

視聴体験の受動性・能動性を柔軟に構成可能な

Peer-to-Peer 映像・音声配信基盤

－ 番組表に基づく P2P コミュニケーション TV －

1 背景

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][2]．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．

2 目的

本プロジェクトでは，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．

3 開発の内容

本プロジェクトでは，番組表に基づく P2P 映像・音声配信基盤を開発した（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

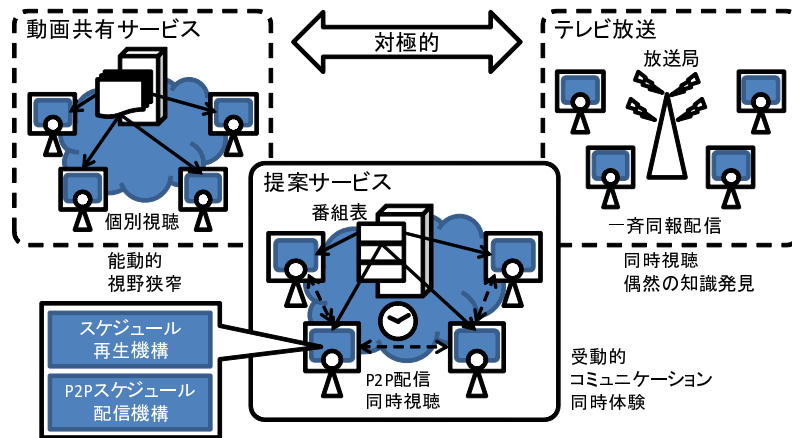


図 1: サービスの特徴

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．

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．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．

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．番組表は，Atom 1.0[3] 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[4]を使用する．ウェブシーディング[5]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*[6]によりキャッシュを管理する．

配信機構は配信のスケジューリングを行う．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に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

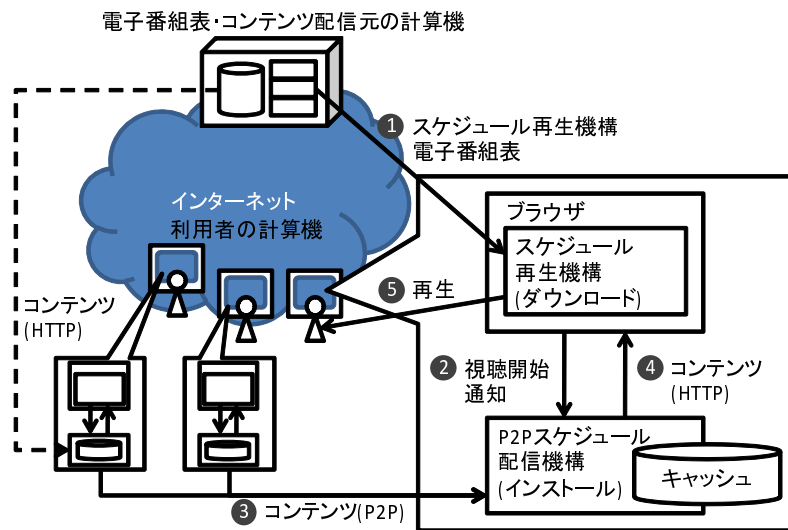


図 2: システムの概要

コンテンツ単位の使用帯域の制御には *Token Bucket Filter*^[7] 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。切れ目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。

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。

4 従来の技術（または機能）との相違

本節では、従来の主な映像・音声配信サービスを取り上げ、その特徴及び本プロジェクトの相違点について述べる。

YouTube[1], Yahoo!動画 [8] これらはビデオ・オン・デマンド・サービス (*Video On-demand Services, VOD* サービス) であり、視聴者が能動的にコンテンツを選択するというサービス形態をとっている。本基盤はそれらとは異なり、受動性・能動性を柔軟に構成可能で、同時体験や知識共有を実現する。

ニコニコ動画 [9] 映像・音声コンテンツに対して視聴者がコメント (突っ込み) を書き込むことができる VOD サービスである。双方向的なネットの強みをうまく生かしたサービスとして、本稿執筆時点において、平均訪問回数が YouTube を超えるほどの人気を得ている [10]。しかし、そのサービスの性質上、利用者は限定的でありテレビのように万人が利用するには至っていない。

UG Live[11], Roxbeam[12] UG Live はウタゴエ社がオーバレイマルチキャスト (Overlay Multicast, OM) 技術を基に独自開発した映像・音声配信ソフトウェア・サービスである。現在はライブ配信に焦点を当てており、我々の提案する番組表に基づく事前配信には適さない。Roxbeam も同様にライブ配信のための OM 技術であり、オンデマンド配信には適さない。

Joost[2] Joost は、本プロジェクトと同じく P2P による映像・音声コンテンツの配信基盤である。本プロジェクトでは、番組表に基づく時間を考慮した配信を行うのに対し、Joost はオンデマンド型の VOD サービスを提供する。

5 期待される効果

VOD サービスが克服すべき課題のうち、我々が特に注目する課題は次の2点である。(1)「デジタル・ディバイド (Digital Divide)」という言葉に表されるように、その利用状況には世代や性別間の格差が存在し、万人の使えるものにはなっていない。(2) コンテンツの品質・画質・音質・供給量がテレビ放送と比べて劣る傾向がある中、ネットの強みを真に生かしたキラー・アプリケーションが存在しない。

インターネット上の映像・音声配信でも、テレビ放送のような受動性は強く求められており、かつ同時体験を得られる方が望ましい。

本プロジェクトで開発した P2P の映像・音声配信基盤により、圧倒的に低コストな配信を実現できる。浮いたコストをネットワーク帯域への投資に傾ければ画質を向上できる。利用者が増えれば、コンテンツの供給量の増加や品質の向上も期待できる。

また、双方向的なネットの強みを生かした同時体験や知識共有こそが、インターネット上の映像・音声配信の真のキラー・アプリケーションになりえる。現在のインターネット上には、同時体験を得られる場や手段がすでにいくつか提供されている。掲示板、SNS コミュニティ、ソフトフォンなどがその例である。これらのサービスとの親和性の高い映像・音声配信基盤を提供することで同時体験を支援できる。

6 活用の見通し

今後は、本システムをもとにした映像・音声配信システムを、UG Live (未踏ソフトウェア創造事業 2006 年上期「実ネットワークに適應するオーバレイマルチキャスト放送基盤」)と同様、ウタゴエ社の事業として推進してゆく予定である。

7 開発者名

根山 亮 (ウタゴエ株式会社 製品開発部)

参考文献

- [1] YouTube. YouTube - Broadcast Yourself. <http://www.youtube.com/>.
- [2] Joost. Joost - Free online TV - Comedy, cartoons, sports, music and more - Download today. <http://www.joost.com/>.
- [3] IETF The Internet Engineering Task Force. RFC 4287: The Atom Syndication Format. <http://www.ietf.org/rfc/rfc4287.txt>.
- [4] BitTorrent. BitTorrent.org. <http://www.bittorrent.org/>.
- [5] Headlight Software, Inc. HTTP/FTP Seeding for BitTorrent. <http://getright.com/seedtorrent.html>.
- [6] Charu Aggarwal, Joel L. Wolf, and Philip S. Yu. Caching on the world wide web. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 11, No. 1, pp. 94-107, 1999.
- [7] Andrew S. Tanenbaum. *Computer Networks, 3rd Edition*. Prentice-Hall, Inc., 1996.
- [8] Yahoo! JAPAN. Yahoo!動画 - 無料動画 10 万本の総合テレビ、ビデオ配信サイト. <http://streaming.yahoo.co.jp/>.

- [9] 株式会社ドワンゴ. ニコニコ動画 (RC2). <http://www.nicovideo.jp/>.
- [10] ネットレイティングス株式会社. 2007 年 8 月月間インターネット利用動向調査. 月間インターネット利用動向調査, 2007. http://csp.netratings.co.jp/nnr/PDF/Newsrelease09212007_J.pdf.
- [11] ウタゴエ株式会社. UG Live.
<http://www.utagoe.com/jp/service/grid.html>.
- [12] Roxbeam. <http://www.roxbeam.com/>.