

平成 22 年 6 月 1 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19700636

研究課題名 (和文) ユビキタス・クラスルームにおける学習支援システムの構築

研究課題名 (英文) Construction of Learning Support System in Ubiquitous Class Room

研究代表者

正司 哲朗 (SHOJI, TETSUO)

奈良大学・社会学部・講師

研究者番号：20423048

研究成果の概要 (和文)：

本研究課題では、講義と実習の両方に対応した複合型授業アーカイブシステムを構築した。さらに、この授業アーカイブとコース管理システム(CMS)のユーザ認証とを連携させることで、CMS 内から学習者自身の授業アーカイブを閲覧することが可能となった。また、実習時においては、学習者の端末情報を獲得し、端末情報の中からアクティブウィンドウの遷移に着目し、実習中の学習状態を可視化するとともに、遷移状態をもとに実習評価を試みた。

研究成果の概要 (英文)：

In this work, we developed the compound study archiving system for lectures and exercises. Then, we combined our study archiving system with existing course management system (CMS). As a result, it is possible for learners to show the learner's own study archiving contents. Furthermore, when learners were learning programming exercise, we acquired learning contexts by using our system. And we visualized learning states and evaluated the exercises by using state transition of active window in acquired contexts.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,100,000	0	1,100,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	600,000	3,700,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：ソフトウェア学・教育工学・情報システム

## 1. 研究開始当初の背景

- (1) 近年、高等教育機関の学習環境の多くは、コース管理システム(CMS)や学習管理システム(LMS)などのWebベースのe-learningシステムを導入している。

e-learningシステムを使う利点は、時空間の制約なしに学習でき、学習者の学習履歴情報が蓄積され、学習者間/講師と学習者間で手軽にコミュニケーションが出来る点にある。

- (2) 上記のような e-learning システムは情報の共有が容易に実現可能である。しかしながら、現在、研究開発されている e-learning システムは、プログラミングやシミュレーションといった実習を行うには機能が不十分である。なぜならば、現在、学習における e-learning システムの利用方法は、実習課題や説明をシステムに掲載し、学習者はそれらを見ながら、実習し課題を提出するという流れが一般的である。
- (3) 上記の方法では、e-learning システムの最大の特徴である学習履歴（学習者の実習時の入力履歴、操作履歴等）の蓄積が残らないからである。このことは、学習者がどのような学習過程で、課題提出までに至ったのか知ることができず、また、実習を遂行する上での確かな支援が行えないことを意味している。

## 2. 研究の目的

- (1) 本研究におけるユビキタス・クラスルームとは、Web ベースの e-learning システムを拡張したシステムのことを指す。本研究では、高等教育機関で行われているプログラミング実習を対象にし、いつでもどこでもシームレスに学習できる e-learning システム（ユビキタス・クラスルームと呼ぶことにする）を構築する。
- (2) 構築するシステムから得られた学習者の履歴情報を解析することにより、プログラミング時の学習者の思考過程を導出し、学習者を支援することを目的とする。

## 3. 研究の方法

- (1) プログラミング時における学習者の学習履歴を蓄積し、それを解析することで学習者に対して、支援すべきタイミングはどのような場面で起こるのかを見つけ出す。ここでは、プログラミング時における学習履歴を学習コンテキストと呼ぶことにする。本研究で獲得される学習コンテキストは、ソースコードの入力情報、端末の出力情報、さらに学習者の姿勢情報である。プログラミング学習中に獲得した学習コンテキストをもとに、支援すべきタイミングを抽出するために学習コンテキストのモデル化を行った。モデルの評価値が高いシーンは、以下の特徴を持っている。
  - ・ 文字が入力されていない
  - ・ 削除を繰り返している、もしくは削除、入力を繰り返している
  - ・ 入力時間間隔が長い

- ・ 姿勢が変化している  
このような特徴をもつシーンを支援すべきタイミングであると仮定し、実際に獲得されたコンテキストを基に、評価値を求め検証を試みた。

- (2) 講義とプログラミング実習を組み合わせた授業を対象に、講師の振る舞い、スライド、学習者の様子、学習者の端末状況を獲得する複合型授業アーカイブシステムの構築を行う。本研究で提案したシステムで得られた授業アーカイブは、講師映像、スライド、各学習者の端末画面が時間に同期して再生可能である。このため、各学習者は自分自身の端末情報を個別に閲覧できる必要がある。そこで、本研究では、コース管理システム（CMS）のユーザ認証と連携させることで、CMS 内から学習者自身の授業アーカイブを閲覧することが可能となった。このような授業アーカイブは、学習者は復習教材として、講師は授業改善として利用することができる。
- (3) プログラミング実習時においては、学習者の端末情報を獲得し、得られた端末情報の中から、アクティブウィンドウの遷移に着目し、プログラミング実習中の学習状態を可視化するとともに、遷移状態をもとに学習評価を行う。学習者がプログラミング言語を学習する際の流れを、獲得したアクティブウィンドウをもとに、以下のように分類する。ただし、ここでは e-learning システム上に教材が掲載されており、それを閲覧することを前提としている。さらに、プログラミング言語の学習は、統合開発ツールを利用する。
  - ・ 教材閲覧：e-learning 上に掲載している講義資料やサンプルプログラムの閲覧を行う
  - ・ プログラム作成：統合開発ツール上でサンプルプログラムの作成や課題を作成する
  - ・ プログラム実行：作成したプログラムを実行し、実行結果を確認する
  - ・ その他：プログラミング実習に関わる以外の操作を行った場合には、その他に分類する

## 4. 研究成果

### (1) 研究の主な成果

- ① 学習者において、学習コンテキストを獲得し、学習コンテキストモデルに基づき評価値 E を求めると図 1 のようになった。このときのプログラミング作成課題は、1 から 10 まで順番に数字を表示するものであった。

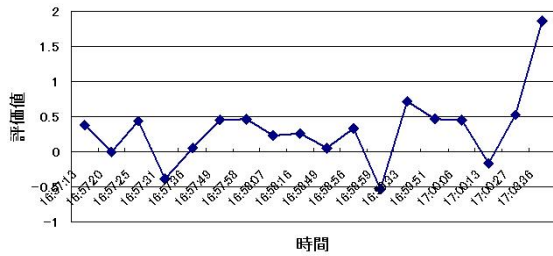


図 1 学習者における学習コンテキストの評価値

図 1 において最も評価値の高かった時間は、17:00.28 であった(図中の円部分)。この時間帯周辺において、獲得した端末情報の時間と照らし合わせてみると、プログラミングコンパイル時において、「7 行目: error: 文法エラー が「i」の前にあります。」というメッセージが表示されていた。このときの入力情報を確認すると、「printf(「%d¥n», i)」となっており、「;」が抜けていたことがわかった。

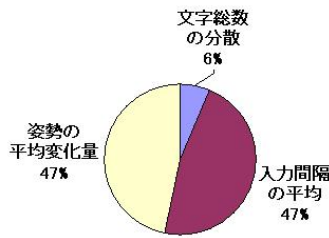


図 2 文字総数の分散, 入力間隔の平均, 姿勢の平均変化量の割合

また、このときの文字総数の分散、入力間隔の平均、姿勢の平均変化量の割合を調べたところ、図 2 のようになった。この図からは、プログラムのエラー出力に対して、姿勢の平均変化量、および入力間隔の平均がともに高かったことがわかる。

- ② 構築した授業アーカイブシステムを利用して、授業アーカイブした結果を図 3, 図 4 に示す。

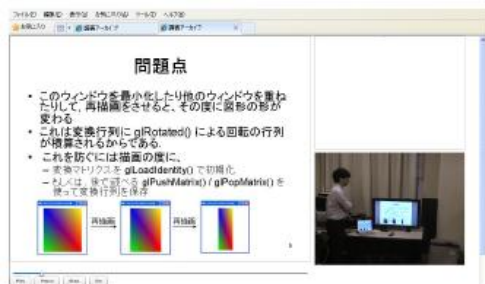


図 3 講義における授業アーカイブの提

## 示例

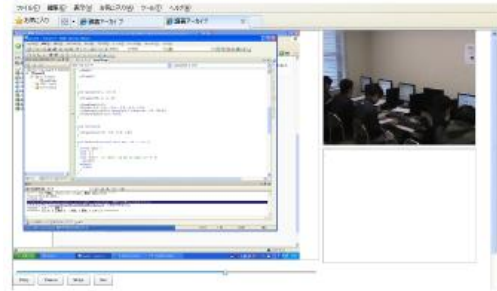


図 4 実習における授業アーカイブの提示例

図 3 は講義中の様子であり、講義スライドと講師映像が時間同期して再生することができる。また、図 4 は実習中の様子であり、学習者の端末画面と学習者の様子が時間同期して再生することができる。学習者に提示している画面のレイアウトは、自由に変更できるため、見たい画面を拡大表示することが可能である。図 3 では、講師は講義スライドについて説明しているため、講義スライドを拡大表示している。図 4 では、学習者が実習を行っているため、学習者の端末画面を拡大表示している。また、一般的な CMS である Moodle を利用して、授業アーカイブを閲覧することができ、各学習者自身の端末画面を表示することが確認でき、復習用教材として利用することが可能となった。

- ③ アクティブウィンドウの遷移率を用いて、学習者の学習評価を行った結果を示す。2009 年 12 月 15 日, 12 月 22 日の 2 日間の実習において、2 日間ともに 7 名の学習者コンテキストを獲得した。各学習者のコンテキストからアクティブウィンドウの遷移率を求め、12 月 15 日のアクティブウィンドウの遷移率を学習サンプルとして利用し、学習した SVM のパラメータを用いて、12 月 22 日のアクティブウィンドウの遷移率から学習評価の識別を行った。ここで、学習サンプルのクラスラベルである学習評価 (A or B) は、実習課題の提出を評価した結果をもとに定めた。上記の方法に基づき、学習評価を識別した結果、71.43%が正しく認識された。学習評価 A の学習者 A と学習評価 B の学習者 B のアクティブウィンドウの遷移状態を図 5, 図 6 に示す。

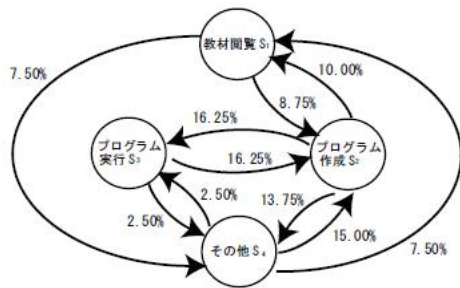


図 5 学習者 A のアクティブウィンドウの遷移

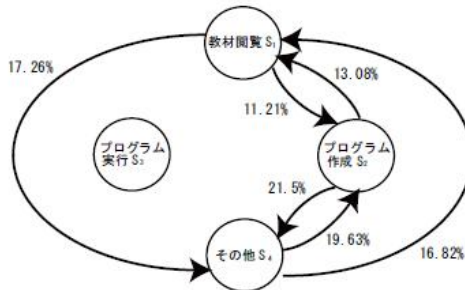


図 6 学習者 B のアクティブウィンドウの遷移

ただし、これらの図では、アクティブウィンドウの遷移率が 0% の場合は省略している。図 5 では、学習者 A が教材閲覧し、プログラム作成から実行までの流れで実習を行っているが、図 6 では、教材閲覧し、プログラム作成を行っているが、実行までには至っていないことがわかる。また、学習者の全体の実習作業時間に対する各状態における作業時間の割合を表 1 に示す。この表からは、学習者 B が全体の実習時間の内、半分以上を教材閲覧に費やしたことが分かる。このため、教材を理解するまでに時間がかかり、プログラムを実行するまでに至らなかったと考えられる。

表 1 学習者における各状態の作業時間の割合

状態	学習者 A (%)	学習者 B (%)
教材閲覧	9.05	56.58
プログラム作成	49.66	34.76
プログラム実行	1.33	0.00
その他	39.66	8.66

(2) 国内外における位置づけとインパクト  
 大学で行われている講義の情報を一般に広く公開する試みは、2001 年に始まったマ

サチューセツ工科大学 (MIT) のオープンコースウェア (OCW) がある。

OCW で公開されている授業関連資料は、授業の配布資料、シラバス、講義映像など様々なものがある。最近では、視覚的な訴求力の高さから、講義映像や解説映像等、様々な映像コンテンツが利用されることが多くなった。このように、大学における一斉型講義を映像化する試みが国内外の大学で行われている。講義映像を撮影する方法には大きく分けて、モバイル型と大規模型の 2 種類の方法がある。

しかしながら、両者のシステムでは、一斉型講義を対象としたアーカイブであり、実習を伴う授業には対応できないという問題点がある。

本研究課題では、講義と実習を伴う授業アーカイブを構築しており、今までの講義のみのアーカイブとは異なる。さらに、本研究課題は以下のような特徴がある。

- ・ 実習においては、学習者の実習中の様子 (学習コンテキスト) を獲得し、分析することで実習中における学習者の支援を目指している
- ・ CMS と連携を図ることで講義と実習の学習環境を統合的に扱っている

本研究で得られた成果は、講義・実習の両方に対応できるため、高等教育機関における多様な授業形式に対して効果が期待できる。

### (3) 今後の展開

本研究課題で得られた成果をもとに、実証実験を行い、様々な学生のコンテキストを蓄積する。次に、蓄積された膨大なデータを利用してデータマイニングを行うことで、実習における学習プロセスの分類を行う。分類されたプロセスをもとに、プログラミング学習支援が行えるフレームワークの構築と、それに対応できる教育用教材の開発を目指す。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 7 件)

- ① 村上正行, Gary Jay Coffman, 正司哲朗, 上田真由美, 角所考, 美濃導彦, "一斉型講義における受講者の姿勢情報の分析に基づく集中状態の検出", 人工知能学会第 58 回先進的学習科学と工学 (ALST) 研究会, 2010-3, 石川県山代温泉
- ② 正司哲朗, "講義・実習を対象とした複合型授業アーカイブシステムの構築", 教育システム情報学会, 特集論文研究会, 2010-3, 畿央大学
- ③ 正司哲朗, 村上正行, "プログラミング教

育における学習コンテキストの獲得と分析”,人工知能学会第 55 回先進的学習科学と工学(ALST)研究会, pp. 13-16, 2009-3, 岐阜県下呂温泉

- ④ 服部博憲, 正司哲朗, 丸谷宜史, 森村吉貴, 角所考, 美濃導彦, “講義時における講師・受講者の行動に基づく時系列コンテキストの獲得”, 電子情報通信学会総合大会, 2008-3, 北九州学術研究都市
- ⑤ 正司哲朗, 美濃導彦, “プログラミング支援のための時系列コンテキストの獲得”, JSISE 主催シンポジウム「教育システムにおけるオープンな潮流について」, 2007-8, 慶應義塾大学
- ⑥ Hsiu-Ping Yueh, Yi-Ling Liu, Wei-Jane Lin, Tetsuo Shoji, Michihiko Minoh, “Integrating face recognition techniques with blog as a distance education support system (DESS) in international distance learning”, The 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2007-7, Nigata, Japan.
- ⑦ Wei-Jane Lin, Hsiu-Ping Yueh, Yi-Lin Liu, Tetsuo Shoji, Koh Kakusho, Michihiko Minoh, “Using project-based learning as the intercultural collaboration framework for an international distance course”, World Conference on Education Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA), 2007-6, Vancouver, Canada.

[その他]

- ① 正司哲朗, “プログラミング教育における学習コンテキストの獲得”, 奈良大学紀要第 38 号, 2009-3
- ② 正司哲朗, “奈良大学における e-learning システムの運用と実践”, 奈良大学情報処理センター年報 No. 20, 2009-3

ホームページ

<http://shoji-lab.com/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

正司 哲朗 (SHOJI, TETSUO)

奈良大学・社会学部・講師

研究者番号：20423048

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし