する．

#### 4．研究成果

4．1 27年度は，マルチビュービデオの高機能化のために，主に転送部に関する研究として 1) 伝送中のデータ損失に対処した伝送手法，2) バッファリングを活用した伝送手法に関する研究に着手した．

##### 1)伝送中のデータ損失に対処した伝送手法

複数の伝送路（マルチパス）を利用した伝送手法：ユーザへの映像伝送中に生じるデータ損失によって，マルチビューエラー伝播によって受信映像品質が急落することが分かっている．本研究では，ある映像データを複数の伝送路（パス）を用いて送信するとともに，受信側でサリエンス等の代替・補間技術を用いることで高映像品質を達成する通信制御手法を考案する．基礎評価から，映像品質を約 15 [dB]維持できることを示した．

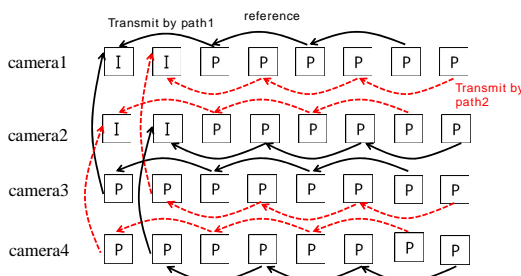


図 マルチパスを活用するためのマルチビューエンコード手法

無線通信路における伝送手法：無線通信路においては，周囲のノイズや環境の影響で利用可能な通信路ごとにデータ損失の起こりやすさが変化する．本研究では，無線通信路の品質差異，映像データの損失時の影響を考慮して適応的に映像データを無線資源に割り当てる伝送手法を設計した．

##### 2)バッファリングを活用した伝送手法

YouTube や Hulu などのアプリケーションでは，映像をバッファリングしながら映像を再生するプログレッシブダウンロードが用いられている．本手法をマルチビュービデオ伝送に適用した場合，再生停止やデー

タ量の増大が生じる．本研究では，再生停止およびデータ量を軽減するために，ユーザのカメラ切り替え方法に応じた2種類のスケジューリング手法を提案する．これらのスケジューリング手法を用いることで，約 54.9%のデータ量削減および 95.0%の再生停止を抑制することを示した．

4．2 28年度は，主に転送部に関する研究として 1) 複数の伝送路を利用した伝送手法，2) バッファリングを活用した伝送手法，撮影部の無線化に関する研究として 3) 携帯ネットワーク上での映像伝送手法について取り組んだ．

##### 1) 複数の伝送路を利用した伝送手法

A) データ損失が発生する複数の伝送路：前年度に開発した伝送手法がもたらす効果を詳細に評価した．具体的には，高解像度のビデオシーケンス，拡張ギルバードエリオットモデルを性能評価に用いることで，より多様なネットワーク環境においても，既存手法と比較して提案手法が高い映像品質を達成できていることを明らかにした．

B) 周波数帯の異なる複数の無線伝送路：本研究では，Wi-Fi と可視光通信を組み合わせるために，新たなハイブリッド映像伝送手法を提案した．

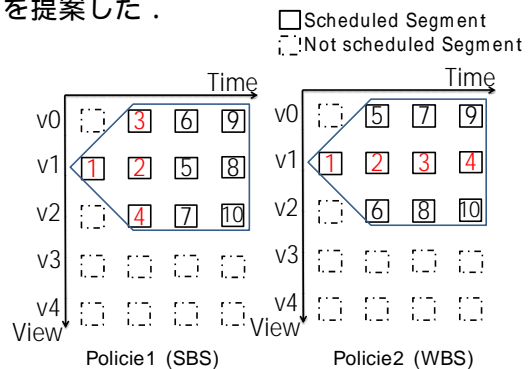


図 ユーザの視聴傾向を勘案したバッファリング手法

##### 2) バッファリングを活用した伝送手法

27年度に開発した伝送手法を詳細に評価した。具体的には、高解像度のビデオシーケンス、確率的な視点切り替えモデルを用いることで、配信する映像コンテンツや視聴者の嗜好がもたらす影響について評価を行った。

3) 携帯ネットワーク上での伝送手法: 複数の携帯撮影機器から無線回線を通して効率的に収集するために、機器間の映像類似度および無線通信におけるオーバーヒアを活用した伝送手法を設計した。具体的には、Information-Bound References と呼ばれる映像の特徴量に基づくアルゴリズムを提案することで、携帯撮影機器間に生じる冗長な情報を効率的に圧縮することを達成している。

4.3 29年度は主に、1) 複数の無線伝送路を利用した伝送手法、2) バッファリングを活用した伝送手法、3) 携帯ネットワーク上での伝送手法などに取り組んだ。1) については、本年度に設計した異なる周波数帯の無線伝送路を利用する屋内向けの映像伝送手法に関する詳細な評価に取り組んだ。具体的には、屋内でのユーザの移動が映像品質にもたらす影響の評価、新たな無線伝送路を映像伝送に利用する場合の効果に関する評価を実施した。その結果、映像品質を約10 dB程度改善できることを明らかにした。

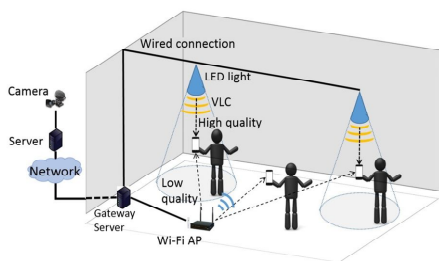


図 無線とVLCを併用した屋内向け映像伝送手法

2) については、ユーザによるカメラ切り替えを隣接カメラへの切り替えだけでなく、遠方のカメラへのジャンプやザッピングと

言ったより多様なカメラ切り替え方法に対処した伝送手法を設計した。また、各カメラ映像が全周映像であるようなマルチスフィアビデオについても議論を行った。これらの結果、ユーザの視点切り替えによる再生停止を大幅に削減できることを明らかにした。

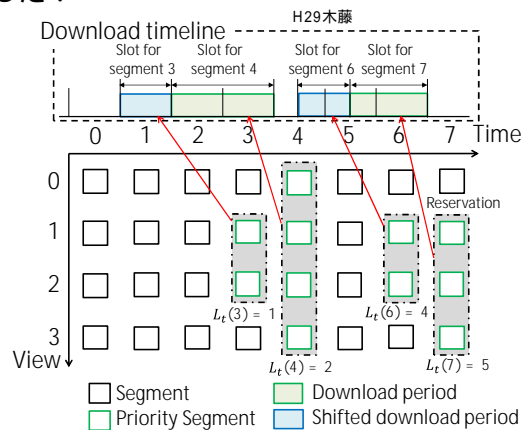


図 多様な視点切り替えに対処したバッファリング手法

3) については、より多くの携帯撮影機器から映像を収集するための伝送技術や、各携帯撮影機器が移動する場合に生じる性能への影響を緩和する伝送手法を提案した。

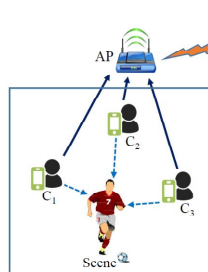


図 携帯撮影機器間の映像相関情報を利用したビデオアップロード手法

その他、機械学習を応用した低ビットレート画像伝送方式を提案した。この方式は、顔画像に特化した方式であり、まず伝送する前に高解像度の顔画像を学習してデータベースを作成し受信側に送っておく。低解像度の画像を送信し、受信側で最も類似度の高い画像をデータベースから検索し、補充し、高解像度画像を生成する。

### 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 4件)

〔H29年度〕

Takuya Fujihashi, Yusuke Hirota, Takashi Watanabe: Frame Popularity-aware Loss-resilient Interactive Multi-view Video Streaming, IEICE Transactions on Communications, Vol. E100-B, No. 4, pp.646-656, Apr. 2017.

Iori Otomo, Takuya Fujihashi, Yusuke Hirota, Takashi Watanabe: High Quality Multi-view Video Streaming over Multiple Transmission Paths, IEICE Transactions on Communications, Vol. E100-B, No. 8, pp.1514-1524, Aug. 2017.

〔H28年度〕

小寺志保, 藤橋卓也, 猿渡 俊介, 渡辺 尚: 映像の類似性を利用したワイヤレスマルチビュービデオストリーミング, 情報処理学会論文誌: デジタルコンテンツ(DCON), Vol. 4, No. 2, pp. 36-54, Aug. 2016.

〔H27年度〕

Takuya Fujihashi, Shiho Koderu, Shunsuke Saruwatari, Takashi Watanabe: Wireless Multi-view Video Streaming with Subcarrier Allocation, IEICE Transactions on Communications, Vol. E99-B, No.2, pp.542-554, DOI: 10.1587/transcom.2015EBP3244, Feb. 2016.

〔学会発表〕(計 13件)

〔H29年度〕

Takuya Fujihashi, Toshiaki Koike-Akino, Takashi Watanabe, Philip V. Orlik: Soft Video Delivery for Free Viewpoint Video,

IEEE International Conference on Communications (ICC2017), CD-ROM, 2017.

Than Than Nu, Takuya Fujihashi, Takashi Watanabe: Content-aware Efficient Video Uploading for Crowdsourced Multi-view Video Streaming, IEEE International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC 2018) workshop, 2018.

渡邊 翔太, 川崎 慈英, 村上 遼, 猿渡 俊介, 渡辺 尚, “深層学習を用いた映像伝送における通信容量削減の初期の実験検証,” 2017年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, 2017.9.14, 東京都市大学世田谷キャンパス

渡邊 翔太, 川崎 慈英, 猿渡 俊介, 渡辺 尚, “ビデオ伝送に対する深層学習の適用可能性に関する検討” 情報処理学会全国大会, 2018.03.15, 早稲田大学 西早稲田キャンパス

木藤嵩人, 藤橋卓也, 廣田 悠介, 渡辺 尚: “コンテンツの特徴を勘案したプログレッシブダウンロード型マルチビュービデオ伝送のためのスケジューリング手法の検討,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 117, No. 262, NS2017-105, pp. 73-77, 2017.10.26, 大阪府立大学 I-site なんば

〔H28年度〕

Iori Otomo, Takuya Fujihashi, Yusuke Hirota, Takashi Watanabe: Loss Resilient Multi-view Video Streaming over Multiple Transmission Paths, IEEE International Conference on Communications (ICC2016), 2016.

Tetta Ishida, Takahito Kito, Iori Otomo, Takuya Fujihashi, Yusuke Hirota, Takashi Watanabe: High Quality Multi-path Multi-view Video Transmission considering Path Priority Control, 2016 11th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing - Workshop SMDMS-2016, 2016.11.5

Takahito Kito, Iori Otomo, Takuya Fujihashi, Yusuke Hirota, Takashi Watanabe: A Novel Segment Scheduling Method for Multi-view Video Using Progressive Download, IEEE Global Communication Conference (GLOBECOM2016), 2016.12.4

木藤 嵩人, 大友伊織, 藤橋卓也, 廣田 悠介, 渡辺 尚, “プログレッシブダウンロード環境におけるマルチビュービデオ配信のためのセグメントスケジューリング手法,” (DICOM02016), 2016.7.7, 鳥羽シーサイドホテル (三重県鳥羽市),

大友伊織, 藤橋卓也, 廣田 悠介, 渡辺 尚, “屋内ユーザに対するマルチパスを用いたハイブリッドビデオストリーミング手法に関する研究,” 電子情報通信学会技術研究報告, CQ2016-51, 2016.8.29, 筑波山 江戸屋 (茨城県つくば市),

[H27 年度]

Takuya Fujihashi, Toshiaki Koike-Akino, Takashi Watanabe, Philip V. Orlik: Compressive Sensing for Loss-Resilient Hybrid Wireless Video Transmission, IEEE Global Communication Conference (GLOBECOM2015), 2015.12.8

大友伊織, 藤橋卓也, 廣田 悠介, 渡辺 尚, “フレーム損失の影響を緩和するマルチパスマルチビュービデオ伝送手法について,” (DICOM02015), 2015.7.9, ホテル安比グランド (岩手県八幡平市),

木藤 嵩人, 大友伊織, 藤橋卓也, 廣田 悠介, 渡辺 尚, “プログレッシブダウンロードを利用したスケジューリングによるマルチビュービデオ伝送の基礎検討,” 電子情報通信学会 2016 年総合大会, 2016.3.17, 九州大学伊都キャンパス (福岡県福岡市),

[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://www-int.ist.osaka-u.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡辺 尚 (WATANABE, Takashi)

大阪大学・情報科学研究科・教授

研究者番号: 90201201

### (2) 研究分担者

廣田 悠介 (HIROTA, Yusuke)

国立研究開発法人情報通信研究機構・ネットワークシステム研究所ネットワーク基盤研究室・主任研究員

研究者番号: 20533136

### (3) 研究分担者

猿渡 俊介 (SARUWATARI, Shunsuke)

大阪大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号: 50507811