

狭帯域ネットワーク環境における ユーザ認証と連動したセキュアな映像コンテンツ配信方式

Secure video content delivering method working with user authentication in narrowband network environment

峯 慎吾† 中島 宏一† 阿倍 博信† 奥村 誠司†
Shingo Mine Koichi Nakashima Hironobu abe 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。その解決策の1つとして、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システムが増えつつある[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)を同期表示させることにより、より分かり易く技能を継承可能なシステムを開発している(図1)。

これまでにローカル環境で動作する技能継承システムを開発、現在、教材コンテンツのオンライン学習を可能とするネットワーク対応化開発を行っている。本開発では、ユーザが教材コンテンツの再生開始を待てる時間を10秒以下と設定し、再生高速化の検討を行っている[2]。

しかし、実ネットワーク環境では、回線が細い小規模な拠点や回線利用者が多い拠点など、教材コンテンツ配信に確保できる帯域が狭い場合が多く、シミュレーションの結果、ネットワーク配信方式では、10秒以下の再生開始が困難であるということが明らかとなった。また、教材コンテンツをCD/DVDで配布する場合、CD/DVDを万一紛失したときのセキュリティを確保する必要がある。

そこで、狭帯域ネットワーク環境で、教材コンテンツを安全に配信するために、ユーザ認証と連動したセキュアな映像コンテンツ配信方式を開発した。本論文ではその開発及び評価について述べる。

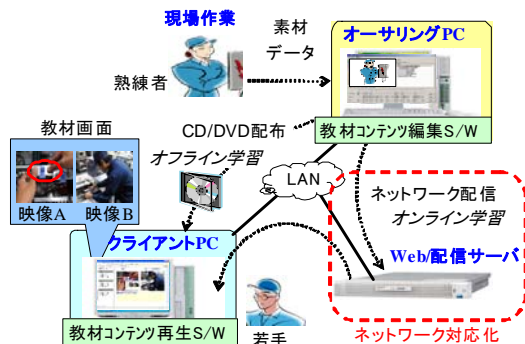


図1 技能継承システムの構成

†三菱電機(株), Mitsubishi Electric Corporation

2. 技術課題

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) 実ネットワーク環境では、教材コンテンツ配信に確保できる帯域が狭く、サイズの大きい映像を含む教材コンテンツをネットワーク配信した場合、10秒以下の再生開始が困難。
- (2) 教材コンテンツをCD/DVD配布した場合、CD/DVDを万一紛失したときのセキュリティ確保が困難。

3. ユーザ認証と連動したセキュアな映像コンテンツ配信方式

2. で設定した技術課題に対して、サイズの大きい映像は暗号化してCD/DVD配布、映像以外の教材と映像の復号鍵はユーザ認証と連動してネットワーク配信する映像コンテンツ配信方式を開発した(図2)。

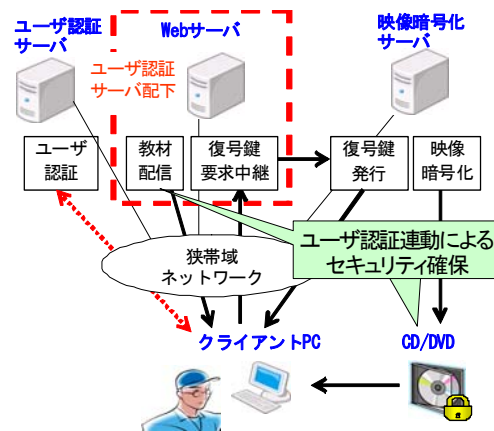


図2 ユーザ認証と連動した映像コンテンツ配信方式

3.1 狭帯域ネットワーク環境対応のためのコンテンツ分割

本方式では、2. の(1)で設定した技術課題に対して、教材コンテンツ編集S/Wで制作したコンテンツを、映像とそれ以外の教材に分割する。映像は、映像暗号化サーバで暗号化して、CD/DVDにて配布する。映像以外の教材は、ユーザ認証サーバの配下に設定したWebサーバに配置しネットワーク配信する。これにより、サイズの大きい映像を含む教材コンテンツの再生開始遅延時間を短縮することができる。

3.2 CD/DVD映像指定機能

3.1 で分割配信した教材コンテンツを、クライアント PC で再生する場合、Web サーバからダウンロードした教材から、CD/DVD の映像を参照する必要がある。そこで、クライアント PC の CD-ROM ドライブを検索し、ドライブ指定に基づいて、教材から CD/DVD 内の映像を参照するパスを動的に生成する CD/DVD 映像指定機能を開発した(図 3)。

具体的には、まず、クライアント PC の CD-ROM ドライブにセットした CD/DVD 内の起動ページを実行すると、Web サーバにアクセスして、ドライブレター取得ページをダウンロードする。次に、ドライブレター取得ページを実行すると、CD/DVD が挿入されている CD-ROM ドライブのドライブレターを取得し、Web サーバに送る。Web サーバでは、クライアント PC から送られてきたドライブレターを基に、CD/DVD 内の映像を参照するパスを持つ教材を動的に生成し、配信する。

これにより、教材から CD/DVD の映像を参照することができる。

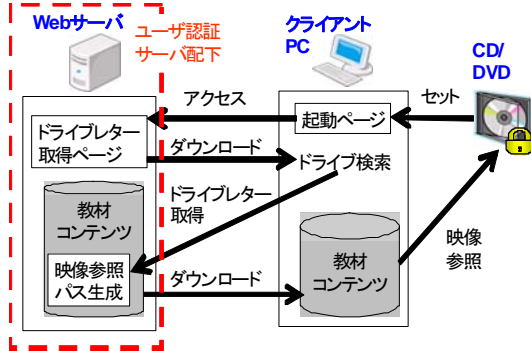


図3 CD/DVD映像指定機能

3.3 ユーザ認証と連動した教材配信及び復号鍵の配布

3.2 の図 3 において、教材を配信している Web サーバは、ユーザ認証サーバの配下に設定されているので、ユーザ認証でログインした正規ユーザのみが教材をダウンロードすることができる。

また、3.1 で CD/DVD 配布した暗号化映像を再生する際、クライアント PC から映像暗号化サーバに復号鍵要求が送られる。このとき、ユーザ認証可能な Web サーバで復号鍵要求を中継することで、CD/DVD のセキュリティを確保する。具体的には、映像暗号化サーバで映像を暗号化する際、復号鍵の取得先をユーザ認証サーバ配下の Web サーバに設定する。Web サーバでは、クライアント PC から送られてきた復号鍵要求を映像暗号化サーバに転送するように設定する。暗号化映像再生時には、ユーザ認証でログインした正規ユーザの復号鍵要求のみが Web サーバを經由し、映像暗号化サーバから復号鍵を取得することができる。一方、不正ユーザの復号鍵要求は Web サーバでアクセス拒否される。これにより、CD/DVD を万一紛失した場合でも、セキュリティを確保することができる。

4. 評価

本方式の有効性について評価した。ここでは、教材コンテンツの再生開始遅延時間の目標値を 10 秒以下と設定し、4Mbps 以下の帯域での再生開始遅延時間に付き評価を行った。

4.1 再生開始遅延時間の評価方法

実験環境にて図 2 のシステムを構築し、ネットワーク配信方式(従来方式)と本方式の再生開始遅延時間の評価を行った。本評価では、表 1 の教材コンテンツを Web サーバからネットワーク配信し、再生開始遅延時間を計測する。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 1~4Mbps の帯域制御を行う。

表 1 ネットワーク配信する教材コンテンツ

方式	配信コンテンツ	配信容量 (MB)
従来方式 (350Kbps)	ビットレートが 350Kbps の映像を含む教材コンテンツ	26.5
従来方式 (100Kbps)	ビットレートが 100Kbps の映像を含む教材コンテンツ	16
本方式	映像以外の教材 (映像は CD/DVD 配布)	0.1

4.2 本方式の有効性

図 4 を見ると、本方式では、ネットワーク帯域によらず、約 5 秒で再生開始ができ、目標時間の 10 秒以下を達成していることがわかる。これは、映像をネットワーク配信せず、配布した CD/DVD から読み出ししており、映像を読み出す時間と、ユーザ認証後に暗号化映像を復号する時間だけで再生開始できるためである。また、ユーザ認証と連動した教材及び復号鍵の配信により、教材コンテンツのセキュリティが確保されることを確認した。

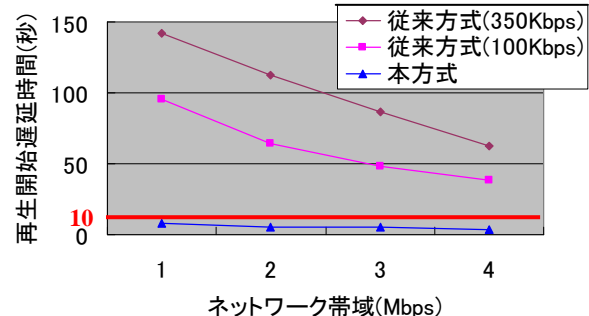


図4 再生開始遅延時間の評価結果

5. おわりに

本論文にて、サイズの大きい映像は暗号化して CD/DVD 配布、映像以外の教材と映像の復号鍵はユーザ認証と連動してネットワーク配信する映像コンテンツ配信方式を開発した。本方式を適用した実験システムを構築し、再生開始時間の評価を行った。評価実験の結果、目標時間の 10 秒以下を達成し、本方式の有効性を確認した。また、ユーザ認証と連動した教材及び復号鍵の配布により、セキュリティ確保した状態で教材コンテンツの配信が可能であることを確認した。今後は、今回開発した方式を実ネットワーク環境に適用し、評価していく。

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] 峯慎吾, 中島宏一, 阿倍博信, 奥村誠司: 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 情報処理学会 FIT2010 一般講演(2010)