

INTERNET

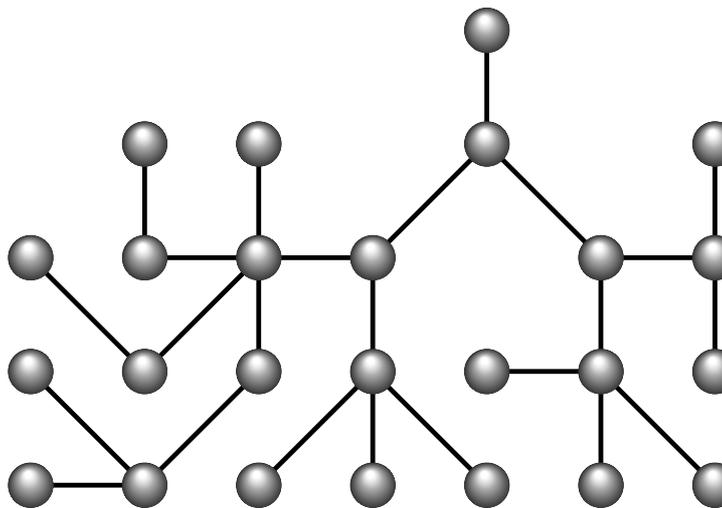
インターネット最新テクノロジー：第40回

ブロードバンド時代のコンテンツインフラ

マルチキャスト配信技術

CATVインターネットやADSLなど、日本でもブロードバンドインターネットの普及が進んでいる。しかし、アクセスラインが高速になったとしても、そこに広帯域のコンテンツを配信するのは容易なことではない。ユーザーからのアクセスが殺到すれば、たちまちサーバーがパンクしてしまうからだ。こうした問題の解決策として期待されているのが、IPマルチキャスト技術を用いたコンテンツ配信である。

福田 築 宇宙通信(株)



マルチキャスト配信技術とは

先日、MSNが行ったマドンナのインターネットライブ中継 **Jump01** では、900万人という記録的なアクセス数を達成した。しかし、その一方であまりにアクセスが殺到したため、十分な品質で映像を届けることができなかった点が指摘されている。このように現在のインターネットでは、ブロードバンドの時代に必要な「ネットワークの効率的な使用」と「スケーラビリティの確保」という、た

いへん難しい問題を抱えている。こうした問題を解決すると期待されているのが、マルチキャスト配信技術である。マルチキャスト配信技術は、ネットワーク層におけるIPマルチキャスト技術と、トランスポート層におけるストリーム配信プロトコルや、確実にデータを送り届けることを保証するプロトコルなどから構成される。以下では、具体的にそれぞれの技術やプロトコルについて解説する。

Jump01 madonna.msn.co.jp

IPマルチキャストは放送に限りなく近い通信技術

現在、インターネットで利用されているIPによる通信は、サーバーとクライアントが一对一でデータの送受信を行う、ユニキャストと呼ばれる通信方法となっている。これに対して、1台のサーバーと多数のクライアントが同時に通信を行う形の通信をブロードキャストと呼ぶ(①)。

ブロードキャストによるコンテンツ配信のイメージは、テレビやラジオとよく似ている。送り手側は一方的にデータを送出し、受信者は見たいときや聞きたいときにそのチャンネル(IPでは特定のアドレス)に合わせることで視聴できるようになる。

こうした点で、ブロードキャストはBSデータ放送などに使用されている放送型の配信と似ているが、放送型の配信は受信者(テレビ端末)を特定できないため「不特定多数」への配信となるのに対し、ブロードキャストではユーザーが特定できるため「特定多数」への配信となる点に違いがある。

ブロードキャストは、配信メディアが無線やLAN環境のようにシェアード(共有)メディアであれば簡単に構築できる。一方、インターネットは複数のLANがルーターで接続された複雑なネットワークであり、むやみにブロードキャストすると無駄なトラフィックでネットワークが溢れてしまう。このため、ルーター間では必要なところにだけデータが配信され、最終的な目的地のLAN上だけでブロードキャストされるような仕組みが必要となる。これを行うのがIPマルチキャストの枠組みである。

ルーター間のマルチキャストパケットをルーティングするためのプロトコルは複数提案されているが、現時点ではPIM(Protocol Independent Multicast)が一般的に使用されている。また、ルーターが自分の配下にマルチキャストを受信するユーザーがいるかどうかを認識するためにIGMP(Internet

Group Management Protocol) が使用される。マルチキャストを受信するソフトはIGMPをLAN上にブロードキャストすることで、上位のルーターにマルチキャストに参加する意思表示を行う。この信号を受け取ったルーターはさらに上位のルーターに信号を送信することでマルチキャストの配信ツリーが構成される(②)。

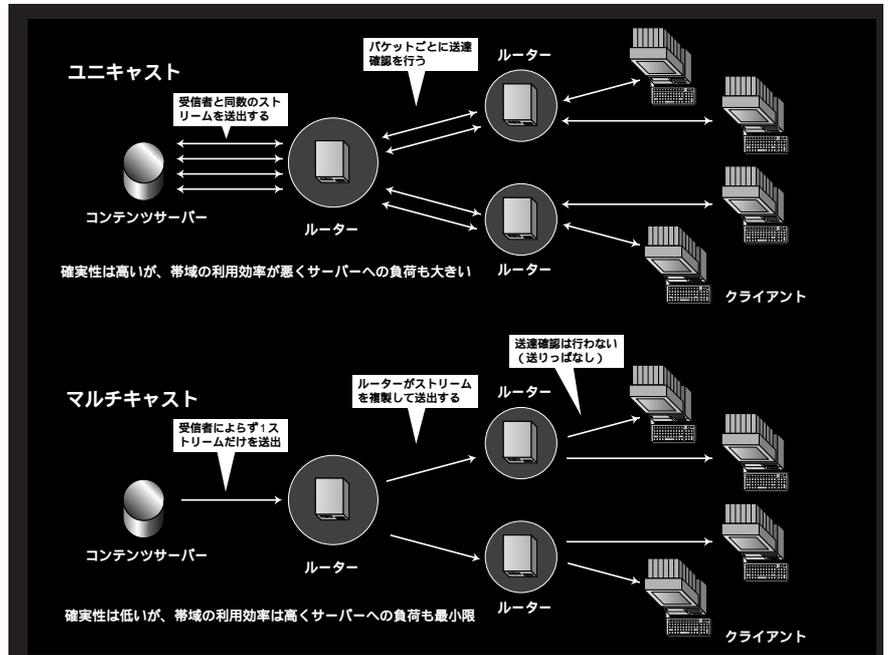
IPマルチキャストにおけるデータの信頼性確保

TCP/IPにおける通信では、受信側がきちんとデータを受け取っているかどうかを送信者側に通知する、ARQ (Automatic Repeat Request) と呼ばれる仕組みを使っている。しかし、マルチキャスト配信においては、大勢のユーザーに一齐同報する性格上、こうした確認を行うことは事実上不可能である。また、たとえばデータ放送や衛星回線のように、戻り回線を利用しない通信の場合も、ARQの仕組みを使うことはできない。こうしたこともあって、IPマルチキャストではトランスポートプロトコルとしてパケットレベルでの送達確認を行わないUDPが使用される。送達確認を行わずに高信頼性を確保するためには、アプリケーションが独自にプロトコルを実装する必要がある。

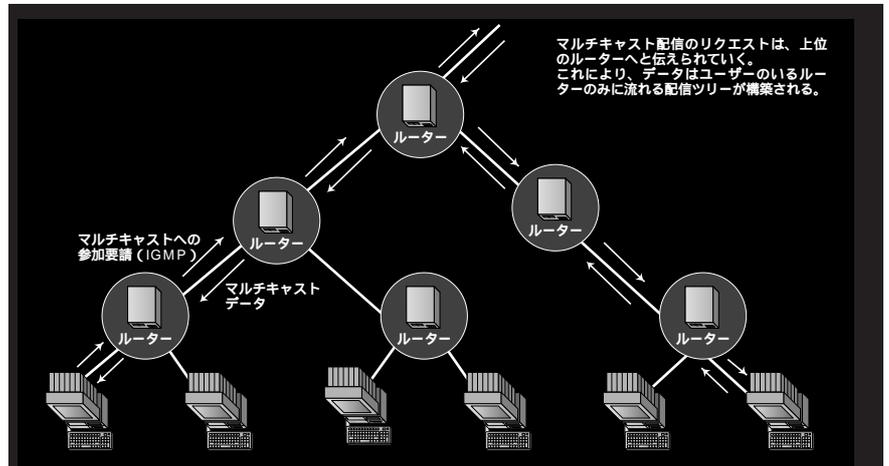
データ放送などでは非常に小さな文字情報などを送信することが多いので、カルーセル(回転木馬)方式を採用している。つまり、何回か同じデータを送りつづけることで信頼性を向上させる方式である。しかし、ある程度大きなファイルであればカルーセル方式では無駄が多くなってしまいうため、効率を上げるための工夫が必要となる。デジタル衛星放送などでは、カルーセル方式に加えて、データに冗長ビットを付加しておいて、少々パケットが損失してもデータが回復されるようにFEC (Forward Error Correction) を使用している。大きなコンテンツを複数のセグメントに分割し、届かなかったセグメントだけ

を再送要求するといったARQとの組み合わせや、これにさらにカルーセル方式を組み合わせることで信頼性を向上させている(③)。

一方、ストリーミングコンテンツを配信するプロトコルは、アップル社のQuickTime、RealNetworks社などで採用されているRTP (RFC1889) や、マイクロソフト社のMMS



① ユニキャストとマルチキャストの違い



② マルチキャストの配信ツリー

が一般的に使用されている。RTPはアプリケーションが使用するための基本的な枠組みだけが決められているプロトコルで、RTP自体にはパケットが順番通りに届くことを保証するなどの、何らかのQoSを保証する機構は備わっていない。これらは、より下位のプロトコルにゆだねられている。RTPのパケットにはシーケンス番号やタイムスタンプが押されているので、アプリケーション側で何らかの制御を行うことが必要となる。

衛星を利用したマルチキャストはコンテンツ配信に有利

大容量のコンテンツをインターネット上で多数のユーザーに伝送するためにはIPマルチキャストが有効である。しかし、現状ではIPマルチキャストに対応しているネットワークは限られており、インターネットにすぐにそのまま流せるわけではない。現在、日本ではIJJやUUNetなどがマルチキャストサービスを行っているが、こうしたネットワークに接続しなければ、IPマルチキャストのツリーには参加できない。

そこで登場するのが通信衛星である。もともと通信衛星はそのメディアとしての性格上ブロードキャスト環境であり、IPマルチキャストとの親和性が高く、マルチキャスト配信が必要となる高信頼性プロトコルをいち早く開発して使用してきたという実績があるからである。衛星通信を利用したIPマルチキャストサービスの例としては、日本では宇宙通信のHitPops [Jump02](#)、NTTサテライトのMegaWave Select [Jump03](#) などが挙げられる(4)。ここでは、HitPopsを例にマルチキャストデータ配信技術がどのように利用されているのかを説明する。

HitPopsはブロードバンドインターネットにおいてコンテンツ提供者とエンドユーザーをつなぐプラットフォーム機能を提供するサービスである。このサービスの中核をなすが、Content Delivery and Distribution Network (CDDN) である。CDDNは、ネットワークのエッジ(CATV局やADSLを提供するプロバイダーの設備)に置かれたサーバーに対して、衛星により直接ブロードバンドコンテンツを配信し、オンデマンドコンテンツであればキャッシュさせておく。これにより、500kbpsを超える高品質なストリーミングを使用したウェブキャスト(インターネット放送)や、コンテンツのダウンロードを瞬時に行うことが可能となる。

HitPopsは現時点ではプロトコルベースで次の3サービスを提供している。

- 1) 映像・オーディオのストリーム(RTP/RTCP、MMS)
 - 2) ネットワークニュースの配信(NNTP)
 - 3) ブロードバンドコンテンツのキャッシュ
- ストリームの場合は放送的にデータを送り出すため、高信頼性は要求されない。逆に、ニュースやキャッシュの場合には、元のデータファイルを復元するために高い信頼性が求められる。

[Jump02](#) www.hitpops.co.jp

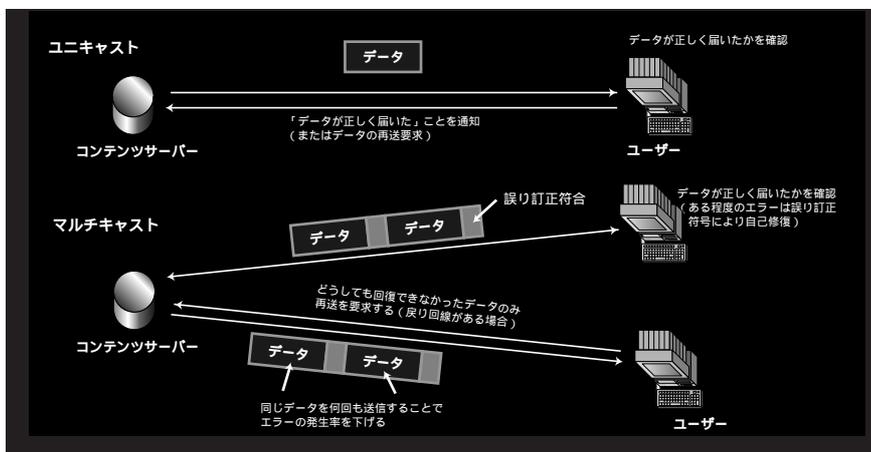
[Jump03](#) www.megawave.ne.jp

マルチキャスト配信技術の標準化状況

IPマルチキャストのルーティングプロトコルは、マルチキャスト配信のツリーを構築する際に異なる事業者間をまたいで接続することになるが、その場合に困難な状況が生じやすい。異なる事業者間で相互にマルチキャストルーティングを行うためのプロトコルとしては、BGMP(Border Gateway Multicast Protocol)がIETFのドラフトとして策定され、日本においてはIJJを中心とした非営利団体のJ/Splash [Jump04](#) において実証試験が行われている。

ストリーミング配信においては、新しいエンコーディング方式の採用、効果的なプレゼンテーションを行うための映像とウェブなどのアプリケーションの同期、といった機能拡張が個々のアプリケーションで行われており、それぞれ標準を狙って激しい競争が行われている。

マルチキャストにおける高信頼性データ配信技術に関しては、IETFにおいてRMT(Reliable Multicast Transport)ワーキンググループが設置され、高信頼性のデータ配信の枠組みが活発に議論されている。現在、RFC2887と15個のIETFドラフトが提出されている。基本的な議論の流れとしては、信頼性の要求はそれぞれのアプリケーションや使用するメディアにより多岐にわたるため1つのプロトコルでカバーできない。このため、共



③ データの信頼性の仕組み

通に利用できる非常に小さな範囲に限定されたモジュール(ブロック)のAPIを規定し、要求に応じてブロックを組み合わせたプロトコルを構築できるようにすることを目的としている。併せて、どのようにブロックを組み立てればプロトコルが構築できるのか、その組み合わせ例も提示されることになっている。本稿では、ALC(Asynchronous Layered Coding)を取り上げる。このプロトコルの目的は多数のユーザーにデータを確実に届けるということであり、このためには、ネットワークの信頼性や、たとえば突然停電といった受信者側の状況によらないことが望ましい。ALCでは、まず、受信側が勝手に(非同期的に)チャンネルに参加したり(TUNE-IN)抜けたり(DROP-OUT)することができる仕組み(TIDOモデル)を提供する。これにより、受信側がなんらかの理由でダウンロードが中断されても、チャンネルが存続していれば、再度そのチャンネルに参加し、必要なパケットをダウンロードすればデータをまるごと復元することが可能となる。また、受信側が複数のチャンネルを受信できるようになっているため、同じコンテンツを複数のチャンネルに分けて送信することができる。これにより、ネットワークが輻輳している場合は1つのチャンネルだけ、良いときには複数のチャンネルを受信するといったことが可能となる。現時点ではALCのAPI実装としてマイクロソフト社のF-castがあるが、商用サポートは行われていない。

Jump 04 www.ijinet.or.jp/ipmulticast/jsplash/

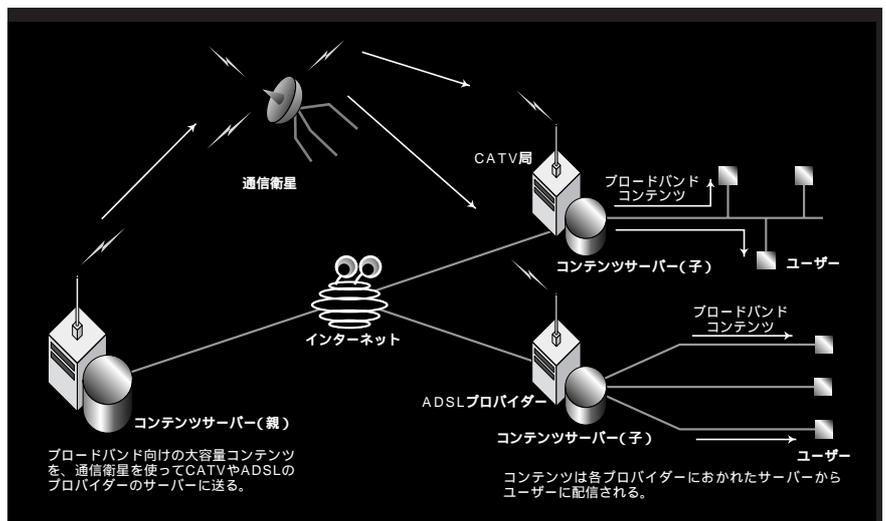
マルチキャスト配信技術の 応用範囲と今後の課題

マルチキャスト配信技術の標準化や商用化はいまだ道半ばであるが、非常にホットな技術開発分野であり、その応用範囲は広い。また、ハードディスクの低廉化や、デジタルコンテンツにおける著作権保護の仕組みの標準化が進めば、コンテンツは何百万というユー

ザーのPCへ直接届けることが可能となると考えられる。ただし、現在のマルチキャストデータ配信の方法では、高信頼性を確保するのにARQを併用しているため、ユーザー数が増加するとユニキャストと同様にネットワークの混雑が問題になる可能性がある。これは、マルチキャスト配信技術が今後解決すべき課題である。

さらに、高信頼性データ配信の仕組みをマルチキャストだけでなくユニキャストにも応用することが期待できる。

TCPの効率は「回線の帯域×RTT」に従って悪くなる。今後、光ファイバーが家庭に引かれるようなことになれば、帯域は増えてもTCPの効率が悪いため、その帯域を十分に使い切ることができないという状況が生じかねない。UDPベースの高信頼性データ配信の仕組みを取り入れると、符号化の効率にも依存するが、効率良くデータ配信を行うことが可能となると予想される。



4 衛星を利用したコンテンツのマルチキャスト配信



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp