

OpenFlow を利用した動的グループ化による動画配信ネットワークの負荷軽減

Effective Video Distribution Network by Dynamic Grouping Using OpenFlow

出村 友秀 † 井上 慶春 ‡ 島田 秀輝 † 佐藤 健哉 ‡
Tomohide Demura Yoshiharu Inoue Hideki Shimada Kenya Sato

1 はじめに

近年、インターネット上で Ustream やニコニコ生放送のような音声や動画等の映像コンテンツをリアルタイムで伝送する「動画配信サービス」が普及している。その背景には、インターネットへのアクセス回線のブロードバンド化が急速に発展し、従来のアナログ回線と比べて1度に送ることのできる情報量が数十から数千倍にも増えたため、映像コンテンツのような大容量データもスムーズに送ることができるようになったことが挙げられる。しかし、それに伴う問題として多数のユーザーが同時に動画配信サービスを利用することで、配信サーバやネットワーク全体への負荷が増大することが考えられる。

そこで、この問題を解決する手法として、従来の自律分散型のネットワークから OpenFlow を用いた集中管理型のネットワークを考慮した、マルチキャストによる動画配信における帯域の有効利用を目指した経路制御をし、視聴端末の動的グループ化を行うことでネットワーク全体としての負荷を軽減するシステムを提案する。

2 関連研究

従来のユニキャストによるパケットの転送では、多数のユーザーへ同じ情報を同時配信すると、ネットワークにおける通信容量が増大し、帯域が圧迫されるという問題があった。そこで、転送されるパケットの不要な重複を減少させ、ネットワークの負荷を軽減させる方法として IP マルチキャスト [1] という技術がある。この技術では、ネットワーク上で特定多数の受信端末へのパケットの転送を行い、リアルタイム通信を実現することができる。図1に示すように、多数の受信端末へパケットの転送を行うときでも、配信端末は1度だけパケットを転送すればよく、ネットワーク上のルーターがパケットの複製を行うことで、それぞれの受信端末へパケットの転送を行う。同じパケットが所々で複製されるので、大容量データでも効率よく、回線を圧迫することなく配信することができる。しかし、パケットの転送経路は各々のルーターが自律的に決めており、ネットワーク全体として最適な経路が選択されない場合もある。例えば、トラフィックが多く混雑した経路を避けずに経路を決定する場合、単にホップ数による最短経路で決定する場合である。また、マルチキャストによる動画配信 [2] において、端末の離脱を送信元は確認することができない。これにより、受信端末がないのにパケットの転送を行う場合がある。

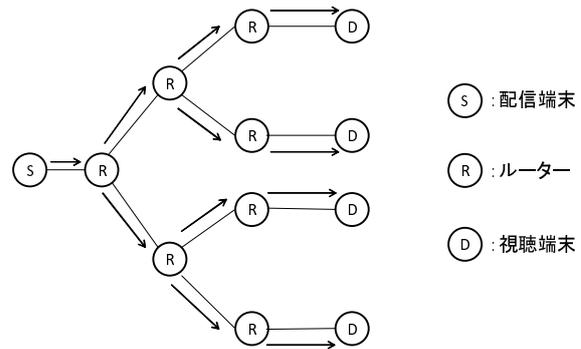


図1 IP マルチキャスト

3 提案システム

3.1 概要

OpenFlow の技術を用いてトラフィック状況を把握し、トラフィックが多く混雑した経路を避けた経路制御を行う。また、それにより受信端末を動的にグループ化することで、動画配信への参加・離脱を確認し、無駄なパケットの転送を減らすことを目指す。図2に、従来の自律分散型のルーターを用いたネットワークを示す。ルーターはホップ数による最短経路を選択するため、トラフィックが多く混雑しているネットワーク経路へ、大容量データを送る可能性があり、さらなる帯域の圧迫が起こる。しかし、図3に示す提案システムを用いた集中管理型のネットワークでは、トラフィックが多く混雑しているネットワーク経路を避けて受信端末のグループ化を行うことで帯域の圧迫を防ぎ、帯域が利用されていないネットワークを有効に活用した通信が実現できる。

3.2 システム構成

本システムは OpenFlow コントローラ、OpenFlow スイッチを用い、配信端末・視聴端末間の通信ネットワークの経路制御を行う。

OpenFlow コントローラ トラフィックモニタの役割を果たす。また、受信端末が離脱した際に、パケット転送の中止を指示する。

OpenFlow スイッチ パケットの転送を行う。また、キーとなるものは、受信端末の参加・離脱状況を把握し、OpenFlow コントローラへ状況を知らせる役割を果たす。

3.3 動作手順

1. 受信端末は、動画データの送信を配信端末へリクエストする。
2. 配信端末は、マルチキャストにより各受信端末へ動画データの転送を行う。その際、OpenFlow コントローラがトラフィックモニタリングを行い、帯域が

† 同志社大学 理工学部 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 情報工学専攻

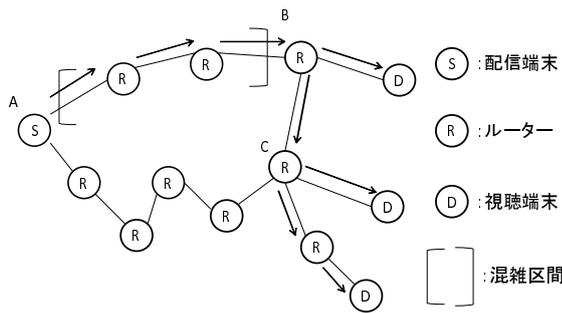


図2 従来の自律分散型ネットワーク

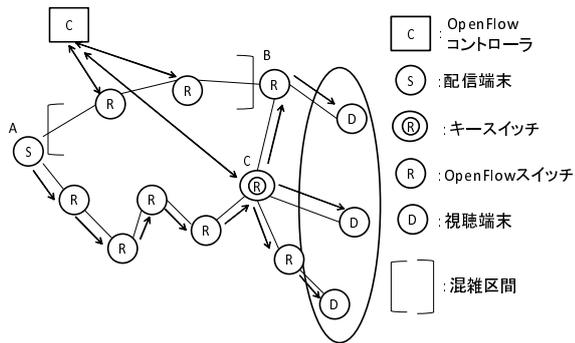


図3 提案システムによる集中管理型ネットワーク

利用されていないネットワーク経路を選択する。

3. 選ばれた経路により、分岐するスイッチをキースイッチとする。それ以降の受信端末をまとめて1つのグループとし、グループ化する。
4. 受信端末は、キースイッチを通じて動画データを受け取り、動画を視聴している間、一定間隔で受信していることを知らせるパケットをキースイッチへ送信する。
5. 受信端末が途中で離脱した場合、離脱したことをキースイッチが確認すると OpenFlow コントローラにより、視聴端末へ動画データの転送を中止する指示を出す。また、新たな受信端末が途中で参加した場合、動的にグループへ追加することで動画データの転送を行う。

3.4 動的グループ化アルゴリズム

トラフィックが多く混雑したネットワーク経路を排除したトポロジを検出し、ホップ数による最短経路を考慮した経路を確立する。分岐となるスイッチをキースイッチとし、グループ化する。この際、同じグループに属する条件として、キースイッチからのホップ数が閾値以下である場合とする。閾値は、回避する経路のホップ数とする。

4 評価

図2、図3のネットワーク帯域を N とし、トラフィックが多く混雑したネットワーク経路の帯域は $8/10N$ が利用、それ以外は利用されていないとする。動画データの容量を N とするとき、トラフィックを考慮した経路制御によって表1に示すように提案システムでは帯域の

表1 評価(経路制御)

	経路 A B	経路 A C
従来システム	$8/10N + N$	0
提案システム	$8/10N$	N

表2 評価(動的グループ化)

	経路 B A, 経路 C A
従来システム	$N' \times (\text{一定回数})$
提案システム	0

圧迫を起こさない配信ができる。また、受信端末が動画データを受信していることを知らせるパケットの容量を N' (N に対して小さい値) とするとき、表2に示すように従来のシステムでは動画を受信している間は一定間隔でパケットを転送し続けなければならないが、提案システムでは経路 B A, 経路 C A でのパケット転送を行わなくてよい。

5 考察

提案手法では、トラフィックを考慮した経路制御を行うため、動画配信においてスループットの向上が見込まれる。ネットワーク全体の視点では、トラフィックが多く混雑したネットワーク経路を避け、帯域が利用されていないネットワーク経路を利用することで負荷の軽減につながる。また、利用者の視点では、途切れることなく安定して動画を視聴できるようになる。しかし、ホップ数による最短経路をとることがなくなるため、遅延を考慮する必要があると考えられる。

また、動的グループ化を行うことにより、従来と比べて少ないパケットで受信端末の参加・離脱を確認できるようになった。これにより、受信端末の離脱時に行われていた無駄なパケットの転送を防ぐことができるようになる。ネットワーク全体の視点では、ネットワークを流れるパケット数が減り、その分の帯域を有効利用できる。

6 まとめ

本稿では、OpenFlow を用いた集中管理型のネットワークを考慮し、マルチキャストによる動画配信において、経路制御により視聴端末を動的にグループ化することでネットワーク全体としての負荷を軽減するシステムを提案した。従来の自律分散型ネットワークでは考慮されていなかったトラフィック状況を考慮することにより、帯域の圧迫を防ぎ、有効利用できる帯域の利用を実現した。また、視聴端末のグループ化により、マルチキャストの問題点であった受信端末の離脱の際に発生するパケットの無駄な転送に関しても考慮した。

参考文献

- [1] 安川正祥 帯域保証型の高信頼化マルチキャスト技術 <http://www.ntt.co.jp/journal/0610/files/jn200610014.pdf> (2014/6/10 アクセス)
- [2] マルチキャストの現状報告と今後 <http://www.net.c.dendai.ac.jp/~yoshida/multicast.html> (2014/6/10 アクセス)