

映像コンテンツ配信における再生高速化のための再生方式と 映像レート選択制御 Playback and Video Bitrate Control Method for Shortening Buffering Time in Video Content Delivery

峯 慎吾† Shingo Mine 中島 宏一† Koichi Nakashima 安倍 博信† Hironobu abe 奥村 誠司† Seiji Okumura

1. はじめに

製造や保守などの業界において、団塊世代の退職による熟練者不足が問題となっている。そのため、熟練者の技能を効率的に若手に伝承するための技能継承ソリューションの提供が急務である。従来、このような技能教育はドキュメント教材によって行われていたが、技能が伝わりづらいという課題があった。その解決策として、映像/音声/テキスト等を含むマルチメディア教材を活用する技能教育がある[1]。これらの背景/課題を踏まえて、我々は、複数映像とそれに関連する付加情報(アノテーション)を同期表示させる技能継承システムを開発している。具体的には、マルチメディア教材コンテンツを制作する編集 S/W とそれを再生するための再生 S/W を開発している。

本システムでは、現在、制作した教材コンテンツを CD/DVD 経由で配布している。しかし、このような教材コンテンツは、一般的な学習教材に求められるようなオンライン学習化が求められている[2]。そのため、本システムにおいても、オンライン学習が可能なネットワーク対応化を予定している(図1参照)。

本システムのネットワーク対応化に当たって、課題抽出及び課題解決のために、以下の2点の開発を行った。

- (1) 再生高速化のためのコンテンツ再生方式
- (2) 帯域変動に対応した映像レート選択制御

本論文では(1)、(2)の開発及び評価について述べる。

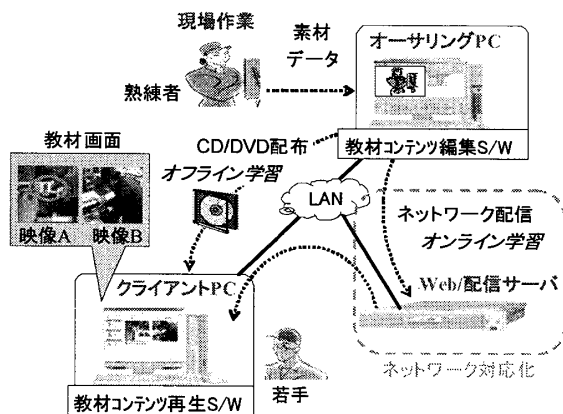


図1 技能継承システムの構成

2. 技術課題

本論文の前提条件を表1に記載する。

表1 前提条件

項目	内容
同期映像数	2
配信方式	ダウンロード方式

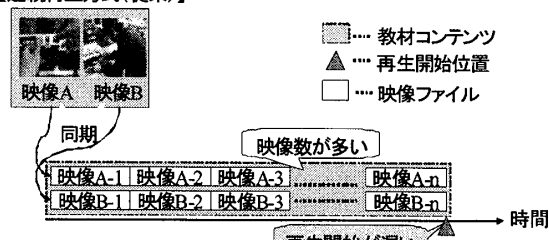
本システムのネットワーク対応化には、以下の2点の課題がある。

- (1) 本システムの教材コンテンツは、サイズの大きい映像を多く含むため、ダウンロード完了に時間がかかり、再生開始遅延が大きくなる。
- (2) 映像レートを固定した静的な教材コンテンツでは、ネットワーク帯域の変動が激しい環境への適用が困難。

3. 再生高速化のためのコンテンツ再生方式

2.の(1)で設定した技術課題に対して、映像のダウンロード状況を見て、再生開始位置を任意に変更できる可変再生方式を開発した。従来の連続再生方式では、教材コンテンツに含む映像数が多く、全ての映像がダウンロード完了するまで再生開始を待つため、再生開始遅延が大きかった。一方、新規に開発した可変再生方式では、従来方式と同様に教材コンテンツに含む映像数は多いが、映像の再生開始位置を任意に変更可能とした。これにより、従来方式よりも再生開始遅延を小さくすることが可能となった(図2参照)。

【連続再生方式(従来)】



【可変再生方式】

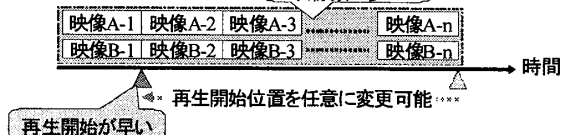


図2 コンテンツ再生方式の比較

4. 帯域変動に対応した映像レート選択制御

2.の(2)で設定した技術課題に対して、再生初期時に帯域を推測し、予め用意した容量の異なる複数の映像から、その帯域に適した映像を選択し教材コンテンツに動的に組み込む方式を開発した。

4.1 帯域の推測

再生初期時に教材コンテンツに含まれる教材部品(画像/映像等)のダウンロード開始から完了までの時間を計測する。教材部品のダウンロードにかかった時間が閾値以上ならば狭帯域、閾値未満ならば広帯域であると推測する。

4.2 映像の動的組み込み

再生初期時に推測した帯域に応じて、予め用意した容量の異なる複数の映像から、その帯域に適した映像を選択し教材コンテンツに動的に組み込む。

具体的には、符号化ビットレートが100Kbpsと350Kbpsの映像を用意しておく。そして、帯域が狭帯域と推測された場合は100Kbpsの映像を選択し、帯域が広帯域と推測された場合は350Kbpsの映像を選択する。これにより、狭帯域の場合は、容量の小さい映像を組み込み、再生開始遅延の小さな教材コンテンツを配信することができる。また、広帯域の場合は容量の大きい映像を組み込み、高画質な教材コンテンツを配信することができる(図3参照)。

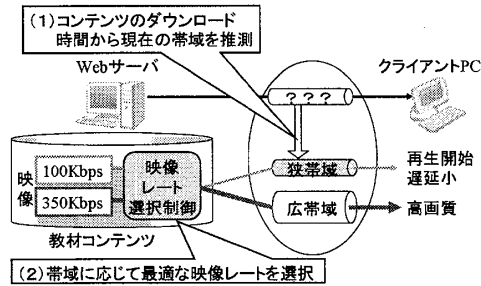


図3 映像レート選択制御の流れ

5. 評価

映像レート選択条件と本方式の有効性について下記の通り評価した。ここでは、教材コンテンツの再生開始の目標時間を10秒以下と設定し、映像レート選択条件として、10秒以下で再生開始できる閾値を帯域から見極める。

5.1 実験システム構成

本実験のシステム構成を図4に示す。本実験では、静的な教材コンテンツ(従来方式)と映像を動的に組み込む教材コンテンツ(本方式)を用意する。従来方式は符号化ビットレートが350Kbps(5.0MB)の2つの映像を含む。本方式では、容量の異なる映像として350Kbpsの映像と、100Kbpsの映像をそれぞれ2つずつ含む。これら教材コンテンツをWebサーバに配置し、クライアントPCからネットワーク経由で再生する。このとき、WebサーバとクライアントPC間には帯域制御ツールを配置して、帯域制御を行う。

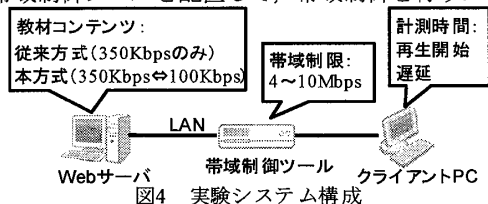


図4 実験システム構成

5.2 映像レート選択条件

図5において、従来方式について教材コンテンツの再生開始遅延とネットワーク帯域の関係を見てみると、帯域が8Mbpsより狭帯域のときに、再生開始遅延が10秒を上回っていることがわかる。そのため、今回は、8Mbpsを映像選択の閾値に設定する。

5.3 本方式の有効性

図5を見ると、本方式では、8Mbpsより狭帯域の場合、100Kbpsの映像を選択し、再生開始遅延を達成している。また、8Mbpsより広帯域の場合、350Kbpsの映像を選択し、高画質な映像を提供している。

このように、8Mbpsを閾値として映像を選択することで、教材コンテンツの再生開始遅延10秒以下を達成でき、本制御方式の有効性を確認することができた。

再生開始遅延(秒)

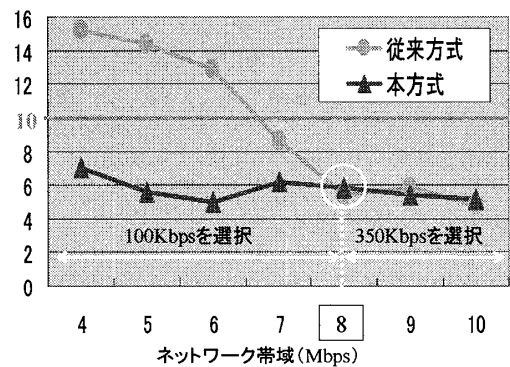


図5 従来方式と本方式の再生開始遅延の比較

6. おわりに

本論文にて、以下の2つの開発を行った。

- (1) 再生高速化のためのコンテンツ再生方式
- (2) 帯域変動に対応した映像レート選択制御

(1)については、映像のダウンロード状況を見て、再生開始位置を任意に変更できる可変再生方式を開発した。これにより、従来の連続再生方式よりも再生開始遅延を小さくすることが可能となった。

(2)については、再生初期時に帯域を推測し、予め用意した容量の異なる複数の映像から、その帯域に適した映像を選択しコンテンツに動的に組み込む方式を開発した。評価実験の結果、8Mbpsを閾値として映像を選択することで、教材コンテンツの目標時間内(10秒以下)の再生開始を達成でき、本制御方式の有効性を確認することができた。

今後は、今回開発した方式を本システムに適用していく。

参考文献

- [1] 長島孝, 横山淳一, 松田信一, 中平勝子, 福村好美: 高度技能伝承のためのマルチメディアコンテンツ開発 情報処理学会 研究報告 (2005).
- [2] 白沢勉, 赤倉貴子: 中小製造業における技能教育を支援する e-Learning System の開発とその評価 日本教育工学会論文誌 29(4), 559-566, (2005).