

ライブストリーミング配信における QoS 制御方式の検討

奥村 誠司 吉田 浩 鷹取 功人 田中 聡
三菱電機株式会社

1. はじめに

我々は、インターネットや無線環境での動画配信サービスに対応した MPEG-4 ストリーミングメディア配信システム「DiamondStream[®]XE」を開発した。DiamondStream[®]XE では、ネットワークの輻輳をいち早く検知し、動的に送信帯域を制御する QoS (Quality of Service) 制御により、インターネット上でも高品質で安定した動画/音声ストリーミング配信が可能である[1, 2]。しかし、ライブストリーミングでは、利用者のアクセスが放送時間に集中するため輻輳が発生し易く、オンデマンド型に比べてパケットロスや遅延などによる再生品質の劣化が目立つ。そこで我々は、同時に多くのプレイヤーが同じストリームを受信再生しているというライブ型の特性を活かしたライブ特有の QoS 制御方式を開発している。

本稿では、そのライブストリーミング向けの QoS 制御方式について述べる。

2. QoS 制御方式と課題

2.1. 従来の QoS 制御方式

DiamondStream[®]XE の QoS 制御は、RTP/RTCP をベースにした帯域予測、帯域制御などの技術[1]によって、ネットワークが混雑していても、より品質の良い安定した動画/音声再生を実現する。

帯域予測は、RTCP のフィードバック情報(ジッタ、パケットロス率)と過去の状態から、現在の状態を判定し、現在の最適な帯域(推定有効帯域)を算出する。

帯域制御は、帯域予測で算出した推定有効帯域に基づき、動的に伝送レートを制御する。この制御方法は、様々な帯域に最適なメディアデータから構成する1つのコンテンツを Encoder で生成し、推定有効帯域に最適なメディアデータに切り替えて配信する階層型ストリーミング配信方式[2]を採用している。この方式により輻輳時でもフレームレートをできるだけ高く維持することができる。

2.2. 課題

ライブストリーミングでは、利用者のアクセスが放送時間に集中するため輻輳が発生し易い。そのため、オンデマンド型に比べてパケットロスや遅延も発生し易く、再生品質の劣化も目立つ。ま

た、本帯域予測においては、同時に多くのフィードバックが発生するため、ライブストリーミングではフィードバック情報の欠損、輻輳の悪化などが考えられる。

3. ライブストリーミング向けの QoS 制御方式

我々は、同時に多くのプレイヤーが同じストリームを受信再生しているというライブ型の特性を活かしたライブストリーミング向けの QoS 制御方式を開発している。同ライブストリームを受信している複数のプレイヤーをグループ化し、配信サーバはグループ内のプレイヤーからのフィードバック情報を共有して帯域予測を行い、それに従ってグループ内の各プレイヤーに対して帯域制御を行う。図1はライブストリーミング向けの QoS 制御の機能構成を表したものである。

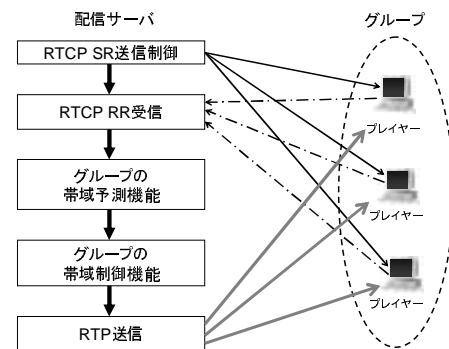


図1 QoS 制御の機能構成

3.1. プレイヤーのグループ化

グループ内のプレイヤーをメンバーとし、グループ内に1つあるいは複数の代表メンバーを決定しておく(図2)。また、配信サーバではグループにユニークなIDを割当て、グループIDやその代表メンバー等を管理する。

新規にプレイヤーが加わった場合に、配信サーバは現在のグループ情報(グループID、代表メンバーアドレス、etc)を新規プレイヤーに通知し、その情報を基に新規プレイヤーがどのグループに属するべきなのかを判定し、その結果を配信サーバへ返答する。

A Study of a QoS control for live streaming.

Seiji Okumura, Hiroshi Yoshida, Norihito Takatori, Satoshi Tanaka
Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

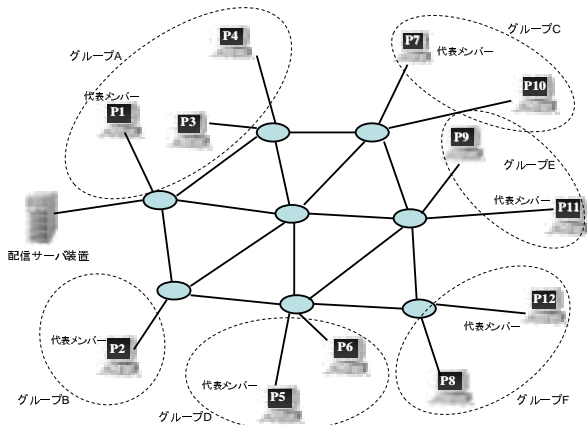


図2 プレイヤーのグループ構成例

3.2. グループの選定

プレイヤーが属すべきグループは、各グループの代表メンバー $M(i)$ (i はグループ ID) とプレイヤーとのネットワーク距離を測定し、最短距離の代表メンバーのグループとする。

ネットワーク距離の測定では、ICMP(Internet Control Message Protocol) や TTL(Time To Live) 値から、各グループの代表メンバー $M(i)$ とプレイヤーとのホップ数 $H(i)$ を見積もる。したがって、最も小さい $H(i)$ のグループをプレイヤーが属するグループとして選定し、そのグループ ID($= i$) を配信サーバに返答する。

最小の $H(i)$ が、予め定義された許容距離より大きいとき、プレイヤーはすべての代表メンバーとのネットワーク距離が遠いことを意味しており、どのグループにも属さないことを配信サーバに返答し、配信サーバは新規グループを生成する。

3.3. SR 送信制御

プレイヤーからのフィードバック情報は RTCP の RR(Receiver Report) パケットで送られ、RR パケットは配信サーバから送信される SR(Sender Report) パケットを受信したときに送信される。したがって、プレイヤーからのフィードバック情報が集中しないように、配信サーバは各グループで RTCP の SR パケットの送信間隔を制御する。送信サイクル時間を T_c 、グループ内のメンバー数を N とすると、グループ内の SR 送信間隔 T_{diff} は、

$$T_{diff} = \frac{T_c}{N}$$

となり、メンバー $M(i)$ の送信時刻 $T(i)$ は、

$$T(i) = T(0) + T_{diff} \cdot i$$

となる。

なお、送信サイクル時間 T_c を小さくすると QoS の精度が向上し、大きくするとフィードバック情報量や QoS トラフィックを削減できる。

3.4. グループ指向の帯域予測

従来の QoS 制御では、プレイヤーからのフィ

ードバック情報は、そのプレイヤーとの帯域予測のみに使われる。ライブストリーミング向けの QoS 制御方式では、グループ内の他のプレイヤーからのフィードバック情報も共有して帯域を予測する。これにより高精度な帯域制御を実現することができる。図3は従来とライブストリーミング向け QoS 制御の振舞いを比較したものである。ここではフィードバックは定期的 (T_c 秒間隔) で行うものと仮定する。(a) は従来の QoS 制御を示しており、帯域予測/制御は T_c 秒毎に動作するため、ネットワーク帯域が動的に急変するような場合は制御が間に合わない。(b) はライブストリーミング向けの QoS 制御を表しており、グループ内の他のプレイヤーのフィードバック情報も参考にして T_c 秒以下で帯域予測/制御を行うため、ネットワーク帯域の急変にも対処できる。

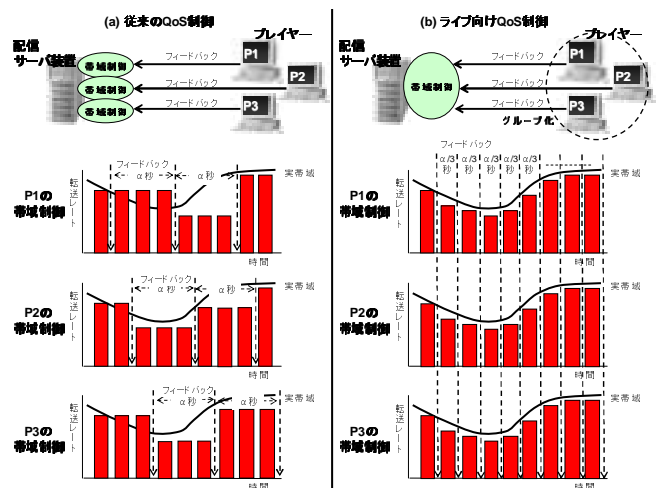


図3 グループ指向の帯域予測

4. おわりに

本稿では、我々が開発しているライブストリーミング向けの QoS 制御方式について述べた。

今後は、従来の QoS 制御との比較評価を行い、ライブストリーミング向け QoS 制御の有効性を確認し、DiamondStream[®] XE システムへの適用を検討する。

謝辞

本研究開発は、経済産業省(財団法人デジタルコンテンツ協会 実施) 平成15年度情報通信基盤整備事業補助金「ブロードバンドコンテンツのブレイクスルー技術等開発支援事業」の補助を受けた研究開発である。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 奥村 誠司 他, 「MPEG-4 over RTP 配信システムと QoS 制御方式」, DICOMO2000, p433-p438
- [2] 奥村 誠司 他, 「MPEG-4 ストリーミング配信システム ~ DiamondStream ~ 」, DICOMO2002, p145-p148