

知っておきたいキーワード

インターネット放送

正会員 甲 藤 二 郎[†][†]早稲田大学 理工学術院 コンピュータネットワーク工学科

"Internet Broadcasting" by Jiro Katto (Department of Computer Science, School of Science and Engineering, Waseda University, Tokyo)

キーワード：インターネット放送、バッファリング、マルチキャスト、優先制御、IPTV

「知っておきたいキーワード」 企画趣旨

当学会は、学部学生や現場の技術者など、幅広い会員層で構成されていることもあって、「専門レベルの記事ばかりだと難しい」という読者からのご意見もいただいています。そこで、平易な技術解説の連載解説を企画することにしました。「今話題となっていてよく聞く単語だけでも、きちんと説明できるほどわかっていない」というようなキーワードを、多少、当学会の取り扱い範囲外のジャンルであっても取り上げて、原理・原則を2~3ページで、図や写真を多用してわかりやすく解説していきたいと考えています。

キーワード募集中

この企画で解説して欲しいキーワードを会員の皆様から募集します。ホームページ (<http://www.ite.or.jp>) の会員の声より入力可能です。また電子メール (ite@ite.or.jp)、FAX (03-3432-4675) 等でも受け付けますので、是非、編集部までお寄せください。
(編集委員会)

インターネット放送のしくみ (1) バッファリング

インターネット放送は、IPプロトコルの上で、ビデオやオーディオをリアルタイムに転送・再生するためのしくみです。ADSLやCATV、FTTHなどのブロードバンド環境の普及に伴い、インターネット放送の実用化が急速に進んできました。インターネット放送には、リアルタイムでテレビと同じ内容を視聴できるライブ放送型と、予め録画された番組を見たいときに視聴できるビデオ・オン・デマンド型があります。このインターネット放送を実現する技術はストリーミングと呼ばれ、その中でも特に重要なのがバッファリングです¹⁾。

インターネット上では、ビデオやオ

ーディオもパケットと呼ばれる小さな塊を単位に転送されます。このとき、インターネットはもともとビデオやオーディオのようなリアルタイムメディアを前提に作られたものではないために、パケットの到着時間が大きく揺らぎます。この到着時間の揺らぎ(ジッタ)を吸収するために、受信端末ではIPパケットをバッファリングし、ある程度の時間のIPパケットが貯まってからビデオやオーディオの再生を実行します。また、スムーズな再生のために、各パケットには通常、再生タイミングを示すタイムスタンプが付与されています(RTPヘッダと呼ばれます)。図1は、インターネット放送の代表的なソフトウェアであるWindows Media Playerが表示しているバッファリングの例を示します。



図1 インターネット放送におけるバッファリング

インターネット放送のしくみ (2) 配信技術

インターネットで通常使用されるパケットの転送手段はユニキャストと呼ばれます(図2(a))。これは、サーバ・クライアント間で1対1のコネクションを張る方式で、通常の電子メールやWebアクセスで使用される方式と同じです。伝送情報量の少ないインターネットラジオや、ファイヤウォール越えの容易なHTTPストリーミングなどでは通常ユニキャストが使用されています。

しかしユニキャストは、コネクショ

ン数分帯域を浪費するため、複数人が同時に視聴する1対多の放送形態には適していません。これに適しているのがIPマルチキャストで、特殊なIPアドレス(マルチキャスト・アドレス)を使用し、途中の(マルチキャスト)ルータがパケットをコピーしながら配信します(図2(b))。このため、冗長なパケットがネットワーク内を流れることなく、インターネット放送に最も適したパケット転送手段を提供します。さらにIPv6対応にすることで、現在のIPv4ではオプションのマルチキャスト機能が標準で装備され、より一層の普及が期待されています。

その一方で、IPマルチキャストはすべてのルータにマルチキャスト機能のサポートを強いるため、必ずしもグローバルなインターネット全体では使用できない問題があります。これを受けて検討されているのがアプリケーション層マルチキャストで、P2Pストリーミングとも呼ばれ、ルータの代わりにエンドホストがパケットのコピーを実行します(図2(c))。IPマルチキャストのような配信の最適性は保障されませんが、その手軽さから、国際会議のライブ中継などに利用されています。

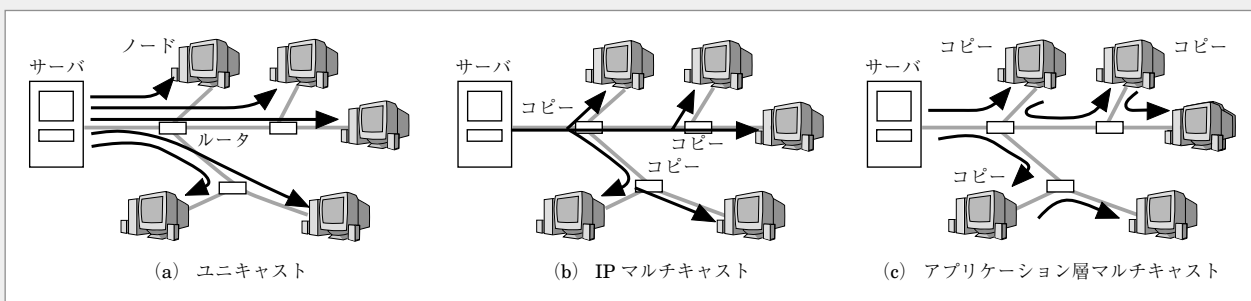


図2 インターネット放送の配信技術²⁾

インターネット放送のしくみ (3) 優先制御

バッファリングのところで述べたように、インターネットでは、通常パケットの到着時間は大きく揺らぎます。また、稀にですが、パケットの到着順序が入れ替わることもあります。これは途中のルータがパケットを一旦蓄えてから転送先を決定する動作を繰り返すためです。この性質は、ビデオやオーディオのような実時間メディアにとって、途中に電子メールやWebアクセスのトラヒックが入り込み、遅延やジッタの増加につながり、決して望ましいものではありません。これを解決する手段として提案されているのが優先制御です(図3)。具体的な優先制御手段としては各種の方式が知られています。代表例としては、主に有線LAN向

けのIEEE 802.1pや、無線LAN向けのIEEE 802.11eなどが挙げられます。これらはデータリンク層でフローの差別化を行う技術ですが、IP層で差別化を行うDiffServなどの方式も知られています。ただし、これらの優先制御は、IPマルチキャストと同じく、パブリッ

クなインターネットのすべてのネットワーク機器が備えている機能ではありません。このため、現時点では、優先制御の実際の利用は、後述するIPTVや企業内LANなどの管理可能な閉域網に限られています。

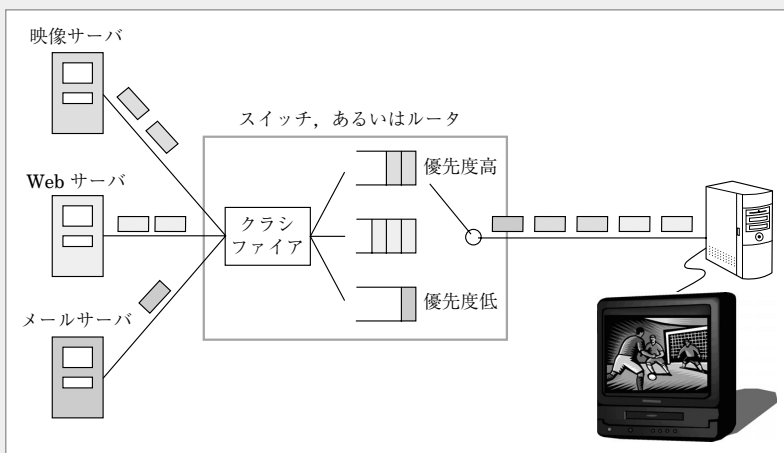


図3 インターネット放送における優先制御の例²⁾

IPTV

これまで説明してきたインターネット放送は、通常はグローバルなインターネット上の、ビデオやオーディオのストリーミング配信のことを指します。このため、IPマルチキャスト、IPv6、優先制御などは、必ずしもすべてのネットワーク機器によってサポートされている機能ではありません。これに対してIPTVは、映像配信を有料サービスとして提供する企業によって独自に構築されたIP網を用いて、IPマルチキャスト、IPv6、優先制御などの機能を活用して、より高品質なコンテンツを提供する映像サービスの総称です。

図4は、IPTVのシステム構成例を示しています。キーになるのが映像配信IP網で、これはCDN(Content Delivery Network)の形態を取り、放送局やコンテンツサーバを収容しています。この映像配信IP網は、サービス提供者によって完全に管理可能なため、IPマルチキャストやIPv6の導入が容易で、映像以外のトラフィックが流れることはありません。一方、映像配信IP網と一般家庭をつなぐアクセスネットワークでは、映像データと通常のイ

ンターネットトラフィックが混在します。そこで、映像配信IP網の末端にあるエッジノードと家庭内のホームゲートウェイの間で優先制御が実行され、ビデオの配信遅延を小さく抑えるようにしています。こうして、家庭内(ホームネットワーク)まで映像データが配信され、ホームゲートウェイに接続したディスプレイやPCで映像再生を行います。このIPTVシステムに、さらにIP電話を統合したものもあり、電話、映像、データのすべてをサポートすることから、トリプルプレイと呼ばれて

います。一方、IPTVのような商用サービスでは、コンテンツの違法コピーを防ぐDRM(Digital Right Management)が非常に重要になります。ただし、DRMに関しては、サービス提供者ごとに独自の仕様が用いられているのが現状で、サービス提供者に依存しないIPTVのシームレスな発展を求める上で、MPEG-21に代表される国際標準化活動や各種のコンソーシアム活動の進展が待たれています。

(2005年9月15日受付)

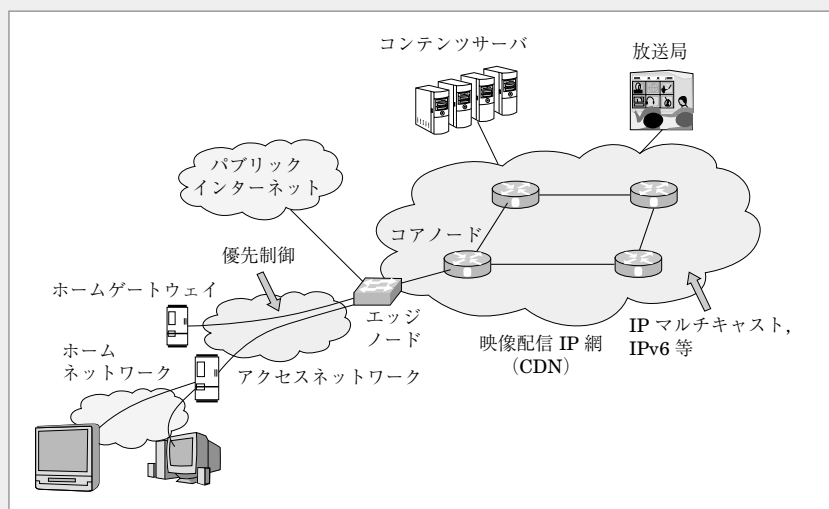


図4 IPTVのシステム構成例

参考文献

- 1) 亀山, 花村監修: “改訂版デジタル放送教科書(上)第10章”, インプレス (2004)
- 2) 松下電器ビジネスサイト: “IPv6映像配信講座”, <http://panasonic.biz/ipv6/visual/index.html>



甲藤 二郎 1987年, 東京大学工学部電気工学科卒業。1992年, 同大学工学系研究科博士課程電子工学専攻修了。同年, 日本電気(株)入社。1996年~1997年, 米国プリンストン大学客員研究員。1999年, 早稲田大学理工学部電子・情報通信学科助教授。2004年, 早稲田大学理工学部コンピュータ・ネットワーク工学科教授, ならびに新エネルギー・産業技術総合開発機構主任研究員。主に, マルチメディア通信, 信号処理の研究に従事。博士(工学)。正会員。