

連続メディアサービスのためのパケットおよびフレームレート制御法の評価

3 V - 0 3

佐藤 純 柴田 義孝

東洋大学工学部情報工学科

1 はじめに 圧縮を考慮した連続メディア転送サービスにおいて、筆者らは計算機やネットワークの負荷変動により発生するパケット紛失や間延びを抑制するため、クライアント側で得られたパケットロス率とフレームレートの実効値をサーバ側にフィードバックする2つの制御方式の設計を行ってきた [1][2]。本稿では、これらの制御方式を導入したパケットオーディオ・ビデオシステム (PAVS) のプロトタイプを構築し性能評価を行なった結果、その有効性が確認できたので報告する。

2 システムアーキテクチャ 本アーキテクチャはクライアント-サーバモデルに基づいており、これまで提案してきた PAVS を基盤とし、連続メディアサービスにおける QoS 保証のために図 1 に示すように同期、データ変換、メディアフロー制御の三層からなるメディアコーディネイトシステム (MCS) を導入する。

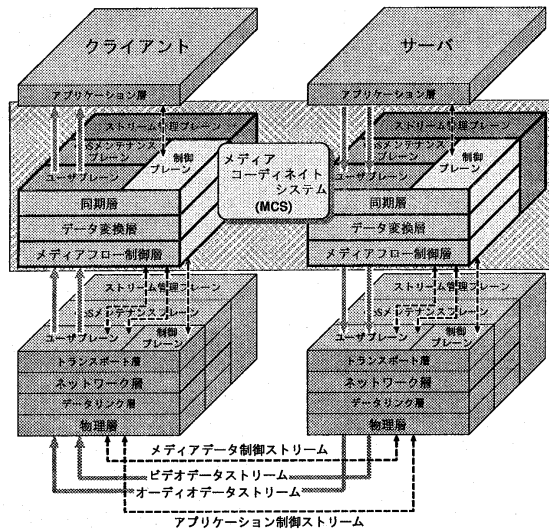


図 1: システムアーキテクチャ

同期層は連続メディアの持つ時間的概念を取り扱い、メディア内同期やオーディオ・ビデオ間のメディア間同期を行なう。データ変換層は利用者の端末にメディアを再生表示させるため適切なデータ変換を行なう。また、MPEG や H.261 などのメディアデータの圧縮

や伸張などもこの層で行なう。メディアフロー制御層はパケットレベルでの効率的な転送を行なうため、本システムにおいては UDP プロトコルを利用した可変レート転送を行なう。

3 動的レート制御機構 連続メディアの再生表示において、計算機の負荷変動やネットワークのトラフィック変動に対して、発生するパケット紛失を抑制するパケット間隔制御 [1] と、連続メディアの持つ時間的制約を維持するためのフレームレート制御 [2] を導入する。

3.1 パケット間隔制御 外部負荷によりパケット紛失が発生した場合、動的に転送パケット間隔を調整することでパケット紛失を許容以下に抑制する。この方法では、随時パケット紛失情報を含むメッセージをサーバ側にフィードバックし、サーバ側においてパケット紛失状況よりあらかじめ評価しておいたパケット間隔 PI_{set} とパケットロス率 PL_{act} の特性曲線 (図 2) より、次に設定する適切なパケット間隔を決定する。

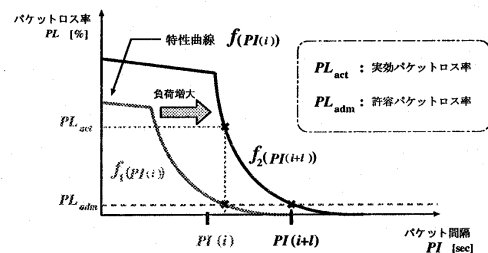


図 2: パケット間隔とパケットロス率の特性曲線

3.2 フレームレート制御 外部負荷のレベルに応じて転送データ量を動的に調整することで、連続メディアの持つ時間的制約を維持し、かつ安定したスムーズな再生表示を実現する。フレームレート制御では、クライアント側で受信したフレームレートの実効値 FR_{act} と設定値 FR_{set} の差分によりシステムが安定しているかどうかを判断し、サーバ側に対しメッセージをフィードバックする。サーバ側では通知されたメッセージを基に新たな設定フレームレートを決定する。

4 プロトタイプ及び性能評価 パケット間隔およびフレームレート制御を実装した PAVS のプロトタイプを 100M[bps] の非同期サービスをサポートする FDDI 上に構築し、平均ビットレートが 5.0Mbps 相当の MPEG ビデオソースを転送した時の、各制御の性能について評価を行なった。外部負荷としてクライアント端末にソフトウェア MPEG 伸張プロセスを起動し、制御を導入した場合としなかった場合における実効パ

ケットロス率、フレームレートを測定し、その結果について考察を行なった。

4.1 パケット間隔制御の評価 発生するパケット紛失に対し適切な設定パケット間隔を決定するために、あらかじめパケット間隔とパケットロス率の関係を測定し、その特性曲線を求めた(図3)。

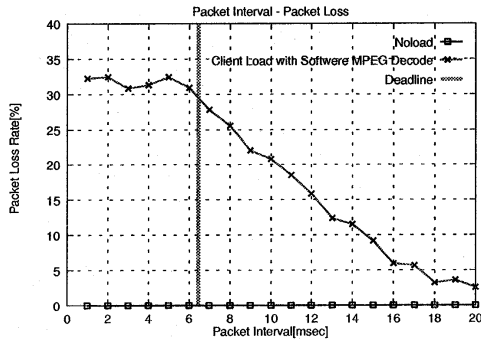


図3: パケット間隔とパケットロス率の関係

パケット間隔が小さくなるほどパケット紛失の発生率が増加するが、ある一定のラインを境にその傾きは小さくなっている。このラインは連続メディアの時間的制約を維持可能な最大のパケット間隔であり、これを限界パケット間隔と定義する。これらの特性を考慮し、実際にパケット間隔制御の評価を行なった結果を図4に示す。パケット間隔制御を導入しなかった場合、負荷変動中パケット紛失は約15[%]の割合でランダムに発生しているのに対し、制御を導入した場合、最初に発生したパケット紛失を基にパケット間隔を大幅にまで調整することで、パケットの紛失を抑制することが可能となった。

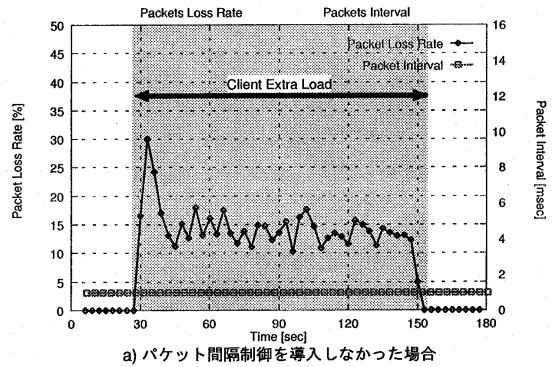
4.2 フレームレート制御の評価 フレームレート制御を導入し、外部負荷起動中に転送を行なった結果を図5に示す。図に示すように外部負荷発生により、実効フレームレートが約15[fps]まで低下したが、その後実効値と設定値の差分によるフィードバックによりサーバ側で適切な設定フレームレートを決定し21[fps]で転送を行なった所、その後一定なフレームレートで実時間内で安定した画像転送が可能となったことが確認された。

5. まとめ 本稿では、動的な外部負荷に対する動的なQoS制御として、パケット間隔およびフレームレート制御の性能評価を行なった。パケット間隔制御を導入することで、外部負荷により発生するパケットの紛失を最小限に抑制することが可能となった。また、フレームレート制御を導入することによって負荷変動に適応した安定した画像表示が可能となった。これにより、パケットおよびフレームレート制御を導入するこ

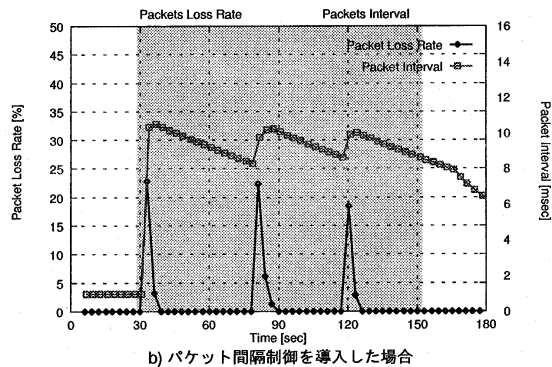
との有効性が確認されたといえる。今後の課題としては、ネットワーク上でのトラフィック変動やサーバ負荷など多様な環境においてレート制御の性能評価を行なう予定である。

参考文献

- [1] 知念正, 柴田義孝: "パケット紛失を考慮した連続メディア転送プロトコルの研究", 情処ワークショップ論文集, Vol.96, No.1, 1996
- [2] 渡辺光輝, 知念正, 橋本浩二, 柴田義孝: "連続メディア転送のための動的レート制御法の性能評価", 情処研報 DPS-67, vol.96, pp.43-38, 1996



a) パケット間隔制御を導入しなかった場合



b) パケット間隔制御を導入した場合

図4: パケット間隔制御の評価

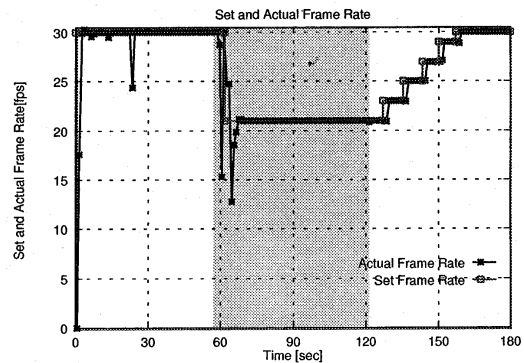


図5: フレームレート制御の評価