

複数センサを用いた講義自動アーカイブシステムの構築と運用

CONSTRUCTION AND OPERATION OF

AN AUTOMATIC LECTURE ARCHIVING SYSTEM USING MULTIPLE SENSORS

西口 敏司¹
Satoshi Nishiguchi

亀田 能成²
Yoshinari Kameda

角所 考³
Koh Kakusho

美濃 導彦³
Michihiko Minoh

京都大学大学院 法学研究科¹

Graduate School of Law, Kyoto University

筑波大学大学院 システム情報工学研究科²

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

京都大学学術情報メディアセンター³

Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

1 まえがき

大学における一斉講義型の対面授業を電子的にアーカイブ化する試みが国内外の大学で行われている。記録されたアーカイブは、講義室に来ることができない学習者によって、異なる場所や異なる時間における教授内容の獲得のために利用される。講義を記録するために開発されてきた従来のアーカイブシステムは、講義中の講師の映像を手動で撮影し、講義中に提示されたスライドを記録して、時間同期した画面を学習者に視聴させるものが多い。しかしながら、講義の様子を手動で記録する作業は人的な負担が大きいと、その自動化が求められる。

講義室は広く、人間の活動は様々であるため、アーカイブシステムを自動化するには、様々な種類の多数のセンサを用いて講義室における人間の活動を観測し、講義室の状況を推定する必要がある。このとき、実運用の観点から、使用する多数のセンサやカメラ、またそれを駆動するソフトウェアの一部に何らかの障害が生じたとしても、アーカイブシステム全体が停止することなく動作し続けることが求められる。

そこで本稿では、複数のセンサを用いて講義を自動的にかつ安定的にアーカイブ化するシステムを構築し、構築したシステムを実際の講義で長期間に渡って運用した結果について述べる。

2 講義自動アーカイブシステムの構築

本稿で述べるアーカイブシステムでは、利用者に講義の臨場感を伝えるために、複数台のカメラを用いて講師だけでなく受講者の様子も自動撮影する。講義室のような広い空間における講師と受講者の様々な活動状況を観測するために、複数の種類のセンサを多数使用する。これらのセンサは、講義中の講師や受講者に与える影響をできるだけ小さくするために、講義室内の机や椅子等には設置せず、講義室の壁面や天井に設置する。図1に、講義室に設置した複数種類の多数のセンサの配置を示す。

講師を撮影するためには、講師位置の推定を行う必要がある。そこで、講師の頭の位置を推定する講師観測カメラを3台設置した。また、講師の両肩に設置したピーコンの位置を計測する超音波位置センサを講義室前方の天井に設置した。これら二種類のセンサの情報を統合し、

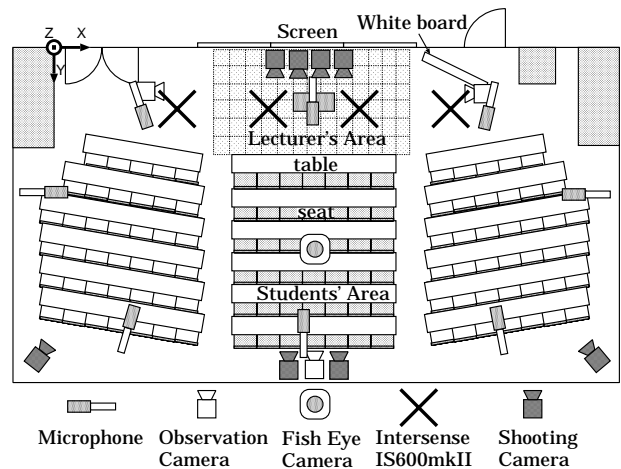


図1 複数のセンサの配置

講師の位置を推定する。

また、講義中の受講者の様々な活動を撮影するために、動きの大きさが異なる受講者を万遍なく撮影するようなカメラ制御を行う。着席している受講者の位置を推定するために、受講者用座席が設置されている講義室中央部の天井に、光軸方向を垂直下向きに向けて魚眼レンズ付きの観測用カメラを設置した。この観測カメラから得られる観測画像上で、受講者の個々の座席に相当する領域ごとに、背景画像との差分及び時間的に連続して撮影された画像間の差分に基づいて受講者の位置、及び差分値の大きさに比例した受講者の活性度を推定する [1]。

さらに、講義中に質問する受講者を撮影するために、講義室における話者の位置を推定する。ここで、人物が存在しかつ音源が存在する位置を話者が存在する位置であるとみなす。8本のマイクロホン天井に設置し、CSP法を用いて複数のマイクロホン対に対する音源位置方向を求め、その交点を音源位置とする。しかし、講義室のように広く、プロジェクタや空調設備など様々な機器が設置された空間では、音源位置の推定精度も低い。そこで、受講者の座席位置ごとに音源位置が存在する可能性を推定し、受講者が存在する可能性が高く、かつ音源が存在する可能性が高い受講者用座席に話者が存在する可能性が高いと推定する [2]。

講師及び受講者の撮影のために、パン・チルト・ズー

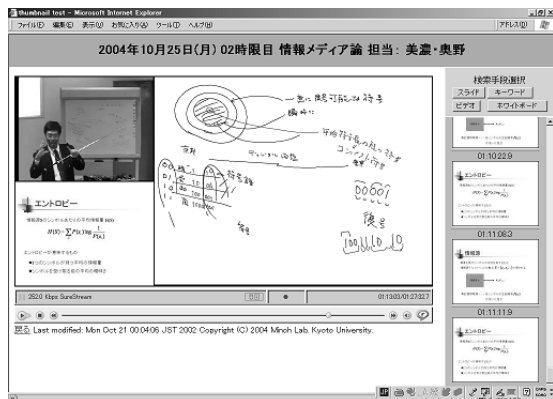


図2 アーカイブコンテンツの表示画面の例

ムの制御が可能なカメラを、講師撮影用に講義室の後方に4台、受講者撮影用に講義室の前方に4台設置した。これらのカメラで撮影される8本の映像から、講師や受講者の動きの大きさ、話者の有無などに応じて動的に一本選択して記録する。また映像の他にも、電子白板に書かれた記述やPowerPointを用いて表示されたスライドを、時間同期のための情報を付与して記録する。

一方、多数のセンサからデータを獲得したり、多数のカメラを制御する状況では、ハードウェアの故障やソフトウェアの障害が起こる可能性が高くなる。そこで、システムの安定性を保ち、かつ稼働状態の把握を容易とするために、システムを構成するソフトウェアについてはサーバクライアントモデルを採用する。複数のセンサから獲得される様々な情報を保持するデータベースサーバソフトウェアを構築し、各センサでデータを獲得したり、カメラを制御するソフトウェアをクライアントとする。このような構成により、センサやカメラなどのハードウェアや、クライアントソフトウェアの一部が何らかの理由で機能しなくなった場合でも、講義室から獲得できる情報の一部が欠けることによって講師位置の推定精度や講義状況の推定精度などが悪くなるが、システム全体としては停止せずに処理の続行が可能となる。

3 講義自動アーカイブシステムの運用

本研究で実装した講義自動アーカイブシステム [3, 4] を約2年に渡って運用し、一般教養科目から文系、理系の専門科目まで、のべ20種類の講義をそれぞれ約10回ずつ、計214回アーカイブ化した。

記録されたコンテンツは、図2に示すように、利用者に同期表示する。また、講義中に提示された各スライドの縮小画像を講義開始からの相対時刻とともに時間順に並べてインデックススライドとして表示した。これにより、利用者はそれぞれのスライドをマウスでクリックすることによって、そのスライドが提示された時刻からコンテンツの再生を始めることができる。

表1に、使用された教材の組み合わせによる講義の分類とその割合を示す。この表から、様々な教材の組み合わせで講義が行われたことがわかる。また、表2に、2003年4月～9月の間に行われた講義におけるアーカイブシステムの運用の結果を示す。表中の障害数は、本来記録

表1 使用した教材の組合せによる講義の分類

種類	スライド	白板	割合
A	使用	0台	12.1%
B	使用	1台	50.0%
C	使用	2台	6.9%
D	不使用	0台	1.7%
E	不使用	1台	24.1%
F	不使用	2台	5.2%

表2 運用結果 (2003年4月～2003年9月)

講義名	講義数	障害数	講義の種類 (正常時)					
			A	B	C	D	E	F
都市経営論 A	12	2	0	0	0	1	9	0
情報処理入門	10	1	1	7	0	1	0	0
画像処理論	10	1	0	1	0	0	8	0
パターン認識特論	10	0	0	8	0	0	2	0
合計	42	4	1	16	0	2	19	0

すべき映像などが記録できなかった回数である。この表に示すように、ほぼ問題なくアーカイブ化できていることがわかる。また、障害が起った原因は、映像ケーブルが抜けていた、システムの起動を忘れていた等、ハードウェアや人的な原因に関するものがほとんどであった。

4 おわりに

本稿では、多数のセンサを用いて講義の状況を推定し、安定した自動撮影を行う講義アーカイブシステムの概要とその運用について述べた。今後の課題としては、まず、講師がスライドのどの部分を指し示しながら説明を行っているのかを利用者に提示することによって利用者をナビゲーションする機能の実現が考えられる。また、現在は運用のための補助員を講師とは別に配置しているが、講師自らが負担なく講義アーカイブシステムを稼働することが出来るインタフェースの整備などが挙げられる。

参考文献

- [1] S.Nishiguchi, Y.Kameda, K.Kakusho, M.Minoh, "Automatic Video Recording of Lecture's Audience with Activity Analysis and Equalization of Scale for Students Observation," Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.8 No.2, pp. 181-189, 2004.
- [2] 西口敏司, 東和秀, 亀田能成, 角所考, 美濃導彦, "講義自動撮影における話者位置推定のための視聴覚情報の統合," 電学論誌 C, Vol. 124, No.3, pp. 729-739, (2004-3)
- [3] 西口敏司, 亀田能成, 角所考, 美濃導彦, "大学における実運用のための講義自動アーカイブシステムの開発," 電子情報通信学会, (採録決定)
- [4] 村上正行, 西口敏司, 亀田能成, 角所考, 美濃導彦, "京都大学での実践に基づく講義アーカイブの調査分析," 日本教育工学会, 28巻3号, 2004-12. (掲載予定)