

Learning Analytics のための学習履歴可視化システムの開発 Development of Learning History Visualization Systems for the Learning Analytics

佐藤 一裕 ^{1)†} Kazuhiro Sato ¹⁾	荒本 道隆 ¹⁾ Michitaka Aramoto ¹⁾	中澤 真 ²⁾ Makoto Nakazawa ²⁾	小林 学 ³⁾ Manabu Kobayasi ³⁾
中野 美知子 ⁴⁾ Michiko Nakano ⁴⁾	後藤 正幸 ⁴⁾ Masayuki Goto ⁴⁾	平澤 茂一 ⁴⁾ Shigeichi Hirasawa ⁴⁾	
1) アドソル日進株式会社 1) Ad-Sol Nissin Corp.		2) 会津大学短期大学部 2) The University of Aizu	
3) 湘南工科大学 3) Shonan Institute of Technology		4) 早稲田大学 4) Waseda University	

要旨： 電子教材を使って学習者がどこまで進んだか、問題を解くためにどのページを何秒見たかななどの詳細な閲覧ログの取得から、学習状況を分析し、学習指導の支援、教材の改善などを可能にした閲覧履歴可視化システムと、初学者向けのプログラミング言語の演習をブラウザベースで提供し、学習者のプログラミング状況（どんなエラーを出しているのか、エラーに対してどんな修正を行ったのか。エラーが無くなるまでどのような経緯でコーディングを行ったのかなど）の詳細な編集ログの取得から、学習状況を可視化し、学習指導の支援を可能にした編集履歴可視化システムの開発事例を報告する。

Abstract : Two systems have been developed for learning analytics, a generic browsing history visualization system, and an editing history visualization system for programming courses.

In the former system, a teacher can analyze the detail viewing logs of students (e.g. the referred pages and the duration to solve the given assignment) to understand the learning situation correspondingly, thus leading to the improvement of the teaching materials and the way of teaching.

While in the latter system, using the student's editing log provided through the newly developed browser-based programming environment, a teacher can analyze the detail programming histories of students (e.g. programming errors, the correction detail to solve them), to visualize the learning achievement of the students and to support them more appropriately.

1. はじめに

従来の SCORM 規格に準拠した e-learning システムでは、学習の開始と終了のログの取得、テストの解答、得点などの記録に限定されているため、Learning Analytics に必要な学習者の学習中のアクションについては、詳細な情報が取得出来なかった。

そこで本研究では、多様な学習端末に対応しながら、電子教材に動画、写真、スライド、音声、演習問題などのコンテンツを埋め込み、且つ学習者の詳細な閲覧ログの取得を可能にする閲覧履歴可視化システムの試作を行い^[1]、試作結果を英語教材に適用し、その有効性を明らかにした。^{[2][3]}

また、従来のプログラミング教育では、学習者のプログラミング状況を詳細に把握することが難しく、学習者一人一人に合った指導を行うことが難しかった。本研究では、初学者向けの

プログラミング言語の演習時に、プログラミング状況の詳細を編集ログに取得する編集履歴可視化システムの試作を行い、C 言語教育などに適用し、その有効性を明らかにした。^{[4][5][6][7]}

2. 閲覧履歴可視化システムの試作^[1]

2. 1. 英語リーディングの詳細学習ログ実証実験

英語のリーディング過程を調査するため、実際に使用している英語の教材『Discussion Tutorial English』での事前学習時の行動を詳細に記録するアプリと、収集した学習ログを可視化するツールを試作し、40 名の学生が参加した実証実験を行った。

システム概要を図 1 に示す。

2. 2. 電子教材の構成

リーディングする 1,000 単語程度の英文は、1 パラグラフごとにページを分割し、パラグラフごとの滞在時間を測定できるようにした。

[†]e-mail, Sato.Kazuhiro@adniss.jp

システム構成概要

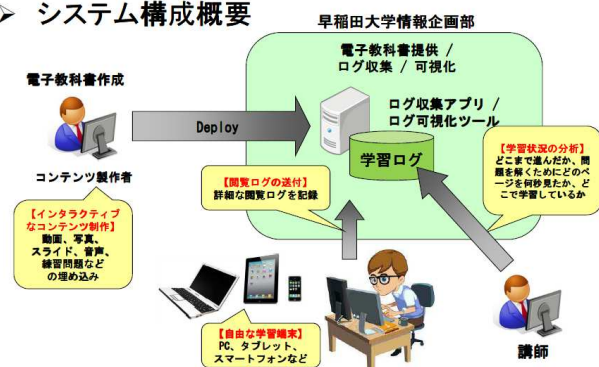


図1 システム概要

また、以下の機能も実現し、各々利用回数などの詳細なログも記録するようにした。

- ・英英辞書
- ・読み上げ機能 (0.5~2.0 倍速に変更可能)

リーディングの後で、三択問題 6 問の出題があり、解答を選択すると正解・不正解を表示し、正解状況もログに記録するようにした。

三択問題の後で、記述問題 10 問の出題があり、記述問題の入力中の文字数もログに記録するようにした。

2. 3. 学習ログの収集

学習ログ収集の機能は、以下の通りである。

- ・パラグラフ毎の学習ログの収集
ページを開く/閉じるの時刻を記録
- ・単語学習ログの収集
英英辞書の参照回数を記録
- ・音声再生ログの収集
開始時刻・再生時間・再生速度・再生位置を記録
- ・三択問題ログの収集
実施時刻、正解/不正解を記録
- ・記述問題ログの収集
実施時刻、入力文字数を記録

2. 4. 学習ログの可視化

学習ログの可視化にあたり、ノイズの除去のため、ページを移動しただけのログを無視するようにした。また、複数窓を開いて本文を参照した場合、何らかの操作をすれば学習ログが残るが、窓をアクティブにしなければ学習ログは残らない方式とした。

2 人分のページ遷移と三択問題と記述問題の状況を図2に示す。

これは、縦軸にページ番号、横軸に学習を開始してから時間をグラフ化したものである。

縦軸の 1~9 ページが本文、10~16 ページが三択問題、17~28 ページが記述問題となっている。

また、三択問題は、●印が正解、赤▼印が不正解を表している。記述問題は、入力した文字数を表している。

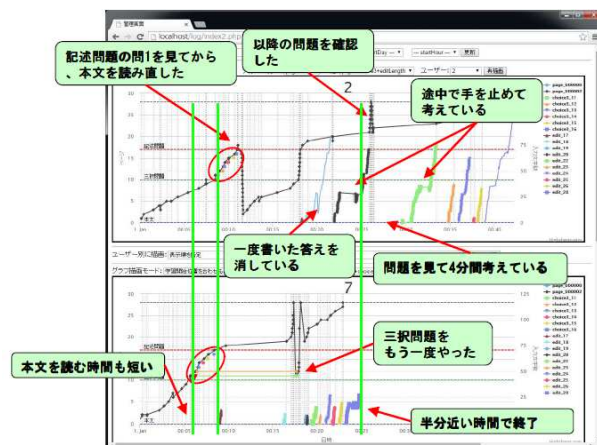


図2 2人分のページ遷移

2 人分の学習状況を、学習開始時刻を合わせ、同じスケールでグラフ化することで、容易に学習行動を比較することができる。

図3は、2 人分のページ遷移と三択問題を拡大表示したものである。時間軸を拡大表示することで、より詳細な分析を行うことが可能となった。

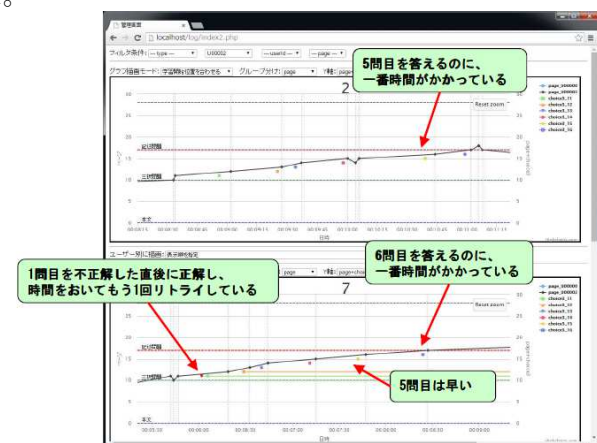


図3 2人分のページ遷移（拡大表示）

3. 編集履歴可視化システムの試作^[4]

3. 1. 対象とするプログラミング言語およびプログラミング言語以外への適用

対象とするプログラミング言語は、以下の通りである。

- ・C/C++、Java
- ・HTML/JavaScript
- ・Scratch (Flash 版)

プログラミング言語以外では、英語の Writing にも適用した

3. 2. システム構成

様々なプログラミング言語や、英語の Writing へ適用する中で、出来るだけ多くの部分を共通化し、言語に特化した画面部分だけを個別に作成した。また、コンパイラ型言語 (C/C++、Java) のコンパイル実行は、別の専用サーバで

行い、セキュリティを考慮した構成とした。

3. 3. C/C++^[7]

学習者用の画面は、ソースコードと標準入力を編集可能とし、標準出力を参照できる。また、バイナリデータも扱えるように、16 進数での編集モードも設けた。学習者用画面を図 4 に示す。

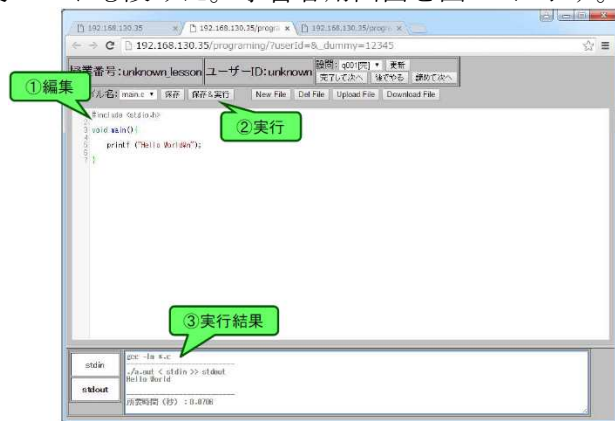


図 4 学習者用画面

講師用の画面は、授業 ID、学習者 ID、設問 ID 毎に、ソースコード、コンパイル結果、実行結果、その他のファイルの全履歴を表示する。ソースコードの編集履歴を表示する講師用画面を図 5 に示す。ソースコードの履歴の差分を、削除した部分は赤で、追記した部分を緑で表示する。

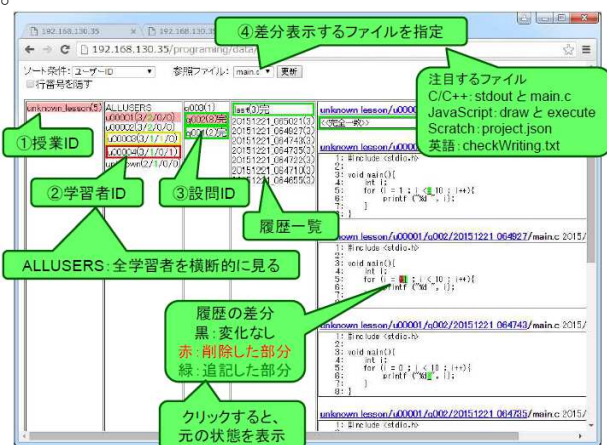


図 5 講師用画面 (ソースコードの編集履歴)

実行結果の履歴を表示する講師用画面を図 6 に示す。

全学習者のソースコードの状況を表示する講師用画面を図 7 に示す。

また、学習者の自己申告の状況「完了」「後でやる」「諦めた」もリアルタイムに表示されるので、学習者全体の進捗も確認できる。

全学習者の実行結果の状況を表示する講師用画面を図 8 に示す。

これらの講師用画面により、講師は、学習者の進捗状況を自席にしながらリアルタイムに把

握することが可能となる。



図 6 講師用画面 (実行結果の履歴)

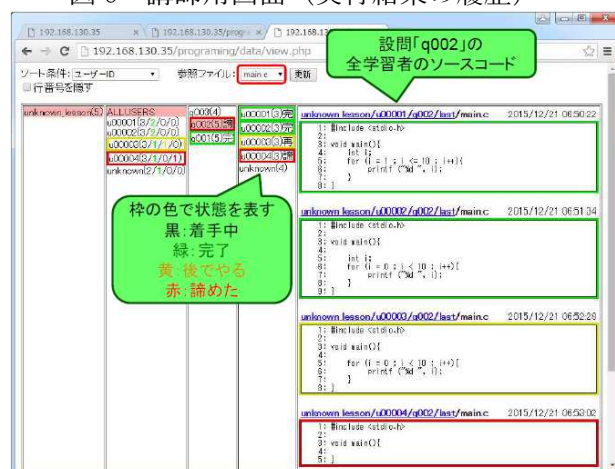


図 7 講師用画面 (全学習者のソースコード)

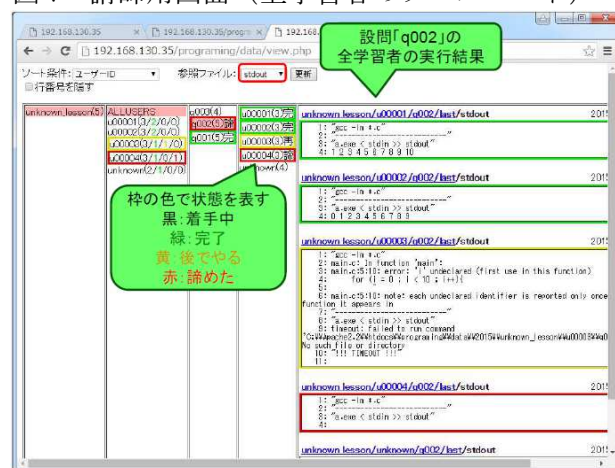


図 8 講師用画面 (全学習者の実行結果)

3. 4. HTML/JavaScript

学習者用の画面は、1 つのファイル中に HTML、JavaScript、CSS をまとめて記述し、画面右側で実行結果が確認できる。学習者用画面を図 9 に示す。

講師用画面は、C/C++言語と同様の画面の他、エラー履歴の表示画面がある。

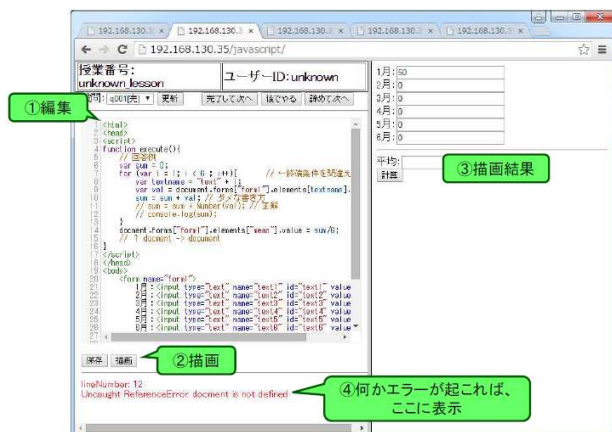


図9 学習者用画面

3. 5. Scratch^[6]

学習者用の画面は、従来の Scratch の画面と同じである。講師用画面は、編集履歴を JSON で表示する画面と、Flash で表示する画面を用意した。なお、Scratch 用のシステムではプログラムの実行などのタイミングに依存せず、10 秒ごとに学習者の編集・実行環境の履歴を記録する方式としている。

3. 6. 英語の Writing^[5]

学習者用の画面は、画面上部で誤った英文を修正し、画面下部で検証結果を確認する。学習者用画面を図 10 に示す。



図10 学習者用画面

講師用画面は、編集履歴の表示画面の他、初期状態から変更部分表示（文字単位、単語単位）、正解との差分表示（文字単位、単語単位）画面も用意した。

4. まとめ

本研究では、Learning Analytics に必要な学習者のアクションの詳細を把握するための閲覧履歴可視化システムと、編集履歴可視化システムの試作を行った。

編集履歴可視化システムでは、実際に授業で試用した講師から、従来の授業よりも早く進め

られるようになったとの評価を頂いた。主要要因は以下と思われる。

- ・プログラミング環境の準備が不要である
- ・全学習者のプログラミング状況がリアルタイムに把握でき、授業の改善に繋げられる

今後は、履歴データの分析機能を実装すれば、さらに有用性が高まるとと思われる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 23501178, 25330045, 26350299 の助成による。

参考文献

[1] 荒本道隆, 佐藤一裕, 中原歌織, 平澤茂一, “詳細な学習ログを用いた英語リーディング過程の分析～(1)リーディング過程の可視化～,” 情報処理学会第 77 回全国大会, 講演論文集, pp. 4-501-4-502, 京都, 2015 年 3 月.

[2] 中野美知子, 吉田諭史, 須子統太, 玉木欽也, ギエルモ エンリケズ, “詳細な学習ログを用いた英語リーディング過程の分析～(2)ログデータから見た成績との関係～,” 情報処理学会第 77 回全国大会, 講演論文集, pp. 4-503-4-504, 京都, 2015 年 3 月.

[3] 中澤真, 梅澤克之, 小林学, 小泉大城, 後藤正幸, 平澤茂一, “詳細な学習ログを用いた英語リーディング過程の分析～(3)リーディング過程における学習者モデル～,” 情報処理学会第 77 回全国大会, 講演論文集, pp. 4-505-4-506, 京都, 2015 年 3 月.

[4] 荒本道隆, 小林学, 中澤真, 中野美知子, 後藤正幸, 平澤茂一, “編集履歴可視化システムを用いた Learning Analytics～システム構成と実装,” 情報処理学会第 78 回全国大会, 講演論文集, pp. 4-527-4-528, 横浜, 2016 年 3 月.

[5] 中野美知子, 荒本道隆, 吉田諭史, 刑紅涛, “編集履歴可視化システムを用いた Learning Analytics～英文ライティング教育への適応：文法エラーの難度と訂正時間の関係～” 情報処理学会第 78 回全国大会, 講演論文集, pp. 4-529-4-530, 横浜, 2016 年 3 月.

[6] 中澤真, 荒本道隆, 後藤正幸, 平澤茂一, “編集履歴可視化システムを用いた Learning Analytics～Scratch を用いた初等教育向けプログラミング教育における学習者の思考パターン分析” 情報処理学会第 78 回全国大会, 講演論文集, pp. 4-531-4-532, 横浜, 2016 年 3 月.

[7] 後藤正幸, 三川健太, 雲居玄道, 小林学, 荒本道隆, 平澤茂一, “編集履歴可視化システムを用いた Learning Analytics～C プログラミング科目における編集履歴と評価得点データを統合した分析モデル” 情報処理学会第 78 回全国大会, 講演論文集, pp. 4-533-4-534, 横浜, 2016 年 3 月.