

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：34412

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00144

研究課題名(和文) モバイル端末を対象としたMPEG-DASHシステムの研究開発

研究課題名(英文) Research and development of MPEG-DASH system for mobile devices

研究代表者

久松 潤之 (Hisamatsu, Hiroyuki)

大阪電気通信大学・総合情報学部・准教授

研究者番号：90434802

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：モバイル端末でも利用可能な低遅延ライブストリーミングを実現する手法を検討した。提案システムは、現在のブラウザでスタンダードとなるWebRTCを用いて、現在広く利用されているメディアエンコーダのパブリッシュ方式を採用する。これにより、モバイル端末で動作しつつ、さらに低遅延なシステムが構成できる。提案システムでは、低遅延なライブストリーミングを提供するだけでなく、ネットワークにおいて配信の品質が落ちた際にフォールバックとして、別の配信品質に変更を行う。さらに、提案システムを実ネットワーク環境において、評価を行い、その有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ネットワークの広帯域化により、動画ストリーミングサービスが普及しており、これらのトラフィックは増加を続けている。また、モバイル端末による動画ストリーミングの視聴数は飛躍的に増加している。すなわち、今後のインターネットにおいて、モバイル端末を対象とした動画ストリーミングは、今後、最も用いられるアプリケーションであり、その研究開発は重要である。

また、本研究では、全く新しいネットワークシステムを構築するのではなく、既存の構成の配信者、サーバ、視聴者から構成されることを前提としており、現実的なシステムとなっていることに、意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this work, we have considered and developed a method for low-latency live streaming that can be used on mobile devices. The proposed system uses WebRTC, which is the current standard in current browsers. The system uses the same publishing way as the media encoders used in the previous streaming system. Our method allows the system to run on mobile devices with even lower latency. When the quality of the delivery falls off in the network, the proposed system changes to a different quality of delivery as a fallback. Furthermore, we have evaluated the proposed system in a real network environment. As the result of the evaluation, we have shown its effectiveness. Specifically, it has been clear that the proposed system will limit the delay between sender and viewer to about one second. We also have shown that our system switches the streaming quality appropriately when the network bandwidth gets smaller and larger.

研究分野：情報ネットワーク

キーワード：動画ストリーミング WebRTC 低遅延ストリーミング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ネットワークの広帯域化により、YouTube、Netflix、Hulu、Amazon Video といった動画ストリーミングサービスが普及しており、これらのトラフィックは増加を続けている。また、モバイル端末(スマートフォン、タブレット)の大画面化、高性能化によりモバイル端末で動画を視聴することが現実的となった結果、モバイル端末による動画ストリーミングの視聴数は飛躍的に増加している。2020 年には、モバイル端末のトラフィックは、インターネットのトラフィック全体の 52% となり、モバイル端末のトラフィックのうち 70% が動画ストリーミングと予測されている[1]。すなわち、今後のインターネットにおいて、モバイル端末を対象とした動画ストリーミングは、最も用いられるアプリケーションであり、その性能改善は重要である。

2. 研究の目的

モバイル端末でも利用可能な低遅延ライブストリーミングを実現する手法を検討する。提案システムは、現在のブラウザでスタンダードとなる WebRTC を用いて、現在利用されているメディアエンコーダのパブリッシュ方式を採用する。これにより、モバイル端末で動作しつつ、さらに低遅延なシステムが構成できる。提案システムでは、低遅延なライブストリーミングを提供するだけでなく、ネットワークにおいて配信の品質が落ちた際にフォールバックとして、別の配信品質に変更を行う。さらに、提案システムを実ネットワーク環境において、評価を行い、その有効性を示す。

3. 研究の方法

システムを、配信者・サーバ間のデータ転送を行うサブシステム、サーバ・視聴者間のデータ転送を行うサブシステムに分割し、それぞれ検討、設計、実装を行った。その後、両者を組み合わせ、実ネットワーク上での実験評価を行った。評価では、配信者・視聴者間の遅延を評価し、さらに、ネットワーク状況に応じて、適切に配信されるストリーミング品質が切り替わることを示した。

4. 研究成果

(1) システムの設計

図 1 に提案システムの全体の概要を示す。配信者が生成した映像を、RTMP を用いてサーバへ送信し、サーバから WebRTC を通じ視聴者へ映像を届ける。配信者・サーバ間では、配信者はエンコーダを通じてライブストリーミングを行う。配信者は RTMP を用いてサーバにストリームをパブリッシュする。RTMP はライブストリーミングにおいてスタンダードなデータ転送の protocols となっており、送受信端末共に特別な機材を必要としない。

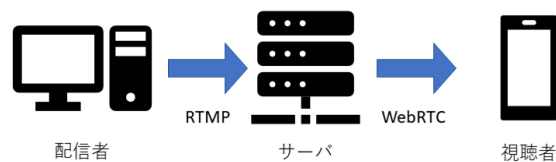


図 1 システムの構成

サーバ・視聴者間では、WebRTC を用いてデータ転送を行い、ウェブブラウザでリアルタイム通信を実現する。

サーバとブラウザ間の WebRTC 接続に必要な SDP (Session Description Protocol) データのやり取りと視聴するストリームのチャンネルのデータを WebSocket を使用し双方間の接続でやり取りをする。双方向の接続を利用することで接続以外に映像の情報などを伝える事に使用することができる。

ライブストリーミングを視聴する人の回線が遅い場合、ネットワークの状況が不安定な場合、オリジナルのストリームの中では不安定になり、視聴できなくなる。提案手法では、視聴者側のストリームの受信状況に応じて、事前にトランスコードされた適切なストリームのチャンネルに変更する。トランスコードによる遅延はファイルへの書き出しをせず映像をストリーミングするため、セグメントに書き出すような方式よりも小さい。

ネットワークの状況の判定は、視聴者のクライアントで、一定期間、デコードされた動画のフレームレート計測し、このフレームレートが目標のフレームレートを下回っていた際に、クライアントから、現在のチャンネルより低位のチャンネルの要求を出す。また、一定期間、フレームレートが目標のフレームレート以上であれば、クライアントから、現在のチャンネルより高位のチャンネルの要求を出す。視聴者の QoE の観点から映像が途切れるような、ネットワークが低品質な場合早く対応した方がよい。一方、ネットワークの品質が安定したと考え、映像の品質を上げる場合は、下げるときよりも遅くても、よいと考えられる。そこで、映像の品質を下げる判断は、映像の品質を上げる判断よりも早く行えるようにパラメータ設定を行った。

(2) 評価

実ネットワークにおいて、性能評価を行った。配信者、サーバ、視聴者がネットワークには存在し、配信者と視聴者は同一のローカルネットワーク内にある。サーバはインターネット上にあり、実際のインターネットの配信の環境に準ずる環境にて、評価を行った。

図 2 に、提案方式 (Live)、提案方式 (480p)、および MPEG-DASH を用いた場合の、それぞれの遅延の分布を示す。図から、MPEG-DASH の遅延が大きいこと、また、提案手法の遅延が非常に小さいことがわかる。これは、MPEG-DASH は、ネットワークの遅延に加えて、サーバにおいて

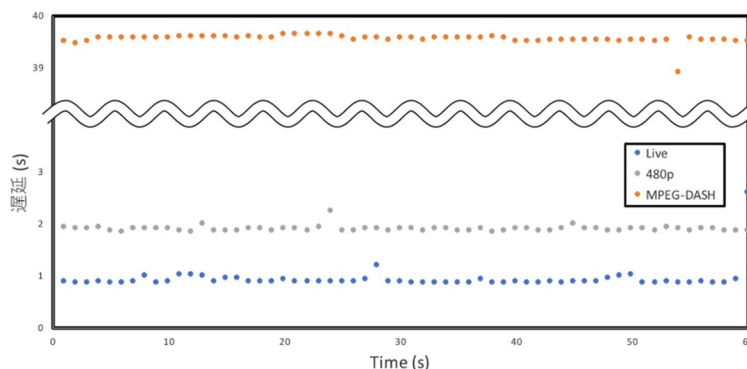


図 2 配信者・視聴者間の遅延の分布

セグメント分割のため遅延が大きくなっている。一方、提案手法は、サーバ-視聴者間を、WebRTC を用いることによって、セグメント化することなく、映像をストリームとして転送することができる。その結果、この低遅延を達成できている。また、低位のチャンネルとオリジナルのチャンネル間の遅延は 1 秒程度で、トランスコードすることによって、これが発生している。提案システムが、低遅延ストリーミングを実現していることが分かった。

図 3 に、通信中にネットワーク品質が変更したときの視聴者が再生する映像のビットレートおよびフレームレートを示す。実験開始から 50 秒までは、フレームレートおよびビットレートは安定している。50 秒でネットワークの帯域を制限したところ、フレームがデコードできず、フレームレートが下がっている。すぐに、提案システムはネットワークが不安定であると

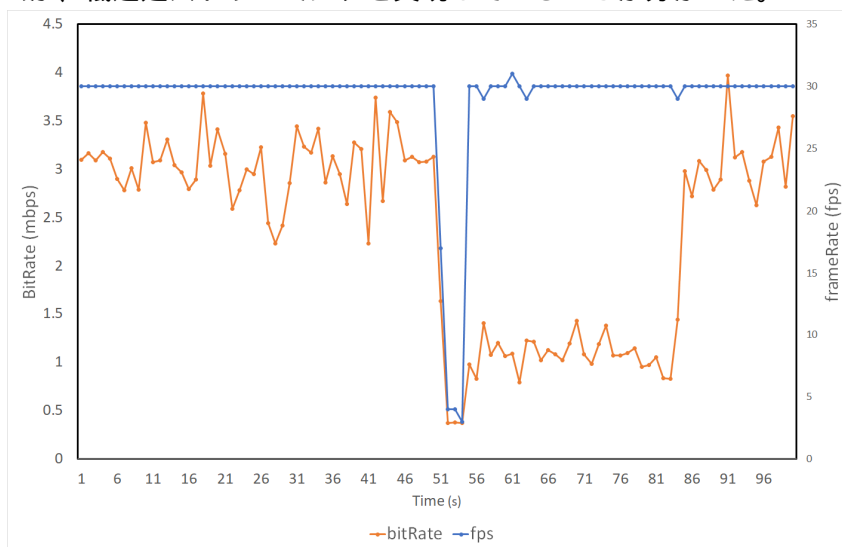


図 3 ネットワークの状況が変化したときの挙動

ネットワークの変更を行い、ビットレートが下がっている。また、ビットレートを下げた結果、フレームレートが元の高い値に戻っていることがわかる。実験開始から 60 秒後に、帯域は元に戻っているが、ビットレートは低いままである。これは、チャンネルが低いチャンネルに変更されたからであるからである。帯域を制限してから 30 秒後の 80 秒頃に安定したとしチャンネルが戻り、オリジナルのチャンネルへと変更されたため、ビットレートが高くなっている。ネットワークの状況に応じて、提案システムが適切に動作していることが分かった。

<引用文献>

[1] Cisco Visual Networking Index: The Zettabyte Era: Trends and Analysis, July 2016

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kunimoto Rimpei, Hisamatsu Hiroyuki	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Proposal for a Course Support System for Database Exercises	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 6th International Conference on Information Technology: IoT and Smart City	6. 最初と最後の頁 256,260
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3301551.3301594	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 木下 透弥
2. 発表標題 WebRTCを用いた低遅延ライブストリーミング方式の検討
3. 学会等名 電気学会情報システム研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考