

低遅延チャンネルザッピング実現のための オーバーレイ型映像配信に関する一検討

壹岐勇太郎[†] 青木輝勝^{†‡} 沼澤潤二^{†‡}

東北大学 情報科学研究科[†] 東北大学 電気通信研究所氏[‡]

1. はじめに

近年、ブロードバンド回線の普及により、インターネット上での映像配信が活発となってきている。放送型映像配信を行う場合には、配信サーバの負荷や帯域効率など観点からマルチキャスト方式に注目が集まっている。

また、配信される映像の多様化に伴い、インターネット上の放送局は増加していくと予想される。そのような状況では、地上波テレビにおいて一般的に行われている、チャンネルを頻繁に切り替えながらの視聴（ザッピング視聴）への要望が高まると予想される。しかしインターネット上のテレビ放送では、ネットワークの性質により、ザッピング視聴時に遅延が発生してしまい、ユーザにとって大きなストレスとなる。

そこで本研究では、ザッピング専用ツリーを構築し、ザッピング用データを配信することで、オーバーレイ型の映像配信におけるザッピング時の遅延を最小限に抑える手法の提案を行う。

2. オーバーレイマルチキャスト

2.1. 概念

マルチキャストにはルータがデータの転送を行っていく IP マルチキャストと、クライアント同士がリレー方式でデータの転送を行っていくオーバーレイマルチキャストの 2 種類がある。IP マルチキャストで配信を行う場合、ルータが IP マルチキャスト対応でなければならないという制約がある。そこで本研究では、オーバーレイマルチキャストを研究対象とする。

2.2. 配信ツリーとザッピング視聴の課題

本研究では、配信経路が一意的であり、正確にデータの転送が行えるツリー型の配信トポロジを用いる^[1]。ツリー型では階層数を制御することで、遅延を抑えることも可能である。ツリー型の配信トポロジを用いて複数チャンネルの

テレビ放送を行った場合、システム構成は図 1 のようになる。この場合、各クライアントは 1 つの放送局の配信ツリーに参加し視聴を行うことになるため、チャンネルザッピングを行う際に、クライアントは配信ツリーを次々と移動しなければならない。そのため配信ツリーの移動の処理に時間がかかり、それが原因で視聴開始までに時間がかかってしまう。この課題への解決策として従来研究で、全ての放送局の配信ツリーに事前に参加しておく方法^[2]などが検討されているがそれでは非効率である。

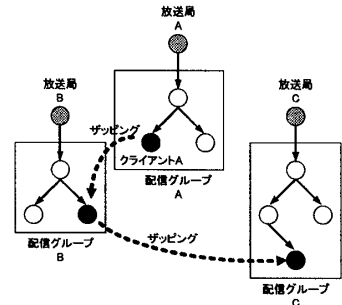


図1. 従来方式のザッピング方法

3. ECZT 方式の提案

3.1. 課題解決へのアプローチ

本研究では全放送局の配信ツリーに参加し、全放送局のデータを常に受信できるようにするというアプローチをもとに課題解決を行った。しかし単純に全放送局の配信ツリーに参加するのでは回線速度の制約や全放送局のツリーの管理が課題になると思われる。そこで本研究では、放送局の配信ツリーとは別にザッピング専用のツリーを構築し、その配信ツリーを用いてザッピング用データを配信を行う方式として、ECZT 方式 (Exclusive Channel Zapping Tree) を提案する。

3.2. ECZT 方式の概要

ECZT 方式では、視聴用ツリーで各放送局の視聴用データを、全クライアントで構成されたザッピング専用ツリーでザッピング用データを配信する。それにより、ザッピング視聴時の放送局の移動が抑制され、安定した配信環境を構築することが可能となる。提案方式を用いたシステムの構成図は図 2 のようになる。

本方式では各クライアントは 2 つの配信ツリーに個別に参加し、チャンネル切り替えの際に

[1] A Study on an Efficient Video Delivery Method based on Overlay Multicast for Low-latency Channel Zapping]

[†]「Yutaro Iki・Graduate School of Information Sciences,」

^{†‡}「Terumasa Aoki・RIEC, Tohoku Univ.」

^{†‡}「Junji Numazawa・RIEC, Tohoku Univ.」

だけ視聴用ツリーの移動を行う。ザッピング専用ツリーにおいてトップにいるクライアントを SPC(Special Client)と呼び、ネームサーバによって管理を行う。ネームサーバによる SPC の管理において、本研究では SPC をシステム全体で一意的に決めるため、各クライアントのシステムへの参加時間とクライアント ID を用いて SPC の選択を行う。ここで用いているシステムへの参加時間とはクライアントが初めてシステムへ参加した時間であり、クライアント ID は本システムにおいてクライアントを区別するため、ハッシュ関数などを用いて得られたクライアント固有の値である。これによりネームサーバは SPC を一意的に決め、その SPC の情報を自身の放送局に伝えることで放送局の SPC へのザッピング用データの配信を可能にしている。

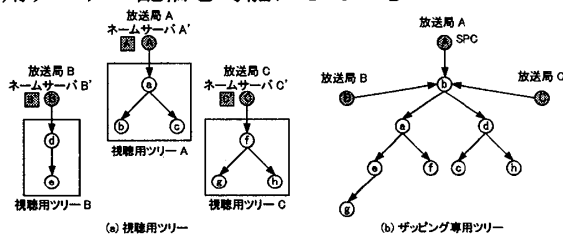


図 2. ECZT 方式のシステム構成

4. ECZT 方式の評価

4.1. 目的と計測値と条件

本評価では、従来方式と ECZT 方式において低遅延なザッピング視聴が行えるかの評価を行う。

計測値としては、ザッピング視聴時におけるチャンネル切り替え時間間隔を変化させた場合の視聴開始までの遅延時間と実際の視聴時間である。また ECZT 方式では設計上ザッピング時の遅延がないため、ザッピング用データ受信済み放送局数と各クライアントの最大パケット到着間隔の平均値について計測を行った。

提案方式と ECZT 方式のそれぞれのシステム構成は図 2 のような構成とする。つまり、従来方式では図 2(a) の配信ツリーを用いて放送局ごと個別に配信を行い、ザッピング視聴は放送局間を移動しながら行う。また、ECZT 方式では図 2(a) と図 2 (b) の両方を用いて配信を行い、ザッピング用データを用いてザッピング視聴を行う。

評価はシミュレーションプログラムを用い、シミュレーション条件は、放送局数を 3、クライアント数を 2500、子数を 2、回線速度を 10Mbps、視聴用データのレートを 1Mbps、ザッピング用データのレートを 0.1Mbps データ送信時間を 10 分、視聴時間を 5 分、ザッピング視聴時間を可変(1 秒 ~ 10 秒)、伝播遅延を $5 \mu\text{s}/\text{km}$ 、平均クライ

アント間距離 を平均 50km とした。

4.2. シミュレーション結果と考察

それぞれの結果を図 3, 図 4 に示す。

従来手法では、視聴開始までの遅延が発生してしまうため、その遅延時間以下ではザッピング視聴が行えないことが分かる。よってザッピング視聴時の実際の視聴時間は図 3 のグラフのようになり、チャンネル切り替え時間間隔が遅延の 2 倍以上にならないと、ザッピング視聴時は待ち時間のほうが長いことになる。

ECZT 方式では、ザッピング時に放送局数分のデータを受信できており、さらに最大パケット到着間隔の平均値も短いため再生の中断も起こりにくいことが分かる。

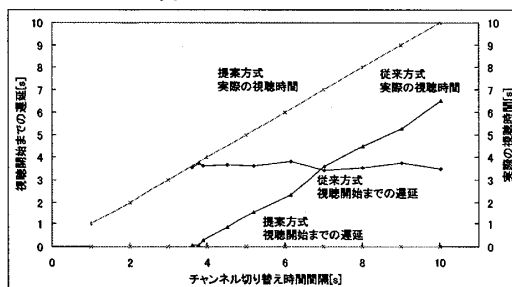


図 3. 従来方式のシミュレーション結果

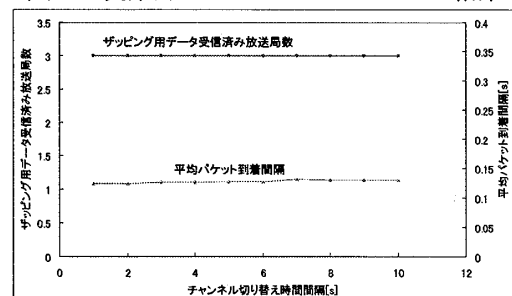


図 4. ECZT 方式のシミュレーション結果

5. 結論と今後の課題

本稿では、ザッピング専用ツリーを用いた低遅延なザッピング視聴方法について示し、その評価を行った。今後は放送局数の増加に伴うデータの増加について検討していく予定である。

文 献

[1] S. Banerjee and B. Bhattacharjee, "A comparative study of application layer multicast protocols," Unpublished report, 2002, available at <http://minoas.di.uoa.gr/>.

[2] 勝間亮, 村岡洋一, "実ネットワークの特性を考慮した P2P リレーによる多チャンネル IP 映像配信の実現," 情報処理学会研究報告. DSM, 2006(38), pp. 73-78, Mar 2006