

## 通信環境を考慮した e ラーニングコンテンツ内のマルチメディア品質設定について

中澤 真 <sup>†</sup>	小泉 大城 <sup>‡</sup>	平澤 茂一 <sup>*</sup>
会津大学 <sup>†</sup>	サイバー大学 <sup>‡</sup>	早稲田大学 <sup>*</sup>
短期大学部	IT 総合学部	理工学研究所

## 1. はじめに

e ラーニングの教材において音声や動画などのマルチメディアは、学習者の理解を促進し深めるものとして欠かすことのできないものとなっている。しかし、テキストデータと異なりデータサイズが大容量となるマルチメディアコンテンツはネットワークの通信環境の影響を受けやすい。このため、遠隔講義や WBT、またクラウド型の学習システムの場合、コンテンツを配信するサーバと学習者が利用するクライアント間の通信環境を考慮して、マルチメディアの適切な品質設定をしなければ、操作性など学習環境に悪影響を及ぼしてしまう。

特に、近年利用されるようになったクラウド技術を用いた e-ラーニング環境の場合、コンテンツやソフトウェアなどほとんどの情報をネットワークを介して通信するため、通信環境に対してさらに神経質に考える必要がある。著者らはクラウド技術の一つである仮想化デスクトップ環境では動画や音声の再生はもちろん、文字の入力やマウスの操作などもパケット遅延の影響を大きく受けることが明らかにした[1]。

本研究では先の研究で不十分であった通信環境が動画再生に与える影響に焦点を当てる。具体的にはネットワークエミュレータで作り出した通信環境によって実験を行い、e ラーニングコンテンツにおけるマルチメディア品質に関する適正なパラメータ設定を明らかにする。

## 2. ネットワークエミュレータを用いた検証実験

e ラーニングのマルチメディアコンテンツにおいて、通信環境の影響を最も受けやすいのが、データサイズの大きい動画コンテンツである。e ラーニングでは、教員の姿やリアルタイム会話における通信相手の様子を動画とコンテンツとして使用することが多い。また、アニメーションを含む教材などで使用されるケースもある。

この場合動画の品質として求められるのは、映像および音声再生が速やかにかつ滑らかに行われ、視聴者に違和感を覚えさせないことが重要である。また、内容を把握するのに必要な適切な画像サイズ(解像度)と画質が設定されている必要もある。

ネットワークのサーバ上に保存されている動画コンテンツを学習者が視聴するための伝送再生方式は大きく分けて 3 つの方法がある。ダウンロード方式は HTTP によるクライアント/サーバ通信とメディア再生プラグインで簡単に利用できるのが利点であるが、すべてのデータのダウンロードが完了するまで再生できないという欠点がある。これに対してストリーミング方式は RTP<sup>1</sup> を使用して送受信側で同期を取りながらデータの配信と再生を行う方法である。このため、データの一部を受信するとすぐに再生を始めることができるが、専用のストリーミングサーバが必要となるなどの手間や設備的な問題がある。3 つ目のプログレッシブ・ダウンロード方式は RTP ではなく HTTP や FTP を使用するため導入が容易であり、また動画データのダウンロードが完了する前に、データの一部をバッファすることで逐次再生を可能にする方式である。この方式に対応した動画形式としては Flash<sup>2</sup>、QuickTime<sup>3</sup>、Silverlight<sup>4</sup> などがあるが、本研究では e ラーニングコンテンツにもよく利用される Flash 形式を用いて実験を実施した。

## 2.1 実験方法

動画品質のパラメータであるビットレート、フレームレート、解像度を通信環境に応じてどのように設定すべきかを明らかにするために、オープンソースのネットワークエミュレータ wlinee<sup>5</sup> で様々な通信条件を作り出し、それが動画の再生・視聴環境にどのような影響を及ぼすか調査した(図 1)。対象とした QoS パラメータは通信帯域、パケット遅延、パケット消失である。

この実験では、客観評価項目として動画再生開始までのタイムラグ、動画再生時の中断回数、中断時間を測定したものをを用い、主観評価には MOS<sup>6</sup> による 10 人の被験者の回答結果を使用した。なお、動画の視聴環境は 15 インチディスプレイ(解像度: 1280×800)のノートパソコンを使用している。

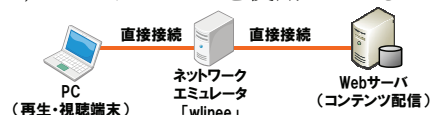


図 1: 実験の構成図

Study on Appropriate Parameter Setting of Multimedia for e-Learning based on QoS

<sup>†</sup> Makoto Nakazawa, University of Aizu.

<sup>‡</sup> Daiki Koizumi, Cyber University.

<sup>\*</sup> Shigeichi Hirasawa, Waseda University.

<sup>1</sup> Real-time Transport Protocol

<sup>2</sup> <http://www.adobe.com/jp/>

<sup>3</sup> <http://www.apple.com/jp/quicktime/>

<sup>4</sup> <http://www.microsoft.com/ja-jp/silverlight/default.aspx>

<sup>5</sup> <http://hata.cc/docs/wlinee/1.html>

<sup>6</sup> Mean Opinion Score

## 2.2 実験結果

まず、教員が授業内容をカメラに向かって説明している姿を撮影した 40 秒のflv形式のFlash動画<sup>7</sup>を用いて、通信帯域が動画の視聴に与える影響について調査した。図 2 は画質の異なる 4 種類の動画ビットレートごとに、ビットレートの半分、等倍、1.5 倍、2 倍の帯域において、再生が中断された平均回数<sup>8</sup>を示したものである。同じ方法で中断している平均時間を示したものが図 3 である。

パケット遅延については RTT を変化させて調査したが、動画の再生そのものには影響を及ぼさないことがわかった。ただし、動画再生の開始時間には図 4 のように影響が現れ、これはパケット消失率を変化させた場合も同様の結果が得られた。

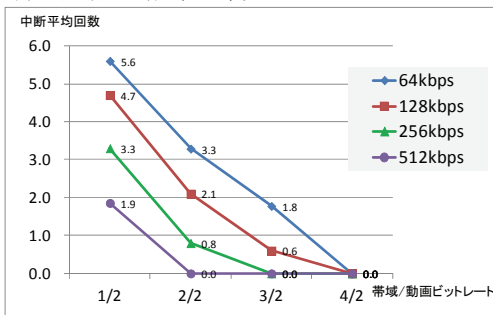


図 2: 帯域が動画再生の中断回数に及ぼす影響

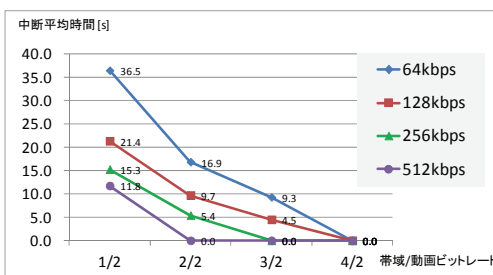


図 3: 帯域が動画再生の中断時間に及ぼす影響

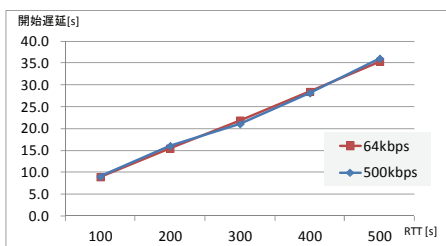


図 4: パケット遅延が動画再生の開始時間に及ぼす影響

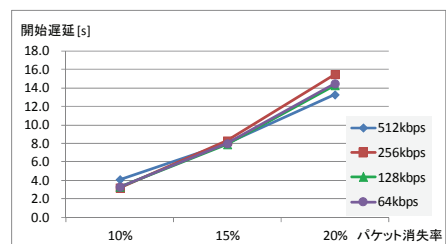


図 5: パケット消失が動画再生の開始時間に及ぼす影響

さらに、画像の解像度に対する適切な動画ビットレートを探るために、2 種類の解像度の画像に対する視聴のし易さを 5 段階で被験者に評価してもらった結果を図 6 に示す。最後に動画内容ごとの適切な解像度について被験者に評価を求めた結果を表 1 にまとめた。

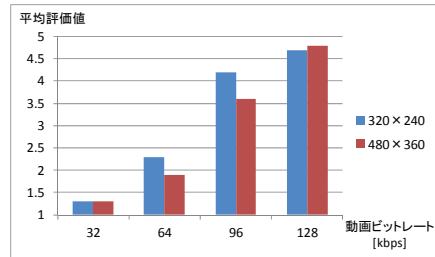


図 6: 動画の適切な解像度とビットレート

表 1: 動画の内容と動画解像度の関係 [数値は人数]

動画解像度	教員の姿を映した動画			ニュース動画			アニメーションのある図解教材		
	大きい	適切	小さい	大きい	適切	小さい	大きい	適切	小さい
176 × 144	0	4	6	0	0	10	0	0	10
320 × 240	0	8	2	0	3	7	0	5	5
480 × 360	4	6	0	0	8	2	0	10	0
640 × 480	10	0	0	2	8	0	3	7	0

## 3. 考察とまとめ

図 2・3 から動画のビットレートは帯域の半分以下に抑えれば再生が中断することなく快適な視聴ができることが明らかとなった。小さいビットレートの動画ほど影響を受けているのは、確認応答などのデータ以外の制御パケットのオーバーロードが狭帯域ほど発生しやすいことが原因であろう。一方、パケットの遅延や消失は動画の再生そのものには影響を与えず、これはビットレートが異なる動画でも同様であった。プログレッシブ・ダウンロードの場合、一定量のバッファを用いて再生しているため、遅延や消失を吸収できると考えられる。ただし、ネゴシエーションやバッファを蓄積するための再生開始までの待機時間は、遅延や消失にもなって増大した。

帯域に合わせてビットレートを小さくした場合、画質の劣化が問題となる。これは図 6 の結果からもわかるように解像度が大きい動画ほど影響が顕著となる。これはフレームレートを変更しても状況は変わらなかった。一方、ビットレートに合わせて解像度を小さくし過ぎると動画の内容を把握できなくなってしまうため、それぞれのバランスを取りながら動画のパラメータを設定することが重要である。

今後は RTP を用いたストリーミング方式の動画や仮想デスクトップ上での動画再生における、動画の適切なパラメータ設定について調査する予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、独立行政法人日本学術振興会学術研究助成基金助成金 基盤研究(C) 23501178の助成による。

## 参考文献

- [1] Makoto Nakazawa, Daiki Koizumi, Shigeichi Hirasawa, "The Influence of QoS on e-Learning Environment under Virtual Desktop Infrastructure," Proc. in the 5th International Conference on Communications, Computers and Applications (MIC-CCA2012), pp. 30-34, Oct. 2012.

<sup>7</sup> 解像度;320×240,Codec; AVC/H.264, Flame Rate;25fps

<sup>8</sup> 一つの実験条件につき、試行回数は 10 回。