

3R-04 VOD を使用した教育支援システムにおける QoS 保証制御について

山田 雅彦*1 五味 弘*1 長坂 篤*2 中山 千代美*3 田坂 修二*4 磯本 征雄*5

*1沖電気工業, 通信・放送機構 *2沖電気工業 *3沖ソフトウェア

*4名古屋工業大学, 通信・放送機構 *5名古屋市立大学, 通信・放送機構

1 はじめに

学校教育現場へのインターネット接続やマルチメディアパソコンの導入が進み、情報システムを基盤とした教育支援システムの重要性が高まっている。さらに教育現場で動画データの有効性が認められ、教育支援システムで多く利用されている。一方、教育支援システムを使った授業では、多数の生徒が多数のプログラムを実行するため、授業中にネットワーク負荷や生徒の端末の CPU 負荷が大幅に増減し、動画の安定的な再生ができないという問題が生じている。このような場合でも安定した動画再生を行うためのサービス品質 (Quality of Service: QoS) 保証制御機能が望まれる。

そこで通信・放送機構岡崎公共システム開発リサーチセンターの「インターネット経由型教育支援システム」の研究として、教育支援システム^[1]で使用する DAVIC^[2] 準拠のビデオオンデマンド (VOD) システム上に QoS 保証制御機能を組み込んだ。中学校でこのシステムを使用した授業を行い、QoS 保証制御が有効に動作したことを確認した。

本稿ではまず教育支援システムの利用環境を説明し、次に VOD システムの QoS 保証制御について述べ、授業で使用したときの実験結果を示す。

2 教育支援システムの利用環境

この教育支援システムは Web ベースで稼動し、動画を検索、再生し、それを Web コンテンツのデータとして生成する。授業では、多数の生徒の WWW アクセスなどでネットワークの負荷が増大し、また各端末では動画のローカル再生など多数のソフト

ウェアを動作させるために CPU 負荷が大きくなることが多い。これが教育支援システムの動画再生の不安定さの原因となり、活用への障害となる。

また、教育支援システムでは多数の異なるシステムとの連携が必要になるため、汎用的なインタフェースを持つ VOD システムが求められる。このため、本教育支援システムでは汎用性の高い MPEG-1/2/4 の動画データをストリーミング再生する DAVIC 準拠の VOD システムを使用した。本システムで使用する VOD システム“OKI MediaServer”^[3] は、WindowsNT 上で動作し、ストライピングを行う動画専用のビデオファイルシステムや端末で必要とするデータを予測してスケジューリングする機能を持つ。一方、端末側では生徒がインタラクティブに操作できるように動画再生のジャンプ機能や一時停止/再開機能がある。これらの端末側の特殊再生がサーバ側のスケジューリング機能に不都合な影響を与えるという問題があり、その問題を解決するための手法の報告が既になされている^[4]。このシステムではスケジューリング機能の一部に特殊再生を組み込み、通常再生とのバランスを取る方式を採用している。また、他のシステムとの連携を容易にするために ActiveX 対応を行い、汎用的なインタフェースを提供している。

3 QoS 保証制御の方式

多数の生徒が多数のソフトウェアを同時に実行することにより生徒側端末の CPU 負荷やネットワーク負荷が大幅に増減する。このような場合でもジッタなどのない安定した動画再生を行う QoS 保証を実現した。本システムの QoS 保証制御は RTP/RTCP により動画の送信ビットレートを変更することで行なうトランスポートレベルのものである。

パケットロスのフィードバック情報の観測期間やそれに基づいた制御方法について、既に多数の報告がなされている^{[5][6]}。ここでは制御するビットレートを 8 レベル用意し、授業での使用状況に合わせたパラメータ調整により、適切な QoS 保証制御を行

QoS Guarantee Control in a Learning System Supported by Educational Software with VOD

Masahiko YAMADA*1, Hiroshi GOMI*1,
Atsushi NAGASAKA*2, Chiyomi NAKAYAMA*3,
Shuji TASAKA*4 and Yukuo ISOMOTO*5

*1Ok Electric Industry Co., Ltd., TAO

*2Ok Electric Industry Co., Ltd.

*3Ok Software Co., Ltd.

*4Nagoya Institute of Technology, TAO

*5Nagoya City University, TAO

えるようにした。

4 QoS 保証制御の実態

岡崎市内の中学校でこの教育支援システムを用いた授業での動画の使用状況や QoS 保証制御の動作状況を記録し分析した。授業で使用した動画は 64kbps の MPEG-4^[7] の動画である。教室内に VOD のサーバマシンが配置され、生徒の PC 端末と 100 Mbps の EtherNet LAN で接続されている。

授業は、中学3年生1クラス40人全員が1台ずつ PC 端末を使用できる環境下で進められた。形態は自ら情報を収集し整理して生徒が将来の職業を Web ページの形式にまとめる能動的学習である。

ここで対象とする情報は、授業者が予め VOD サーバに格納した各種職業の動画だけでなく、生徒が WWW から得たり、自ら取材に行って集めた動画、静止画やテキストを含む。このため授業中は動画のストリーミング再生だけでなく、WWW アクセスや動画のローカル再生などのソフトウェアが動作し、ネットワーク負荷や CPU 負荷を増減させる。

VOD サーバに記録した動画再生のログ情報から得た、授業における動画の再生状況を図1に示す。横軸は時間経過であり、縦軸は再生した各端末(生徒)毎の動画の種類である。グラフ中の横棒の左端が再生開始、右端が再生終了を示し、横棒が再生中であることを示す。またログ記録から、平均1人1.1回、1回当たり1分26秒の動画を見ており、動画を長時間再生していたものと再生をすぐに止めたものにわかれていることがわかった。

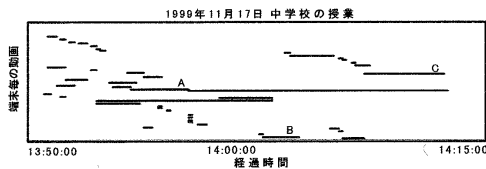


図1. 授業における動画の再生状況

図1を用いて、授業での QoS 保証制御の状況を説明する。この授業において、図1の A,B,C の3個所で QoS 保証制御が動作した。その中の A の個所で、QoS 保証制御機能により送出パケット数が減少し、パケット損失数や損失率が変化したことを表すグラフを図2に示す。このときのパケット損失の観測期間は5秒であった。また、残りの B,C の2個所では、QoS 保証制御機能により送信パケット数を減少させたときに、生徒が動画再生を中止していることがわかった。

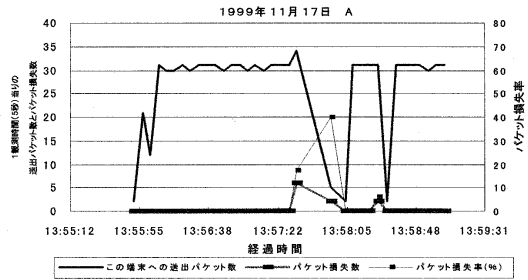


図2. QoS 保証制御による送出パケット数などの変化

前述のグラフ、その他のログ記録やアンケート結果から、能動的学習における動画再生やそのときの QoS 保証制御の動作状況の特徴を以下にまとめる。

1. 授業中の動画再生の頻度が少なかったため、同時再生台数は最大で全端末の 1/4、平均で全端末の 1/10 である。
2. QoS 保証制御が動作し実際にレート制御を行なった。このため上記の状況にも関わらず、QoS 保証制御機能は必要である。
3. 64 kbps の MPEG-4 の動画の品質については、全生徒の 1/4 が良いと評価している。これはインターネットで低いビットレートの動画を見た経験があるためと推測している。なお、残りは 1/2 が普通、1/4 がやや悪いと評価している。

5 おわりに

教育支援システムで使用している VOD システムに QoS 保証制御機能を組み込み、授業で使用して、その有効性を確認した。

今後の課題として、インターネット経由でファイアウォールなどが設置されている可能性がある外部のネットワークと接続したときに QoS 保証制御が有効に動作するように研究をしていく予定である。

参考文献

- [1] 五味, 他: VOD を使用した教育支援システムの開発とその応用事例, 情報処理学会第60回全国大会論文, 3M-09(2000).
- [2] DAVIC Specification, <http://www.davic.org/>.
- [3] 長坂, 他: DAVIC 準拠汎用メディアサーバ OKI Media Server V2, 沖電気研究開発, No.174, pp.39-44(1997).
- [4] 阪本, 他: ビデオサーバにおける特殊再生のための動的負荷バランス制御方法, 情学論, vol.39, No.3, pp.789-801(1998).
- [5] 橋本, 他: QoS 保証を考慮したやわらかいマルチメディアシステム, 情学論, vol.40, No.1, pp.113-123(1999).
- [6] 若宮, 他: アプリケーションレベルの QoS を考慮した TCP と公平な動画像通信, 信学技報, CQ99-61, pp.37-42(1999).
- [7] 三木 編: MPEG-4 のすべて, 工業調査会(1998).
- [8] Information technology - Coding of audio-visual objects: ISO/IEC 14496-1.
- [9] RFC1889 - RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications.
- [10] IETF draft: "RTP Payload Format for MPEG-4 Stream".