

IPTVガイド



IPTVの技術、課題およびテスト方法

目次

はじめに	1
IPTVおよびトリプル・プレイ	1
IPTVの魅力	1
IPTVの動作	2
IPTVサービス提供の課題	2
IPTV技術の概要	5
ビデオ圧縮技術	5
ネットワーク・プロトコル	6
ユーザ・データグラム・プロトコル (UDP : User Datagram Protocol)	6
リアルタイム・プロトコル (RTP : Real Time Protocol)	7
リアルタイム・ストリーミング・プロトコル (RTSP : Real Time Streaming Protocol)	7
インターネット・グループ・マネージメント・プロトコル (IGMP : Internet Group Management Protocol)	8
ネットワークの進化	8
ネットワーク・アーキテクチャ	9
アクセス・ネットワーク技術	10
xDSL	10
HFC	10
FTTx	10
WiMAX	11
コントロール・プレーンおよびユーザ・プレーン	11
IPTV ネットワークおよび伝送エラー	12
ビデオの問題	12
物理レイヤおよびプロトコル・スタックの問題	13
IPTVネットワークのテスト	14
技術のライフサイクル	14
IPTVテスト方法	15
テスト・ツールおよび技術	16
クロス・レイヤの測定およびテスト	16
分散型マルチレイヤのモニタリング・ツール	17
レイヤ別のプローブ	17
拡張モニタリング機能	18
マルチレイヤのモニタリング	18
画質および品質指標ツール	20
主観およびPQテスト	20
保存されたファイル・ベースのコンテンツの品質管理	20
MDIを使用したQoS測定	20
コンバージド・ネットワークの世界でのテクノロジクス	21
結論	22
用語集	23

図一覧

図1. ユニキャスト／マルチキャストのシナリオの例	3
図2. ビデオ・コーディングの動向	5
図3. IPパケット・フォーマット	6
図4. IP/UDP/RTPパケット	6
図5. RTPヘッダ	7
図6. RTSPプロトコル.....	7
図7. ネットワーク・アーキテクチャ	9
図8. xDSL	10
図9. FTTx特性	10
図10. ドロップしたパケットによる影響.....	12
図11. 物理レイヤおよびプロトコル・スタックの問題.....	13
図12. 技術のライフサイクル	14
図13. 単純化したIPTVネットワーク	15
図14. IP-MPEG TSクロス・レイヤの相関関係	16
図15. マルチ・レイヤのテスト・ポイントの例.....	19

IPTV

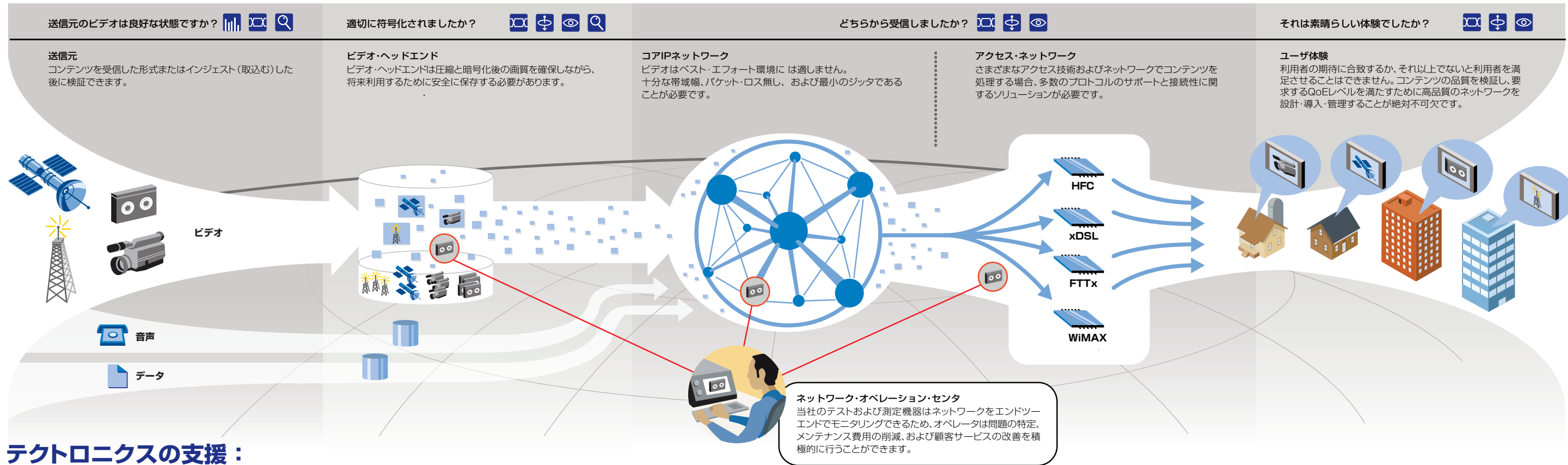
新たなデジタル・ネットワークで技術革新を実現

トリプル・プレイ環境でIPTVのユーザ体感品質を確保

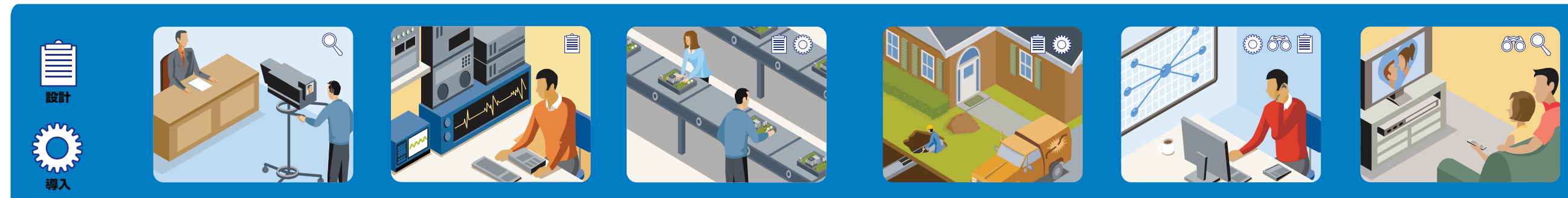
デジタル・テレビへの期待が高まるなか、コンテンツ制作者、通信事業者および機器製造メーカは高品質の映像と音声の提供を求められています。また、技術の進歩により数多くのフォーマットや規格が生まれ新しいサービスが実現されました。新たなマーケットへの参入は複雑な規格や技術に対する挑戦という課題をもたらします。当社は最新の電気通信やビデオに関連する幅広い製品ライン、およびその技術に関する深い専門知識を持っており、IPTV環境でのテスト、測定およびモニタリング・ソリューションを提供しております。

テクトロニクスのソリューション：

- ベースバンド・ビデオおよびオーディオ
- システムのモニタリング
- アナライザおよび診断
- ファイル・ベースのコンテンツQC (品質管理)
- モニタリング・プローブ



テクトロニクスの支援：



コンテンツ作成とポスト・プロダクション
課題：優れた映像と音声を持つコンテンツを作成すると同時に放送規格および顧客要件に適合する必要があります。

研究および開発
課題：規格への適合性および設計の整合性を確保しなければなりません。テストと検証を迅速かつ効率的に行い、開発期間と開発費用の削減を図ります。

機器の製造
課題：お客様に届くまでにエラーと品質に関する問題を解決する必要があります。製品は設計パラメータに適合し、業界規格に適合する必要があります。

システム統合
課題：新しいサービスを素早くかつ効果的に実施するために、新しい機器と技術を統合し、顧客から投資に見合う初期収益をすばやく回収する必要があります。

ネットワーク・エンジニア
課題：ネットワーク劣化を積極的に解決するために適切なモニタを行い、問題が発生した場合、その原因を特定する必要があります。

ネットワーク・オペレータ
課題：コンテンツの整合性を検証して維持することで、エンド・ユーザの要求時に正しいコンテンツを提供する必要があります。オペレータ・チームは潜在的な障害を特定したり、回避するために必要なツールを使用する必要があります。

テクトロニクスのソリューション：
 ベースバンド・ビデオおよびオーディオ
 アナライザおよび診断
 ファイル・ベースのコンテンツQC (品質管理)

テクトロニクスのソリューション：
 ベースバンド・ビデオおよびオーディオ
 アナライザおよび診断

テクトロニクスのソリューション：
 ベースバンド・ビデオおよびオーディオ
 アナライザおよび診断

テクトロニクスのソリューション：
 ベースバンド・ビデオおよびオーディオ
 アナライザおよび診断
 モニタリング・プローブ
 モニタリング・システム
 ファイル・ベースのコンテンツQC (品質管理)

テクトロニクスのソリューション：
 ベースバンド・ビデオおよびオーディオ
 アナライザおよび診断
 モニタリング・プローブ
 モニタリング・システム

テクトロニクスのソリューション：
 ベースバンド・ビデオおよびオーディオ
 モニタリング・プローブ
 モニタリング・システム
 ファイル・ベースのコンテンツQC (品質管理)



IPTVガイド：IPTVの技術、課題およびテスト方法

▶ 入門書

はじめに

地上デジタル・テレビ放送の標準化団体（DVB）は、1993年に設立されました。初期の業務は、「これまでの標準化団体」における、デジタル衛星、ケーブルおよび地上放送の技術を完全に統合したものを開発することでした。地上デジタル・テレビ放送の標準化団体は放送局と機器製造メーカーで構成されており、物理レイヤ、エラー訂正および配信媒体の転送などにETSIの標準規格を使用しています。

技術の基礎はMPEG-2のトランスポート・ストリームの転送方式でした。このISO/IEC規格に基づいたシステムに合わせて、伝送されるビデオとオーディオのビット・ストリームのシンタックスおよびセマンティクスと信号をセット・トップ・ボックス（STB）で復号化できるタイミング方式とともに定義されました。この作業でIPTVシステムの基礎ができ上がり、さまざまな物理レイヤでのビデオ配信が調整され、信頼性の高いデータ転送の取り決めが行われました。

トランスポート・ストリームの標準化に伴い、IPTVの投入にいくつかの異なる技術が開発されました。これには、H.264/AVCおよびVC-1などの新しい圧縮技術（家庭と接続するために制限された帯域幅を効率的に利用が可能）、改善されたシステム・セキュリティ、デジタル著作権管理（これらのシステムでコンテンツ・プロバイダにコンフィデンス（信頼性）を与えることが可能）、IPコア・ネットワーク技術（WiMax、ADSLなど）の迅速かつ費用効率が低い利用が含まれています。

実現された技術は時間とともに成熟してきましたが、IPTVサービスを成功させるためには多くの課題が存在します。本書はこれらの問題を取り上げ、これらのシステムの設計、投入、管理を円滑に行うために、テストや測定機器をどのように使用したらよいか、その方法について詳しく説明します。

IPTVは放送と通信との統合により実現され、その導入を成功させるには、両方の世界に適合したツールと専門知識が必要です。当社は、ビデオおよび電気通信のテストと測定における長年の経験に基づき、これらの問題を解決するための製品提供を行っています。

IPTVおよびトリプル・プレイ

トリプル・プレイは、一般家庭に音声、映像、データの3つを同時に配信することを示す場合に使用する専門用語です。異なったアクセス技術で利用者にこれらのサービスを提供する市販の機器が多数あります。しかし、トリプル・プレイは通常、家庭に1つの接続（家庭向けファイバなど）でこれらのサービスをすべて提供するものです。これらのサービスを行うために必ずしもIP技術を利用する必要はありません。例えば、ケーブル会社はQAMおよびDOCSIS方式で「デジタル・ボイス」を提供している場合があります。IPTVはトリプル・プレイを実現する1つのコンポーネントと言えます。IPTVはIPネットワークで放送用品質を持った映像を配信することを示す場合に使用します。これは、復号化機器（例えば、PC）にダウンロードするサードパーティのデコーダに依存する公衆インターネットでビデオをストリーミングすることとは違うことに注意してください。本入門書には、ビデオのストリームに関する説明はありません。

IPTVの魅力

IPネットワークでは、従来のTV技術にはない双方向の対話機能を装備できます。この種の双方向性は「1対1」の配信が可能で、個々の視聴者が異なったコンテンツを希望に応じて選択することができ、視聴している映像のポーズ、早送りおよび巻き戻しの様な、いわゆる「トリック・モード」機能が利用できます。また、この双方向性は、ターゲット広告、エンド・ユーザの意見を即座に取りまとめる1対1のマーケティング、およびオンライン・ショッピング（番組で現実に表示される品物）やゲームなどのプログラムに連動したその他のサービスを提供するためにも使用できます。

このようなネットワークの双方向性は、ビデオ・オン・デマンド（VoD）やネットワーク・デジタル・ビデオ・レコーディング（NDRV）の実現を可能とし、従来の単一方向の放送システムと比較して、IPTVシステムが提供する最も分かりやすい特長といえるでしょう。

IPTVの動作

一般的な放送システムでは、数多くの放送用チャンネル（CNN、HBOなど）が異なる周波数帯域（ケーブル、衛星または地上放送を使用）を使用して家庭のSTBに同時に配信されます。視聴者はSTBのリモコン操作で周波数同調を行うことにより希望するチャンネルを即座に視聴することができます。

IPTVシステムでは、家庭に接続する最終端での帯域幅を確保する必要があるため、STBに対して要求チャンネルだけを配信するように設計します。

また、同じ家庭にある複数のIPアドレスに対して異なった番組（またはチャンネル）を配信することができます（個別のSTB、または個別のIPアドレスが使用できる受信機を使用した場合）。

チャンネルを変更するときに、特殊なコマンドがチャンネル変更を要求するためにアクセス・ネットワークに送信されます。この技術を応用する場合、複雑なプロトコルの交換（IGMPの「Leave」と「Join」コマンドを使用）が行われます。この交換には、完了するまで一定時間が必要で、この時間はシステムのチャンネル変更タイミングに影響を及ぼすネットワークの伝送遅延により大きく影響されます。実際には、IPTVではチャンネル変更はネットワークで実行され、ローカルSTBでは行われません。IPTVの取り組みには、伝送路の帯域幅を確保するだけでなく、システムのスケーラビリティとユーザビリティに関するいくつかの課題を解決していかなければなりません。

テレビ放送型サービスは、IPシステムから番組を効率よく配信するためにIPマルチキャスト（および上記のIGMP）を使用します。マルチキャストは複数のユーザが同時にセッションにアクセスできるように設計されています。

VoD型サービスでは、RTSP制御方式を利用したユニキャストIPサービスが採用されています。視聴者が要求時に選択した番組はネットワーク（サーバ）内で特定され、ユーザに番組を配信するために1つだけ存在するユニキャストがセットアップされます。これによりサーバと視聴者のSTB間でプライベート・ネットワーク接続を確立します。

図1にサンプル・ネットワークのさまざまな特性が示されており、ユニキャスト／マルチキャストのシナリオが説明されています。

ユニキャスト、マルチキャスト、IGMPおよびRTSPは、後半で詳しく説明します。

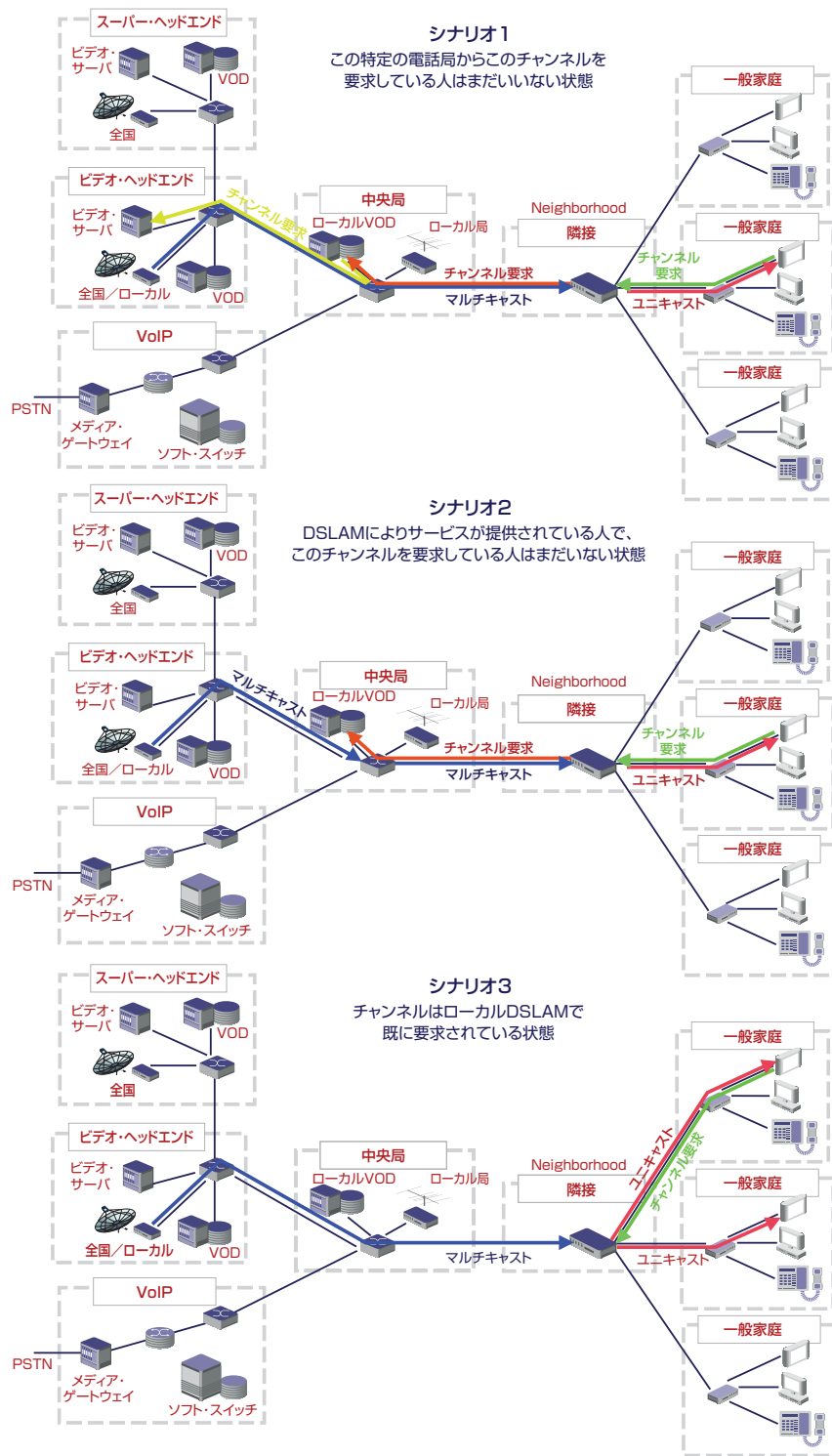
IPTVサービス提供の課題

ビデオ、音声およびデータのすべてはIPデータ・サービスで実現できますが、IPネットワークに転送する場合、それぞれにサービス品質（QoS）に対する要求があります。

STBで正常に復号化するために、映像を伝送するトランスポート・ストリームはサービスに対して必要とされる一定のビット・レートかつ最小のジッタと遅延で受信される必要があります。音声やデータを正常に配信するための要件は、同様に重要なことですが、ビデオの配信に必要な要件と比較した場合、それほど厳格ではありません。音声、データおよびビデオのサービスのさまざまな特性は、利用者に高品質のサービスを提供する上で、ネットワークの設計、導入およびメンテナンスの複雑さの原因になっています。

IPネットワークは本質的に「ベスト・エフォート」ネットワークで、実用化された当時はデータ転送を目的として開発されたものです。当初の開発目的から、これらのネットワークは、帯域幅を十分考慮していないだけでなく、ジッタの増大に伴いパケット・ロスやパケット・ドロップの影響を受けやすいネットワークになっています。多くの場合、パケットの異常到着に対する問題はパケットの再送信や異なったネットワーク経路で送出することで対処できるため、データ・サービスにはそれほど重大な影響を与えませんでした。しかし、ビデオ配信はベスト・エフォート・ネットワークの予想できない変化には対応できません。ビデオ・サービスのQoS（サービス品質）には、以下のものがあります。

1. 高いアベイラビリティおよびサービスを正常に提供するのに十分な保証された帯域幅。これが欠落すると、ビデオ配信は「バースト」になり、固定ビット・レートおよび適切なシーケンスでデータの到着を待つセット・トップ・ボックス（STB）では問題が発生してしまいます。
2. ネットワークからの伝送遅延の低減。これは、ユーザのリモコンから何かを要求したときの反応時間に影響するため、ユーザ体感品質にも影響を与えます。
3. ネットワーク・ジッタの低減。ジッタはネットワークから到着したパケットを不安定な状態にします。この不安定性は受信機器（STB）でバッファのアンダーおよびオーバー・フローを引き起こす可能性があります。ジッタは、パケットがさまざまなネットワーク・エレメントで処理されるときに影響を及ぼします。ジッタが過度に高いと、ネットワーク・エレメントでトラフィックの負荷分散を行うソフトウェアはキューイングを行うためパケット・ロスが増大します。
4. パケット・ロスの低減。パケットを喪失すると、ブロッキング・エラーなどを引き起こし受信ビデオの品質に重大な影響を与えます。また、喪失したパケットにI-フレーム・ビデオが含まれている場合、STBは「リセット」を可能にするために到着する次のI-フレームを待たなければなりません。そのため、受信している映像への影響は顕著に現れてきます。この問題は、長いGOP（Group of Pictures）構造（フレーム・ロス機会の増大）を使用するH.264を採用すればさらに深刻化し、圧縮比が高まれば高まるほど各フレームはより多くの情報を含むこととなります。その結果、一つのH.264フレームの喪失は画質に対して重大な影響を及ぼすこととなります。



▶ 図1：さまざまなユニキャスト/マルチキャストのシナリオ

IPTVガイド：IPTVの技術、課題およびテスト方法

▶ 入門書

純粋に帯域幅の視点から言えば、ビデオは音声またはデータより高い帯域幅が必要です。また、サービスの品質を保証するためには、適切に設計された強靱なネットワークと効率的なネットワーク・マネージメントが不可欠です。MPEG-2の符号化を使用した標準ビデオ(SDTV)ストリームはIPネットワークで約3.75Mbpsの帯域幅を占有します。高解像度(HDTV) MPEG-2信号は12~15Mbpsを必要とする場合があります。ビデオ・オン・デマンドや標準および高解像度チャンネル(音声およびデータ・サービスとともに)などのサービスを追加すると、アクセス技術で使用可能な帯域幅を容易に逸脱してしまいます。

今日のテレビジョン・システムによって、ユーザはテレビを体感的に経験しています。IPTVシステムが成功するためには、従来の地上放送、ケーブルおよび衛星サービスなどと比較して、少なくとも同じレベルか、またはそれ以上の品質でなければなりません。体感品質(QoE)(加入者は適切にビデオを受信しているか?)はIPTVサービスにおいて重要な要素になります。QoEは、以下のような項目を考察する上で必要です。

- ▶ 加入者は供給される帯域幅より高い帯域を使用しているかどうか
- ▶ 約束した機能がすべて提供されているかどうか(例えば、電子番組ガイド(EPG)、番組選択の動作など)
- ▶ 加入者がこの時点で何を体感しているか(例えば、画質、チャンネル変更時間など)

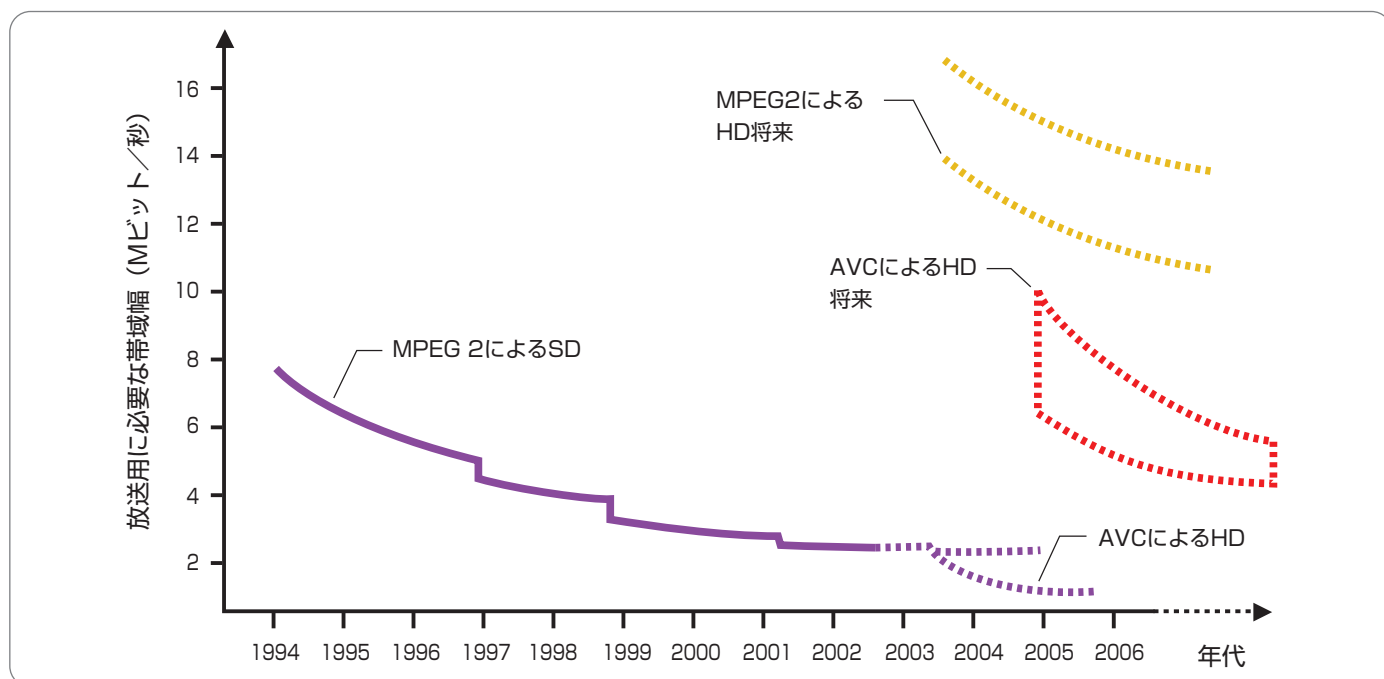
パケット・レベルのサービス品質(つまり、ネットワークが適切にコンテンツを提供しているかどうか?)は、QoEと同様に重要な要素です。優れたQoSは、QoE期待値を十分満足させる基礎を構築します。QoSについてはネットワークのパフォーマンスや必要な規格でコンテンツを配信する能力に重点が置かれます。QoSの定量化に必要な測定例として、以下のものが挙げられます。

- ▶ 輻輳が発生しているネットワークの場所
- ▶ マーケットの要求に対して十分対応出来るVoDコンテンツ・サーバであるか
- ▶ ネットワークの相互作用によって引き起こされる映像、音声、およびデータ間の問題
- ▶ 失われたIPパケット数、および物理レイヤにおける過度のジッタ

QoSおよびQoEは、加入者が質のよい完成品を受信できているかどうかを示す重要な指針(ポイント)を与えますので、これらに影響を及ぼすパラメータをテスト、モニタおよび測定することは重要です。

IPTVシステムは、QoEおよびQoSに影響を及ぼす可能性のある数多くのコンポーネント(よくエコシステムと呼ばれます)で構成されます。

- ▶ ミドルウェア — IPTVコンポーネントに接続されるソフトウェアおよびハードウェアのインフラ。通常、これには加入者が見るEPG、アプリケーション制御などがあります。
- ▶ STB(セットトップ・ボックス) — ネットワークから提供されるユーザおよびIPTVサービスとインタフェースするために使用する顧客端末(CPE)。
- ▶ ビデオ・エンコーダ/トランスコーダ/ストリーム・プロセッサ — 入力ストリームの変換を行います。さまざまなフォーマットのストリームをCPE向けのデジタル圧縮ストリームに変換します。
- ▶ コア・ネットワーク・エレメント — ネットワークからビデオ、音声およびデータにプライオリティをつけることができる次世代コア・ネットワークを形成する重要なエレメント。
- ▶ アクセス・ネットワーク技術 — 家庭機器または受信機器にテレビ・サービスを提供するために必要な帯域幅を確保させるアクセス技術(例えば、ADSL2、FTTx、WiMax、DVB-H)。
- ▶ ビデオ・サーバ — 大規模ストレージ・システムに接続されたコンピュータ・ベースのマルチストリームのプレイアウト機器。
- ▶ CAS/DRM — コンテンツの安全な配信を実現する限定受信方式(CAS)。デジタル著作権管理(DRM)は提供されたコンテンツ(例えば、ビュー・ワンス(1回限りの鑑賞)や期間内自由鑑賞(期間中何度も鑑賞可能)の加入者の利用を管理します。



▶ 図2：ビデオ・コーディングの動向

IPTV技術の概要

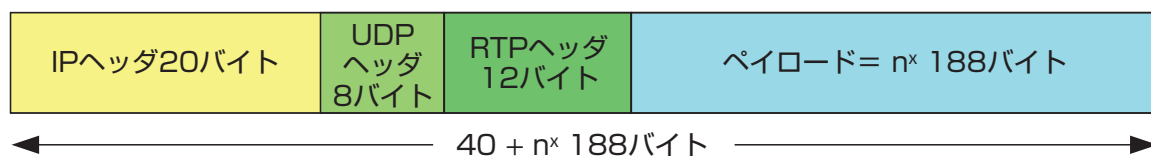
ビデオ圧縮技術

デジタルTVシステムは1990年代に実用化され、衛星、ケーブルおよび地上放送ネットワークを利用して世界中で使われるようになりました。これらの圧縮方式はMPEG-2を使用しており、通信事業者およびケーブル会社によりIPTVの初期導入が行われました。前述したように、MPEG-2を符号化に使用する標準ビデオ信号は、IPネットワークで約3.75Mbpsの帯域幅を使用します。高解像度信号は12~15Mbpsを必要とする場合があります、SDで符号化されたテレビの2つのチャンネルを家庭に提供するためには、8Mbpsの帯域幅が必要です。このため、家庭へのアクセスにxDSLが使用されている場合は帯域幅が問題になる場合があります。帯域幅の制限を軽減する1つの方法として、H.264/AVCまたはVC-1などの新しいビデオ圧縮技術を利用することが挙げられます。H.264は既存のMPEG-2圧縮と比較して同じ水準の画質を維持しながら帯域幅の利用を最高50%低減することができます。エンコーダ技術の動向は図2に示されています。

システムに使用される圧縮技術を選択する場合、帯域幅は検討すべき事項の1つです。しかし、他にも検討を要する事項が多数あります。MPEG-2の符号化を使用して、平均GOP (Group of Pictures) またはGOP長、I-フレーム間のGOP (Group of Pictures) は、約12~18あります (GOPの詳細説明については当社のMPEG手引きを参照してください)。H.264の符号化を使用する場合、このGOP長は300フレーム程度になる場合があります。これにより、各H.264で符号化されたフレームは、より多くの情報を効果的に持つことができるようになるため、ビデオ・ストリームはパケットのドロップの影響を受けやすくなります。これは、フレームの喪失が長期に及ぶなどコンテンツの視聴に重大な影響を与える恐れがあります。さらに、エンコーダと受信機 (STB) の互換性、特許と著作権の支払い、他のネットワーク・コンポーネントによる相互運用など熟慮すべきことがたくさんあります。

バージョン	インターネット・ヘッダ長	サービスのタイプ	全長	
識別			フラッグ	フラグメント・オフセット
TTL		プロトコル	ヘッダ・チェックサム	
送信元IPアドレス				
送信先IPアドレス				
オプション				パディング
ペイロード				

▶ 図3：IPパケット・フォーマット



▶ 図4：IP/UDP/RTPパケット

ネットワーク・プロトコル

IPTVの研究は、これらのシステムに使用するプロトコルの理解なしでは完全とは言えません。プロトコルには、UDPやRTPなどのIP伝送プロトコル、およびRTSPやIGMPなどのシグナリング・プロトコルがあります。これらは本書で説明されますが、最新のネットワークには検討すべきプロトコルが多数あります。2～3例を挙げるとMPLS、SIP、PIMなどです。これらのプロトコルは本書では説明しません。

ユーザ・データグラム・プロトコル (UDP：User Datagram Protocol)

UDPはIETF RFC 768に定義されており、IPプロトコル群のコア・プロトコルの1つです。「データグラム」または「パケット」という用語は大量のIPデータを説明するために使用されます。各IPデータグラムは特定の順序の特別なセットでフィールドを持っているので、どの受信機もそのデータ・ストリームの復号方法を理解していなければなりません。多くのプロトコルはIPデータグラムのペイロード内にカプセル化できます。

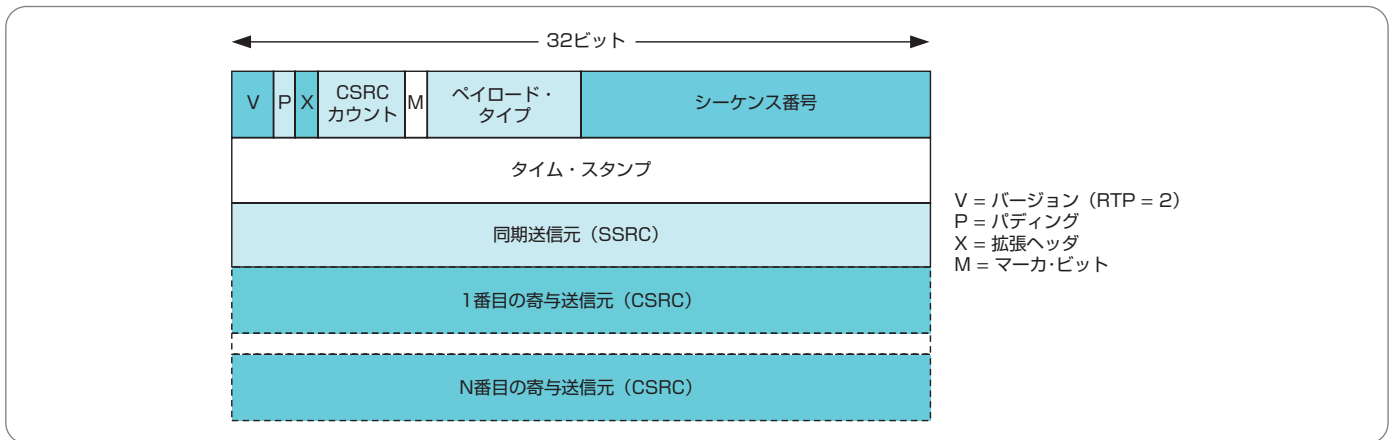
UDPの主な特長の1つに、単純な構造をしていることが挙げられます。伝送されるオーバーヘッドの総量はペイロードのデータ総量と比較するとわずかな量にすぎません。データグラムのヘッダには、以下のものがあります。

- ▶ 16ビットの送信元のポート・アドレス
- ▶ 16ビットの送信先のポート・アドレス
- ▶ 16ビット長のフィールド
- ▶ 16ビットのチェックサム

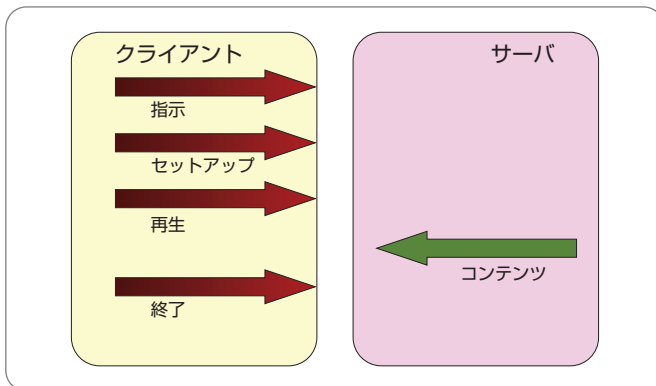
16ビット長のフィールドは、1つのIP/UDPデータグラムで伝送されるデータとして65,527バイトと理論的な制限が定義されています。図3のIPパケット・フォーマットにIPパケット/データグラムのフレーム構造を示します。

実際には、このUDPパケット長で、最高7つのトランスポート・ストリーム・パケット（188バイト）を伝送できます。

問題を引き起こす可能性があるとするれば、そのUDPの構造の単純さにあると考えられます。処理状態を把握できない構造になっているため、送信されたデータグラムが到着したかどうかを確認する方法がありません。喪失したパケットの特定や必要に応じてパケットの再送が可能なTCPが提供する信頼性やフロー制御の保証などはありません。UDPは、加入者が喪失する前にパケットが喪失してしまうと発見が困難になるため、「ファイア・アンド・フォーゲット」プロトコルとされています。ビデオ・データが確実に正しいシーケンスで配信されることが不可欠なIPTV環境では、UDPの使用は危険です。



▶ 図5：RTPヘッダ



▶ 図6：RTSPプロトコル

リアルタイム・プロトコル (RTP：Real Time Protocol)

RTPはIETF RFC 3550およびIETF RFC 3551に定義されており、オーディオおよびビデオ・データ配信用の packets ベースのフォーマットが説明されています。実際には、RTPは密接に関わり合う2つの部分で構成されています。

- ▶ リアルタイム・プロトコルは、タイム・スタンピング、シーケンスのナンバリング、およびタイミングの問題を処理するその他のメカニズムが備わっています。これらのメカニズムを使用して、RTPはネットワーク上でデータをリアルタイムかつエンドツーエンドで転送します。また、シーケンス・ナンバリングを使用して、ロスまたはアウト・オブ・オーダー packets を特定できます。
- ▶ リアルタイム・コントロール・プロトコルは、エンドツーエンドでデータのモニタリング、情報の配信およびQoSを実行するために使用されます。

RTPは、根底にあるネットワーク・プロトコルとは独立して動作するように設計されており、UDPで広く採用されています。MPEG-2ビデオが伝送されている場合、RTPのタイム・スタンプはトランスポート・ストリームで伝送されるプログラム・クロック・リファレンス (PCR) の27MHzのサンプル・クロックを使用して生成され、適切なタイミング同期を行います。しかし、RTPには packets ・ロスを起こしたときにリカバするメカニズムが定義されていないことに注意しなければなりません。これは重要なことですが、上記で説明したとおり、packets ・ロスを検出することは可能です。図5のRTPのヘッダにヘッダ・フォーマットを示します。

リアルタイム・ストリーミング・プロトコル (RTSP：Real Time Streaming Protocol)

RTSPはIETF RFC 2326に定義されており、ストリーミング・メディアのVCR的なコントロールについて説明しています。これは図6のRTSPプロトコルの下に示されています。

通常、RTSPメッセージはクライアントからサーバに送信されますが、例外としてサーバからクライアントに送信される場合があります。IPTVシステムでは、RTSPは利用者 (クライアント) 向けのVoDアプリケーションに使用され、VoDサーバに保管されたコンテンツにアクセスしたり、管理したりできます。VoDは基本的にユニキャストを使用して1対1の通信を確立します。ユニキャストは、ネットワークですべてのユーザに情報を送信するブロードキャストと全く正反対のものです。ユニキャストを使用したVoDサービスは、1人のユーザによって要求され、1人のユーザに情報を送信することができます。

インターネット・グループ・マネージメント・プロトコル (IGMP : Internet Group Management Protocol)

IGMPはいくつかのIETF RFCに定義されており、最新版はRFC 3376です。IPマルチキャストはIPデータグラムを「ホスト・グループ」に送信する場合を定義しています。このホスト・グループとは、1つのIP送信先アドレスで特定されたホストのことです。IPTVシステムでは、ホスト・グループは特定の番組を受信したい一連の加入者を指します。

これが実際に意味することは、IGMPを使用する伝送システムはすべてのコンテンツを同時にすべてのユーザに対して送信するわけではないということです。IGMPを使用するマルチキャストを使用すると、どのコンテンツをどのユーザに送るか制御できるため、常にネットワーク全体に送信されるデータの総量を制御できます。

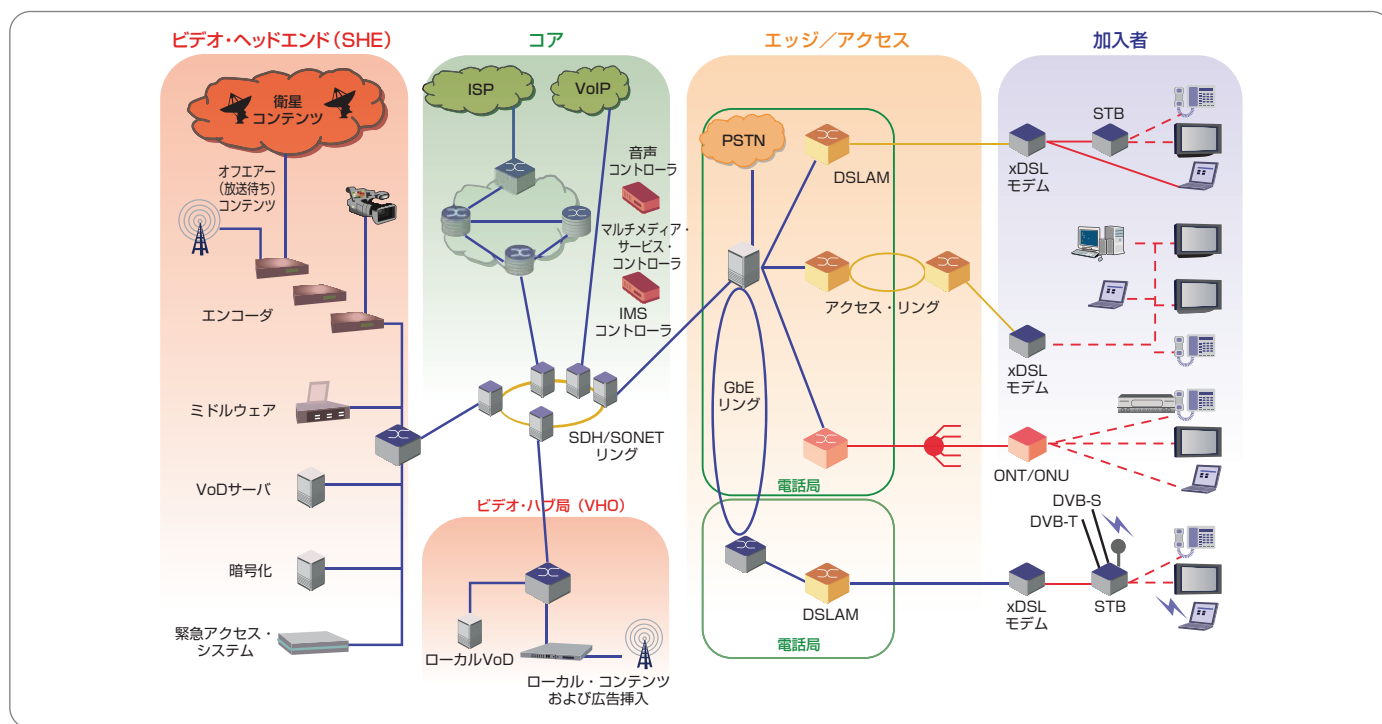
IGMPはIPTVシステムのチャンネル変更処理に使用するプロトコルです。リモート・コントロール・コマンドに応じて、一連のIGMPコマンドは、現行のマルチキャストの中止や、別のサービスに切り替えるために発行されます。これらのコマンドの実行にかかる時間は、チャンネル変更時間に直接影響するため、ミドルウェアのプロバイダは、チャンネル変更の応答時間を向上させる処理方法の開発に取り組んでいます。

ネットワークの進化

システム・レベルのいくつかの重要な問題について話を始める前に、ネットワーク・アーキテクチャの存在、さらに重要なことですがネットワーク・アーキテクチャの動向について簡単に説明する必要があります。10～15年前、電話会社のIP導入への後押しにより、最初は既存のPSTNネットワークに付属したネットワークとして使用されてきました。電話会社は、音声をPSTNネットワークで提供し、データはIPネットワークで伝送していました。

IPネットワークには、フレーム・リレー、ATM、x25など数多くの技術が適用されてきました。ネットワーク・オペレータの視点から言うと、それらはIPデータ・サービスだけを実行するにおいては十分な能力を持っていましたが、複数のネットワークを管理する費用を検討すると、運用費用とメンテナンス費用をかなり押し上げてしまいました。その結果、IPサービスを1つのIPネットワークで提供するために、ネットワークの再構築に注目が移ってきました。最初のアプリケーションではデータだけでしたが、最近では音声もVoIP (Voice over IP) サービスという形で普及し、現在ではVoIP (Video over IP) サービスに進化しています。

「最適なネットワークという観点」から長期的なビジョンを示すと、それはビデオ、音声、データを統一してこれらすべてのサービスを単一のネットワークで提供できるオールIPネットワークを構築することです。このような環境になると、ネットワーク・オペレータは低コストでサービスをバンドルして提供できると同時に新しいサービスの管理および導入コストを低減させることが可能になりますがほとんどの場合、IPTVは別のネットワークで導入されているのが現状で、総合されたオールIPネットワークはまだ部分的でしかありません。現実において、エンド・ユーザには複数のサービスがバンドルされたように見えるかもしれませんが、多くのサービス・プロバイダは、1つのオールIPネットワークでトリプルプレイ・サービスを提供できる段階にはまだ達していません。



▶ 図7：ネットワーク・アーキテクチャ

ネットワーク・アーキテクチャ

図7のネットワーク・アーキテクチャに、標準IPネットワーク・ストラクチャの例を示します。コンテンツはビデオ・ヘッドエンドの図の左側から取込まれます。ビデオ・コンテンツは衛星（通常全国局から）および地上伝送（通常ローカル局から）など異なった多数の配信メカニズムを使用して、さまざまなフォーマット（圧縮および非圧縮）でヘッドエンドに送られます。ここで、CPEで受信できるように（通常、MPEGのトランスポート・ストリームの形状）、データは適切に符号化、パケット化、多重化されたから、コア・ネットワークに送信されます。

データとVoIPサブシステムは通常、コア・ネットワークに接続されます。コア・ネットワークは全国（または地球規模）に伝送サービスを提供するために使用されます。システム・サービス（音声、ビデオ、データ）は、その後利用者向けに「ラスト・マイル」接続を提供するアクセス・ネットワークに送られます。

加入者に情報を送るために使用するアクセス・ネットワーク技術はさまざまで、加入者サイトで要求される接続の種類により異なります。電話会社は、例えば加入者まで銅・ケーブルで接続するxDSLでデータを送るように従来のATMサブシステムを再利用する場合があります。最新の「グリーン・フィールド」開発により、100Mbpsを直接加入者に提供する「FTTH：Fiber to the Home」または「FTTx：Fiber to The Curb」を設置できます。従来のケーブル・ネットワークには、既存設備から新しいサービスを提供するためにHFC（Hybrid Fiber Coax）が使用されています。これらの付加技術により、配信モデルは徐々に複雑化され、アクセス技術に応じて、加入者に良好なQoSおよびQoEを保証するために帯域幅を注意深く管理する必要が出てきました。

アクセス・ネットワークで使用する技術は、次頁で詳しく説明します。

IPTVガイド：IPTVの技術、課題およびテスト方法

▶ 入門書

技術	ダウン・ストリーム	アップ・ストリーム	到達距離
「オリジナル」ADSL	8Mbps	約684kbps	約3050m
ADSL2	最大14Mbps	最大800kbps	4877mに限定
ADSL2+	最大24Mbps	800kbps	1524m以下
VSDL	50Mbps以上 13Mbps以上	2Mbps以上 1Mbps以下	305m 1524m

▶ 図8：xDSL

アクティブFTTP（ポイントツーポイント）	PON
<ul style="list-style-type: none">▶ ポイントツーポイント・アーキテクチャ▶ アクティブ・コンポーネントが各ファイバ端および局外設備で必要▶ 各加入者は電話局でオプティカル・ポートが必要▶ 高価なコンポーネントが1加入者で専用	<ul style="list-style-type: none">▶ ポイントツーマルチポイント・アーキテクチャ▶ パッシブ・オプティカル・カプラをリジェネレータおよび増幅器と入れ替え▶ 安価で信頼性が高い▶ 64オプティカル・ネットワーク・ユニット（ONU）をシングル・ファイバで接続可能▶ レーザのようなアクティブ・コンポーネントを多くの加入者で共有

▶ 図9：FTTx特性

アクセス・ネットワーク技術

xDSL

DSLは既存のカッパー・ツイスト・ペアのインフラを使用する距離に敏感な技術（長い距離には不適切）です。一般的に、電話交換機からの距離が長くなればなるほどサービス提供の信頼性に必要なデータ転送速度は低下します。距離に対応する標準データ転送速度は、図8のxDSLに示されています。

帯域幅、アップストリーム（利用者からのデータ）とダウンストリーム（利用者へのデータ）の両方が距離に応じて大きく変化します。これはビデオ・コンテンツを伝送するアクセス・ネットワークを設計するとき十分考慮に入れる必要があります。交換機に接続された各加入者は、DSL回線を終端し、それらを集約するDSLAM（Digital Subscriber Line Access Multiplexer）を使用して伝送を実行します。また、それはVoIPコンポーネントと分離されます。

HFC

HFC（Hybrid Fiber Coax）システムは、ネットワークのエッジにデータを送出するために高速ファイバ基幹回線（バックボーン）と併用され、同軸ケーブルを使用して、加入者と基幹回線（バックボーン）間の「ラスト・マイル」接続を行います。ケーブル・ネットワークは1990年代前半からこのタイプのシステムを使用してきました。そしてxDSLと同様に、オペレータは、既存設備を再利用できるようになると同時に利用者に新しいサービスを提供できるようになります。

HFCはカッパー・ツイスト・ペアを使用するxDSLより効果的なメディアで、より長い距離に対して広帯域幅を割り当てることができます。

FTTx

光ファイバ・ケーブルは、長い距離で高い帯域データを伝送できます。その結果、FTTH（Fiber to the Home）、FTTP（Fiber to the Premises）またはFTTC（Fiber to the Curb）により、100Mbps以上の速度で一般家庭にデータを提供できるようになりました。

現在導入されている2つの主なファイバ・システムは、アクティブFTTPとPON（Passive Optical Networking）です。設置費用は、他のアクセス技術と比較して高くなる傾向がありますが、FTTxは1つのブロードバンド・パイプを装備できるというメリットがあり、ネットワーク・オペレータの管理下でビデオ、音声およびデータ・サービスを同時に送信できます。

WiMAX

WiMAXは特定の技術を示すものではありませんが、IEEE 802.16の無線規格で作られた機器の適合性と相互運用性を表すものです。WiMAXはラスト・マイル接続をブロードバンドで確立するために使用されるもので、低コストで他のアクセス技術（例えば、ファイバまたはxDSL）に代わるものです。用途としては、地方などでの使用が考えられ、新しいサービス・プロバイダ（トリプルプレイ・サービスを提供している電力会社）においてアクセス・ネットワークが不足している場合や、バック・チャンネルが不足している場合、またはIP技術を容易に利用できるサテライト・プロバイダ向けのものであります。

このような環境で、WiMAX Forum Certifiedシステムは、3～10kmのセル半径で固定およびポータブル・アクセス・アプリケーション向けに標準でチャンネル当たり40Mbpsの帯域幅を提供できます。純粋にモバイル・ネットワークに導入する場合、最大3kmの標準セル半径内で15Mbpsまでの容量を提供できます。


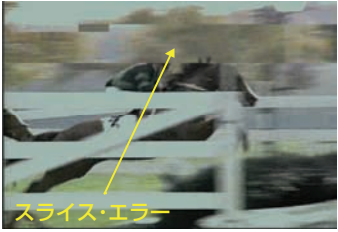
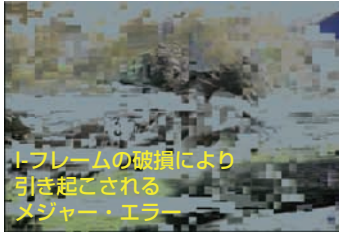

詳細情報：<http://www.wimaxforum.org/home/>

制御およびユーザ・プレーン

コントロール・プレーンは制御情報など信号と称されるものを伝送するネットワークの一部分です。データ・プレーンまたはユーザ・プレーンは実際のコンテンツを伝送するネットワークの一部分です。

IPネットワークの場合、コントロール・プレーンの主な機能は配信されるコンテンツの経路を設定することです。マルチキャスト配信では、経路を設定するためにIGMP信号を制御し、ネットワーク全体のセッションを確保します。ユニキャスト伝送の場合は、1対1接続を確立するためにRTSP信号が使用され、制御コマンドによりSTBからの送信を可能にします。

コントロール・プレーンが経路を設定するのに対して、ユーザ・プレーンは確立されたパスから伝送されてきたコンテンツを処理するものです。これは、サービスに必要な実際のビデオ、オーディオおよびその他のデータとともにネットワーク内でサービスの提供を行います。

<ul style="list-style-type: none"> ⇒ TR 101 290エラー無し ⇒ バッファのオーバー・フローまたはアンダー・フロー無し ⇒ ビデオ・エラー無し 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 1つのIPパケットのドロップは7つのトランスポート・ストリーム・パケットの欠落に等しい。 ⇒ 引き起こされるエラー： <ul style="list-style-type: none"> - スライス・エラー - マクロブロック・エラー - PCRエラー - 同期外れ 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ I-Frameのドロップによる重大な損傷 ⇒ ブロックノイズが次のGOP (Group Of Pictures) またはダイナミック・シーンの変化が起きる次のI-Frameまで続いています。 ⇒ H.264/AVCの使用により、パケット・ロスで起こるビデオ・エラーの発生危険度は高まります。
 <p>エラー無し</p>	 <p>スライス・エラー</p>	 <p>Iフレームの破損により引き起こされるメジャー・エラー</p>
		

▶ 図10：ドロップしたパケットによる影響

IPTV ネットワークおよび伝送エラー

ビデオの問題

前述したように、IPネットワークからビデオを適切に伝送するためには、以下のことが必要です。

1. 高いアベイラビリティとサービス提供を正常に行えるほど十分な帯域幅が保証されていること
2. ネットワークからの伝送遅延が低いこと
3. ネットワーク・ジッタが低いこと
4. ネットワーク・パケット・ロスが低いこと

パケット・ロスはQoEに大きな影響を及ぼします。この原因を理解するには、MPEGの符号化処理方法について理解する必要があります。

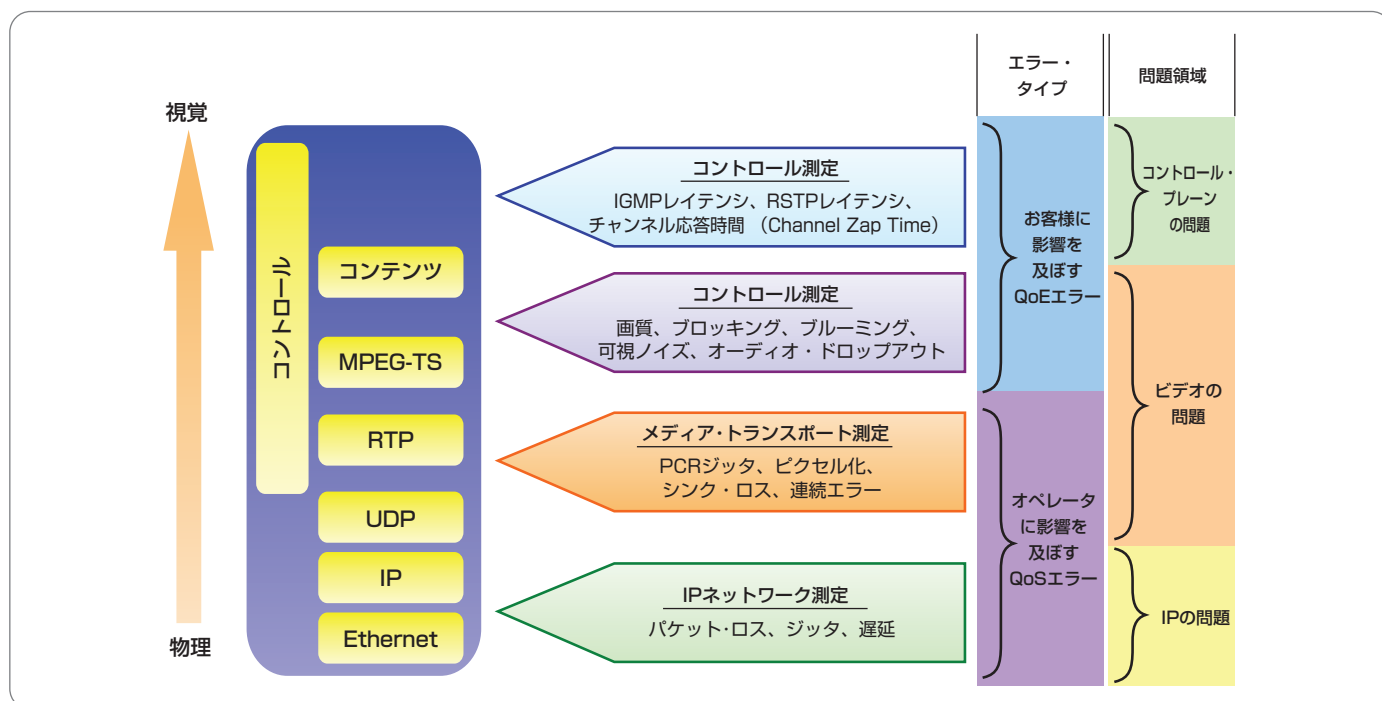
MPEGの符号化処理では、ビデオ・フレームがI-フレーム、B-フレームおよびP-フレームの3つの異なったフレームに圧縮されます。I-フレームからの情報だけを使用してMPEGコードがオリジナル・フレームを再現できるように、I-フレームは1つのビデオ・フレームにすべての情報を持っています。これは映像を再現するために必要な情報が100%含まれているということを意味します。

要求されたビデオ圧縮を行う場合、I-フレームと関連する情報を持つB-フレームとP-フレームを生成するために空間的および時間的符号化技術（詳しい説明については、当社のMPEG手引書をご覧ください）を利用します。ピクチャはI-フレーム、およびB-フレームとP-フレームの圧縮情報を使用して再現されます。B-フレームは符号化されたビデオ・フレームで、関連するI-フレームの情報を使用して復号化できます。P-フレームは符号化されたビデオ・フレームで、関連したI-フレームとB-フレームの情報を使用して復号化できます。

I-フレーム、B-フレームおよびP-フレームは、IPパケットにカプセル化された188バイトのMPEGトランスポート・ストリーム (TS) パケットでネットワークを伝送します。1つのIPパケットは約7つのTSを持つことができます。パケットのドロップ、特にI-フレームを持つパケットがドロップすると、重大なQoEの問題を引き起こします。図10のドロップしたパケットによる影響として、ネットワークでパケットがドロップしたときもたらされる映像への影響を示します。

そのシーケンスは左から右に移行します。左側のピクチャではパケットがドロップしていませんので、すべての品質指標（ETSI TR 101 290で規定された指標）は良好です。したがってピクチャの復号化による問題は起こっていません。

ETSI TR 101 290文書には、Digital Video Broadcasting (DVB) ベースのシステムで再現性のある結果を得るためにテストおよび測定方法が示されています。



▶ 図11：物理レイヤおよびプロトコル・スタックの問題

シーケンスの中央のピクチャは画像エラーを表しています。このエラーはトランスポート・ストリームのパケットがドロップしたため発生したものです。この場合の結果は、画像にスライス・エラーとして現れますが、それだけでなくブロック歪、ブルーミングおよびスタック／フリーズ・フレームなどの症状を引き起こす可能性もあります。

このタイプの症状は、新しいI-フレームが受信され、リファレンスがリセットされるまでは悪化して続きます。この視覚的な影響は非常に短い時間が数秒間続くことがあります。これは次のI-フレームのタイミングやGOP (group of pictures) の長さにより異なります。一般的にMPEG-2では15フレームになりますが、H.264/AVCのように高度なコーデックを使用した場合は60、100または300フレームになる場合もあります。

最後のピクチャはI-フレームを完全に喪失したときの影響を表しています。これは画像を破壊するだけの影響を持っています。I-フレームが喪失すると、STBのデコーダは関連するB-フレームおよびP-フレームを復号化するのに必要なリファレンスを完全に喪失するため、この状態は適切なパケットの受信または次の正常なI-フレームの復号化が実行されるまで続きます。

パケット・ロスのすべてが容認できないほどのビデオ品質の劣化をもたらすとは限りません。ネットワークの長期的な安定性および安定した環境を築けるかどうかは、エンジニアの決定条件に依ります。しかし、IP障害はネットワーク環境で容認できないほどのビデオ劣化を引き起こします。これは反復処理が可能ですので、このような障害に対応するには、対象のクロス・レイヤ (MPEG TSからIPレイヤ) の測定値を相互に関連付けることができるテスト・ツールが必要です。

物理レイヤおよびプロトコル・スタックの問題

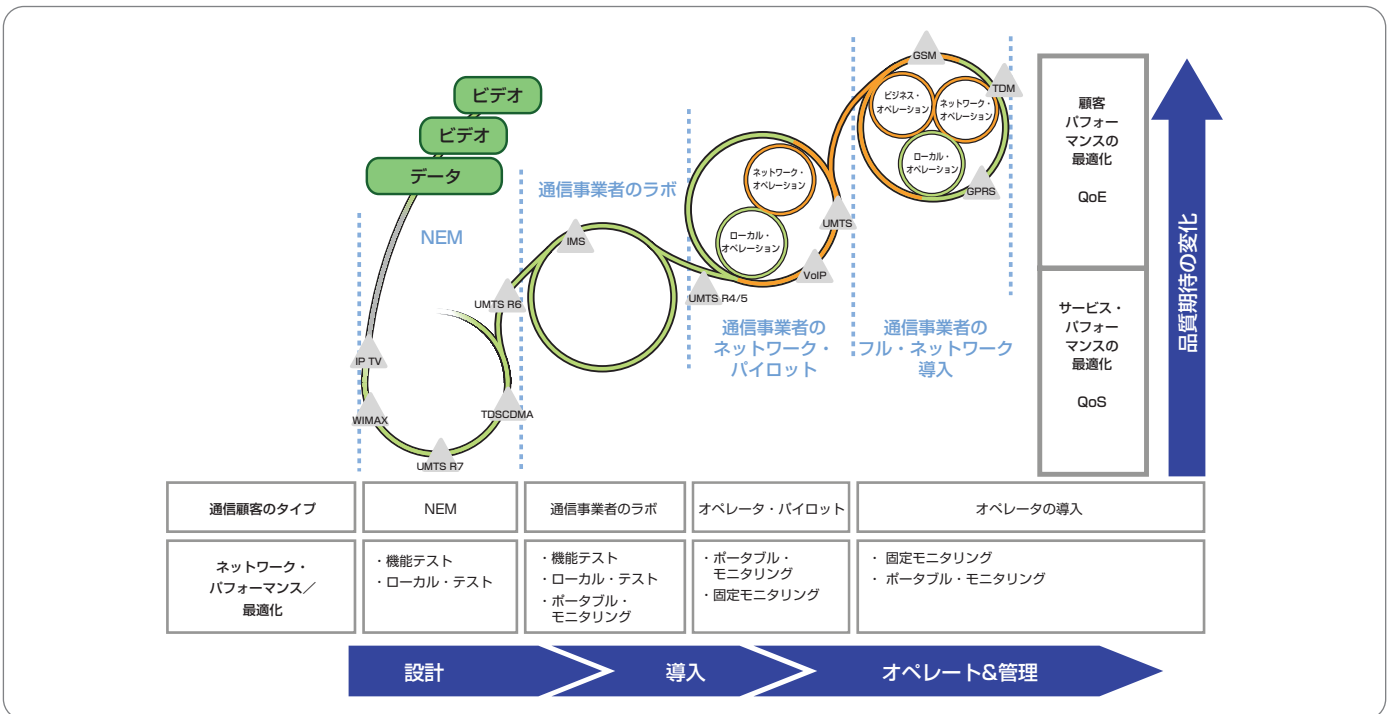
図11の物理レイヤおよびプロトコル・スタックの問題に、IPTVマルチレイヤ・モデルの概念が示されています。図の中には潜在的な原因やその影響で引き起こされるエラーの種類が示されています。

図11には、QoSエラーとして一般的に現れるスタックの下位レベルで発生するエラーが説明されています。これは結果的にオペレータに大きな影響を及ぼします。物理IPレイヤのエラーはIPパケット・ロス、ジッタおよび遅延として表すことができます。中間レイヤ (時々ユーザ・プレーンとも言われる) のエラーは通常、過度のPCRジッタ、シンク・ロス、連続エラーおよびピクセル化によって引き起こされます。

これらのいくつかのエラーはIP物理レイヤの問題が原因で直接引き起こされますが、ビデオの符号化処理でも引き起こされる可能性があることにも注目すべきです。

スタックの上位半分で起こるエラーは、利用者に多くの視覚的な影響を与えます。これは最終的にはQoSの問題として扱われます。問題は通常、コンテンツまたは信号送出、またはセッションを設定するコントロールのどちらかに原因があります。潜在的な問題領域の一覧を上記に示します。

図11には、開発および導入される機器とともにネットワークの測定およびモニタするために必要なパラメータのタイプが示されています。



▶ 図12：技術のライフサイクル

IPTVネットワークのテスト

技術のライフサイクル

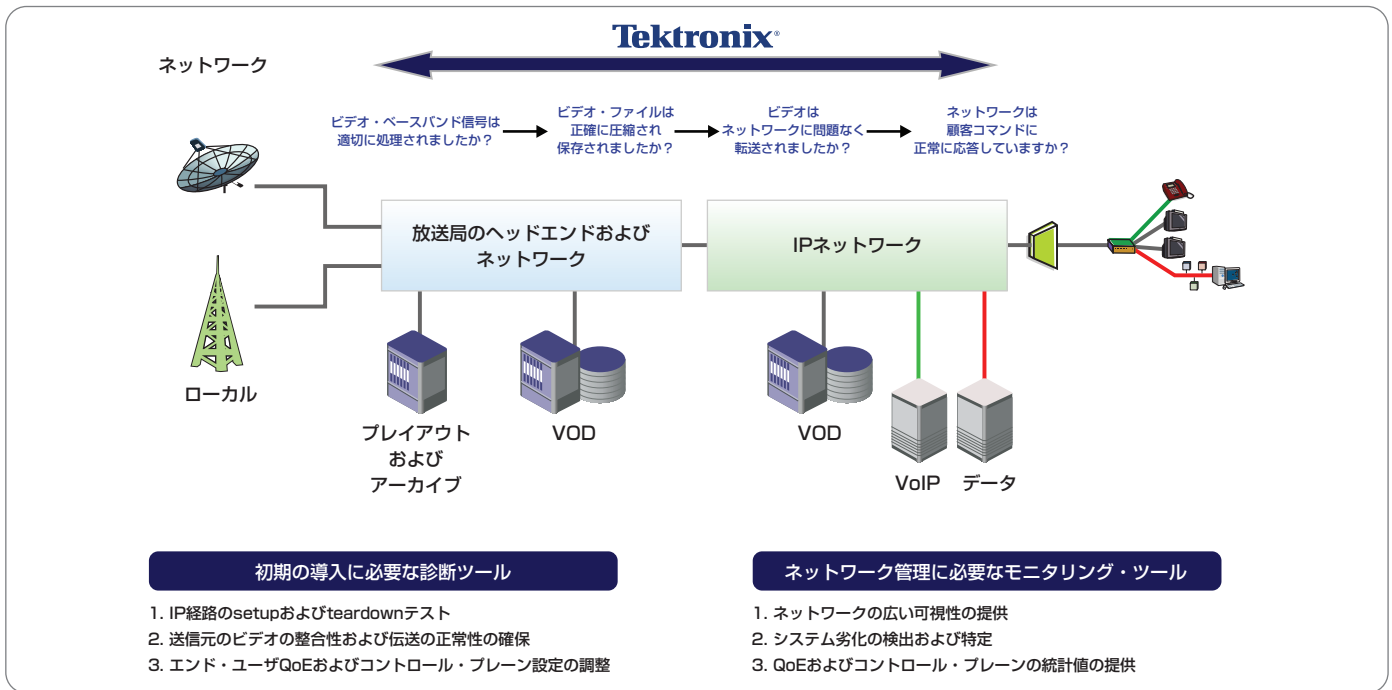
新たな技術の導入のライフサイクルは、初期の研究、開発および標準化に始まり完全導入およびサービス管理で終わります。技術がすべて商業的、技術的、または政治的な理由で完全導入されるとは限りません。このことは図12の技術のライフサイクルの上部で図解されています。

ライフサイクルの図では、設計および導入段階からサービスが運用および管理されるまでの技術動向を示しています。ライフサイクルは、4つに区分されたリングで構成されており、技術が進歩し、成熟（または場合により失敗）するためには、どれか1つの技術が何回も各リングを回ることに注目する必要があります。技術が進歩していくと、顧客のタイプ（例えば、ネットワーク機器製造メーカ（NEM））やロケーション（例えば、通信事業者のラボ）が変わっていく傾向があります。各段階でテスト要件やテスト機器のタイプが進化します（図の下にある表に示されています）。

ライフサイクルの中で技術が進歩するにつれて、提供される品質に対する期待（図の右側に示されています）は変化していきます。初期の段階では、QoSパラメータは動作（スタンドアロンまたは他の機器との相互運用のどちらか）およびサービス提供を行う基本的な技術を開発する研究者にとって重要なものです。技術が成熟していくと、多くのQoSの問題が解決されていきます。このため、サービス・プロバイダ間で差別化を図るために、問題の焦点は加入者に提供されるQoEを最適化することに注がれるようになります。

図に示したように、ライフサイクルで必要になるテスト・ツールは、国内および世界規模のネットワークをモニタリングする詳細診断機能（特に初期の段階）を持つツールに代わっていきます。測定の一貫性は、オペレータがサービスの開発や導入を迅速に行わなければならないときに、プロセス全体において重要な要素になります。

エンジニアはコンポーネントやインフラに発生した問題を素早く特定し、診断および解決する必要があります。この作業の中で各種テスト・ツールから導き出されたさまざまな測定値を関連付けて理解するのに時間がかかります。当社は放送および電気通信業界の両方の専門知識に基づいて、テスト機器のプロダクト・ラインに測定の一貫性を持たせています。診断アナライザで扱われる測定値はモニタ機器で処理される測定値と合致するはずで



▶ 図13：単純化したIPTVネットワーク

IPTVテスト方法

図13の単純化したIPTVネットワークには、最も単純な形態にしたIPTVネットワークが示されています。事実、これらのシステムは、以下の2つの重要なサブシステムで構成されています。

1. ビデオを取込み、送信準備を行うビデオ・ヘッドエンド
2. IPネットワーク、つまり音声およびデータとともにビデオを配信するために使用する伝送システム

IPTV導入への移行にはいくつかの段階があります（図12の技術のライフサイクルを参照してください）。これは設計および製造から完全導入へと移っていきます。各段階では、テスト目的およびニーズが異なり、各段階から効果的かつコスト効率よく移行するためには、テストの必要性和適切なテスト機器の選択が不可欠です。

設計段階では、規格の適合性、ビデオの相互運用性およびネットワーク・インフラを構成する機器に対して詳細なテストが必要です。製造段階では、一貫性、迅速性、再現性のある機能テスト、および結果のロギングが必要です。初期の導入やトライアル段階では、素早い障害特定、IP、ビデオおよび音声障害の診断を行うツールが必要です。これには、コンテンツ（ユーザ・プレーン）、制御および設定（コントロール・プレーン）、物理レイヤでモニタできるクラス最高のポイント・モニタリングと解析ソリューションが必要です。

完全導入および持続的なシステム管理を行う場合に重要なことは、ネットワークの部分的なモニタリングとテストから（世界規模の）ネットワーク全体の24時間連続したリアルタイム・モニタリングに管理方法が移行していることです。ネットワーク規模のモニタリングでは、小規模の特定分野の業者に依らず、最善のシステム・サプライヤを選択しなければなりません。

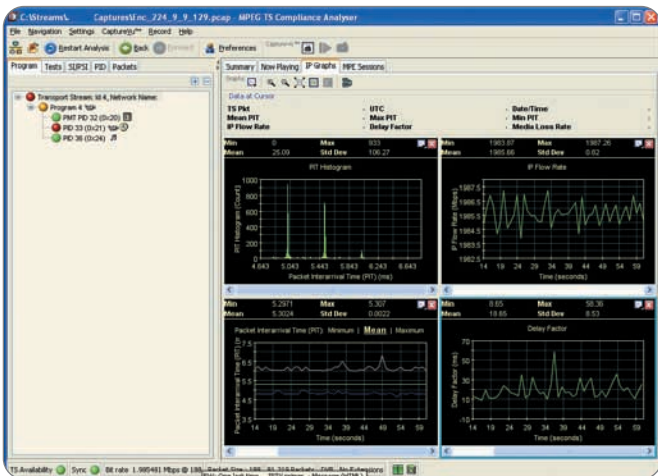
現在導入されたIPTVの主なもののほとんどは、初期導入の段階のものです。この段階での主な目標は、オペレータに「動作すること」を求めています。

この導入段階で行わなければならない重要なステップは3つあります。

1. IP経路は確実に設定でき、終了できること：トリプル・プレイのネットワークでは、ビデオ・サービスを提供するためにネットワーク・リソースのオペラビリティと帯域幅の確保が必要です。しかし、ビデオ伝送には高い帯域幅が必要です。そのため、同様に重要なことは不要となった経路が取り壊されることです。これには、IP経路の確立およびテスト、さらにネットワーク・ジッタおよびパケット・ロスの統計値を測定するテスト機器が必要になります。また、これらのテストはVoIP（Voice over IP）サービスの提供時にも適用できます。
2. ビデオは送信元および送信先で適切な状態であること：IP経路が確立されると、ビデオ・データが送信元および送信先で適切に送信および受信されることが必要です。これには、「エンコーダの出力時にトランスポート・ストリームのモニタリングと」解析、ヘッドエンドでマルチプレクサ（多重分離）が必要になります。受信端では、システムを介して送られてきたビデオに劣化がないようにトランスポート・ストリームを同様にモニタリングして解析する必要があります。

IPTVを解説するときよく見落とされるものに、ヘッドエンド内のインジェスト（取込み）機器とストレージ機器の2つがあります。システムから配信されるコンテンツの大部分は、RFダウンリンク（例えば、衛星用のQPSK、地上放送用のCOFDMまたは8VSB）を使用して取込まれます。これらのリンクの整合性は、他の連続する処理（チェーン）と同様に重要です。伝送チェーンの初期段階で発生したエラーはシステム全体に影響を及ぼします。

ビデオ・コンテンツの大部分はシステム（放送用テレビまたはVoD）に送出される前にサーバに保存されます。保存されたビデオが破損すると、同様にシステムから低品質のビデオが送信されてきます。



▶ 図14：IP-MPEG TSクロス・レイヤの相関関係

3. 加入者に素晴らしい体験をもたらすこと：初期導入の最終段階では、高いQoEを与えるようにシステムを設定することが必要です。これには、コントロール・プレーン (IGMPおよびRTSP) での最適化が必要です。エンジニアは、要求チャンネルが実際に提供されるものと同じであること、さらにEPGなどにアクセスして利用できるようにすることが必要です。

これは繰り返し処理が可能で、新しいサービスの付加や加入者の増加に対応してシステム規模を拡大するたびに同様のことをする必要があります。

これらのすべての段階でエンジニアは放送および電気通信業界に適用できるテスト機器が必要になります。包括的なサービス品質 (QoS) を維持するため、例えば、ネットワーク・ジッタ、パケット・ロス、コントロール・プレーンおよびユーザ・プレーン (例：IGMP応答、PCRジッタ) のQoEの測定にこのテスト機器を適用しなければなりません。障害特定や診断を素早く行うには、ネットワークの異なったレイヤでエラーを見つけ、訂正する能力が不可欠です。IPレイヤで発生したエラーがビデオ・エラーのすべてを引き起こしている訳ではありません。重要なことはどこが正常でどこが異常かを把握することです。

テスト・ツールおよび技術

一般論として、IPTVは一般的な放送用テレビとは違ったバージョンと言えます。長年にわたって適用されてきた既存のテスト方法で十分問題ありません。

DVB TR101 290規格に定義されたMPEGテストおよび測定は、トランスポート・ストリーム・レイヤでタイミング障害の検出、および連続カウンタ (Continuity Counter) テストによりパケット・ロスまたは異常パケットの検出に使用できます。しかし、より完全なソリューションとして、IPテストと併用してネットワーク全体にこれらのテストを実施することが望ましいです。

モニタリングにより、ネットワークで発生した問題がどのくらいの規模で影響を及ぼすかサービス・プロバイダに通知できます。しかし、何時、どのような理由でビデオ・サービスが中断されたか、あるいは低位品質のビデオが配信されたかを知ることは重要なことです。サービス・プロバイダは問題が発生していることを知っている場合と知らない場合がありますが、加入者は必ずと言っていいほど知っています。評判や品質、ビジネスは問題が解決できないと、一層悪化していくでしょう。

クロス・レイヤの測定およびテスト

クロス・レイヤ・テストは、パフォーマンス低下を追跡するためにIPおよびMPEGドメインに適用することができるので、問題が深刻になる前に行うことができます。

図14に、このテストの結果がグラフィックで示されています。IP-MPEG TSクロス・レイヤの相関関係は、イベントが1つのレイヤで発生した場合、そのイベントを時間経過とともに相互関係を示します。これは、個別レイヤに対して根本原因を特定するため非常に役に立ちます。これにより障害を追跡し、適切な対策を講じることができます。

シンク・ロス、連続カウント、PIDエラーおよびPCR統計値などのMPEGトランスポート・ストリームの統計値の収集、さらにMOSおよびビデオ・エレメント・ストリーム統計値、前後FECなどを転送できる機能は、障害診断中にエンジニアに計り知れないほどのメリットをもたらします。障害が発生しているとき、アラームやトレーサ・ファイルおよび障害ログにタイム・スタンプを持たせることができます。MPEGストリームがトランスポート・ストリーム・レイヤで障害が発生した場合、またはMPEGストリームがIPイベントに影響を与えている場合、それを確認するために間欠的な障害を追跡することができます。

DVB TR101 290のテスト勧告には、テスト機器が警告を与えることができる多数のMPEGレイヤ・パラメータが示されています。IPレイヤでドロップしたパケットまたはout of order packetの影響を受ける特定のパラメータは、シンク・ロス、シンク・バイト・エラー、連続カウント・エラー（PIDパケット識別で4ビットごとのローリング・カウンタ）およびパケットチェックサム／CRCです。

ほとんどのMPEGストリームは、PCR（Programmable Clock Reference）のような組込みタイミング・パケットを持っています。これらのパラメータ（PCRの誤りおよびPCRオーバーオール・ジッタ）のグラフィック化により、パケット・バンチングまたはネットワーク・ジッタによって引き起こされるタイミング歪みが原因の障害ストリームを判りやすく表示できます。PIT（IP Packet Arrival Interval）のグラフ表示を併用して、PCRとの時間的な関連付けができます。さらに、埋め込まれたPCRが無いエレメンタリIPストリームのPTS（Presentation Time Stamp arrival）でさえ時間的な関連付けが可能です。

PCRオーバーオール・ジッタ（PCR_OJ）またはPCR周波数オフセット（PCR_FO）は、送信元のIPまたはMPEGに発生したジッタを評価するためにPITの安定性と比較できます。PCRには標準があり、IPインターバルまたはジッタにはありません。これらはユーザが定義し、テスト機器を使用して障害診断用にユーザ制限を設定できます。PCRフィードはわずかな帯域幅しか占有しないだけでなく、タイミング状態を素早く表示できるため、PCRを厳密には必要としないMPEG-4伝送を使用して、オペレータはPCRフィードを再設定しています。

最後に、オフエア（放送待ち）コンテンツがIPネットワークで取込める場合、クロス・レイヤ・テストをRFレイヤにまで拡張できます。RFレイヤでのテスト・プローブはRF信号品質の表示だけでなく、信号を復調したり、ダウンリンクに既に現れている問題を検出するためにMPEGテストを実行できます。

クロス・レイヤ・テストのメリットを簡単に述べると次のようになります。

- ▶ パケット到着間隔（バースト性）のグラフィ化
- ▶ パケット到着の時間相互関係、PCRおよびPTSの到着間隔のグラフィ化
- ▶ CRC、ドロップ・パケット、アウト・オブ・オーダーパケットなどの基本的なIPレイヤ・エラーの特定
- ▶ DVB TR 101 290に定義されているエラーの特定
- ▶ 根本原因を特定するためにIP、TSおよびRFレイヤで起こったエラーの時間相関関係
- ▶ エラーは、エラー・ログで特定できるようにレイヤとともにタイム・スタンプを付けることが可能

分散型マルチレイヤのモニタリング・ツール

IPTV導入が成熟し、導入ライフサイクルの運用および管理段階に移行するにつれて、テストの重要性は単なる詳細解析および診断から24時間連続したモニタリングの詳細解析および診断に移ってきます。これらのモニタリング・ソリューションには、システムに対する広い可視性と情報をオペレータに提供する必要があります。

これらのモニタリング・システムには、以下の特性を組み合わせるものが重要です。

- ▶ デジタル・テレビで目視できるさまざまなタイプのエラーを検出するレイヤ別のプローブ
- ▶ 品質問題を引き起こす前にオペレータにシステム劣化を高度な方法で通知できるモニタリング機能
- ▶ オペレータにより品質問題の根本原因を素早く特定できるマルチレイヤ・モニタリング

レイヤ別のプローブ

システムをモニタリングする場合、各モニタリング・デバイスで、配信および伝送チェーンの特別なポイントとレイヤでプローブとモニタリング品質を選択することができます。

オペレータは、異なるレイヤで品質管理のためにさまざまなプローブ・タイプを適用する必要があります。

フォーマットレイヤでのデジタル波形モニタは、オペレータが多数の品質問題を本質的に検出するときに役立つだけでなく、放送規格および色彩測定規格に適合しているかどうかを検証できます。これらには、以下のようなフォーマットレイヤ・プローブの大量のモニタ結果がもたらされます。

- ▶ デジタル・オーディオ・モニタ
- ▶ ブロック歪みやその他の画像障害を検出するための画質モニタ
- ▶ オーディオ／ビデオ遅延モニタ
- ▶ MPEGプロトコル・モニタ

ディストリビューション・レイヤの場合、オペレータは幅広いディストリビューションおよび伝送チャンネルで品質問題を検出するためにプローブが必要になります。この種のプローブは、国ごとのシステム（例えば、DVB、ATSCまたはISDBフォーマット）に則ったケーブル、衛星および地上RF伝送をモニタするデバイスを装備しています。IPTVシステムのデバイスには、電気通信会社のコア・ネットワークまたはアクセス・ネットワークのどちらから送信された情報をモニタするプローブが装備されています。

拡張モニタリング機能

モニタリング・プローブは、モニタリング・レベルにより区別することができます。

基本コンフィデンス・モニタリング・プローブは、主な品質パラメータを追跡します。これらは「インジケータ・ライト」として動作し、どこかに異常が発生したらオペレータに通知します。しかし、基本コンフィデンス・モニタリング・プローブは一般的な精度の高い測定すべてが完全に装備されているわけではありません。これらは品質問題に対処するオペレータの能力や質を向上させることができますが、品質問題が発生する前にシステム劣化を積極的に解決するために必要な情報は提供されません。

拡張コンフィデンス・モニタリング・プローブは、品質パラメータの追加測定を行うために最新式の解析を行います。これらは「インジケータ・ゲージ」として動作し、どこかに異常が発生したらオペレータに通知します。

RF伝送モニタリングは、異なる例を使用して説明します。基本RFコンフィデンス・モニタはビット誤り率（BER）を測定するものです。BERは伝送がデジタル・クリフに近づくまでLow（低）のままです。これはオペレータに画像モニタで伝送状態を確認する場合より多くの対処時間を与えてくれます。

拡張RFコンフィデンス・モニタでは、変調誤差比（MER：Modulation Error Ratio）またはエラー・ベクタ・マグニチュード（EVM：Error Vector Magnitude）のような別の測定を行うことが可能です。これらの測定では、システム・パフォーマンスの低下など変化が顕著に現れ、オペレータに潜在的な品質問題に対する早期警告を与え、調整する機会またはバックアップ・システムにスムーズに切り替える機会を与えてくれます。

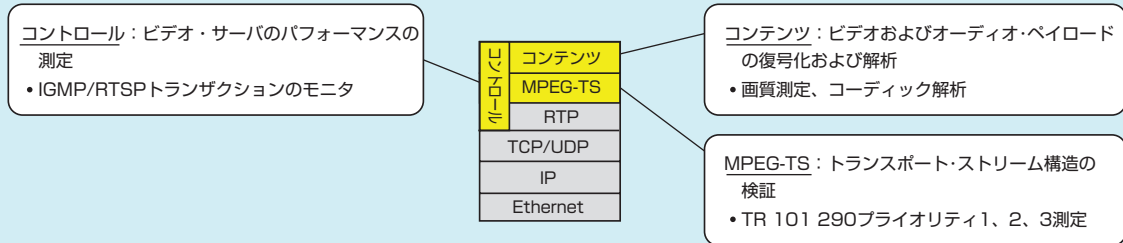
マルチレイヤのモニタリング

コンフィデンス（信頼）を維持するには、設備が適切かつ効果的に動作する必要があり、オペレータはシステムの複数レイヤを検査しなければなりません。1つのレイヤのみ検査する場合はシステム状態に不当な画像を適用して見るすることができます。

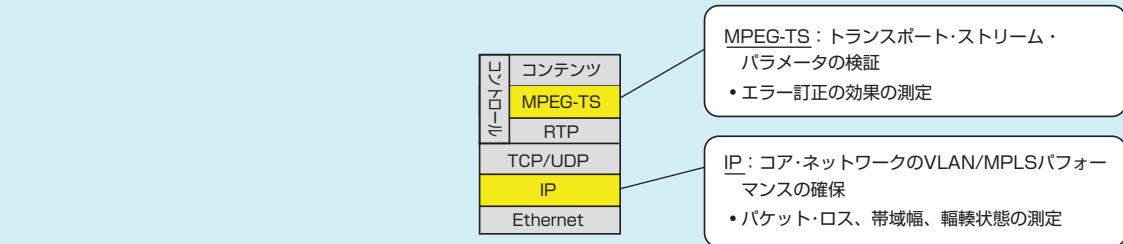
画像モニタでブロードキャスト状態を目視確認することが一番簡単な方法です。この場合、オペレータはフォーマット・レイヤで品質検査を行っています。これはアナログ・システムでは、システム状態に関する重要な情報が提供されますが、デジタル・システムでは情報は少ししか提供されません。同様に、MPEGプロトコルまたはRF伝送をモニタリングする場合は部分的な情報しか生成されません。システム品質を示す完全な画像を得て、さらに品質問題を素早く検出して特定するには、オペレータはマルチレイヤのモニタリング・ソリューションが必要です。

テスト／モニタリング機会の簡単な例を図15に示します。

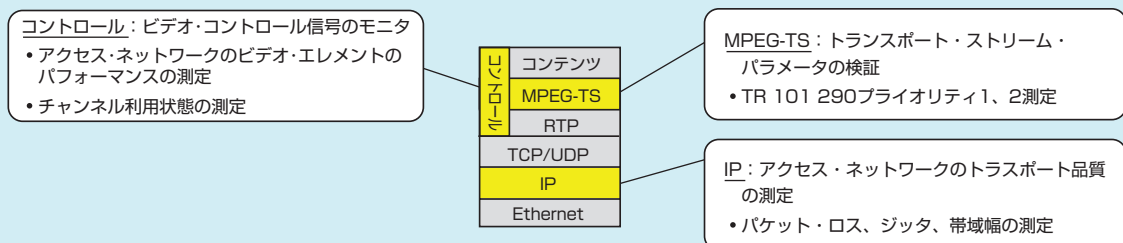
モニタ・データ — ビデオ/ヘッドエンドおよび局



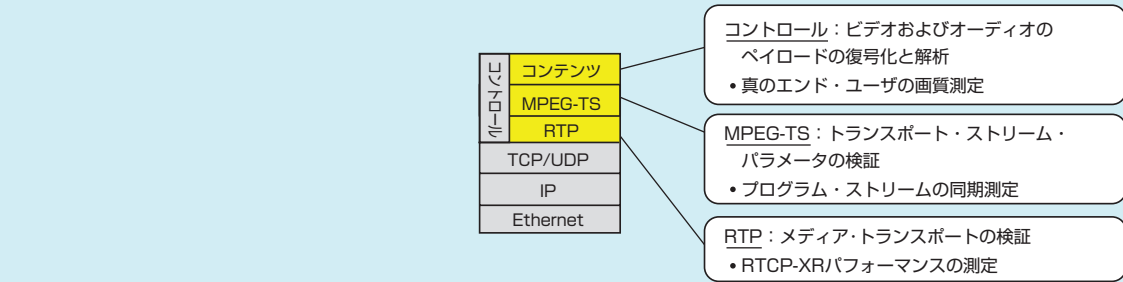
モニタ・データ — コア・ネットワーク



モニタ・データ — アクセス・ネットワーク



モニタ・データ — 加入者宅内機器



▶ 図15：マルチ・レイヤのテスト・ポイントの例

画質および品質指標ツール

主観およびPQテスト

VoIP用の平均オピニオン評点 (MOS : Mean Opinion Score) は、電気通信システムではよく使用されているものです。従って、ビデオMOSは実行を期待されています。しかし、オーディオはパルス符号変調 (PCM) されるため、ビデオの劣化パラメータとは全く異なるものです。客観測定は、いずれかの値について真の主観テストのデータベースを使用して直接相関関係を持たせることが必要です。オーディオでは、これは複数言語、カルチャ・グループおよびコーデックなどで導入シナリオを使用して行われています。ビデオではこれらのシナリオに相当するものはありません。

真の画質解析 (PQA : Picture Quality Analysis) は、実施するには相当の費用がかかります。最も有意義な両端テスト (受信画像を問題のないリファレンス画像と比較する) は、リファレンス・ストリームをテスト・ポイントにルーティングする方法に問題があります。これは専用のテスト・フィードを必要とします。

単端MOSテストは魅力的ですが、これに使用できる「理想的な」アルゴリズムがありません。これを成功させるには、STBデコーダ、ドロップ・パケット数、エンコーダのタイプおよびビット・レートなどの外部要素に応じて、システムが変化するため、アルゴリズムのあらゆる組合せをこれらのシステムに適用しなければなりません。

しかし、PQテストは、「鮮明」な画像を必要とします。オペレータが制限アクセス (CA : Conditional Access) またはデジタル著作権管理 (DRM) のような暗号化技術を使用すると、MOSは動作しません。

また、どこかに異常が既に発生していると、これらのPQメトリクスを通知します。それらは原因の一部を示すことができますが (TR 101 290のテスト)、完全なテスト方法ではないので注意してください。

保存されたファイル・ベースのコンテンツの品質管理

MPEGまたはIP転送のモニタリングで、下位レイヤのエレメンタリ・ストリームのコーディング・アーキテクチャをピックアップする可能性は少ないです。画質テストでは、問題を検出できますが、その問題を修復できません。送信時のコーディング・エラーを抑えるか、または送信元でコーディング・エラーを訂正する方が望ましいです。

最新のブロードキャスト・ネットワークでは、アーカイブおよびプレイアウト用のサーバ技術が利用されていますが相当の費用がかかります。ファイル・ベースのビデオ用に自動QC (品質管理) 機能を備えた新しいタイプのテスト・ツールがあります。これはブロードキャストになる前のビデオ・ファイル・サーバのファイル・ベースのビデオを自動QCするツールです。このような検査は、プロファイルとさまざまな符号化フォーマット (SD-SDI、H.264など) の品質検査に有効です。

MDIを使用したQoS測定

メディア配信指標 (MDI : Media Delivery Index) は、IETF RFC 4445に定義されています。それには、2つのIPトランスポート障害、すなわちパケット・ジッタ/遅延、およびパケット・ロスに数値化するために使用する性能指数が定義されています。これらの2つのテスト・パラメータは、遅延係数 (MDI-DF : Media Delay Factor) およびメディア損失率 (MDI-MLR : Media Loss Rate) として定義されています。

遅延係数は、データ・ストリームがパケット・ロスを回避するために公称ビット・レートでどれぐらいの時間バッファリング (遅延) される必要があるかを示しています。これはIPレイヤで障害を見つけ出して、DF測定からネットワーク・ジッタの大体の目安を与えてくれます。

しかし、これには2つの重要なポイントがあります。1つは、MDIがペイロードを認識しないことです。つまり、それはビデオ・トラフィックをその他のデータやVoIPパケットと区別できないことを意味します。2番目は、row UDPプロトコルにパケット・ロスを検出する手段がないことです。UDPは完全ではないため、MDIのパケット・ロスを直接測定できず、MPEG連続カウンターのエラー・カウントを使用して推定しなければなりません。RTPフローに対して、DFは受信パケットからのタイム・スタンプを利用して測定できます。また、RTPシーケンス番号があるため、RTPのパケット・ロスをMDIの一部として測定および表示することもできます。

MDI-DFは、利用状態のレベルを表示してネットワークの輻輳状態を測定でき、さらに、キューイングがネットワーク・コンポーネントに発生しているかどうかの検出ができます。しかし、ビデオ・パケットのバンチングが原因で起こるこの輻輳がどれぐらいの量なのかは表示できません。

MPEGバッファ・モデルは、MDIを導き出す処理と比べてそれほど単純ではありません。

メディア損失率は、1秒間のパケット・ロス数を示しています。

MDIは比率として表されます。

「遅延係数 : メディア損失率」は、例えば、「MDI = 150:14」です。

この例は、遅延係数が150ms、メディア損失率が1秒当たり14のパケット・ロスを示しています。

MDIが良好なことが意味することは、必ずしもIP伝送に障害がなく正常状態であることを意味しません。しかし、MDIが不良だと、IPとは関係ない問題が発生している可能性があります。完全なソリューションを実現するには、MPEGレイヤのプロトコル・テストと併用してMDIを測定することです。つまり、クロス・レイヤ測定を行うことです。

インジェスト時にテストが実行されると、IPネットワークに渡す前に良好なコンテンツをネットワークに投入することができます。これらのビデオ・ストリームは、その後カプセル化され、VoIPおよび高速データ・トラフィックとともにコア・ネットワークに送られます。ネットワーク全体を所有していると、サービス品質（QoS）ツールおよびネットワーク管理プロトコル（例えば、PIM）を使用して、遅延やラグメンテーションを防ぐためにビデオ・トラフィックの優先順位を決定することができます。つまり、ネットワーク全体を所有することは、この点で大きなメリットをもたらすということになります。

コンバージド・ネットワークの世界でのテクトロニクス

当社は、ビデオおよび電気通信ネットワークの管理と診断に関して幅広い経験と深い専門知識を所有しており、ビデオおよび通信ネットワークの両方で音声、映像、データのコンバージェンスに対応できるベンダです。

当社は、ビデオと通信の専門知識を融合して、IPTVを含むトリプル・プレイを市場に投入するとき必要なテスト方法およびソリューションを提供することに重点的に取り組んでいます。

ブロードキャスト・ビデオにおいて、当社は業界のリーダーシップを発揮して、圧縮ビデオ・テスト向けに幅広く（複数の規格およびビデオ・レイヤ）かつ綿密な（詳細な障害診断および解析）ソリューションを提供しています。

テクトロニクスのビデオ・テストの製品群には、トリプル・プレイのビデオ・アプリケーションに対応した製品をご用意しています。

放送局やネットワーク・オペレータは、伝送や配信中に引き起こされる信号劣化を検出するための拡張ソリューションを必要としています。当社のモニタリング・ツールには、放送局やネットワーク・オペレータが必要とする拡張コンフィデンスMPEGトランスポート・ストリーム・モニタリング機能が装備されています。これらのツールにより、オペレータは素早くマルチレイヤの障害検出および診断が簡単かつ効率よく実行できます。さらに、ダウンタイムを最小限に抑え、ネットワークの信頼性を高めることができます。

当社のMPEG解析ツールは、圧縮デジタル・ビデオ・デバッグ／アナライザです。これは、検出しにくい複雑で間欠的なDTV問題を短時間で発見して解決することができます。これらのツールには、リアルタイムVoIP解析および記録機能が装備されています。

VoDサービスの提供には、ビデオを保存して加入者にストリーミングするサーバ技術が必要で、その利用には相当の費用がかかります。当社の自動コンテンツ解析ツールは、保存されたビデオおよびオーディオ・コンテンツを送信する前に品質を検証できます。この機器は圧縮および非圧縮フォーマットで保存されたビデオおよびオーディオをテストでき、人間のモニタリングでは見落とす可能性のあるエラーを検出することを目的に設計されました。

通信においては、当社のインターネット・プロトコル診断（IPD）製品には、IP解析を目的とした数々の製品があります。これらのソリューションは、詳細なIPテスト、測定およびIPレイヤ、さらにコントロール・プレーンに関連する統計値を必要とするユーザをターゲットにしています。これらのソリューションは、VoIPテスト機能を使用してIPTVをトリプル・プレイにまで拡張したものです。

フルIPTVシステムが導入されると同時にオペレータの関心は単なる診断ツールから24時間連続してリアルタイム・モニタリングができる機能やサービス保証に移ってきました。当社は次世代ネットワーク向けにサービス保証ソリューションを提供する世界的なリーディング・サプライヤです。グローバル・ネットワークをモニタリングできるさまざまな製品をご用意しています。

放送および電気通信の両方に関する当社の専門知識に基づいて、製品ライン全体に測定の一貫性を持たせています。測定の一貫性がない場合、エンジニアは診断とモニタリング機器の測定結果の違いを理解する時間が必要になります。当社の製品を利用するとその時間を削減できるため、障害を診断するために必要な時間を多くとることができます。

結論

テレコム・ネットワークでビデオ配信を行うことは決して新しい考え方ではありません。1990年代の初めにその取り組みが行われましたが、支持を得られませんでした。しかし現在、電気通信会社はIPTVサービスの提供を積極的に行っており、サービス提供者と協力して、技術的改良を施しています。次世代のコア・ネットワークは幅広く普及しており、ローカル・ループまたはラスト・マイルを実現するための帯域幅を提供できる実用可能ないくつかのアクセス・ネットワーク技術が既に存在しています。それは、xDSL、FTTx、WiMAXおよびHFCなどです。

H.264やVC-1などの圧縮技術により、ローカル・ループでの帯域幅の問題は軽減されますが、まだまだ技術の進歩は続いており、ビデオ圧縮の効率はまだまだ向上していくでしょう。信頼性を高める電子透かしやDRM技術が利用でき、現在のネットワークは本質的に非セキュア・ネットワークと考えられている現状でも、資産を保護できることをコンテンツ所有者に自信を持って提案できるようになりました。

IPTVは、エラーが発生する可能性があるような複雑な環境でも動作します。これらのエラーは、インジェスト時のRFレイヤ、ネットワークのプロトコル・レイヤ、システムのトランスポート（メディア・レイヤ）、またはネットワークの物理レイヤなどシステムのあらゆるレイヤで発生する可能性があります。これには、迅速な診断や救済するために障害を早期に視覚確認できるさまざまなツールが必要になります。

IPTVは技術導入ライフサイクルに移行していくと同時に、テスト内容の変更が必要になってきます。当初は診断ツールや付加テスト・ツールが技術と「動作」を検証するために必要でした。しかし現在の状況でのテスト要求は、サービスの管理やオペレーションを支援するために24時間連続したモニタリングを必要とします。初期の頃は、クラス最高の診断ツールが必要でしたが、その後はクラス最高のシステム・ソリューションが必要になっていきます。

これらのシステムが成熟してくると同時に、注目はシステムの導入および動作のようなQoSからオペレートおよび管理フェーズでのQoEに移ってきました。QoEはIPTVが成功するために必要な重要な鍵になるでしょう。従来の放送システムはこの経験期待が既に定着していますので、IPTVシステム内には多くの技術的な問題がありますが、IPTVシステムでも同レベルのQoEにする必要があります。最も明白なことはチャンネル変更にかかる時間です。このレベルのQoSとQoEの両方を必要とする場合はユーザ・プレーン（ビデオ・コンテンツ）とコントロール・プレーン（加入者などをコントロールする信号レイヤ）の両方に可視性がなければなりません。

IPTVは放送と電気通信のネットワークに輻輳状態をもたらす可能性が十分あります。IPTVの導入を成功させるには、各ツールと両方の世界に関する深い専門知識が必要です。当社にはこの輻輳問題を解決することを目的に製造された製品ラインがあります。この製品はビデオおよび電気通信のテストと測定に関する長年の経験に基づいて設計されています。

用語集

アクティブFTTP (Active Fiber to the Premises) — アクティブFTTPネットワークは、ある地域に置かれた稼動している電子機器に利用され、通常1台の機器キャビネットで400~500の加入者に対応できます。この地域に置かれた機器はローカル・スイッチングと電話局へのロードをルーティング・オフします。PONを参照してください。

非対称型デジタル加入者回線 (ADSL、ADSL2、ADSL+、ADSL2+) — ADSLは北米で最も普及しているDSLです。その他はADSLの機能拡張バージョンです。ADSL+はADSL2+とほぼ同じです。

非同期転送モード (ATM: Asynchronous Transfer Mode) — ブロードバンド・デジタル・ネットワークで固定ビット・レートやパケット情報を効率の良く転送するためのデジタル信号プロトコルです。

ビット・エラー・レート (BER) — 時々、ビット・エラー率 (Bit Error Ratio) と言われることもあります。

限定受信方式 (CA、CAS) — 視聴契約者のみが視聴可能なコンテンツを制御するシステムです。例えば、これはペイ・パー・ビュー方式 (番組有料視聴制) のコンテンツを配信するとき利用するので、視聴者がコンテンツ視聴に対して料金支払いに同意すると視聴できます。

顧客端末 (CPE: Consumer Premises Equipment) — 電気通信で使用される用語で、ネットワークにアクセスするために利用する電話、ケーブル・モデムまたは購入されたセット・トップ・ボックスなどを指します。

コントロール・プレーン — 制御情報または信号情報を伝送するIPTVネットワークの一部です。

サイクリック・リダンダンシー・チェック (CRC: Cyclic Redundancy Check) — これを使用して、送信または保存後のエラー検出に使用されるチェックサムを生成します。

デジタル著作権管理 (DRM) — DRMは配信されたコンテンツを加入者がどのように使用するかを管理するものです。例えば、ビュー・ワンス (1回限りの鑑賞) や期間内自由鑑賞 (期間中何度も鑑賞可能) などがあります。

DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) — 複数のDSL回線を束ねて高速・大容量の基幹回線 (バックボーン) に接続するネットワーク機器です。

Digital Video Broadcasting (DVB-C) — デジタル・テレビやデータ・サービスの標準規格を策定した放送局、製造メーカ、規制機関およびその他から成る欧州標準化団体の名称またはその方式の名称です。これには、CATV向けのDVB-C、携帯端末向けのDVB-H (ハンドヘルド/モバイル)、衛星放送向けのDVB-Sおよび地上波テレビ放送向けのDVB-Tがあります。

Digital Video Broadcasting (DVB-H) — デジタル・テレビやデータ・サービスの標準規格を策定した放送局、製造メーカ、規制機関およびその他から成る欧州標準化団体の名称またはその方式の名称です。これには、CATV向けのDVB-C、携帯端末向けのDVB-H (ハンドヘルド/モバイル)、衛星放送向けのDVB-Sおよび地上波テレビ放送向けのDVB-Tがあります。

Digital Video Broadcasting (DVB-S) — デジタル・テレビやデータ・サービスの標準規格を策定した放送局、製造メーカ、規制機関およびその他から成る欧州標準化団体の名称またはその方式の名称です。これには、CATV向けのDVB-C、携帯端末向けのDVB-H (ハンドヘルド/モバイル)、衛星放送向けのDVB-Sおよび地上波テレビ放送向けのDVB-Tがあります。

Digital Video Broadcasting (DVB-T) — デジタル・テレビやデータ・サービスの標準規格を策定した放送局、製造メーカ、規制機関およびその他から成る欧州標準化団体の名称またはその方式の名称です。これには、CATV向けのDVB-C、携帯端末向けのDVB-H (ハンドヘルド/モバイル)、衛星放送向けのDVB-Sおよび地上波テレビ放送向けのDVB-Tがあります。

欧州電気通信標準化機構 (ETSI: European Telecommunications Standards Institute) — 独立した非営利の電気通信の標準化団体です。

エラー・ベクタ・マグニチュード (EVM: Error Vector Magnitude) — デジタル送信機のパフォーマンスを数値化するために使用します。EVMはMER計算で定義された配置点が理想的な位置からどのくらいの距離離れているかを測定するものです。

フレーム・リレー — フレーム・リレーは1つまたは複数の送信元から1つまたは複数の送信先へデジタル情報を送信する伝送技術の1つです。通常、音声とデータをカプセル化して送信されます。フレーム・リレーはいろいろなアプリケーションに応じてIPベースのネットワークに置き換えられます。

FTTx (Fiber to the) — ファイバ光ネットワーク・アーキテクチャの総称です。これには、FTTP (Fiber to the Premises)、FTTC (Fiber to the Curb)、FTTH (Fiber to the Home)、FTTS (Fiber to the Subscriber)、FTTN (Fiber to the Node/Neighborhood)、FTTCab (Fiber to the Cabinet)、FTTB (Fiber to the Building)、FTTEx (Fiber to the Exchange) などがあります。

GOP (Group of Pictures) — 動画を構成している最小単位の構造のことです。GOPの送信順位は、I-ピクチャで始まり、次のI-ピクチャの前の最後のピクチャで終わります。

HFC (Hybrid Fiber Coax) — HFC (Hybrid Fiber Coax) 方式は、ネットワーク・エッジへデータを配信するために高速ファイバ基幹部分 (バックボーン) と接続するために使用されます。加入者と「基幹部分 (バックボーン) 間の「ワン・マイル」接続には同軸ケーブルが使用されます。

IEEE 802.16 — 広帯域無線(BWA)に関する作業部会です。

インターネット・エンジニアリング・タスク・フォース (IETF: Internet Engineering Task Force) — インターネットの標準規格の策定と普及を行う機関です。

IGMP (Internet Group Management Protocol) — マルチキャスト・グループのメンバー管理に使用されるプロトコルです。

IPTVガイド：IPTVの技術、課題およびテスト方法

▶ 入門書

メディア配信指標 (MDI : Media Delivery Index) — パケット・ジッタおよびパケット・ロスの2つのIP転送障害の数値化に使用されるシングル・フィギュア・オブ・メリット (性能指数) です。これは遅延係数 (MDI-DF) とメディア損失率 (MDI-MLR) 間の比率で表されます。

遅延係数 (MDI-DF : Media Delay Factor) — パケット・ロスを回避するために公称ビット・レートでストリームをどのくらいの時間バッファリングすればよいかを示したものです。

メディア損失率 (MDI-MLR : Media Loss Rate) — 1秒間に損失するパケット数を示します。

変調誤差比 (MER : Modulation Error Ratio) — デジタル送信機のパフォーマンスを数値化するために使用される基準です。MERはEVRと密接に関連しており、信号の平均出力を計算したものです。

ミドルウェア — IPTVコンポーネントを接続するソフトウェアおよびハードウェアです。これには、EPG、アプリケーション制御およびバック・オフィス/ビルディングがあります。

平均オピニオン評点 (MOS : Mean Opinion Score) — メディアの知覚品質を1~5の単一数値で表した主観的な評価の目安です。

MPLS (MPLS : Multi Protocol Label Switching) — 回線ベースのクライアントおよびパケット交換のクライアントの双方にデータ伝送するサービスです。これはIPパケットのマルチプル・サービス・オペレータ (MSO : Multiple Service Operator) などさまざまな種類のトラフィックを伝送するために使用します。複数のケーブル・テレビ・サービスのオペレータもその1つです。

マルチキャスト — 送信先群へ情報を同時配信します。

仮想移動体サービス事業者 (MVNO : Mobile Virtual Network Operator) — 他の携帯電話会社のネットワークを使用して無線サービスを再販する会社です。

パルス符号変調 (PCM : Pulse Code Modulation) — アナログ音源波形で使用する技術用語です。例えば、オーディオ信号またはビデオ信号は周期的数字のサンプルとして表すことができます。PCMは非圧縮デジタル信号です。

PCR (Program Clock Reference) — 復号器のクロックを同期するためにプログラム・ヘッダで送信される符号器のクロック・カウント数のサンプルです。

PIM (Protocol Independent Multicast) — インターネット上で1対多および多対多のデータ配信を行うマルチキャスト・ルーティング・プロトコルの総称です。これには、PIM-DM (dense mode)、PIM-SM (sparse mode) およびPIM-SSM (Single Source Multicast) があります。

パッシブ光ネットワーク (PON : Passive Optical Network) — 光中継器を使用しない、または局外設備の他のアクティブ機器を使用する光ポイントツーマルチポイント・アクセス・ネットワークです。PONはほとんどのFTTHサービスの根底にある技術です。導入された速度、距離およびサービスが異なるATM PON (APON)、BPON (Broadband PON)、Gigabit PON (GPON)、およびEthernet PON (EPON)など、複数のPONを実行します。アクティブFTTPを参照してください。

画質解析 (PQA : Picture Quality Analysis) — 画質解析では、再現性のある主観測定が行われ、主観的ヒューマン・ビジョン評価を直接複製します。

公衆交換電話網 (PSTN : Public Switched Telephone Network) — 世界中で使用されている公衆回線交換電話網です。当初は固定回線用のアナログ・ネットワークでしたが、今ではほぼすべてがデジタル化されています。公衆回線交換電話網には携帯電話も含まれます。

ユーザ体感品質 (QoE : Quality of Experience) — 利用者の体感を主観的に測定したものです。

サービス品質 (QoS) — トラフィックに優先順位を付けることを言います。音声や映像など遅延に敏感な (遅延してはならない) トラフィックの処理に最適です。

コメント要請 (RFC : Requests for Comments) — RFC文書には、インターネット技術に適用可能な新しい研究内容が含まれています。エンジニアはピュア・レビューの論説を公開したり、新しい概念を広めたりすることができます。RFC4445には、提案されたMDI (Media Delivery Index) が説明されています。

Real-time Transport Protocol (RTP) — IPを使用してビデオやオーディオを配信するために標準化されたパケット・フォーマットです。これはマルチキャストやユニキャストのアプリケーションで使用されます。

RTSP (Real-time Streaming Protocol) — VCRと同様のコマンドを使用して、ユーザはストリーミング・メディア・サーバをリモート・コントロールできます。

RTSP (Real-time Streaming Protocol) — VCRコマンドと同様のコマンドを使用して、ユーザはストリーミング・メディアをリモート・コントロール (再生およびポーズ) できます。

セッション初期化プロトコル (SIP : Session Initiation Protocol) — 複数の利用者でセッションの確立、変更、終了に使用するコントロール・プレーンのプロトコルです。つまりマルチキャスト・アプリケーションのことで、

セット・トップ・ボックス (STB) — ネットワークを介して提供されるユーザおよびIPTVサービスとインタフェースするために使用される顧客端末 (CPE) です。

伝送制御プロトコル (TCP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol) — IPプロトコル群のコア・プロトコルの1つです。これはその下位IPレイヤとその上位アプリケーション・レイヤの中位レイヤです。

TR 101 290 — デジタル・ビデオ・システム用の標準評価試験が定義されたETSIの技術報告書です。

ユーザ・データグラム・プロトコル (UDP : User Datagram Protocol) — IPプロトコル群のコア・プロトコルの1つです。

ユニキャスト — 1つの送信元から1つの送信先へ情報を送信することです。

ユーザ・プレーン — データを伝送するIPネットワークの一部です。

VDSL、VHDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line)
— シングル・ツイスト・ペアを使用して、高速データ伝送を行う
xDSL技術です。

ビデオ・オン・デマンド (VoD : Video on Demand) — 要求時に
テレビ番組または映画が1ユーザに送信されるシステムです。

X.25 — 電話システムを使用する広域ネットワーク (WAN) 用の
プロトコル・スイートです。X.25プロバイダは通常、「パケット交換
ネットワーク」の一部を指します。

xDSL — 「非対称型デジタル加入者回線」および「VDSL、VHDSL」
を参照してください。



Tektronix お問い合わせ先：

日本

本社 03-6714-3111
SA営業統括部 03-6714-3004
ビデオ計測営業部 03-6714-3005

大宮営業所 048-646-0711
仙台オフィス 022-792-2011
神奈川営業所 045-473-9871
東京営業所 042-573-2111
名古屋営業所 052-581-3547
大阪営業所 06-6397-6531
京都オフィス 075-323-9048
福岡営業所 092-472-2626

湘南カスタマ・サービス・センタ 0120-7-41046

地域拠点

米国 1-800-426-2200
中南米 52-55-542-4700
東南アジア諸国/豪州 65-6356-3900
中華人民共和国 86-10-6235-1230
インド 91-80-2227-5577
欧州 44-0-1344-392-400
中近東/北アフリカ 41-52-675-3777
他30カ国

Updated 01 June 2007

詳細について

当社は、最先端テクノロジーに携わるエンジニアのために、資料を用意しています。当社ホームページ(www.tektronix.co.jp)またはwww.tektronix.comをご参照ください。



TEKTRONIXおよびTEKは、Tektronix, Inc.の登録商標です。記載された商品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

11/07 EA/PG

252-20277-0

Tektronix

Enabling Innovation

日本テクトロニクス株式会社

東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟6階 〒108-6106
製品についてのご質問・ご相談は、お客様コールセンターまでお問い合わせください。

TEL 03-6714-3010 E-mail ccc.jp@tektronix.com

電話受付時間/9:00~12:00・13:00~18:00 月曜~金曜(休祝日は除く)

当社ホームページをご覧ください。 www.tektronix.co.jp
製品のFAQもご覧ください。 www.tektronix.co.jp/faq/

●記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

2007年11月発行 © Tektronix