

IPTV サービスにおけるパケットロス環境下のデコーダ制御方式

前田 慎司 三浦 紳

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

1. はじめに

IPTV(Internet Protocol Television) サービスは閉域網でテレビ放送や VOD(Video On Demand)等の映像コンテンツを配信するサービスであり、国内外で商用サービスが行われている。IPTV サービスでは主にトランスポートプロトコルとして UDP(User Datagram Protocol)が使用されるため、パケットロスが発生した場合、映像や音声の乱れ等の品質低下をもたらす可能性がある。本稿では、IPTV サービスにおいてパケットロス環境下で品質を確保するための IPTV 端末のデコーダ制御方式について述べる。

2. IPTV サービス

2.1. 概要

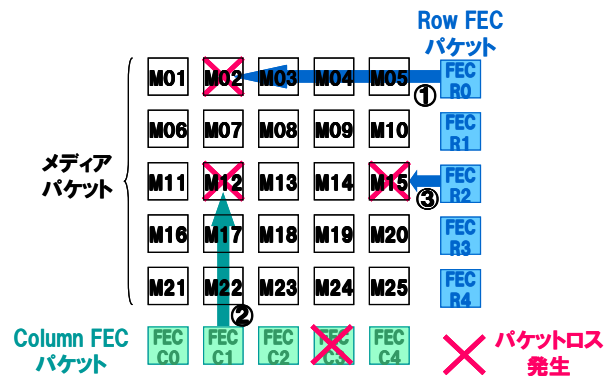
IPTV は QoS(Quality of Service)やセキュリティが管理された IP ネットワークで映像コンテンツを配信するサービスである。IPTV サービスには IP 放送、地上デジタル放送・BS デジタル放送の IP 再送信、VOD、ダウンロードのサービスがあり、国内外で商用サービスが始まっている。IPTV の国際標準仕様は ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector)の IPTV-SGI^[1](Global Standards Initiative)で策定が行われており、国内標準仕様は一般社団法人 IPTV フォーラム^[2]により策定が行われている。

IPTV サービスのうち IP 放送や IP 再送信の放送型サービスでは IP マルチマルチキャストが使用され、トランスポートプロトコルとして UDP が使用される。このため、経路上のネットワーク機器の障害やバッファ溢れ、ネットワーク負荷等によりパケットロスが発生すると、映像や音声の乱れ等の品質低下をもたらす可能性がある。パケットロス環境下で映像品質を確保するためには、各種対策が必要である。

2.2. コンテンツ配信時のエラー訂正処理

映像コンテンツの配信に UDP が使用される場合、パケットの到着順序の変更、パケットロスまたはパケットの重複が発生する可能性がある。IPTV サービスではアプリケーション層プロトコルとして RTP(Real-time Transport Protocol)が使用される。RTP では各パケットのヘッダにシーケンス番号が付与されるため、シーケンス番号によりパケットの到着順序の入れ替わり、ロス、重複を検出することができ、順序の入れ替わりの訂正や重複パケットの削除が可能である。

パケットロスをアプリケーション層で回復する方法として、再送制御と FEC(Forward Error Correction)の 2 つがある。前者は受信側でパケットロスを検出した際にサーバに再送要求を行い、欠落パケットを再送してもらう方法であり、後者はサーバが冗長なデータを予め付与して送信することにより、受信側で欠落パケットを復元する方法である。国内標準仕様では Pro-MPEG FEC^[3]がオプションで規定されている。サーバは複数のメディアパケットから FEC パケットを生成、別のストリームで配信し、受信側でパケットロス検出時に欠落したパケットを演算により復元する。Pro-MPEG には縦方向のみ FEC パケットを付与する 1 次元の Pro-MPEG 1D と縦横の両方に FEC パケットを付与する 2 次元の Pro-MPEG 2D があり、後者の方が復元率が高い。



FECの2次元化により、復元可能なパケットが増え、耐性が向上する(①→②→③の順に復元可能)

図 1. FEC によるパケットロスの復元処理

A Method of Decoder Control in Packet Loss Environment for IPTV Services
Shinji MAEDA and Shin MIURA
Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

3. パケットロス環境下のデコーダ制御方式

3.1. パケットロスの問題点

パケットロスが発生し、FECにより全ての欠落パケットを復元できなかった場合、品質に以下のような影響を与える。

(1) 映像、音声の乱れ

不連続なストリームがデコーダに入力されると、デコードエラーが発生し、ブロックノイズや音飛びが発生する可能性がある。

(2) デコーダのフリーズ

デコーダのマクロコードはコードサイズの制約上、異常な入力に対するエラー処理の範囲が限定される。このため、異常な入力に対するデコーダの耐性が低い場合、パケットロスがデコーダのフリーズを引き起こす可能性がある。

3.2. パケットロス対策

(1) エラーコンシールメント処理

エラーコンシールメント処理はデコーダにおいてデコードエラーが発生した場合に、表示する映像の乱れを小さく抑える処理である。具体的には、参照フレームバッファに蓄積されているデコード済み映像の中からエラーが検出されたフレームに最も近い時刻のフレームをエラーコンシールメントの参照フレームとする方法や単純にエラーの割合が閾値を越えた場合にフレームを表示しない方法がある。

(2) パケットロスの監視

異常な入力に対する耐性が低いデコーダのフリーズ対策として、デコーダへのストリームの入力前にパケットロスの発生状況を監視し、連続的または断続的なパケットロスが発生する際にデコーダへの入力を停止し、ネットワークの安定後、入力を再開する制御が有効である。デコーダへの入力可否の判定にはパケットロス率を使用する。

(3) デコード状態の監視

デコーダが最後にデコードしたフレーム時刻、バッファ内のデータ量の変化、デコーダ動作中に定期的にインクリメントされる生存確認用カウンタの等を監視し、デコーダの異常検出時にデコーダのリスタートやバッファをクリアすることは、デコーダを異常状態から早急に回復させる効果、及びフリーズを回避する効果がある。

(4) 大きな不連続点の監視

複数の番組をつなぎ合わせたコンテンツの場合、ストリーム内にタイムスタンプの大きな不連続点を含む場合がある。タイムスタンプの不連続点がデコーダの復号時刻に影響を与え、デコード処理が停止する場合がある。対策として、入力ストリームのタイムスタンプを監視し、タイムスタンプが直前のタイムスタンプから大きく変化した場合に、デコーダをリスタートする方法がある。

表 2. パケットロス対策

No	対策	内容
(1)	エラーコンシールメント処理	デコードエラーによる映像の乱れを小さく抑える。
(2)	パケットロスの監視	パケットロスを監視し、デコーダへの異常な入力を防止する。
(3)	デコード状態の監視	デコーダの異常を早期に検出し、回復させる。
(4)	大きな不連続点の監視	不連続点でデコーダが異常停止する問題を防止する。

3.3. パケットロス対策の効果

前記(1)～(4)の対策を実施し、パケットロスを発生させるネットワークシミュレータを使用して評価を行った。結果として、パケットロス率を1～25%に変化させた場合、対策前は1時間でデコーダのフリーズが発生する異常入力の耐性が低いデコーダを使用した場合でも、24時間以上の連続視聴が可能となり、パケットロスの対策としての有効性を確認した。

なお、IPTVの商用サービスでは帯域制御等によりQoSが管理されているため、パケットロスが発生することは稀であり、通常はFECによる復元処理により映像品質への影響が出ることはない。

4. おわりに

本稿ではIPTVサービスでパケットロスが発生した場合の問題点と対策について述べた。対策としては(1)エラーコンシールメント処理、(2)パケットロスの監視、(3)デコード状態の監視、(4)大きな不連続点の監視の4つがあり、パケットロス環境下での評価により有効性を確認することができた。

参考文献

- <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iptv/>
- <http://www.iptvforum.jp/>
- Pro-MPEG Forum, Pro-MPEG Code of Practice #3 release2, July 2004.