

操作ログを活用した高度な教育システムの実践

荻野哲男 藤岡健史 住友千紗 岡田顕 上林彌彦

京都大学大学院情報学研究科

概要：講義や会議などの社会的な活動を記録し再利用可能とすることは有用であるとされている。しかし、実際にそのような記録が現場でどのように利用されるか、また再利用を促すためにはどのような形式で活動を記録しておくことが望ましいかなどはいまだ知られていない。本稿ではそれを検証するためこれまでに開発してきた活動記録のためのデータベースを基盤とした高度な教育システム的设计事例を二つ示す。これらは既に実際の教育現場において運用されているものである。本稿では、利用時に得られた知見を元に活動記録を蓄積するためのデータベースに求められる特徴についての議論を行う。

Application of Advanced Educational Systems Using Action Logs

Tetsuo Ogino, Takeshi Fujioka, Chisa Sumitomo, Akira Okada, Yahiko Kambayashi
Graduate School of Informatics, Kyoto University

Abstract: To record “social activities”, such as lectures or conferences is supposed to be useful. However, methods to utilize records or data structure of them have not been verified. In this paper, we show two studies about design and management of advanced educational systems based on database technologies that we have developed for activity recording. The systems are used in a high school and a university practically. We discuss the characteristics that are required for databases to accumulate activity records by referring the knowledge proved in those research projects.

1 はじめに

計算機は近年その普及に伴い、人間の活動において重要な道具として利用されるようになってきている。計算機の利用には多くの長所が存在するが、中でもデータベースにより実現される情報の蓄積と再利用は非常に大きな利点を持つ。教育の分野でも教材データベースなどこの特長を生かしたシステムは多く実現されている。記録対象は教材や講義ビデオといった素材から学生のシステム上での学習履歴まで非常に多岐にわたり、それぞれ要求に合わせたデータの再利用が行われている。しかし、実際にどのような形でデータを蓄積しておくのが良いかなどはまだ知られておらず、XMLによる教材の標準化など一部の取り組みを除いて各システムが個別にデータ管理を行っている状況である。そのためシステム間におけるデータの共有を前提とした連携はまだ不可能であり、従って蓄積されているデータはさらに活用する余地があるといえる。

本稿ではこの問題を解決するため、人間の活動をより一般的に捉えたデータモデルを利用する。

さらにそのモデルを利用した教育現場向けのシステムの設計・実装及び評価結果を二つのプロジェクトについて示す。そしてそれらを踏まえた上で、提案する一般的なデータモデルがどの程度人間の活動に利益をもたらし得るかについて議論を行う。

2 基盤技術

2.1 操作ログのデータベース化

計算機上での活動はすべて何らかの操作による入力を介して行われる。従って操作を全て記録しておけば、計算機上で行われた活動を完全に再現できるだけの情報を得ることができる。キャプチャした操作をどのようにデータベース上で表現するかについては、ログを用いればよい。一般に操作ログは厳密に構造が定められているため、データベースに格納するのにも向いている。

ログについて、操作の種類及びそこに含まれる属性値が事前に定められている場合構造化は容易である。しかし、本稿における目的達成のために必要となるのは、複数のシステムにおけるどのような活動でも記録可能なデータモデルである。

このようなモデルとして我々は Action History モデル[2]を開発している。このモデルの特徴は、一般の人間の活動を記録するのに必要な情報である 4W1H、即ち「いつ、どこで、誰が、何を、どのように」を表現できることである。これらは具体的には以下のような情報となる。

いつ 操作が行われた時刻である。

どこで 操作が行われた環境である。例えば会議でのチャットでの発言の場合、会議名やチャットのルーム名が環境を表す属性となる。

誰が 操作を行った利用者名である。

何を 操作の種類(どの機能におけるどのような操作か)である。

どのように 操作を行った際の入力値である。

全ての操作のログがこれらの情報を含んでいると、それらの積み重ねで行われた計算機上における活動を情報損失なしに記録できる。再利用時には 4W1H のうちアプリケーションに応じて必要な情報のみを用いればよい。またデータ形式を一般的な 4W1H の情報を表現可能とすれば、それは操作の種類に依存しないものとなる。これらの利点により、前述した本稿における目的は達成されうる。

2.2 操作履歴の階層化

一般的に 4W1H が表現可能なモデルを実現するにあたり、尤も困難なことは操作の種類によって異なる属性値の種類や数(How に相当)、さらにその操作が行われた環境に関する情報(Where に相当)の表現である。Action History モデルではこのためにログの木構造化を行っている。これは以下の観察から導かれたものである。

- ある操作は、より詳細な操作の集合から構成される

例えば講義支援システムにおける質問送信の操作を考える。この操作は、質問文の入力と送信の二種類の操作から構成される。質問文の入力操作は、文章を構成する個々の文字入力操作の集合である。そして質問の他に、教師による説明などが組み合わさって一回の講義という操作が構成される。この例において、質問という操作から見ると、各文字の入力操作は属性値と考えられ、講義は作業環境と考えられる。そして、この例における操作ログは図 1 のように木構造化可能である。

木構造ならば任意の数の属性値を表現可能であるし、さらに作業環境の情報を記述するのにも向いている。これらより、木構造の導入は複雑な機能構成を持つシステム上の活動を表現するために適切であると考えられる。

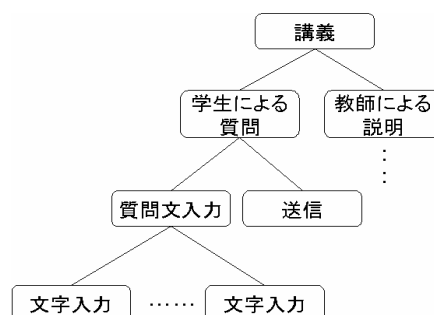


図 1 操作ログの階層化の概念

次節以降に、Action History モデルの技術が現場で利用されるシステムにおいて有用であることを実際のプロジェクト例に基づいて述べる。

3 ログ可視化機能を備えた WBT システム

3.1 TESTS プロジェクト

我々は、昨年度から TESTS(TEACHER Support System for Web Based Training) と命名された研究開発プロジェクトを進めている。TESTS は高校数学のウェブベース学習を対象とした、学生の学習活動の記録と再利用を統合的に支援するシステムである。計算機を用いた環境で教育を行う大きな利点として、学習の進捗上あるいは何か教育上の問題が起こった場合に過去の活動内容を調べられることが挙げられる。TESTS では学生の学習活動を計算機を通して行い、ここでの操作を全て記録してデータベース化する。この記録を再利用することで、これら教育上の問題解決に役立てられる。本システムの最大の特徴は、あらかじめ全てのデータを記録しているためアプリケーションが固有のものに限られておらず、後からでも新しい利用法を構築することが可能な点である。現在、京都市教育委員会および京都市立堀川高等学校の協力の下、本格的な評価実験プロジェクトが稼働している。

3.2 操作ログによる活動の記録と可視化

本研究では、計算機上での学生の学習活動を全て記録し、過去の活動内容を調べて様々な学習上の問題に対処する。多種多様な問題に対応するためには、できるだけ豊富な意味情報を、再利用しやすい形で蓄積することが求められる。一般的な活動記録手法としては、ビデオ撮影が挙げられる。ビデオは記録が容易という利点を持つが、得られたビデオ映像から画像処理等を用いて意味情報を取得することは困難である。また詳細

な情報を得るためには逐次再生が不可欠であり、これには時間を要する。そこで、TESTS では操作ログを用いて学生の学習活動を記録する。TESTS で記録される操作ログは学生クライアントにおけるログであり、前述した Action History モデルを採用している。これにより、サーバのログやビデオからの意味抽出と比べて精度の高いログを得ることができる。また、ログを構造化することによって柔軟な再利用が可能となる。

本プロジェクトにおける教育では、学生・教師が記録された操作ログを再利用して過去の活動内容を調べ、様々な学習上の問題に対処する。学生は、自分自身の操作ログから学習到達度をチェックし、反復学習すべき項目を調べて自分の弱点を把握する。教師は、学生の操作ログを分析して到達度評価を行い、特に弱点としている学生の多い分野については授業方法や教材の内容を再検討する。

TESTS では、学生・教師による操作ログの再利用機構を、可視化技術を用いて実現する。TESTS では、focus+context と呼ばれる情報可視化手法を用いて操作ログの可視化を行う。表示する画面の大きさや人間の認知能力等の制限により、一度に表示すべきデータ量は制限されるが、この制限の下で、ユーザの知りたいことをユーザの観点で分かりやすく表示することができる。この情報可視化手法を用いて、抽象化された大量の操作ログを学生・教師にとって分かりやすい形で提示する。以下に学生別学習過程確認画面例を示す(図2)。

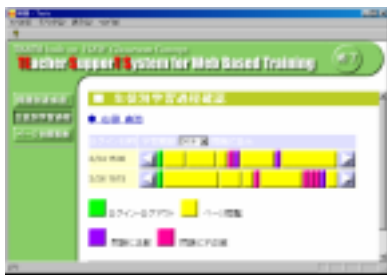


図 2 可視化の例(学生別学習過程確認画面)

3.3 システム利用結果

TESTS のシステムはすでに京都府立堀川高校において利用実験を行っており、学生による自習と教師による可視化を用いた自習結果分析を実際に行った。現在のところ、利用者からは概ね好評な結果を得ている。このシステムの大きな特徴は、記録したログを自由に再利用できることにある。採用している可視化手法も、4W1H のうち必要な情報の組を自由に選択し二次元または三次元で表

示するという非常に柔軟なものである。例えば「what はページ閲覧操作、where はページ番号、who は学生名、when は滞在時間」などとし、各学生のページ閲覧過程分析を行うことができる。

現在プロジェクトにおいて Action History モデルの利点が役に立った事例は主に二点存在する。まず一つは記録可能な操作の種類が限定されていないことである。システムでは Java や Flash を用いたマルチメディア教材などを利用しており、教材は適宜追加されている。従って操作の種類もページ閲覧や解答送信といった単純なものに留まらず、しかも種類は教材追加によって今後も増加する可能性がある。TESTS では Action History により操作の種類を無制限としたため現場が必要とする教材を自由に追加でき、どのような教材においても操作ログの記録・統合管理と可視化による学習結果分析機能の提供を保証している。二つ目の利点は可視化機能を自由に追加できることである。学習履歴分析のための可視化手法は、教科・教材・内容や各教師によって必要なものが異なる。しかし操作の 4W1H をすべて記録しておくことにより、それらの任意の組を用いた様々な可視化手法を柔軟にシステムに取り入れることができる。実際プロジェクトにおいても可視化手法は教師の要求に応じて追加されていく方向にある。

このように、Action History モデルは主に現場での柔軟なシステム運用に大きな利点をもたらしている。

4 講義ビデオのデータベース化

4.1 システムへの要求

すでに行われた講義をビデオに記録しそれを学生がいつでも閲覧できるようにする講義ビデオデータベースは、講義という貴重な情報源の活用および学習の地理的・時間的制約を取り払うという意味で、それらの中でも特に期待の大きいシステムである。実装方式としては、Web 上にビデオをストリーム配信可能な形式で登録し、それらにリンクを張ったページを用意するという方法が現在のところ中心となっている。講義ビデオデータベースは、既に幾つかの大学等で実用化されている。京都女子大学現代社会学部においても、主に学生の復習用に一部の講義のビデオへの記録と Web 上でのオンデマンド配信を行っており、学生には概ね評判が良い。しかし現状では、他の多くの組織におけるシステムと同じように、講義ビデオのみが Web で公開されているだけである。ビデオの中から利用者が望む部分を検索しそこから再生し

たり、複数のビデオにまたがった検索をしたりすることはできない。したがって学生は、自分でランダムアクセス機能を用いて蓄積されたビデオの中から必要な部分を発見しなければならず、検索機能の強化が大きな要求となっている。現在 Web からの閲覧インタフェースを備えた講義ビデオデータベースを運用している現場ではどこでもこのような要求が存在すると考えられる。

そこで我々は VIEW Classroom に関連する研究で得られた成果[1]を適用し、より柔軟な検索が可能なシステムを開発し実際に京都女子大学で運用を行っている。

4.2 操作ログの索引としての利用

講義ビデオ検索機能の強化には様々な手法が利用可能である。しかし本プロジェクトは学部単位で取り組む大規模なものであり、実用性が何よりも求められる。したがってこれまでに行われた先進的なプロジェクトと比較して、以下に示すような現場からの様々な要求が存在した。

- 教師の講義形態に大きな差があり、スライド等を利用する教師もいれば黒板も使わずに音声のみで講義を行う教師も存在し、どの場合でも検索性向上を実現する。
- 現場で負担する作業コストを極力抑える。
- 教室内 LAN など高価な設備は利用できない。これらにより教師による索引付けやスライドによる検索、また映像認識による索引付けなど既存の手法をそのまま導入することは不可能となった。

そこで我々は以下の方針を採用した。

- 最低限の検索を保障する手段として、学生による PC 上でのノートを採用
- スライド等については、それらが利用された講義のみについて索引として提供

これらの方針に沿った講義記録を格納するデータベースとして、Action History モデルを採用した。

図3がシステムの画面である。



図 3 ビデオ検索画面

4.3 利用結果

このシステムは本年度6月から京都女子大学で使用実験を開始している。システムではビデオのみでなく学生によるノート・シラバス情報・スライド内容・掲示板での質疑など複数のログを索引として利用可能な形で記録しなければならない。科目によってそれらのうちどれが記録されているかが大きく異なり、しかもそれらを同一のデータベースに格納する必要がある。このため、Action History モデルの意義は非常に大きい。これにより教師の講義形態を尊重しながらシステムの検索性向上を実現できた。なお、現場からの提案により今後も記録する操作の種類が増える可能性があり、それを実現できるのもモデルの特徴ゆえである。

5 結論

本稿では、Action History モデルを基盤としたシステムを用いたプロジェクトについて述べた。実際にシステムを現場で利用するには、データモデルの汎用性が要求される。なぜならこれは現場の要求に柔軟に対応することにつながるからであり、これは二つのプロジェクトの結果を見ても明らかである。これまではシステムの機能が先に明確に定まり現場がそれに合わせるが多かったが、今後高度なシステムを本格的に普及させるにはシステムの柔軟性は不可欠であり、特に内部のデータ構造は重要であると言える。Action History はその要求にこたえうるモデルである。

今後の課題としては、プロジェクトの継続は勿論であるが、その他に二つのシステムの連携が挙げられる。今回は現場での要求や実情を最優先したため実現していないが、実際には二つのシステムはデータ構造が同じであるため連携でき、例えばビデオ閲覧の履歴の可視化などが容易に実現可能である。この取り組みにより、同期と非同期一体となった高度な学習環境が実現できる。これは本稿で最初に述べた動機に沿ったものである。

参考文献

- [1] 片山, 香川, 神谷, 對馬, 吉広, 上林, “遠隔教育のための柔軟な講義検索手法,” 情報処理学会論文誌, vol.39, No.10, pp.2837-2845, 1998.
- [2] 岡田顕, 上林弥彦, “社会活動データベースの構築”, 情報処理学会第 125 回 DBS 研究会, pp.1-8