

IC タグ連携電子白板と DVTS を活用した 遠隔講義システムの構築

萩原 洋一[†] 櫻田 武嗣[†] 江木 啓訓[†] 須田 良幸[†] 川島 幸之助^{††}

[†]東京農工大学 総合情報メディアセンター

^{††}東京農工大学 大学院 共生科学技術研究院

〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

E-mail: ^{†,††}{hagi, take-s, egichan, sudayos, k-kawa}@cc.tuat.ac.jp

あらまし 東京農工大学は、ほぼ同規模な二つのキャンパスに分かれており、平成20年度から両学問(共生科学技術)分野の強化を図るために、農学部と工学部を融合した科目の開設を予定している。本稿では、①DVTS方式による多チャンネルの高品質低遅延な多地点遠隔講義システム、および、②ICタグと連携したインタラクティブ電子白板の活用を基盤とし、そのほか、カメラ映像、コンテンツ映像を含めたリアルタイム遠隔・近傍講義中継システムを構築したのでここに報告する。

キーワード ICタグ(ICカード)、電子白板、DVTS、遠隔講義、エコーキャンセル、

Constructing of Distance Lecture Systems using DVTS and IC-tag Electronic Whiteboard

Yoichi HAGIWARA[†] Takeshi SAKURADA[†] Hironori EGI[†]

Yoshiyuki SUDA[†] and Konosuke KAWASHIMA^{††}

[†]Information Media Center, Tokyo University of Agriculture and Technology,

^{††}Institute of Symbiotic Science and Technology, Tokyo University of Agriculture and Technology

2-24-16 Naka-cho, Koganei, Tokyo, 184-8588 Japan

E-mail: ^{†,††}{hagi, take-s, egichan, sudayos, k-kawa}@cc.tuat.ac.jp

Abstract This paper describes the constructing of real-time distant lecturing rooms. Our constructing rooms are using DVTS (Digital Video Transport System), because DVTS's translating delay is shorter than other videoconference systems. But using these videoconference systems have some problems at the classroom. One of problems is about the voice echo and the howling (feedback voice). We solved these problems with a digital mixer, an echo canceller and a howling suppresser. Our constructed system's delay is about 40 ms expect DVTS transport times. The systems set up in six classrooms, and the systems are starting use by a usual class.

Keyword IC tag, IC Card, Electronic Whiteboard, Distance learning, Video-conference, DVTS

1. はじめに

東京農工大学(以下、本学)は、ほぼ同規模な府中キャンパス(農学部・農学部)と小金井キャンパス(工学部・工学部)の二つのキャンパスに分かれているため、遠隔講義システムの利活用が望まれている。また、本学では近年の地球環境問題に関連した科学技術分野において多くの課題を解決するための学問分野の充実

に向けて、平成20年度から総合科目を改編し農学と工学を融合した「農工融合科目」の開設を予定している。さらに、H17年度から「大学院教育の質的向上と機能の拡大」プロジェクトによりeラーニングを推進しており、eラーニングシステムの整備も進めている。これらの背景をもとに多人数教室に対応した遠隔講義システムの整備を計画的に進めている。現在、府中キ

キャンパス3教室、小金井キャンパス3教室の構築が完了し、単発的なセミナーや集中講義等での利用テストを開始している。

本稿では、まず、2.においてこれまでの遠隔講義システムを概観し、次に本学で採用した DVTS 方式による多チャンネルの高品質低遅延な多地点遠隔講義システムを3.で述べ、4.ではその主構成要素である電子白板のICタグ(カード)利用管理機能について、5.においては管理機能をそれぞれ説明する。

2. 従来の遠隔講義システム

2.1. 概観

本稿では、遠隔講義システムの定義として、教室あたり20~100名に対応したリアルタイム性のあるシステムと位置づけている。少人数の場合は既製品に多くのものが存在しており本稿では除外するが、既存の遠隔講義システムの多くは、Polycom 製品^[1]に代表される企業向けTV会議システムを基本構成としたソリューションである。

これまでの本格的な遠隔講義システムの構成方法については、WS とマルチキャスト機能を活用した例^[2]や、理想的な運用形態に近づけるために遠隔講義に必要な機能をサブシステムとして特別な機器を組み込んだ例^[3]などがある。しかし、柔軟性と拡張性の問題、遅延時間の発生、および特別な製品で高額な点など、解決すべき問題は多い。

高速かつ高品質なネットワーク環境と、各種講義支援システムが整備されつつある現在では、遠隔講義システムの再構成が必要と考えている。

3. DVTS 遠隔講義システム

3.1. 基本設計

今回構築した教室は小金井地区3教室、府中地区3教室の計6教室で、各教室ともにスクリーン1面、電子白板2面を配備した。スクリーンには講師卓 PC(または持ち込み PC)の映像または遠隔多地点の映像を投影、電子白板はそのまま電子白板として使用または PC の映像を投影するスクリーンとしても使用することが可能である(図1)。

基本的な使用方法としては、遠隔多地点を同時につないでリアルタイムに行う遠隔講義スタイルで各教室内に設置されたカメラの映像(前方または後方)、電子白板面上に映し出された映像を多地点へ配信し、受信側では多地点のカメ

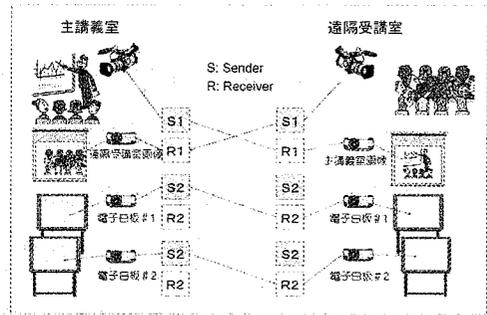


図1. 多チャンネル遠隔講義システム

ラ映像を合成したものをスクリーンへ、電子白板面の映像はそのまま対応する電子白板上にそれぞれ投影する。講義が一方向的なものとならないように、自然な形で議論ができ、かつ多地点を接続し、使用中の操作が必要ないもしくは簡単であることが必要である。講義を行う場合には常に機器に詳しい方がどの拠点にもいることは難しいため、特に重要な項目である。

市販されている多くのテレビ会議システムでは、伝送遅延の問題、映像、音声の品質の問題、多地点同時利用の問題があり、多数の教室に適用することが難しい。

また、伝送遅延があると、相手が話したことの聞き返しなど会話がとぎれることが多くなり、議論がかみ合わないことが多くなってしまう。そこで伝送遅延が少ない方式を使う必要がある。

さらに、PowerPoint や電子白板の映像を送信するために文字のつぶれで読めない状況を減らすために映像は高品質であることが望ましい。

今回採用した DVTS^{[4][5][6][7]}は SDI 品質であるが、伝送遅延時間はバッファの大きさの設定によっても異なるが 150 [ms]程度である。DVTS は1ストリームあたり約 25 [Mbps]のネットワーク帯域を使用する。各教室では上り3ストリーム、下り3ストリームの映像、音声の送受信があり、それらが6教室あるため計36ストリームの DV の送受信を扱うが、各教室内は専用のギガビットネットワークを用いており、また、キャンパス間は、ダークファイバにより 4Gbps の帯域があるため、ネットワーク帯域的には問題はない(図2)。

多地点映像の合成は、アナログに戻さず DV のまま合成処理を行うことによって遅延の少ない形とした。DV のまま合成処理するために

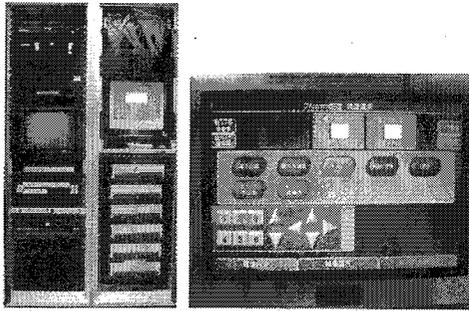


図 2. AV ラックと操作パネル

QualImage(電通国際情報サービス製)^[8]を用いた。合成にかかる時間は約 300 [ms]のみであり、DV-NTSC コンバートにかかる時間が不要のため遅延時間を減らすことができる。

3.2. 音声の回り込み

低遅延を実現できたことにより、高品質の映像・音声を双方向の議論を行うことができるシステムであるが、音声の回り込みという問題が新たに表面化した。自分側の音声は相手側のスピーカから送出され、それを相手方のマイクが拾い自分側に戻ってきて、それを自分側のマイクが拾ってというようにループしてしまう問題(図 3)である。

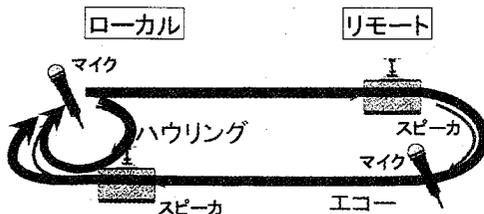


図 3. 遠隔地経由での音声の回り込み

テレビ中継のように相手方の音声はイヤホンで聴けば音声ループする問題は起きないが、講義に利用する場合にイヤホンの用意は現実的ではない。また、常設の教室で多くの講師が操作する環境においては音量等の微調整を行ってもらうことは期待できない。

音声は拠点内でのスピーカ、マイクでの回り込みに加え、遠隔地から来た音声も遠隔地に戻っていかないようにするための設計が必要である。我々は音声の流れを分離した形で整理し、

ハウリングサプレッサーとエコーキャンセラー等を適切に配置することとパラメータの調整によって音声の回り込みを低減するシステムを構築した。

4. 電子白板システム

4.1. 従来の電子白板

近年教育の情報化の流れが進み、黒板や白板の代わりとして電子白板が普及し始めている。電子白板と呼ばれるシステムには大きく 2 種類あり、白板面に書いたものを紙などに出力するだけのもの、コンピュータと組み合わせてインタラクティブに操作可能なものがある。本稿では板書データの活用を考えるため、後者のインタラクティブに使用できる電子白板を利用する。この形式の電子白板には Xerox の LiveBoard、日立ソフトウェアエンジニアリングの「StarBoard」、Virtual Ink やコクヨの「mimio」、スマートテクノロジーの「スマートボード」などがある。

4.2. 電子白板の要件

前述の電子白板の多くが企業における会議の支援を前提としたものであり、そのまま教室に持ち込んで授業を行うことが難しい。また、一般的な電子白板は黒板に比べ物理的に小さく、そのため板書領域が狭くなってしまふ。大学においては一般の講義で使用するにはそれなりの大きさの板書領域が必要となり問題である。さらに日本の教育現場では学生がいる教室に教員が出向く形式であり、教室に設置された電子白板は何人も教員に共有されることとなる。電子白板を使って板書データをデジタル化することができたとしても、どのデータがどの教師が板書したものであるかを結びつけることに手間がかかる。電子白板を使った研究は、アプリケーションを特定の科目向けに作成し授業を行う実験を行ったり、実験室レベルで板書データの配信を行ったりするもの、電子白板上で書かれたデータを認識するものなどが行われている。

教室で利用される電子白板でまず求められるものは、電子ペンで書いて消すという板書機能である。従来の黒板とチョーク、ホワイトボードとホワイトボードマーカの組み合わせでは、内容を分かりやすくするため、数色のチョークやマーカを使い分けながら板書を行っていた。

電子白板でも同じように電子ペンと電子イレーサを使って書ける、消せることが必要である。その際、チョークやホワイトボードマーカでは持ち替えて色を変えろという直感的なインタフェースであったことを踏まえ、電子ペンも複数用意し、持ち替えることで色を使い分けるようにするのが直感的である。

板書が電子化されるという利点を生かすことを考えた場合、板書データの保存、読み込み、配信などが考えられる。前述のように日本の講義形式を考えた場合、同じ教室に教員が入れ替わりやっけて講義をする。その場合、教員が毎回電子白板を持ってくるよりも電子白板を教室に据え付けておき、それを複数の教員がする方が自然である。この場合、複数の教員が使用する事になるため、それぞれが書いた板書データを簡単に識別できる仕組みが必要となる。また、休み時間での入れ替わりとなるため、電子白板の操作も簡単で手間のかからないものとする必要がある。すべての操作は電子ペンを使って電子白板上でできるようにする必要がある。

4.3. IC タグ電子白板システム

本システムでは、板書領域が狭い、板書を書いた人物による振り分けが難しいなどの問題を解決するために各教室に電子白板を2面設置し、そのデータ管理にICタグ(カード)を活用した板書管理システムを設計した。システムの全体構成を図4に示す。

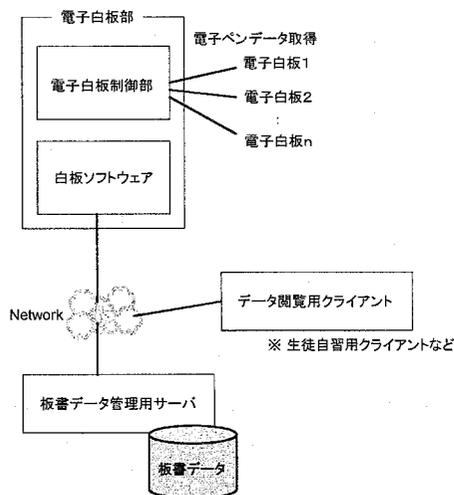


図4. 板書データ管理システム構成

システムは大きく分けて電子白板部、板書データ管理用サーバ部、データ閲覧用クライアント部に分けられる。

4.4. 電子白板の設置

講義で実際に利用するために電子白板を各教室に2台ずつ並べて設置し、板書領域の大きさを確保している(図5)。

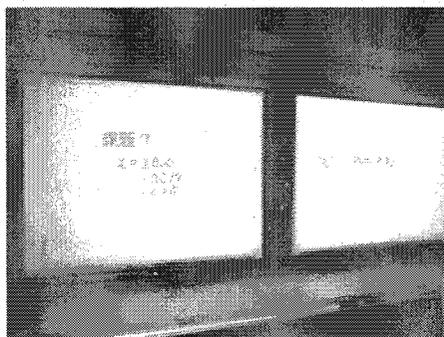


図5. 教室に設置した電子白板(2面)

予算面、設置場所の問題から白板面の前面からプロジェクタで投影する形の電子白板を導入している。また、電子ペンの持ち替えによる色分けを可能にするため、今回は4種類の電子ペンと電子イレーサを使用可能な日立ソフトウェア StarBoard F-75を各教室に2台壁面に設置した。StarBoard F-75は赤外線と超音波を使って電子ペンの位置、種類を検出している。このため隣の電子白板上で電子ペンをタップしたにもかかわらず、電子ペンを検出してしまつて誤検出が発生してしまつていた。これを解決するために電子白板間に高さ10cm、厚さ4cm程の発泡ウレタン製の仕切りを入れている。2台の電子白板はUSBシリアルポート変換器を使って1台のPCと接続し、さらに2枚の電子白板に画面を投影するため、Matrox社のDualHead2Goを使い1台のPCから2画面を出力している。

4.5. ICカードの読み取り

本学の教職員にはSONY Felicaを利用したICカードを「プラザカード」として独自に配布している。これをICタグとして用いる。ICカード内には教職員一人一人に割り当てられたID番号が格納されているのでこれをタグ付けに用いる。電子白板を利用する時にはカードリーダー

に IC カードを置く、使い終わったら IC カードリーダーからカードを取るといった単純な操作で運用が可能である。

IC カードリーダー・ライタには USB 接続の低価格な IC カードリーダー・ライタである SONY RC-S320 を用いている。教卓に設置した IC カードリーダー・ライタは電子白板を接続したものと同一の PC に接続し、白板ソフトウェア部から制御を行い、IC カード情報を読み取る。IC カードが置かれた状態で電子白板に書かれたデータはその IC カードの持ち主が書いたものとして処理を行う。板書している途中から IC カードをリーダー・ライタにかざす場合なども考えられるが、本稿ではシステムを単純化し、IC カードを置いた時にだけ ID を電子ペンの情報と結びつける。

板書データ管理サーバ部に蓄積された自分が書いたデータを読み込んで再利用する事が可能であり、その際に IC カードリーダー・ライタを利用して ID カードを読み込むことで自分が書いた板書データを抽出し、サムネイル表示する。サムネイル表示されたデータを選択することで板書データを再利用する。

5. 管理機能

5.1. 予約システム

時間割表では、端末室を利用する多数の講義が存在する。これらの管理に Web 予約画面での管理運営が可能システムを構築した (図 6)。

本予約システムにより、講義開始時の立ち上げの手間を軽減化し、煩雑な予約業務のミスを軽減することに役立つ。なお、講義中のコンテンツ選択は、教卓上のタッチパネル操作ボタンによって実現している (図 2)。

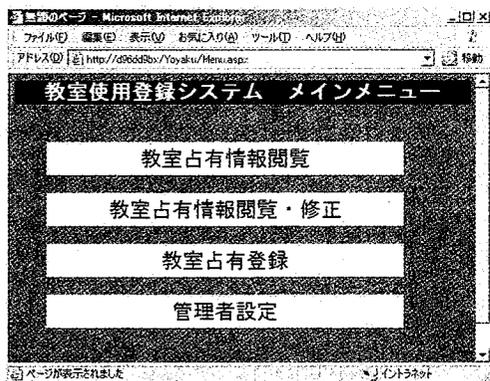


図 6. 教室占有予約画面

6. 評価と今後の利活用

6.1. 評価

構築したシステムは、1 教室あたり送信 3 チャンネル、受信 3 チャンネルの DVTS システムと IC タグによる板書管理機能を開発した 2 面の電子白板システム、その他機能を実装し、両キャンパス合わせて 6 教室に設備した。低遅延高品質映像転送システム DVTS を使い、加えてデジタルのまま映像合成処理を行うことで、多地点の映像、音声を低遅延で合成することが可能となり、ハウリングサプレッサー、エコーキャンセラー、デジタルミキサの適切な使用により音声のまわりこみの問題を解決した。また、音声の回り込みを考慮した形とした場合でも、映像と音声のずれを 1~2 フレーム内におさめることができ、全体で 500~700[ms] 程度の低遅延の遠隔講義システムを構築できた。構築した教室の講義利用の様子を図 7 に示す。



図 7. 講義利用の様子

6.2. 今後の利活用

はじめに述べた「農工融合科目」については、平成18年度入学生から「総合科目」に代わり「農工融合科目」を開講する。全ての学生に対して2単位必修が義務づけられていて、履修は3~4次のため平成20年度から開講することになっている。多数の教員によるオムニバス形式での講義となる一部の科目において、本システムの利活用を進めるため、現在、関係者と協議中である。

電子白板の活用については、オンライン手書き文字認識システムを実装し、データベース化した電子白板の板書文字等の電子データ化とCMSシステムとの連携を検討している。このことによって、講義の自動収録と同時にeラーニングコンテンツにアップする方法を検討する予定である。[9][10][11][12]

7. まとめ

本稿では、高速かつ高品質なネットワーク時代における講義で使用する多地点遠隔・近接講義支援教室の構築について述べた。

今回システムを構築した教室は、リアルタイム双方向の講義を想定したものであるが、ローカルと遠隔地の両方の講義の様子を同期を保ちつつ記録したいという要望がある。これについては、既に販売されている各種方式による講義収録システムの評価を検討の上、改良する必要がある。さらに遠隔講義室は離れたキャンパスにある講義室同士を結ぶだけではなく、隣接教室を結んでもよいと考えている。遅延が少ないという利点を利用し、教室収容人数が足りない場合に隣接教室同士を結んであかかも大教室のように講義を行うことが可能である。これらの場合についてもさらに運用面での工夫が必要と考える。

今後は、常時行われる授業で実際にどのように活用できるか、さらに活用していくにはどのような工夫が必要かを調査し、柔軟性と拡張性のある本システムの改良を図る予定である。

文 献

- [1] Polycom 製品
URL: <http://www.polycom.co.jp/> (2007)
- [2] 前田香織, 相原玲二, 川本佳代, 寺内睦博, 河野英太郎, 西村浩二, “遠隔講義のためのマルチメディア通信環境,” 電子情報通信学会論文誌, B-I, Vol. J80-B1, No. 6, pp.348-354, 1997.
- [3] 八木啓介, 亀田能成, 中村素典, 美濃導彦, “UCLAとの遠隔講義プロジェクトTIDEにおけるシステム構成,” 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J84-D2, No. 6, pp.1132-1139, 2001.
- [4] DVTS コンソーシアム,
URL: <http://www.dvts.jp/> (2007)
- [5] Akimichi Ogawa, Kazunori Sugiura, Atsushi Kobayashi, Osamu Nakamura and Jun Murai, “Design and Implementation of DV Stream Over Internet,” IWS Internet Workshop, Feb, 1999.
- [6] 杉浦一徳, 小川晃通, 中村修, 村井純, “民生用DVを用いたインターネットビデオ会議システム,” 情報処理学会誌 Vol.40, No.7, 1999.7
- [7] 町澤朗彦, 杉浦一徳, 小峰隆弘, 植月修宏, 岡沢治夫, Jin Min Chun, 中川晋一, “ATMによるDV伝送システムの遅延と品質について,” DICOMO2000 シンポジウム, 2000.6.
- [8] QuallImage, 電通国際情報サービス
<http://www.isid.co.jp/QuallImage/> (2007)
- [9] 財団法人 コンピュータ教育開発センター eスクエアプロジェクト報告,
<http://www.mbrain.com/e2/> (2007)
- [10] 大即洋子, 坂東宏和, 加藤直樹, 中川正樹, “対話型電子白板を用いたグループ間の競争による学習を支援する教育ソフトウェアの一例とその効果,” 情報処理学会論文誌, Vol.44, No. 6, pp.1635-164(2003).
- [11] Takeo Igarashi, W.Keith Edwards, Anthony LaMarca, Elizabeth D. Mynatt, “An Architecture for Pen-based Interaction on Electronic Whiteboards,” AVI 2000, ACM Press, Palermo (Italy), pp.68-75(2000).
- [12] Keisuke Mochida and Masaki Nakagawa, “Separating Figures, Mathematical Formulas and Japanese Text from Free Handwriting in Mixed On-Line Documents,” International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence (IJPRAI), Vol.18, No. 7, pp.1173-1187(2004).
- [13] 櫻田武嗣, 萩原洋一, 古谷雅理, 江木啓訓, 寺田松昭, “DVTSを用いた遠隔・近接多地点講義教室の構築と運用,” DICOMO2006 シンポジウム, pp.593-596, 2006.7.
- [14] 萩原洋一, 櫻田武嗣, “高品質低遅延 DVTSを活用した端末教室の構築,” 2006PCカンファレンス予稿集, pp437-438, 2006.8.
- [15] 櫻田武嗣, 萩原洋一, 古谷雅理, “音声の回り込みと遅延を考慮したリアルタイム遠隔講義教室の構築,” ヒューマンインタフェースシンポジウム HI2006, pp445-448, 2006.9.
- [16] 櫻田武嗣, 萩原洋一, 古谷雅理, “DVTSを用いた多地点遠隔講義支援教室の構築,” 第5回FIT情報科学技術フォーラム2006, 第4分冊, pp.343-345, 2006.9.
- [17] 櫻田武嗣, 萩原洋一, “ICタグとネットワークを活用した新板書管理システムの設計,” ヒューマンインタフェースシンポジウム HI2007, 2007.9.