

次世代IPTVにおけるVOD技術

次世代IPTV向けVOD（Video On Demand）技術として、放送規格に準拠したコンテンツ・フォーマットへの対応、IPTV向けFEC（Forward Error Correction）、コンテンツやユーザに応じたコンテンツの再生形態を実現する再生制御ファイルと連携した再生制御方式について紹介します。

IPTV向けVODサービスの提供

この数年、ブロードバンドと地上デジタル放送の普及に伴い、PCだけでなくブロードバンドに接続したTV（IPTV）に対してVODサービスを提供する動きが活発化してきており、さまざまな事業者がSTBに接続したTV向けのサービスを開始し、またIPTV向けの標準仕様の策定が進められています。

現在、TVはどこの家庭にもあり、「TVを見る」という行為自体はすでに十分生活に浸透しているといえます。そこで、これまで放送で提供されてきた番組（コンテンツ）の視聴と変わらないスタイルで、ブロードバンドで提供されたVODコンテンツを利用できる環境を整備することで、ブロードバンドサービスのさらなる普及・拡大につながることを期待されています。

しかしながら、十分なマシンリソースがあり、ある程度自由に必要なアプリケーションを実装できるPCの場合とは異なり、ブロードバンド・ネットワークに接続する機能や、VODを視聴するための各種機能をTVの限られたマシンリソースで実装しなければなら

ず、また同じ受信機で放送サービスも合わせて利用する場合に同じような機能を利用するために、実装において放送サービスの方式に合わせなければならない部分もあるという制約もあります。このような制約に対応しながら、デジタル放送と遜色ない品質を担保し、これまでの放送だけでは実現できなかった、通信ならではのサービスの提供も実現していくことがIPTV向けVODサービスを提供するにあたっての課題となっています。

システム概要

IPTV向けVODサービスを提供する

やました せいじ^{†1} おく けんしん^{†1}
山下 盛司 / 奥 健晋
かねきよ ともゆき^{†1} すずき かつひさ^{†1*}
兼清 知之 / 鈴木 克尚
いしい しんじ^{†1} どばし ひさのぶ^{†2}
石井 晋司 / 土橋 寿昇
かわぞえ かつひこ^{†1}
川添 雄彦

^{†1}NTTサイバーソリューション研究所

^{†2}NTT第三部門

環境としてシステム構成を図1に示します。実際の構成では、これらのほかにサーバを連携するためのシステムやサービス提供における運用・管理のためのシステムが配備されます。

IPTV受信機は、CDN（Content Delivery Network）などのIPネットワークに接続し、同じネットワークと接続されているサービスプラットフォーム上のVODサービスを提供するための各種サーバとIPv6による通信を行うことを想定しています。

サービスプラットフォーム側の設備として、ポータルサーバや、メタデータサーバはユーザにコンテンツの情報を提

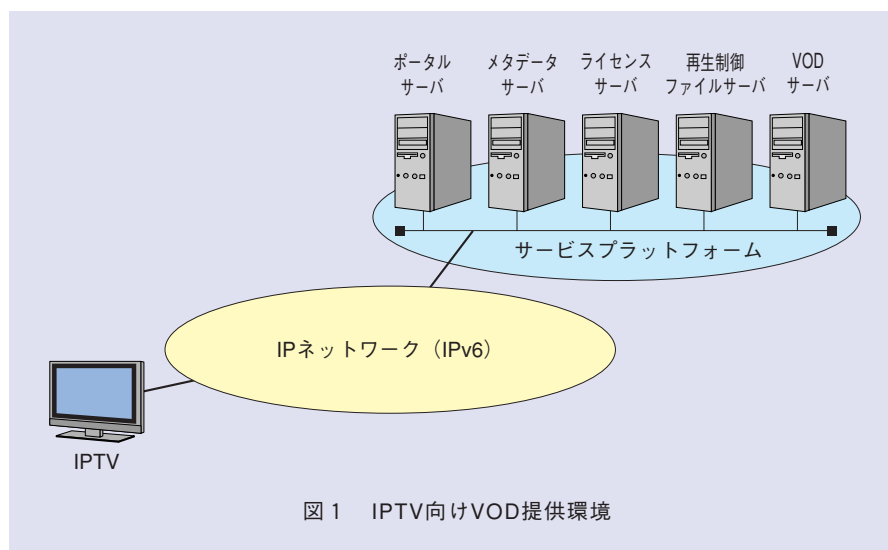


図1 IPTV向けVOD提供環境

* 現、NTT西日本

供し、コンテンツの再生要求を行うためのユーザインタフェースを提供します。ライセンスサーバは、受信機内のライセンス関連機能と連携して、利用条件に応じたコンテンツの復号の制御を行います。再生制御ファイルサーバは、コンテンツの再生に先立ってコンテンツの再生に必要な情報を提供します。VODサーバは、受信機からの再生要求に応じて、コンテンツを映像データとしてストリーミングで提供します。

放送規格に準拠したコンテンツフォーマットへの対応

IPTV向けVODのコンテンツフォーマットとして、デジタル放送やこれまでのVODサービスで主に利用されてきたMPEG-2のほかに、高品質な映像提供に向けて、高効率の圧縮符号化方式であるH.264によるフォーマットへの対応も検討しています。

MPEG-2およびH.264で圧縮符号化されたコンテンツの転送においては、どちらのコンテンツもMPEG-2 TS (Transport Stream) 形式の packets で行います。デジタル放送では蓄積視聴用に、この188 byteのMPEG-2 TS packets にさらに4 byteのタイムスタンプを付与した192 byteのTTS (タイムスタンプ付きTS) の形式で packets を転送するように規格化されており、IPTV向けVODにおいてもこのTTS形式のコンテンツフォーマットを採用しています。

もともとMPEG-2 TSでは、ネットワーク転送上の遅延や揺らぎによって必ずしも送出側と同じタイミングで受信機側のデコーダに入力されないため、エンコード時に27 MHzのクロックでカウントされたタイムスタンプが付けられており、このタイムスタンプの値を参照してTS packets の復号、再生を

行っています。またTVでは利用できるリソースが限られているうえ、長時間にわたって番組 (コンテンツ) の受信・再生を行うため、このデコードのタイミングを取るためのバッファを十分確保することができませんが、さらに付与されたタイムスタンプによって、デコーダへの入力をコントロールし、長時間再生時の転送遅延・揺らぎによって、バッファ容量を超えることを防いでいます。

IPTV向けFEC (ネットワーク上でのパケットロス対応)

ネットワーク上でパケット転送を行った場合、伝送路上のエラーやネットワーク機器のバッファあふれによりパケットロスが発生する可能性があります。パケットロスは映像配信のサービス品質の低下に直結するため何らかの対策が必要ですが、欠損したパケットを受信側で復元する技術として、前方誤り訂正 (FEC) が存在します。

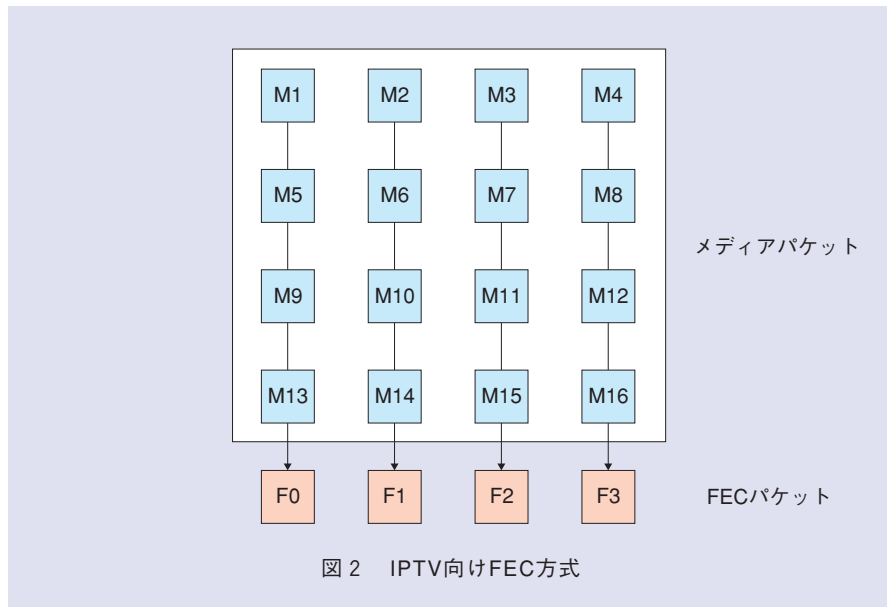
FECにはいろいろな方式がありますが、演算コスト・性能・仕様のオープン化などの観点から方式の比較評価を行いました。その結果、①パリティ演

算*1で計算量が少なくTV/STBに搭載されているようなCPUでも動作する、②連続パケットロス耐性が強い、③Pro-MPEG Forumで仕様が無償公開されている、という特長を持つ1次元Pro-MPEG FECを採用することとしました。

本方式では図2に示すように、パケットを行列に並べ、縦方向にパリティ演算を行いFEC packets を生成することにより、インタリーブ*2と同等の効果を発揮し、連続パケットロスの強度を実現しています。なお、1次元では縦にパケットロスが並んでしまうと復元が不可能なため、横方向にもパリティ演算を行う2次元Pro-MPEGも仕様が開示されています。

NTTサイバーソリューション研究所では、IPv6ならびにVODマルチストリーム対応型の高速Pro-MPEG FECリアルタイムエンコーダの開発を進め

- *1 パリティ演算：XOR (eXclusive OR) 演算、排他的論理和演算とも呼ばれます。入力のうち1の数が奇数個ならば出力は1、偶数個ならば出力は0となる演算。
- *2 インタリーブ：データを並べ替えて伝送することにより、連続して発生するエラーの影響を分散させる手法。



るとともに、受信機メーカ各社にデコーダの搭載を呼びかけ、映像配信サービスの品質向上を目指します。

コンテンツやユーザに応じたコンテンツ再生制御

今回、検討しているIPTV向けVODサービスの基本的な再生シーケンスを図3に示します。VODを利用するにあたっては、ポータルサーバから提供されるBML（Broadcast Markup Language）によるポータル画面か、メタデータサーバより提供されるメタデータを基に受信機側で生成されるECG（Electronic Content Guide）から、所望のコンテンツを選択します。

VODサーバへの再生要求に先立ち、再生制御ファイルと呼ばれるVODサーバへのコンテンツ要求先や、ユーザやコンテンツごとに応じた再生に必要な情報を記述したファイルを取得します。

受信機はこの再生制御ファイルを取得後、必要に応じてコンテンツのライセンス（コンテンツの利用条件とコンテンツの復号鍵）をライセンスサーバより取得し、再生制御ファイルに記述されているURLに基づきVODサーバにコンテンツの配信要求を行います。

VODサーバへの配信の制御はRTSP（Real Time Streaming Protocol）というプロトコルで行われます。このプロトコルはVODなどのストリーミング再生において、その配信や停止、一時停止や早送り、巻き戻しといったコンテンツ配信の制御を行うプロトコルとして一般的なプロトコルとなっています。RTSPは、1998年にRealNetworks社、Netscape Communications社、Columbia大学が共同で策定し、IETFによりRFC2326として勧告されているのですが、今回、IPTV向けに、これまでに検討、もしくは実装されて

きたRTSP仕様を参考に、その実装範囲の絞込みと、いくつかの拡張を追加した仕様を整理し、採用しています。

今回の方式では、このRTSPプロトコルによる配信制御と再生制御ファイルにおける再生制御情報が連携し、要求されたコンテンツ自体の特性や利用するユーザに応じたコンテンツの利用を実現しています。

再生制御ファイルは下記に示すように、要求のあったコンテンツの再生とその制御、権利保護、視聴するユーザ個別の再生といった、それぞれの目的に合わせた情報の単位で構成されます。それぞれの情報単位ごとにXML形式のファイルとなっており、これらのファイルを1つにまとめたかたちで提供され、必要に応じて受信機で参照されるようになっています。

- ① コンテンツ固有の情報：コンテンツの配信要求先、暗号化有無、チャプタ情報など
- ② コンテンツの再生制御情報：VODサーバが対応するトリックプレイ（早送りや巻き戻しなど）の種類、速度
- ③ コンテンツの権利保護に関する情報：ライセンスの取得に必要な情報など
- ④ ユーザ個別のコンテンツの再生にかかわる情報：ユーザ個別のコンテンツ開始位置情報

これらの情報に基づいて、受信機はライセンス情報の取得や、RTSPによる再生制御を行います。

ここで、この再生制御ファイルとRTSPが連携して実現するVODサービスについて、2例紹介します。

(1) レジューム機能

レジューム機能とは、ユーザがVODコンテンツの再生途中でその再生をいったん停止し、別の時間に前回中断

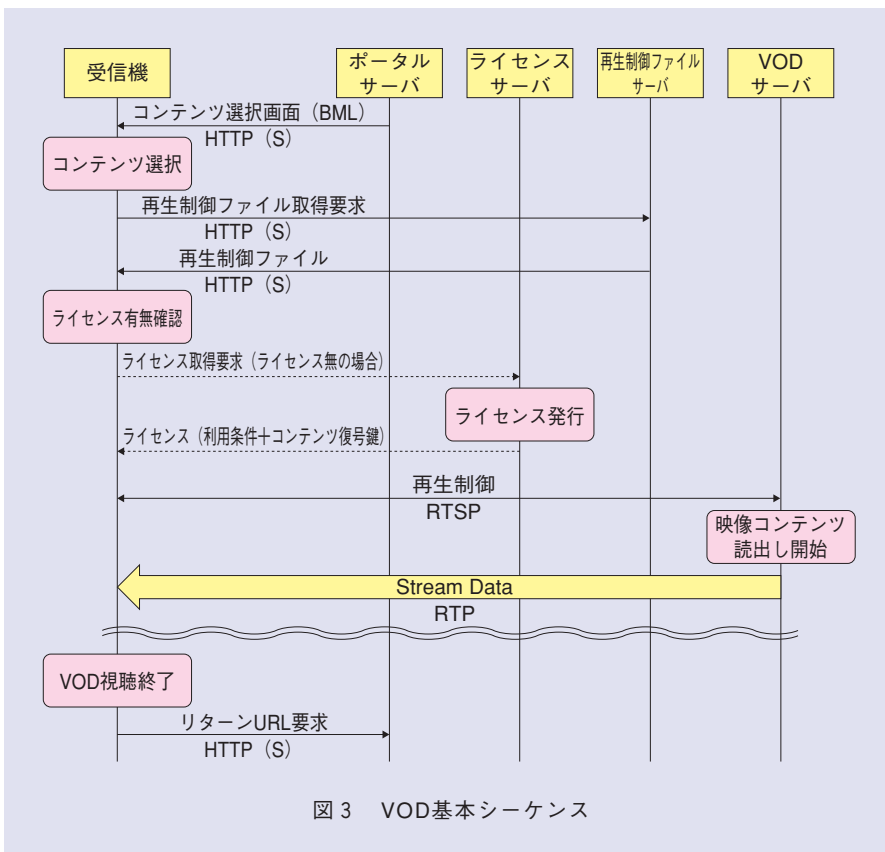


図3 VOD基本シーケンス

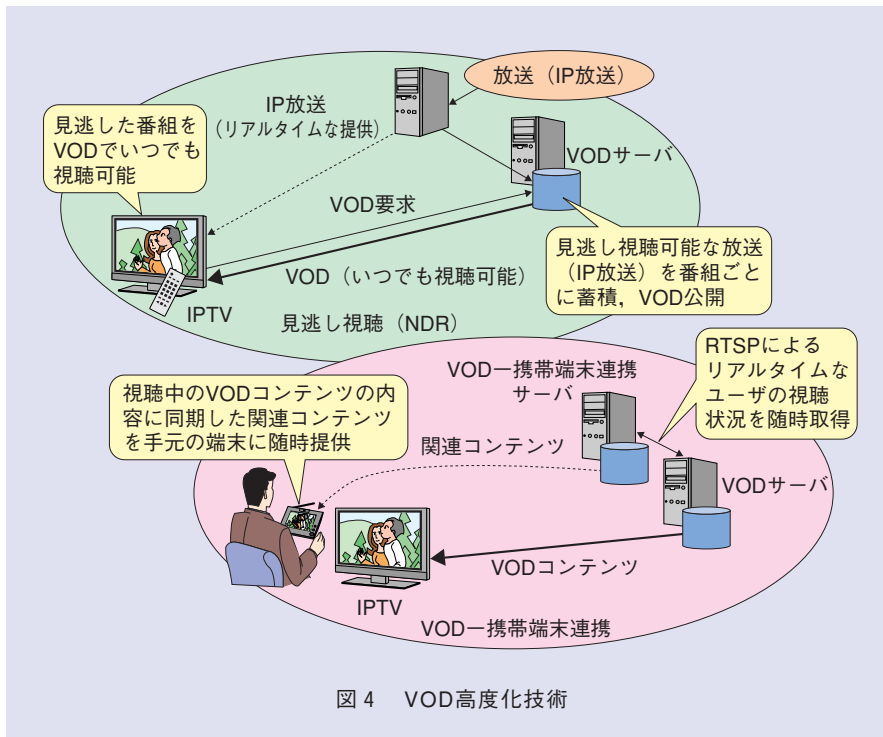


図4 VOD高度化技術

リサーチ研究所では、これらのIPTV向けVOD技術の検証を行うとともに、さらなる高度化技術として図4に示すように、IP放送のシステムと連携して、放送で見逃した番組を放送時間後にVODで視聴可能とするNDR (Network Digital Recorder) 技術や、RTSPのセッション情報から、視聴中のVODコンテンツの内容と同期し、ユーザの属性に応じたコンテンツ関連情報や広告をリアルタイムに手元の携帯に提供し、ユーザはその情報に応じてコンテンツへの理解や興味を深めたり、関連商品の申込などをコンテンツの視聴をきっかけとして即座に行えるVOD-携帯端末連携技術の研究開発に取り組み、通信放送融合時代のデジタルコンテンツ流通の普及・拡大に貢献したいと考えています。

した位置から再生を再開する機能です。ここでは、コンテンツ視聴中の一時停止（ポーズ）とは異なり、いったん視聴中のセッション自体も終了させてしまうことを想定しています。このレジューム機能の実現方法としては、再生再開時までコンテンツの停止位置を保持しておく必要があるのですが、受信機が停止位置を受信機内で保存しておく方法と、停止時に停止位置をポータルサーバなどのサーバに送信し、サービスプラットフォーム側でユーザ情報と合わせて管理する方法があります。前者は、受信機内のリソース上その停止位置情報を管理できる範囲が限定されてしまいますし、例えばリビングと寝室といったように、別の部屋の受信機を利用する場合は、このレジューム機能は使えないということになります。

そこで、後者のサービスプラットフォーム側で停止位置情報を管理する方法では、ポータルサーバと再生制御ファイル配信サーバが連携して、再生制御ファイル取得時にコンテンツの再

生要求を行ったユーザの情報を取得し、そのコンテンツの停止位置を再生制御ファイルにユーザ固有の情報を通知するための情報として設定して受信機に提供します。受信機は、この停止位置情報を参照して、この停止位置からの再生をRTSPによってVODサーバに要求することで、前回に停止した位置からの再生再開を実現します。

(2) チャプタ再生

再生制御ファイルの情報には、コンテンツのチャプタ（コンテンツ内での内容の区切り目）の開始位置を設定することができます。ユーザは受信機上で所望のチャプタを選択することで、指定されたチャプタの開始位置からの再生をRTSPによってVODサーバに要求し、選択したチャプタの先頭位置からの再生を行うことができます。

今後の展開

以上の技術は、IPTV向けVODサービスを提供するにあたっての基本的な技術であり、NTTサイバース



(後列左から) 土橋 寿昇 (左上) / 奥 健晋/ 鈴木 克尚/ 石井 晋司
(前列左から) 山下 盛司/ 川添 雄彦/ 兼清 知之

ブロードバンドネットワークを利用した映像サービスがさまざまな通信サービスと結びつくことでより便利になり、今のTVのように、より生活に深く浸透したものとなるようメディア流通技術の研究開発を進めていきます。

◆問い合わせ先

NTTサイバースソリューション研究所
第一推進プロジェクト
TEL 046-859-3308
FAX 046-855-3495
URL <https://www.ntt.co.jp/cclab/contact/index.html>