



情報工学部における自動講義アーカイブシステムの試み

山口 真之介¹
大西 淑雅²
西野 和典³
小林 史典⁴

1 はじめに

情報技術の発展に伴い、情報技術を用いた教育が、世界各地の高等教育機関で導入され、日本でも様々な事例が報告されています。カメラやリアルタイム配信装置等、映像設備が小型化、軽量化が進み、比較的容易に利用できるようになったことから、いくつかの高等教育機関で講義アーカイブの試験的な導入や運用が行われています [1][2]。

講義アーカイブとは大学で実施されている講義の様子を撮影・保存することです。記録された講義は、例えば学内で視聴できる状態にしておき、学生が欠席した場合のフォローや、復習用の動画教材として利用されます。

本学でも学生の復習の支援、学生の学習時間の確立、また教員が行う講義の、教材の作成補助などを目的として、小規模の講義アーカイブシステムを独自に構築しました。平成22年度は、講義アーカイブシステムの運用について検討するために、全ての講義ではなく、撮影許可を得た講義の撮影を試験的に実施しました。本稿では、九州工業大学で設置した講義アーカイブシステムの概要と現状の動作状況について報告します。

2 講義アーカイブシステム

それでは実際の講義アーカイブシステムについて説明します。まず設置した機器の説明から始めて、続いて制御するソフトウェア、実際の動作状況について解説していきます。

¹情報工学部 飯塚 e-ラーニング担当専任助教

²e-ラーニング専任講師

³情報工学研究院人間科学系 教授

⁴情報工学研究院システム創成情報工学研究系 教授

2.1 ハードウェア構成

図1に講義アーカイブシステムの全体の構成を示します。講義棟の1階から4階までの18か所の講義室に記録装置(図2)を設置しており、これらの機器はネットワークで制御用・管理用PC, エンコードサーバに接続されています。管理・制御用PCは、それぞれの記録装置を管理しており、このPCから録画装置の録画・停止等の制御を行います。

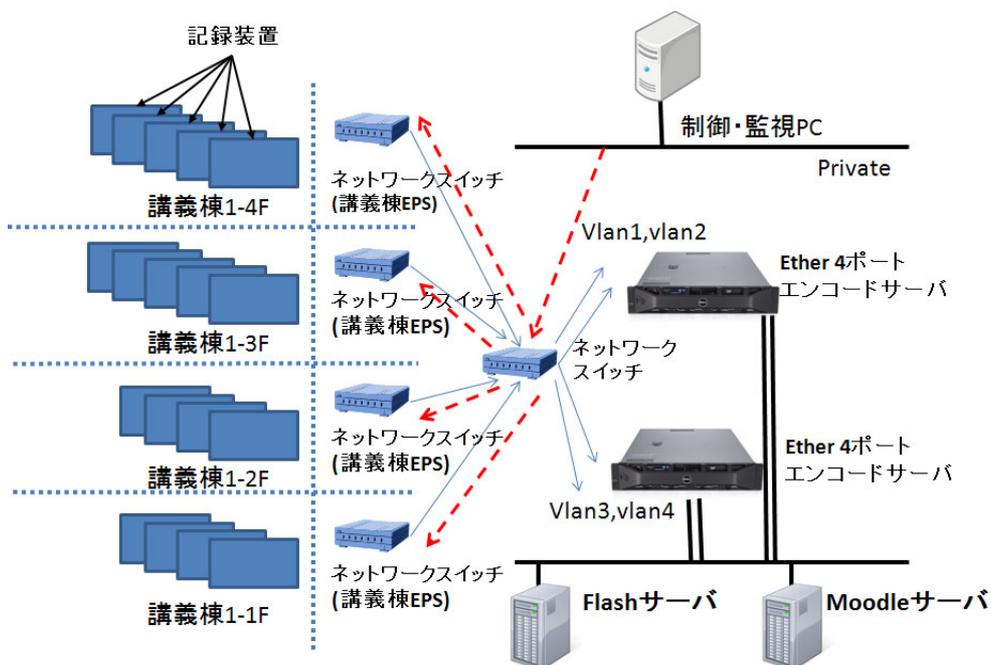


図1: システム全体の構成

エンコードサーバは記録装置が撮影した映像(動画データ)の回収、映像をストリーミング配信できる形式へのデータ変換(エンコード)とデータの保存を行います。エンコードには多くの資源が必要となるため、2台のサーバで分担して処理を担当します。

一台が1階, 2階用(ネットワーク192.168.205.0/24)のサーバで、8台の記録装置のデータ処理を担当しており、二台目は3階, 4階用(ネットワーク192.168.206.0/24)のサーバで10台の記録装置のデータ処理を担当しています。エンコードサーバの性能は次の通りです。

OS : Red Hat Linux 4.1.2

CPU : Intel(R) Xeon(R) E5530 2.40GHz

メモリ: 12GB

Flashサーバはエンコードした動画データをストリーミング配信するためのサーバで、Moodleサーバと連携してアーカイブされた講義の様子を配信します。

MoodleサーバはLearning Management Systemと呼ばれるもので、教員や学生、コースや教材、学習活動等、様々な学習資源を管理するためのサーバです。本学では学習支援サービスと呼んでいます。

これはアーカイブシステムと直接の関連はないのですが、学生が動画教材を視聴する際の認証や、動画教材を見たかどうかの学習記録を取るために利用します。

次に、各講義室に設置している記録装置の構成を図2に示します。記録装置は次のハードウェアで構成されています。

- ビデオカメラ 1台
- 盗難防止カメラ 1台
- 音響分岐器（ミキサー） 1台
- 録画装置 1台
- 小型ラック 1台（教室上部に設置）
- 小型UPS 1台
- 100V24 時間タイマ 1個
- iLINK ケーブル
- 音声ケーブル
- UTP ケーブル× 2

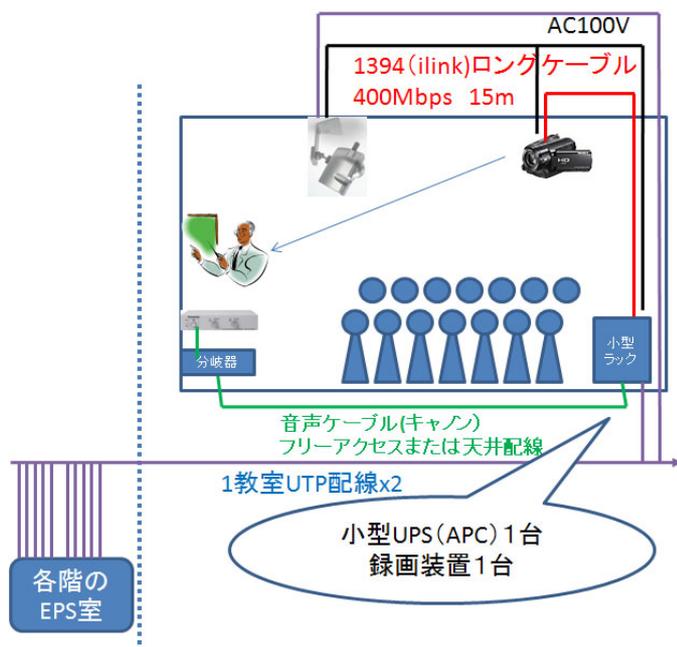


図 2: 記録装置の構成

講義室の後方に撮影用カメラ（図3）と録画装置が入った小型のラック（図4）を設置しています。なおカメラの向きや撮影する範囲は固定されています。



図 3: 撮影用カメラ

解説

小型ラックの様子を図 5 に示します。小型の UPS は短い停電が発生しても録画装置が停止しないように、冷却用のファンは機器が熱で故障しないように、小型ラック内に配置しました。またタイマーは、節電を目的としたカメラの電源制御用のもので、夕方から朝にかけて電源を落とすように設定しています。

使用するビデオカメラは HDV 方式の民生カメラを採用しました。カメラと録画装置は iLINK ケーブルで接続しています。この録画装置は 120GB のハードディスクドライブを内蔵していて、ネットワーク経由で録画の開始・停止などの制御を行うことが可能になっています。また録画装置は CIFS と呼ばれる、ファイル共有のためのネットワークプロトコルに対応しています。録画装置の内蔵 HDD に記録されたデータ (m2t, wav 形式) は、フエンコードサーバ (図 1) がネットワークを介して回収していきます。



図 4: 教室に設置した小型ラック

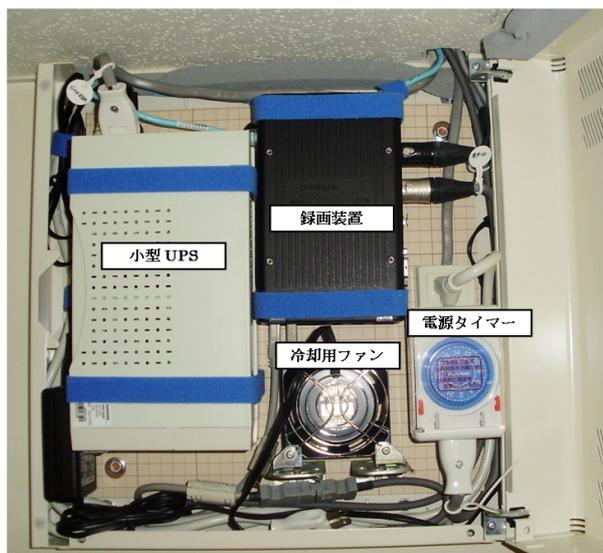


図 5: 小型ラック内の機器一式

2.2 ソフトウェア構成

次にソフトウェアの構成について説明します。アーカイブシステムのソフトウェアは、録画装置制御とエンコード用のプログラム、そして回収用、変換用のスクリプトで構成されています。次にそれぞれの構成要素について説明します。

● 録画装置制御用プログラム

図 1 の制御・管理 PC で実行されるプログラムで、今回のアーカイブシステムのために業者が作成したプログラム (play.exe) です。次のようにコマンド引数を渡して録画装置を制御します。

```
play 192.168.205.1 50000 cp rec on (IP アドレス 192.168.205.1 の装置が、録画を開始する)
```

```
play 192.168.205.1 50000 cp stop on (IP アドレス 192.168.205.1 の装置が、録画を停止する)
```

全ての録画装置には固有の IP アドレスが割り振られており、これを元に制御する部屋を定義しています。

これを自動で実行させるために、講義スケジュールに合わせて曜日、時間、講義室毎の制御用のパッチを作成し、これらを Windows PC から cron NT を使って動作させています。

- 回収用スクリプト (Perl)

エンコードサーバで実行するスクリプトで、各講義室にある録画装置から、動画ファイルを回収するためのスクリプトです。

エンコードサーバは全ての録画装置に内蔵されている HDD を、CIFS によってマウントしています。これらの HDD を一つずつ探索し、その日に記録した動画ファイル、音声ファイルを作業用のディレクトリに移動させるスクリプトです。

これはまとめて行うことができないので、動画ファイルの一つずつ移動しています。撮影したファイルは容量が大きいので、現時点でもっとも時間のかかる作業になっています。

- エンコードプログラム (FFMPEG)

エンコードプログラムは、記録された動画ファイルのフォーマット形式を変換するプログラムです。今回のシステムでは、FFMPEG を使っています。FFMPEG は動画と音声ファイルをエンコードするフリーソフトウェアです [3]。Windows, Linux 上で OS を問わず利用可能で、このソフトに含まれているライブラリは、他の多くのアプリケーションでも利用されています。

本学の講義アーカイブシステムでは、次の設定で講義の動画を Flash ファイルにエンコードしています。

- 変換スクリプト (Perl)

エンコードサーバで上記エンコードプログラムを実行するスクリプトです。回収用のスクリプトで全ての動画を回収した後に実行します。エンコード時の設定は次の通りです。

- 解像度 960 × 540
- 動画ビットレート 1500kbps
- フレームレート 25fps
- 音声サンプリング周波数 44kHz
- 音声ビットレート 64kb

このスクリプトではエンコード処理を早く終わらせるために、録画装置の台数分のプログラムを並列に実行しています。全てのエンコードを終了した後は、エンコード元のファイルを削除しています。

2.3 動作の概要

講義アーカイブシステムは次の順番で動作します。

1. タイマーによってカメラの電源を ON(朝 8 時) にする
2. 登録された時間割情報 (制御 PC 内) を使用し, 制御 PC から各録画装置に録画開始の命令を送る
3. 登録された時間割情報 (制御 PC 内) を使用し, 制御 PC から各録画装置に録画停止の命令を送る
4. タイマーによってカメラの電源を OFF(夕方 6 時 30 分) にする
5. 2 台のエンコードサーバが回収用スクリプトを開始 (夕方 6 時) し, 各録画装置が撮影したデータを CIFS を経由で回収する
6. 2 台のエンコードサーバが変換スクリプトを複数起動 (朝 5 時) して, 回収した撮影データを Flash ファイル (flv 形式) にエンコードする
7. エンコード終了と同時に回収した撮影データを削除し, Flash ファイルをエンコードサーバ上に保存する
8. 公開希望の情報に従って, 該当する Flash ファイルを Flash サーバに配置する (現在実装中)

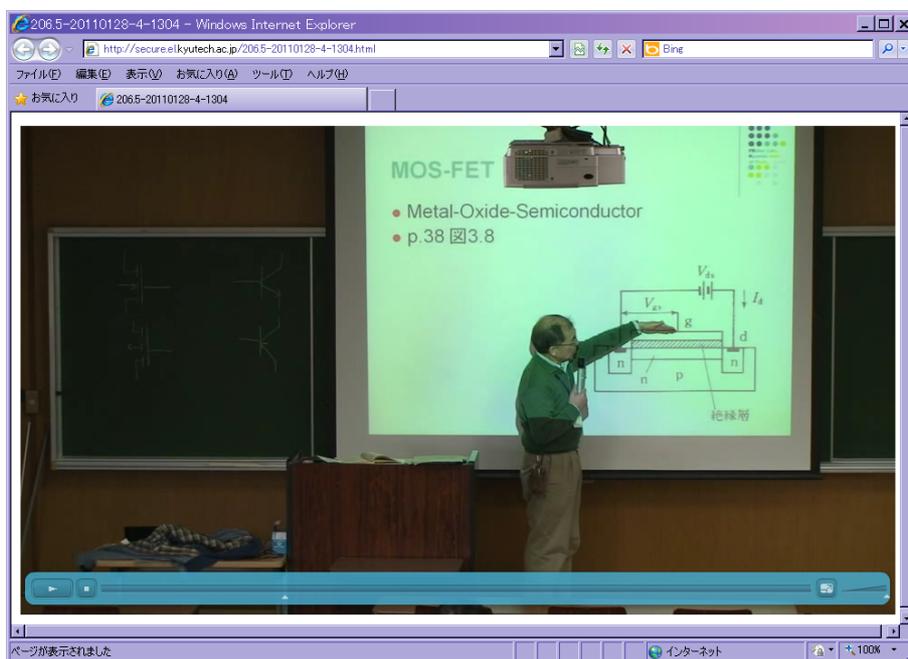


図 6: アーカイブシステムで作成した講義動画

実際に撮影した動画は Web ブラウザを使って, 図 6 のように見ることができます。この動画では黒板と正面のスクリーンを使った講義を行っています。スクリーンの光のため, 若干見難くはありますが,

左側の黒板の図まで見られる画質になっています。ただし今回は、板書がよく見えるように範囲を固定したため、右側に書かれた場合はそれを見ることはできません。

次に、実際にアーカイブシステムを試験的に動作させた結果を述べていきます。実験では全ての講義を撮影することを想定して、連日システムを稼働させました。

記録装置の撮影スケジュールを表 1 に示します。表の中の数字は、講義室に設置した記録装置の、1 日の撮影回数を示しています。一週間で 230 の動画を撮影・エンコードすることになります。

表 1: 記録装置の週間撮影スケジュール

	月	火	水	木	金
1101 講義室	0	3	3	5	0
1102 講義室	2	0	3	4	2
1103 講義室	4	5	3	1	3
1104 講義室	0	3	3	2	2
1201 講義室	4	3	4	3	3
1202 講義室	4	1	4	2	2
1203 講義室	3	4	3	3	2
1204 講義室	3	4	4	4	3
1301 講義室	4	1	3	2	1
1302 講義室	1	3	3	5	3
1303 講義室	1	3	3	5	3
1304 講義室	4	3	3	3	3
1305 講義室	4	3	3	1	4
1401 講義室	3	1	0	3	1
1402 講義室	0	1	3	4	3
1403 講義室	0	2	3	4	0
1404 講義室	5	2	1	4	1
1405 講義室	3	0	1	1	1

平日の全講義スケジュールを、あらかじめ制御 PC に登録しています。具体的には、曜日、コマ毎のバッチファイル（曜日数 $5 \times$ コマ数 $5 = 25$ 個のバッチ）を作成します。制御 PC はこれらの 25 個のバッチファイルを、講義の時間に合わせて毎日実行していきます。

記録装置から送られる動画の容量は 17GB で、エンコードは早朝 5 時から朝 9 時辺りで終了しています。次の動画が回収されるのは夕方 6 時からなので、毎日全ての講義を撮影し続けても、動画データのエンコードが間に合うことがわかります。なお、最終的にエンコードされた Flash 動画の容量は一つ（1 コマの講義）あたり 1.06GB となりました。

今回のテスト運用で、撮影機器からファイルのエンコードまでの動作まで確認しました。概ね正常に動作していますが、一部の Flash ファイルには、エンコードが最後まで行われずにプログラムが中断して、途中で途切れたファイルが存在しています。本格的運用にはこれらの原因の究明と、対策を行う必要があります。

そこでこの動画に、教員が作成した講義の電子資料等を合わせて公開したり、内容に応じて動画を区切るなど動画の編集を行えば、より使いやすい教材に変えることができます。九州工業大学では一部の講義において、講義の動画を編集した教材を作成して学内の講義に利用しています。しかしこれらの教材は撮影から編集まで人手がかかっており、多くの講義の教材を作成するには手間がかかります。

アーカイブシステムの動画を利用すれば、若干の質の低下は否めませんが、復習用の教材として数を増やすことができるのではないかと考えています。

今後はアーカイブシステムの動作の安定性を高めるとともに、作成した動画の有効な活用方法について提案・実践を行い、情報技術を活用した本学に相応しい教育の実現を目指していきたいと思っております。

参考文献

- [1] 北陸先端科学技術大学院大学 講義アーカイブ配信: <http://dlc.jaist.ac.jp/enkaku/index.php>
- [2] 奈良先端科学技術大学院大学 電子図書館 授業アーカイブ: http://library.naist.jp/library/archive_top/
- [3] FFMPEG: <http://www.ffmpeg.org/>
- [4] 大西淑雅, 山口真之介, 西野和典, 小林史典: “九州工業大学における e-Learning の実践”, メディア教育研究, vol.1, 45-58, 2004.
- [5] Moodle (Moduler Object Oriented Dynamic Learning Environment):
<http://moodle.com/>