

番組表に基づく Peer-to-Peer 映像・音声配信機構

根山 亮*† 村岡 洋一†

*ウタゴエ株式会社 †早稲田大学理工学術院基幹理工学研究所

1 はじめに

インターネット上で映像・音声コンテンツ（以下、コンテンツ）を共有する動画共有サービスが人気を集めている [1]。動画共有サービスは便利である一方、利用者が能動的に動画を検索し閲覧する必要があるため、利用者の視野を狭めがちである。積極的に動画を楽しみたい利用者が興味のある動画だけを視聴するのが主で、利用者や利用機会は限られている。一方で、テレビ放送の市場は未だ大きい。その一斉同報性やながら視聴形態には、動画共有サービスとは異なる魅力がある。

本稿では、テレビ放送のように、時間軸に沿って編成した電子番組表（以下、番組表）に基づきコンテンツを配信し、受動的な視聴が可能な映像・音声配信サービスを提案する（図 1）。複数の利用者がコンテンツを同時に視聴できる場を提供することで、利用者間のコミュニケーションや同時体験による新たな価値の創出を目指す。番組表は、コンテンツの提供者はもちろん、番組表の編成だけを行う第三者が提供することも想定する。

コンテンツの配信には、サーバを介すことなく利用者の計算機間で直接通信を行う Peer-to-Peer (P2P) 技術 [2] を用いる。番組表を利用し、利用者が次に視聴するコンテンツを P2P ネットワークを通じて事前に取得（プリフェッチ）することで、安定的で効率的な配信を目指す。

我々は、番組表を利用する P2P スケジュール配信機構（以下、配信機構）、ウェブブラウザ（以下、ブラウザ）上で動作するスケジュール再生機構（以下、再生機構）を実装した。番組表を用いることでコンテンツの配信スケジューリングが可能となった。また、複数の視聴者がコンテンツを同時に視聴しながら、再生機構上に組み込んだチャットや掲示板などでコミュニケーションが取れることを確認した。

2 実現上の課題

提案システムを実現するには、以下の 3 つの課題を考慮する必要がある。

- システムの接続性 システムの接続性を高めることにより、ウェブ上の既存の基盤やツールを活用できる。
- システムの柔軟性 変化し続ける様々な要求に応えるには、システムは柔軟であることが望ましい。例えば、コンテンツのファイル形式（コンテンツ形式）は多岐に渡り、人気のコンテンツ形式は時間とともに変わりうる。従って、

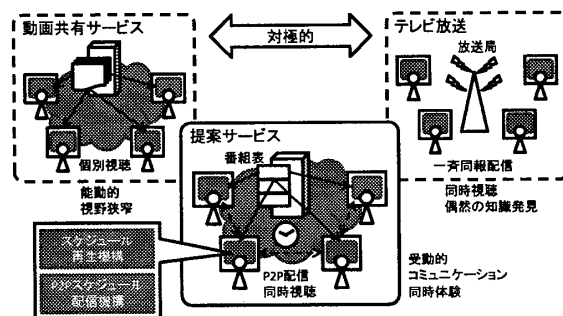


図 1 提案サービスの特徴

配信機構はコンテンツ形式に依存しないことが望ましい。また、再生機構のユーザインタフェースは、利用者や利用状況により好みや要求が異なる。そのため、なるべく柔軟に変更できることが望ましい。

(c) 配信・視聴の品質 ブロードバンド化によりネットワークのコストが下がってきたとはいえ、高画質のコンテンツを多数の利用者に配信するには十分とは言えない。必要なコンテンツをプリフェッチし、利用者の計算機のローカルディスク上にキャッシュすることで、安定的で効率的な配信を行うのが望ましい。それには、配信スケジューリングやキャッシュの管理 [3] を工夫する必要がある。同時視聴を実現するには、再生機構が再生時刻を制御する必要もある。

3 課題の解決法

2 節で述べた課題を考慮した番組表に基づく P2P 映像・音声配信機構を提案する（図 2）。システムはインターネットを通じて互いに接続された番組表・コンテンツ配信元の計算機と利用者の計算機から構成される。ただし、番組表とコンテンツの配信元が別の計算機であってもよい。

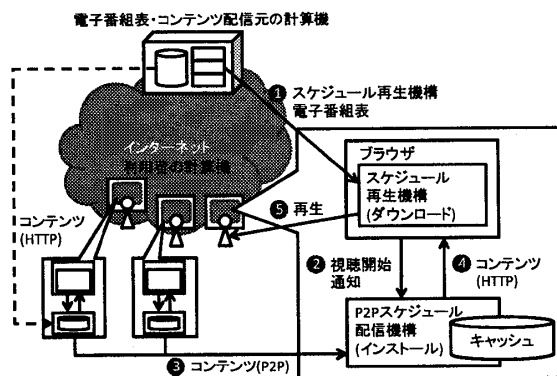


図 2 提案システム

利用者の計算機には配信機構をあらかじめインストールしておく必要があるが、再生機構はブラウザ上に動的にダ

Peer-to-Peer Video Broadcasting System with Electronic Program Guide

Ryo Neyama*†, Yoichi Muraoka†

*Utageo Inc. †Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

ダウンロードする。そのため、再生機構は柔軟に変更可能である(2節課題(a)(b)に対応)。配信機構は再生機構のためのプロキシとして動作し、両者はHTTPにより疎結合される。そのため、配信機構はコンテンツ形式に依存しない(同(b))。

番組表、P2P 配信プロトコル、再生機構には業界標準を積極的に採用し、接続性に配慮する(同(a))。番組表は、Atom 1.0[4]に再生時刻を表す拡張タグを追加することで実現する。entry 要素の子要素に再生開始時刻と再生時間を示す拡張タグを記述する。特定の URL から取得される番組表が1つのチャンネルを表す。配信機構は一般的なP2Pプロトコルの1つであるBitTorrentプロトコル[5]を使用する。ウェブシーディング[6]により配信元は一般的なウェブサーバからコンテンツを配信できる。

一般に、コンテンツの大きさは千差万別である。コンテンツを効率よくキャッシュするためには、その参照頻度と大きさの両方を適度に考慮することが重要である。本システムでは *Pyramidal Selection Scheme*[7]によりキャッシュを管理する(2節課題(c)に対応)。

配信機構は配信のスケジューリングを行う(同(c))。この際、ネットワークの下り帯域幅、コンテンツの再生時刻、コンテンツが視聴中のチャンネルに属するか否かの情報を使う。視聴中のチャンネルに属し、再生時刻が現在時刻より近いコンテンツに、より大きな下り帯域を割り当てる。コンテンツ単位の使用帯域の制御には *Token Bucket Filter*[8]を使用する。

再生機構は、番組表に従い、ある時刻に再生すべき特定のコンテンツの特定の箇所を再生する。切れ間のないコンテンツの切り替えができるよう、2つの再生バッファを交互に切り替えて再生する。

4 実装

配信機構をJava 1.5、再生機構をJavaScript 1.7、Adobe Flash 9.0により実装した。再生機構はMozilla Firefox 2.0ブラウザ上で動作する。コンテンツ形式にはFlashビデオ形式を使用する。

本システムの配信から再生までの流れを示す。まず、再生機構および番組表をブラウザ上にダウンロードする(図2ステップ(1))。利用者が視聴を開始すると、再生機構が配信機構に視聴開始を通知する(同(2))。配信機構は、番組表に従いすぐに再生すべきコンテンツを最優先で取得しつつ、残りの帯域で次に必要となるコンテンツをプリフェッチする(同(3))。配信機構はコンテンツの再生箇所を取得し次第、再生機構に提供する(同(4))。再生機構は番組表に指定された時刻どおりに再生を行う(同(5))。

再生機構の外観を図3に示す。番組表からチャンネルを選択することにより、そのチャンネルで現在配信中のコンテンツを視聴できる。映像上には半透明のHTMLコンポーネント(ウィジェット)を配置できる。視聴中、ウィジェッ

トとしてコンテンツごとに用意されたチャットに参加でき、同時に視聴している利用者同士でチャットが楽しめる。また、ソーシャルネットワーキングサービス(SNS)や掲示板などのサービスをウィジェットとして呼び出せる。

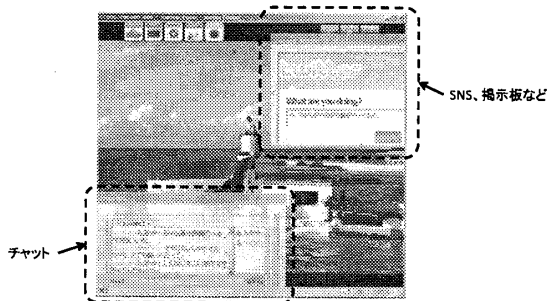


図3 再生機構

本システムを利用して受動的ながら視聴ができ、同時に視聴中の他の視聴者とコミュニケーションを楽しめることを確認した。

5 まとめ

本稿では、受動的な視聴が可能で、利用者間のコミュニケーションや同時体験を支援する基盤として、番組表に基づくP2P映像・音声配信機構を提案した。今後、P2Pと番組表を組み合わせコンテンツをプリフェッチすることにより得られる帯域利用の効率性を評価する予定である。

謝辞

本機構の開発は、社団法人情報処理推進機構 未踏ソフトウェア創造事業の下で行った。古川享教授ほか皆様に深謝する。

参考文献

- [1] YouTube, <http://www.youtube.com/>.
- [2] Lua, E. K., et al.: A Survey and Comparison of Peer-to-Peer Overlay Network Schemes, *Communications Surveys and Tutorials* (2005).
- [3] Podlipnig, S., et al.: A survey of Web cache replacement strategies, *ACM Comput. Surv.*, Vol. 35, No. 4, pp. 374-398 (2003).
- [4] The Internet Engineering Task Force, IETF, : RFC 4287: The Atom Syndication Format (2005).
- [5] BitTorrent, <http://www.bittorrent.org/>.
- [6] Headlight Software, Inc., : HTTP/FTP Seeding for BitTorrent, <http://getright.com/seedtorrent.html>.
- [7] Aggarwal, C., et al.: Caching on the World Wide Web, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 11, No. 1, pp. 94-107 (1999).
- [8] Tanenbaum, A. S.: *Computer Networks, 3rd Edition*, Prentice-Hall, Inc. (1996).