

動的オーバーレイネットワークにおける パーソナルライブ動画の効率的配信手法の提案

木村 真乃介[†] 松本 尚幸^{††} 島田 秀輝[‡] 佐藤 健哉^{††}

[†]同志社大学工学部情報システムデザイン学科 ^{††}同志社大学大学院理工学研究科

[‡]同志社大学研究開発推進機構

1 はじめに

近年、テレビ会議や映像配信をインターネット上で行うアプリケーションが増加してきている。このようなサービスが増加してきた要因の一つとして、スマートフォンやタブレット端末の普及によってサービスの利用者が増加していることが挙げられる。またサービスの増加によって、ネットワーク上のトラフィック量も年々増加してきており、特に動画データが占める割合が大きくなると予想されている。

既存のサービスの多くは、クライアント/サーバ方式（以下 C/S 方式）を採用している。C/S 方式には、システムの規模が大きくなればサーバにかかる負荷も大きくなり、サーバが停止すればサービス全体が利用できなくなる。配信するデータを特定のサーバに集めることなく P2P 通信を利用しノード間で直接データを交換する方法があるが、スマートフォンやタブレット端末のようなサーバと比較し性能の低い端末に大量のデータを配信させることは困難である。

本研究では、今後増加すると予想されている動画データ、中でもリアルタイムのストリーミングデータを対象に、ネットワーク上のトラフィック量、低性能端末によるデータ配信の処理負荷の増加といった問題を解決する P2P 通信を利用した動画配信システムを提案する。

2 関連研究

ストリーミング配信における動的負荷分散制御方式の適用 [1] では、ネットワーク上に存在する映像コンテンツへの急激なアクセス増加に対する負荷分散システムを検討している。配信サーバと接続要求サーバを持つコンテンツ配信システムにおいて、コンテンツへの接続要求数と接続増加率についてそれぞれ閾値を設定する。実際のコンテンツでの値が閾値を下回るとき、

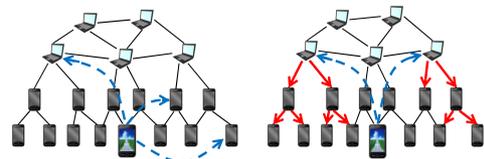


図 1: ユニキャスト通信 (左) と提案手法 (右)

すなわち配信サーバの負荷が小さいときはユニキャスト通信、閾値を上回るとき、すなわち負荷が大きいたときは IP マルチキャスト通信をそれぞれ切り替えて利用することで、コンテンツ配信を行う。

3 提案手法

3.1 概要

本研究では、ユーザがスマートフォンやタブレット端末で動画を撮影し、リアルタイムで配信するシステムを想定する。個人が持つスマートフォンやタブレット端末を利用した動画配信のような今後の配信元端末の増加により、ネットワークにある大量のトラフィックを処理する必要があることを踏まえ、処理負荷が集中する特定のサーバを設置せず、P2P 通信を利用した端末間通信によってシステムを実現する。また、大量のデータを配信する能力のない低性能端末からの動画配信を考慮し、システムに参加する端末を性能に応じて高性能端末と低性能端末に分類し、高性能端末を上位に、低性能端末を下位にそれぞれ配置するオーバーレイネットワークを構築する。ここで、性能は接続されている回線の速度を意味し、高性能端末は多数の視聴端末に対しデータを送ることができる。低性能端末は、高性能端末の位置やアドレスの情報を保持している。動画の配信は、配信端末の帯域使用率に応じて、配信端末が全ての視聴端末に対してユニキャスト通信する場合と、高性能端末を利用したマルチキャスト通信する場合に切り替えて行う。詳細は次節で述べる。システムの概要を図 1 に示す。

3.2 配信手法

撮影された動画を低性能端末が全ての視聴端末へユニキャスト通信で配信すると、配信端末の処理負荷が大きくなり動画データが全ての視聴端末へ十分行き届かない。そのため、帯域使用率の閾値を設定し、新た

An Effective Personal Live Video Delivery System with Dynamic Overlay Network

[†] Shinnosuke KIMURA

^{††} Naoyuki MATSUMOTO, Kenya SATO

[‡] Hideki SHIMADA

Department of Information Systems Design, Doshisha University ([†])

Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University (^{††})

Organization for Research Initiatives and Development, Doshisha University ([‡])

表 1: シミュレーションの設定

端末数	2~15 台
通信プロトコル	UDP
配信動画の時間	60 秒
配信動画のビットレート	300kbps
高性能端末の回線速度	54Mbps
低性能端末の回線速度	11Mbps
高性能端末の最大接続端末数	4 台

な視聴端末の接続要求に対して、配信端末の帯域使用率と比較し配信方法を以下のように切り替える。

- 配信端末の帯域使用率が閾値を超えないとき、ユニキャスト通信で動画を配信する。
- 配信端末の帯域使用率が閾値を超えるとき、
 1. オーバレイネットワーク上で接続された同じ動画を視聴する高性能端末を検索する。
 2. 検索して見つかった高性能端末の帯域使用率が閾値を超えないとき、この高性能端末から動画を配信する。
 3. 検索して見つかった高性能端末の帯域使用率が閾値を超えるとき、この高性能端末を検索対象から除き 1. へ戻る。

4 評価

シミュレータ QualNet [2] を利用し、提案手法を実装した。シミュレーションの設定は表 1 の通りになっている。シミュレーションでは、1 台の低性能端末が動画を配信し、視聴端末は全て高性能端末である。配信端末が全ての視聴端末へユニキャスト通信で動画を配信する方式と提案手法でそれぞれ配信を行い、パケット到達率と平均遅延時間で評価を行う。シミュレーションでは、帯域使用率の閾値の代わりに、配信端末は 2 台、高性能端末は 5 台以上の接続要求がそれぞれあったとき、別の端末を検索し見つかった端末から動画データを配信する。

5 考察

シミュレーション結果として、パケット到達率を図 2、平均遅延時間を図 3 にそれぞれ示す。

パケット到達率は、提案手法はユニキャスト通信と比較し、常に同じかそれより大きい値となった。また平均遅延時間は、2 台接続したとき以外は提案手法の方が小さくなった。ユニキャスト通信と提案方式共に、パケット到達率が 100% でなくなるまで視聴端末数を増加させたとき、遅延時間が急激に増加している。しかし、高性能端末を利用している提案方式の方が、より多くの台数の接続に対してパケットの欠落や遅延のない配信を行うことができている。

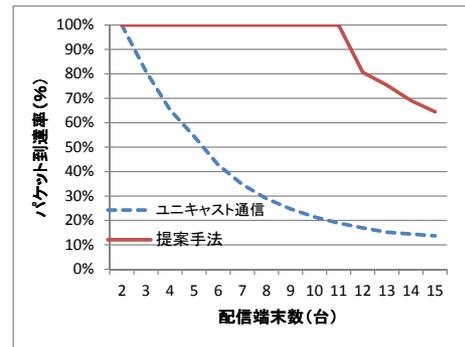


図 2: パケット到達率

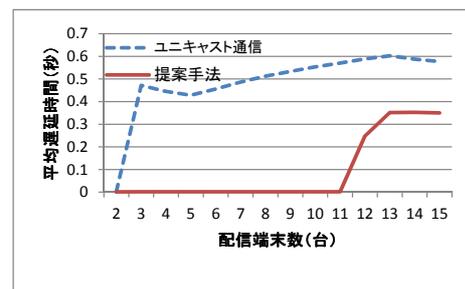


図 3: 平均遅延時間

6 まとめ

今後予想されるネットワーク上のトラフィック量増加により情報を一元的に集める C/S 方式によるサービス提供が難しくなり、スマートフォンやタブレット端末の普及により個人単位で誰もが簡単に情報を発信できるようになるため P2P 通信を利用するサービスが増加してきている。個人が所有する端末は、サービス提供のために十分な配信能力を持っていない。そこで、ユニキャスト通信とマルチキャスト通信を利用した低性能端末からの効率的なデータ配信手法を提案した。

シミュレーションでは、ユニキャスト通信と比較し、パケット到達率と遅延時間において提案手法が有効であることを示した。また、提案方式は中継端末の選択によってパケットの欠落率や遅延時間が変化するため、物理レベルも考慮した中継する高性能端末の検索手法に検討が必要である。

7 謝辞

本研究の一部は科学研究費助成事業の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] 鳴海貴允, 吉村康彦, 宮坂武志, 源田浩一, ストリーミング配信における動的負荷分散制御方式の適用, DICOMO2011, pp.509-514
- [2] Scalable Network Technologies, QualNet, <http://web.scalable-networks.com/content/qualnet>