

コラボレーション型 E-Learning システムの開発

板宮 朋基[†] 吉水 智宗^{†††}
林 佑樹^{††} 千代倉 弘明^{††}

近年の目覚ましいネットワーク環境の充実に伴い、講義のビデオ配信や遠隔教育に対する期待と需要が高まっている。本研究では、遠隔地にいる複数の人たちがひとつの PC 画面を同時に操作することにより様々なコラボレーション作業を簡単に行える、新しいタイプのビデオ会議システムを提案する。会議の様子は、リアルタイムに録画することができる。現在、外国語研究室と共同で実証実験を行っているが、海外との遠隔語学教育に本研究は非常に有効であるとの評価を得た。

キーワード：遠隔協調、情報共有、外国語教育

An collaborative e-learning system utilizing "screen sharing" technology

TOMOKI ITAMIYA,[†] TOSHIMUNE YOSHIMIZU,^{†††} YUUKI HAYASHI^{††}
and HIROAKI CHYOKURA^{††}

Our system enables two or more participants in remote places to operate one 3D image or one text file simultaneously by using PC's screen sharing technology. Two or more Clients PC share the screen of PC called "Display server." The screen of the Display server and that of the Client PC completely synchronize. Voice conversation is made available by using a video chat system, looking at each participants' face. The conversation of overseas is also possible without any difficulty. Furthermore, because each conference is saved in a video file, the conference can be repeatedly reviewed by a wide audience. This is useful, especially for foreign language education.

Keyword: Remote collaboration, Information sharing, foreign language education

1. はじめに

近年の目覚ましいネットワーク環境の充実に伴い、講義のビデオ配信や遠隔教育に対する期待と需要が高まっている。我々は、教員が特別な準備やスタッフなしで講義ビデオを作成し、配信できるシステムを2003年に開発した¹⁾。このシステムは(株)フォトロンより「Power Rec」²⁾として商品化され、複数の大学の実際の授業において有効に活用されている。本研究では、遠隔地にいる複数の人たちがひとつの PC 画面を同時に操作することにより様々なコラボレーション作業を簡単に行える、新しいタイプのビデオ会議システムを

提案する。会議の様子は、「Power Rec」を用いてリアルタイムに録画することができる。現在、外国語研究室と共同で、海外との遠隔語学教育への応用のための実証実験を行っている。

本システムでは、遠隔地にいる複数の人たちがひとつの PC の画面を共有できる画面共有技術³⁾を用いる。画面共有技術として、自分の PC を用いて別の PC を遠隔操作できるリモートコントロールプログラムを用いる。このプログラムを用いることにより、別の PC の画面が、自分の PC の画面上に表示される。マウスとキーボードを使用し、自分の PC を直接操作する感覚で、遠隔地にある別の PC を操作することができる。リモートコントロールプログラムを用いることにより、複数の参加者はインターネットを通してひとつの PC 上の様々なソフトウェアを同時に操作できる。また、タブレットを用いて書きで画面上に自由に書き込むことができる。

本システムでは、ビデオチャット機能を用いることにより、各参加者の顔を見ながら音声会話ができる。

[†] 慶應義塾大学総合政策学部

Keio Univ. Faculty of Policy Management
E-mail:s00565ti@sfc.keio.ac.jp

^{††} 慶應義塾大学環境情報学部

Keio Univ. Faculty of Environmental Information

^{†††} 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科

Keio Univ. Graduate School of Media and Governance

ビデオチャット機能はインターネットを用いるため、別途音声用回線は必要ない。

本システムによって行われるビデオ会議の様子は、「Power Rec」を用いてビデオファイルとして容易に保存できる。ストリーミング配信することにより、多数の関係者に同時配信することができる。

現在、テレビ会議システムを用いた遠隔教育の試みは数多く行われている。しかし、導入及び維持コストの面から日常的に利用できる施設は限られ、実用的であるとは言えない。テレビ会議システムの例としては、Polycom³⁾が挙げられる。Polycomは、インターネットとテレビを利用して、遠隔地同士の会議を可能にしている。しかし、双方向にグローバルIPアドレスが必要なため、利用できる施設は限られる。3地点以上を結んだ多地点接続の場合は別途装置が必要である。また、会議資料を共有することはできない。

本システムでは、サーバPC（ディスプレイサーバ）とクライアントPCを用いる。ディスプレイサーバはグローバルIPアドレスが取得できる任意の一カ所に設置すれば良い。クライアントPCには、USBカメラ等の機器と画面共有ソフトウェア及びビデオチャットソフトウェアをインストールするだけで良いため、参加者が日常的に使用しているPCを用いることが可能である。クライアントPCは、プライベートIPアドレスからでもディスプレイサーバに接続できる。また、ファイアウォール内からでも接続できるため、多くの参加者が手軽に利用することができる。「Power Rec」は、リモートコントロールプログラムを用いて操作することができるため、遠隔地から録画の開始、終了操作およびアップロードを行うことができる。

2. システムの概要

2.1 システムの構成

本システムは、クライアントPC、サーバPC（ディスプレイサーバ）、録画PC(Power Rec)等から成る。本システムの構成を図1に示す。

2.2 クライアントPC

クライアントPCには、デスクトップ型PCもしくはノートPCを用いる。参加者の姿を撮影するためのUSBカメラ（Webカメラ）を接続し、ビデオチャットソフトをインストールする。また、ディスプレイサーバの画面を共有するためのリモートコントロールプログラム（クライアント版）をインストールする。このプログラムを利用することにより、ディスプレイサーバの画面が、クライアントPCの画面上に表示される。マウスとキーボードを使用し、自分のPCを直

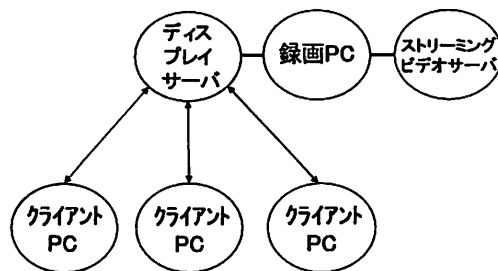


図1 システムの構成

接操作する感覚で、ディスプレイサーバを操作することができる。クライアントPCとディスプレイサーバは、TCP/IPプロトコルで接続される。クライアントPCは、プライベートIPアドレスからでもファイアウォール内からでもディスプレイサーバに接続できる。クライアントPCの使用例を図2に示す。

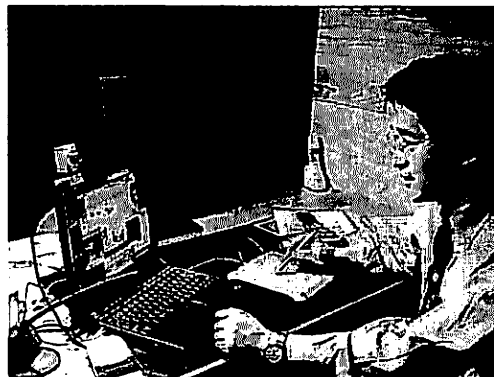


図2 クライアントPCの使用例

2.3 ディスプレイサーバ

ディスプレイサーバには、デスクトップ型PCを用いる。ディスプレイサーバには、リモートコントロールプログラム（サーバ版）をインストールする。このプログラムを利用することにより、複数のクライアントPCがディスプレイサーバの画面を共有することができる。ディスプレイサーバには、デスクトップ描画ソフトウェア⁵⁾をインストールする。ディスプレイサーバは、グローバルIPアドレスを取得する必要がある。ディスプレイサーバの性能は、Pentium IV 2.4GHzプロセッサ、メモリ1GB、ハードディスク180GBである。OSはWindows XPである。ディスプレイサーバの外観を図3に示す。

2.4 録画PC

録画PCには、デスクトップ型PCを用いる。ディ

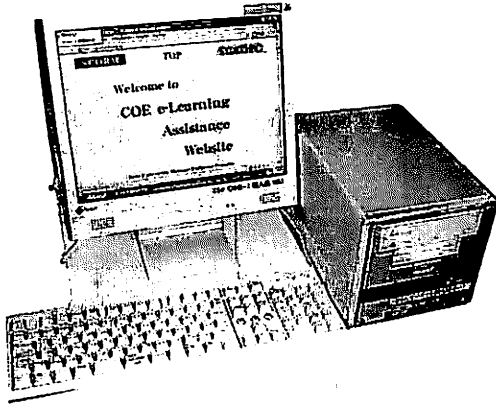


図3 ディスプレイサーバの外観

ディスプレイサーバから出力された映像は、スキャンコンバータを通すことにより、デジタル信号からアナログビデオ信号に変換される。録画用 PC では、アナログビデオ信号をビデオキャプチャボードにより入力し、ビデオキャプチャソフトを用いて Windows Media 形式 (WMV)⁶⁾ にリアルタイムでエンコードする。Windows Media 形式 (WMV) のビデオファイルは、ストリーミング配信に適した形式である。WMV は、mpeg-1 や AVI に比べ非常に軽量である。本システムにおいて、録画解像度を 640pixels × 480pixels、配信ビットレートを 500bps に設定すると、1 時間あたりのファイル容量は 200MB になる。ビデオファイルは、フレームレート 10fps 以上で録画されているため、参加者の表情やディスプレイサーバへの手書きによる書き込み等を違和感なく閲覧することが可能である。また、10 ポイント程度の細かい文字も、十分判読することができる。録画用 PC の性能は、Pentium IV 2.4GHz プロセッサ、メモリ 1GB、ハードディスク 180GB である。OS は Windows XP である。

2.5 ストリーミングビデオサーバ

録画用 PC で作成された、Windows Media 形式 (WMV) のビデオファイルを、ストリーミングビデオサーバにアップロードすることにより、ストリーミング配信が可能になる。録画と同時に配信することも可能である。ストリーミングビデオサーバの性能は、IV 2.4GHz プロセッサ、メモリ 1GB、ハードディスク 180GB である。OS は、Windows 2003 Server⁷⁾ である。

2.6 画面共有技術

リモートコントロールプログラムを用いることにより、各クライアント PC とディスプレイサーバには、

全く同じ画面が表示される。あるクライアント PC が操作を行うと、他のクライアント PC の画面にその操作の様子が瞬時に映し出される。各クライアント PC 同士の画面は、完全に同期する。マウスポインタも表示されるため、操作内容は手に取るように分かる。本システムに用いたリモートコントロールプログラムは、一秒あたり 100~500 回の画面更新を行える。これにより、自分の PC を直接操作する感覚で、遠隔地にある別の PC を操作することができる。画面更新の速度は、VNC に比べて約 150 倍高速である。また、同じ画面への複数クライアント同時接続が可能であるため、多地点を結んだ遠隔会議が可能になる。接続は、128 ビットの強固な暗号技術に基づくパスワード認証方式で管理される。リモートコントロールプログラムを用いた画面共有に必要なネットワーク帯域は、約 100~500Kbps である。一般的な ADSL 回線を用いた場合でも問題なく使用することができる。

3. 外国語教育における実践 (英語)

本システムを用いて、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス (SFC) の英語科研究室と共同で海外との接続実験を行った。

- 参加者 1 : 英語教師 1 (アルゼンチン・ブエノスアイレス)
- 参加者 2 : 英語教師 2 (神奈川県藤沢市・SFC)
- 参加者 3 : 生徒 (神奈川県藤沢市・SFC)
- 会議内容 : Academic writing オンライン添削

英語教師 1 はアルゼンチン・ブエノスアイレスより、英語教師 2 は神奈川県藤沢市の SFC より、生徒は同じく SFC より、SFC にあるディスプレイサーバにインターネット経由で接続した。ディスプレイサーバには、生徒が作成した論文アブストラクトを表示させておいた。3 名がディスプレイサーバに接続しビデオチャットを開始すると、3 名の顔がディスプレイサーバ上に映し出された。英語教師 1 が生徒が作成した論文アブストラクトを読み、訂正すべき点を冒頭から英語で指示した。生徒は、その指示に従って訂正した。訂正された文章を英語教師 1 と英語教師 2 が確認し、次の文章の添削に移った。英語教師 1 の指示を生徒が理解できない場合は、英語教師 2 が日本語でフォローした。以上を繰り返し、30 分程で全ての文章の訂正が終了した。この模様は、ビデオファイルに録画された。会議の様相を図 4 に示す。

- 本システムの評価

英語教師 1 及び英語教師 2 は、PC 画面を共有しながらビデオ会議を行えることは、writing の遠隔添削に

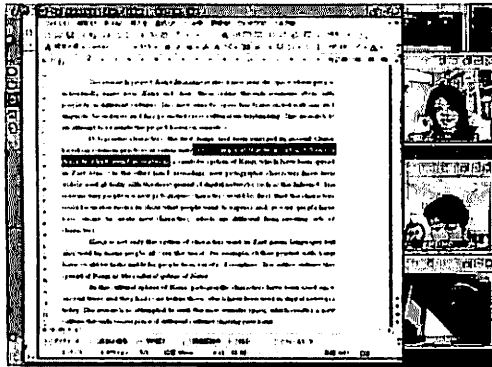


図4 3地点同時接続の例



図5 2地点同時接続の例

特に効果的であると評価した。生徒は、例えば自宅にいながらにしてもネイティブスピーカーから直接指導を受けられるため、非常に有意義であると評価した。

4. 外国語教育における実践（中国語）

本システムを用いて、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(SFC)の中国語研究室と共同で海外との接続実験を行った。

- 参加者1：生徒1（台湾・台北）
- 参加者2：生徒2（神奈川県藤沢市・SFC）
- 会議内容：中国語会話実践

生徒1は台湾・台北より、生徒2は神奈川県藤沢市のSFCより、SFCにあるディスプレイサーバにインターネット経由で接続した。2名がディスプレイサーバに接続しビデオチャットを開始すると、2名の顔がディスプレイサーバ上に映し出された。台湾人である生徒1が、中国語履修者である生徒2と中国語で会話をを行った。会話において意味が伝わりにくい場合は、生徒2は手書き機能を用いてPC画面上に漢字を書いた。30分程で会話は終了した。この模様は、ビデオファイルに録画された。会議の様相を図5に示す。

● 本システムの評価

生徒1及び生徒2は、漢字などの手書きの内容をお互い見ることができる点は、中国語で意思疎通を図る上で非常に効果的であると評価した。

5. まとめ展望

本研究では、遠隔地にいる複数の人たちがひとつのPC画面を同時に操作することにより様々なコラボレーション作業を簡単に行える、新しいタイプのビデオ会議システムを提案した。既存のテレビ会議システムと異なり、本システムでは遠隔地の参加者同士がひとつのPC画面を共有することにより、より効率的に

会議を行うことができる。クライアントPCはプライベートIPアドレスからでもファイアウォール内からでも利用できるため、多くの参加者が手軽に利用することができる。会議の様相はビデオファイルに録画されるため、多くの関係者が見ることができ、情報共有に役立つ。本システムを用いて、複数の外国語教師および生徒が海外との接続実験を行った。その結果、本システムは外国語教育に有益であり、新しいタイプの教育内容を実践できるとの評価を得られた。

今後の展望としては、海外から接続した場合の画面更新速度を改善する。また、ディスプレイサーバ上にクライアントの人数分だけマウスポインタを表示させ、画面共有をより快適に行えるようにする。多地点による実証実験を重ね、より実用的なシステムへと改良していく。

参考文献

- 1) 板宮 朋基, 林 佑樹, 千代倉弘明, 「ワンマン録画可能な講義ビデオ作成システム」 情報処理学会 コンピュータと教育研究報告 No.70 2003-CE-70.(2003)pp.17-20.
- 2) 株式会社フォトロン <http://www.photron.co.jp/>
- 3) ポリコム株式会社 <http://www.polycom.co.jp/>
- 4) Tristan Richardson, Quentin Stafford-Fraser, Kenneth R. Wood, Andy Hopper, "Virtual Network Computing", IEEE Internet Computing, Vol.2 No.1, Jan/Feb 1998 pp33-38.
- 5) COE e-Learning Tools <http://coe-el.sfc.keio.ac.jp/>
- 6) Microsoft Corporation 『Windows Media』 <http://www.microsoft.com/japan/windows/windowsmedia/>
- 7) Microsoft Corporation 『Windows Server System』 <http://www.microsoft.com/japan/servers/>