

IPTVサービスの品質推定技術

本稿では、IPTVサービスの音響、映像およびオーディオビジュアル信号に対するユーザ体感品質 (QoE: Quality of Experience) を、IPパケットのヘッダ情報のみから推定する技術を紹介し、本技術を用いることで、お客さま一人ひとりの体感品質を可視化し、品質監視に役立てることができます。

やまぎし かずひさ え ぎ のりつぐ
山岸 和久 / 恵木 則次
 とみなが としこ
富永 聡子

NTTネットワーク基盤技術研究所

品質監視の必要性

近年、IPTV (Internet Protocol TeleVision) サービスが世界中で普及しています。お客さまに快適なサービスを提供するため、IPTVサービス提供時に発生する符号化やネットワーク伝送等に起因する品質劣化を的確に把握し、顧客満足度の低下につながる品質劣化の原因究明・対処が求められています。

品質推定技術に対するITU-T SG12の取り組み

IPTVサービスの品質は、コンテンツのエンコードに起因する符号化歪 (ブロックノイズなど)、ネットワーク伝送時のパケット伝送プロトコル [UDP

(User Datagram Protocol), TCP (Transmission Control Protocol)] やパケット伝送劣化 (パケット損失、遅延など)、パケット損失回復処理 [ARQ (Automatic Repeat reQuest)*¹, FEC (Forward Error Correction)*²], エンドユーザ端末におけるデコード・表示 (パケット損失隠蔽処理やバッファリング処理等) に依存します (図1)。そのため、各ポイントでの実現品質を監視することで効率的に品質劣化区間を特定し、品質劣化の原因を究明することが重要です。また、エンドユーザ端末はあくまでサービスを楽しむための端末であり、そこで品質監視に必要な計算処理を行うのはできるだけ抑えることが望まれます。計算処理の観点では、映像信号や符号化ス

トリーム情報を用いる場合、多大なデータ処理を実施することになるため、IPパケットのヘッダ情報のみから品質を推定することが現実的です。そこで、NTT研究所は、UDPベースのリアルタイム型映像配信サービスを対象に、IPパケットのヘッダ情報のみから音響、映像、オーディオビジュアル信号の品質を推定する技術の開発に取り組みました。具体的には、技術領域をMobile IPTVに用いられる低解像度 (LR: Lower Resolution) であるQCIF

*1 ARQ: 信頼性の高いデータ通信を達成するために、送達確認とタイムアウトを使う、誤り制御手法。
 *2 FEC: データ転送における誤り制御システムの一つであり、メッセージ送信者がメッセージに冗長性を付与することで、追加情報を送信者に要求することなく、受信者が誤りを検出し訂正できます。

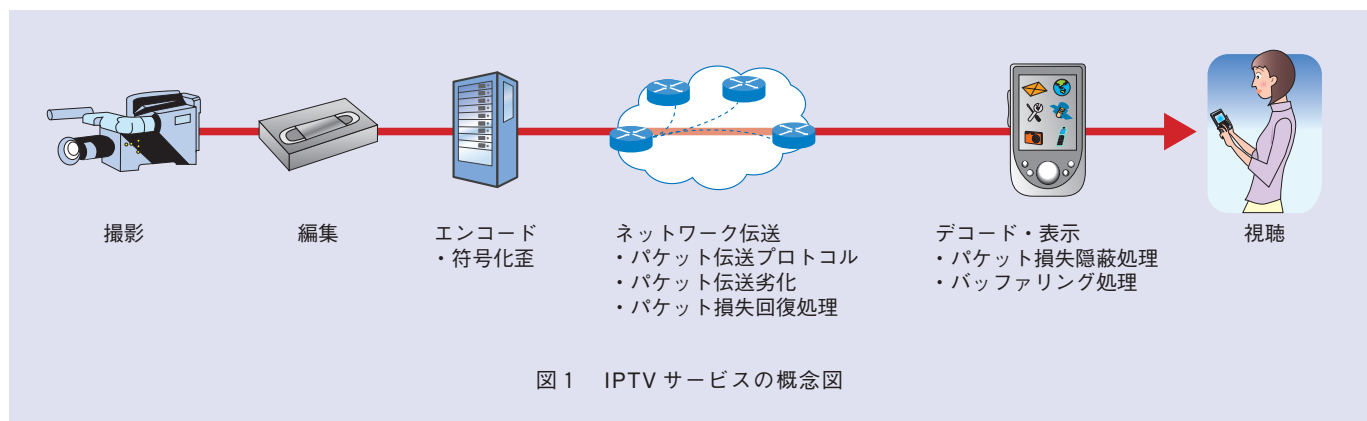


図1 IPTVサービスの概念図

(Quarter Common Intermediate Format) : 176×144画素, QVGA (Quarter Video Graphics Array) : 320×240画素, HVGA (Half VGA) : 320×480画素, およびSTB (Set Top Box) 型のIPTVに用いられる高解像度 (HR: Higher Resolution) であるSD (Standard Definition) : 720×480画素, HD (High Definition) : 1 280×720画素や1 920×1 080画素), に分けて品質推定技術の検討を進めてきました。ITU-T SG12 (International Telecommunication Union - Telecommunication standardization sector Study Group 12) *³でも同様に, 本技術の標準化を進め, 2012年10月に各々, Mobile IPTVに適用可能な品質推定技術を勧告P.1201.1, STB型IPTVに適用可能な品質推定技術を勧告P.1201.2として発効しました^{(1)~(3)}。本稿では, 昨今注目を集めている

Mobile IPTVサービスに適用可能な勧告P.1201.1の内容について紹介します。なお勧告P.1201.1は, ITU-Tにおける大規模な性能評価コンテストでその推定精度の高さが認められたNTT提案技術およびHuawei提案技術を統合することで構築されました。

勧告P.1201.1モデル

Mobile IPTVサービスの品質監視に適用可能な勧告P.1201.1モデルは, 次の3つのモジュールにより構成されています (図2)。

- ① パラメータ抽出モジュール : RTP (Real-time Transport Protocol) ヘッダから取得可能な RTPパケットのタイムスタンプ, シーケンス番号, マーカビットに関する情報に加え, リバッファリング発生時のリバッファリング発生タイミング, およびリバッファリング時間長を計測するモジュール

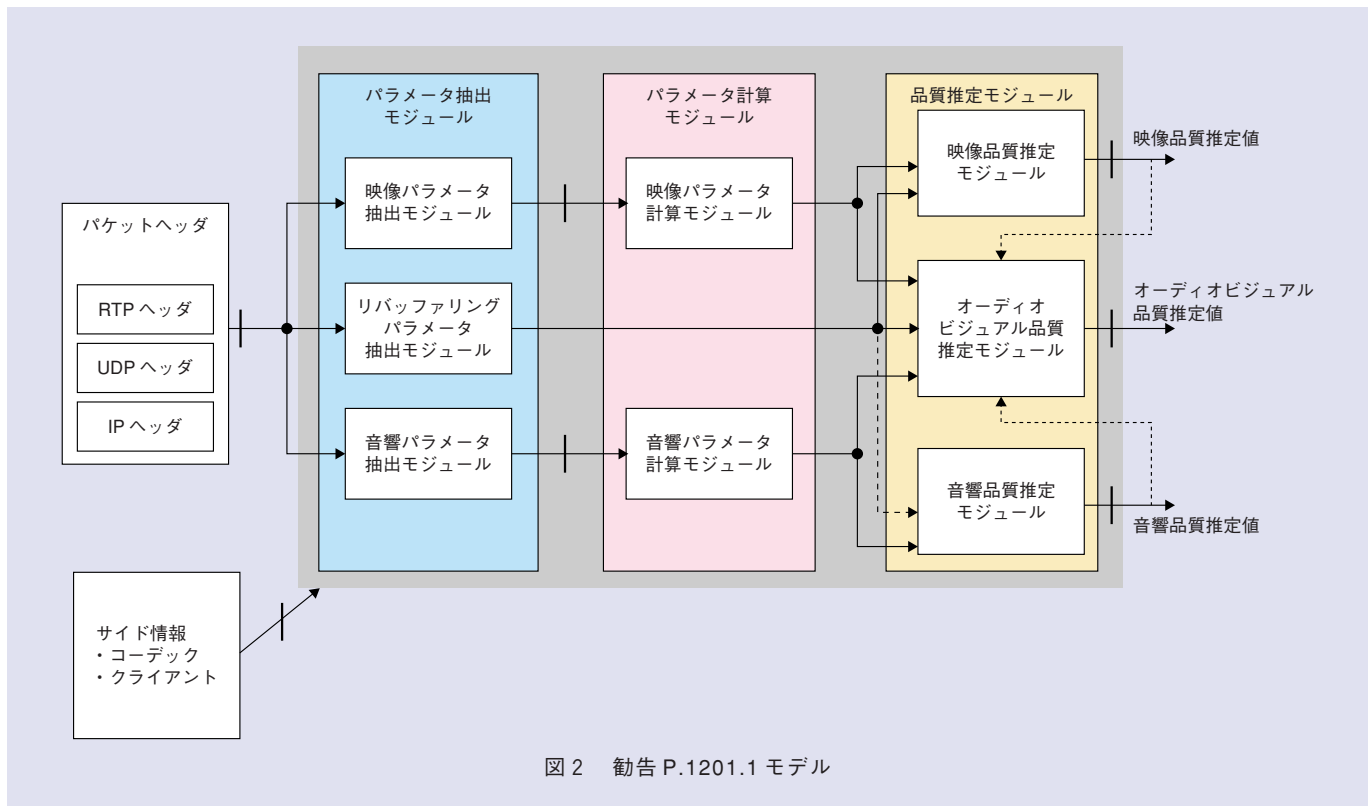
- ② パラメータ計算モジュール : ①で抽出されたパラメータから音響や映像品質に関する品質パラメータ (符号化ビットレート, パケット損失等) を計算するモジュール
- ③ 品質推定モジュール : ②から計算された品質パラメータから音響, 映像, オーディオビジュアル品質を推定するモジュール

ただし, 各モジュールは, 音響や映像ごとにさらにサブモジュールを持ちます。本稿では, パラメータ抽出および計算モジュールの詳細は割愛し, 品質推定モジュールでとらえる品質要因について解説します。

品質推定モジュール

品質推定モジュールは, 次の3つの

*3 ITU-T SG12 : ITUの電気通信標準化部門であるITU-Tの第12研究委員会 (SG12)。主に, エンド・ツー・エンド伝送特性や網と端末の性能に関する標準化を扱っています。



モジュールにより構成されます。

■音響品質推定モジュール

音響品質は符号化方式、符号化ビットレート、パケット損失、リバッファリングにより影響を受けるため、これら品質要因と音響品質の対応関係をモデル化する必要があります。そのため、音響品質推定モジュールでは以下の主観品質評価特性を考慮し、モデル化しています。

- ・符号化ビットレートが音響品質に及ぼす影響
- ・パケット損失に伴う音響フレームの損失時間長が音響品質に及ぼす影響
- ・音響コーデック (AMR-NB, AMR-WB+, AAC-LC, HE-AACv1, HE-AACv2) の違いが音響品質に与える影響 (これを加味するため、品質推定に用いる数式の係数を音響コーデックごとに用意しています)

ただし、音響品質推定モジュールに関しては、リバッファリングが音響品質に及ぼす影響に関しては標準化されなかったため、今後さらなる検討が進められる予定です。

■映像品質推定モジュール

映像品質は、音響品質同様に、符号化方式、符号化ビットレート、パケット損失、リバッファリングにより影響を受けます。これらに加え、映像

品質は映像の精細度や動き量等のコンテンツの特徴に依存して映像フレーム種別 (Iフレーム, Pフレーム, Bフレーム) や各映像フレームが持つビット量の配分が変化するため、これら品質要因と映像品質の対応関係をモデル化する必要があります。そのため、映像品質推定モジュールでは以下の主観品質評価特性を考慮し、モデル化しています。

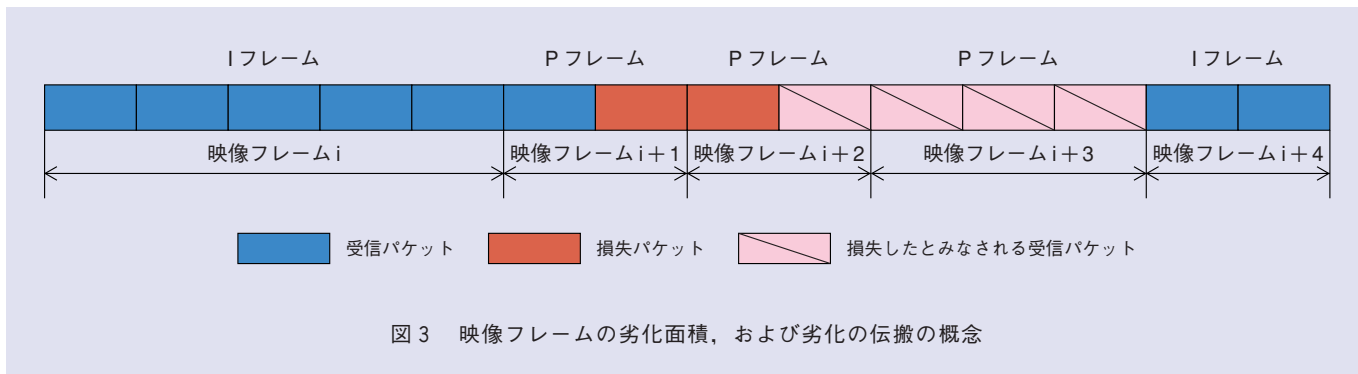
- ・符号化ビットレート、フレームレート、Iフレームの平均ビット量が全ビット量に占める割合が映像品質に及ぼす影響
- ・パケット損失の発生回数、パケット損失により劣化した映像フレーム数が映像品質に及ぼす影響 (図3に示すように、ある映像フレームの情報が損失した場合、次のIフレームが出現するまで、後続の映像フレームに劣化が伝搬します。このため、劣化の伝搬を含み、劣化した映像フレーム数を算出する必要があります)
- ・パケット損失により劣化した映像フレームの劣化面積率が映像品質に及ぼす影響 (2つのIPパケットで構成されるi+1番目の映像フレームは2番目のIPパケットが損失しているため、映像フレームの半分が損失していると推定します。続いて同様に、2つのIPパケット

で構成されるi+2番目の映像フレームは先頭のIPパケットが損失しているため、後続するIPパケットも損失したと仮定され、すべての面積が損失したと推定します。3つのIPパケットで構成されるi+3番目の映像フレームではパケット損失が発生していませんが、i+2番目の映像フレームのすべての面積が損失しているため、劣化の時間方向への伝搬を考慮し、すべての面積が劣化したと仮定します)

- ・リバッファリングの発生回数、リバッファリングの平均時間長、リバッファリングの平均発生間隔が映像品質に及ぼす影響
- ・映像コーデック (MPEG-4, H.264) および映像フォーマット (QCIF, QVGA, HVGA) の違いが映像品質に与える影響 (これを加味するため、品質推定に用いる数式の係数を映像コーデック、および映像フォーマットごとに用意しています)

■オーディオビジュアル品質推定モジュール

オーディオビジュアル品質は、音響および映像品質に影響を受けるため、音響および映像品質を推定する際に考慮した品質要因を基に推定します。ただし、映像フォーマット (QCIF, QVGA, HVGA) の違いがオーディオ



ビジュアル品質に与える影響を加味するため、品質推定に用いる数式の係数を映像フォーマットごとに用意しています。

ITU-T SG12では、上記モデルの品質推定精度を検証するため、音響コーデック、映像コーデック、符号化ビットレート、パケット損失パターン、パケット損失隠蔽処理、リバッファリング発生パターンを変化させたストリームに対し、主観品質評価実験を実施し、モデルの有効性を確認しました。音響、映像、オーディオビジュアル品質推定モジュールの品質推定精度をRMSE（Root Mean Square Error：平均二乗誤差の平方根）、およびPC（Pearson's Correlation：相関係数）の観点で確認した結果を表に示します。表より、RMSEが小さく、PCが高いため、勧告P.1201.1モデルは実用上十分な精度を達成していることが証明されました。

本技術の活用シーン

サービス提供中のQoEの監視・管理は「インサービス品質管理」と呼ばれ、品質評価技術の重要なアプリケーションの1つとされています。今回、国際標準として承認された本技術を採用することにより、以下のようなメリットがあります。

- ① 品質低下に対するお客さま申告に対して、品質状況を客観的指標で把握することにより、的確に対処を行うことができます。
- ② お客さまが品質劣化に気が付かない場合や、品質低下に対するお客さま申告を受ける前に、品質劣化への対処を行うことができます。
- ③ 多数の品質情報を面的に収集することにより、品質劣化被疑個

表 勧告P.1201.1モデルの品質推定精度

	RMSE	PC
オーディオビジュアル	0.470	0.852
映像	0.535	0.830
音響	0.351	0.941

所の迅速な特定にも活用することができます。

今後の展開

本稿では、NTT研究所で検討を進めてきたIPTVサービスの品質推定技術について紹介し、昨今注目を集めているMobile IPTVサービスの品質監視に適用可能な勧告P.1201.1モデルが扱う品質劣化要因と品質推定モジュールの関係を解説しました。勧告P.1201.1はリアルタイム型映像配信サービスへの適用を前提に開発された技術であるため、昨今サービス提供が進んでいるTCPベースのプログレッシブダウンロード型映像配信サービスへ直接適用することができません。しかし、品質を推定するためにとらえるべき品質要因はリアルタイム型でもプログレッシブダウンロード型でも同様であるため、パラメータ抽出モジュールでTCPパケットを処理できるように拡張すれば、プログレッシブダウンロード型映像配信サービスの品質推定に適用できる可能性があります。

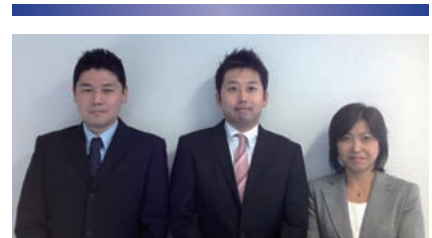
また勧告P.1201.1モデルでは低解像度映像を対象としていますが、昨今のモバイル端末の進歩により、モバイル端末においても高解像度映像が視聴可能になっており、高解像度映像の品質推定への対応が求められます。今後、さらなる技術検証を経て、勧告P.1201.1モデルの拡張が進められる予定です。

今後もNTTネットワーク基盤技術研究所では、勧告P.1201.1の普及に努

めるとともに、新たなサービスに適用可能な品質監視技術を創出するための研究開発に努めていきます。

参考文献

- (1) ITU-T: "Parametric non-intrusive assessment of audiovisual media streaming quality," ITU-T Recommendation P.1201, Oct. 2012.
- (2) ITU-T: "Parametric non-intrusive assessment of audiovisual media streaming quality - lower resolution application area," ITU-T Recommendation P.1201.1, Oct. 2012.
- (3) ITU-T: "Parametric non-intrusive assessment of audiovisual media streaming quality - higher resolution application area," ITU-T Recommendation P.1201.2, Oct. 2012.



(左から) 山岸 和久/ 恵木 則次/
富永 聡子

サービス品質監視は、実際にユーザが感じている品質に基づいて行われることが理想です。私たちはユーザ体感品質に基づいた品質監視を実現することで、NTTグループのサービスの安定運用に貢献していきたいと考えています。

◆問い合わせ先

NTTネットワーク基盤技術研究所
通信トラヒック品質プロジェクト
TEL 0422-59-4397
FAX 0422-59-6364
E-mail yamagishi.kazuhisa@lab.ntt.co.jp