

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24700884

研究課題名(和文) 授業実施結果の高度な再利用機能を備えた分散型教育システムの開発

研究課題名(英文) Demelopment of Advanced Educational System which can Re-use Results of Conducted Lessons

研究代表者

大河 雄一(OHKAWA, Yuichi)

東北大学・教育情報学研究部・助教

研究者番号：60361177

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、教師が授業準備を行う際に、従来想定されていた画像ファイルやその提示順序などの授業計画の再利用にとどまらず、補充説明などのため共有黒板上に描画を行った板書の内容などを教材データとして選択的に再利用可能とする成長型授業設計モデルに基づく教育システムの開発を行った。その結果、ネットワーク共有型の板書システムを実現するうえで必要となる実行環境に依存しないポータブルな描画フレームワークを実現した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we had developed a shareable whiteboard system based on the Double-loop learning process model. This system allows us to re-use not only used image files and their order but also drawing strokes on the whiteboard for additional explanations. In the result, we had a portable software framework for electronic whiteboard, that we can use on various environment.

研究分野：教育工学

キーワード：教育工学 学習支援システム

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) これまでの研究成果

我々の研究グループでは、授業実施中の教員と学生の対話的などを通じた形成的評価に基づき柔軟に授業計画の変更を行いながら授業を実施するダブルループ教授設計プロセスモデルを提案し、そのモデルに基づき授業を実施するシステムとして共有型電子黒板システム IMPRESSION の開発を行ってきた。IMPRESSION では、電子黒板上にネットワークで公開されているマルチメディア教材を貼付けたり、その上にペン入力を用いてアノテーション等の板書描画を行う機能などが提供されている。

この開発された IMPRESSION を基に、授業中に用いるマルチメディアデータ等を授業の論理構造に関連づけて、授業計画を管理可能とする事で、授業中の教員のシステム操作を容易にするとともに、詳細な授業計画の立案を容易にする改善を行い、有効性を明らかにした。

一方、授業のふりかえり活動を補助するため、授業実施中の教授活動の記録を、一覧性を持った表示を行えるようシステムを改修し、授業中の自身の行動を効率的にふりかえる事が可能である事を示した。

また、IMPRESSION 自体の改修だけではなく、授業実施の記録を非同期型学習教材として用いて、eラーニングの実施も行えるよう、従来よりも多くの操作機能を持ち、学習者の受講活動の自由度を確保する Web ベース再生システムの開発を行っている。

### (2) これまでの研究で確認された課題

これまでの研究および現在実施中の研究課題の中で、IMPRESSION を用いて授業を行おうとする際に、円滑な授業実施を妨げる、次の2つの課題が明らかになっている。

① IMPRESSION に実装されている、画面上に提示した画像等の上にアノテーションなどを書き込む機能は、元々は授業中の補助的な説明を目的として実装を行ったものである。しかし、授業実施の観察からは、画面上に新規に図表を描画するために利用されていることが分かっている。一方で、現在のシステムには授業中に描画した図表を個別に保存、再利用する機能は実装されておらず、授業中に何度も同じ図表を描画する必要があったり、次の授業で図表を利用することができない。

② IMPRESSION はサーバクライアントモデルで設計されており、マルチメディア教材データや授業計画はもっぱらネットワーク上のサーバで管理されている。そのため、教室等にサーバにアクセスできるネットワーク環境を準備できないとシステムの利用が出来ない。一時的な対処として、教師が使用する PC 端末上に管理サーバをインストールして実験を行う事も試行したが、授業の計画を行う環境が

同一の端末だけ制限されたり、授業中の教師端末の負荷が大きくなる、学生端末上の設定が複雑になるなどの問題がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、実施した授業実践の分析から次の授業設計・教育を行う成長型授業設計モデルに基づく教育システムにおいて、教師が授業準備を行う際に、従来想定されていた画像ファイルやその提示順序などの授業計画の再利用にとどまらず、補充説明などのため共有黒板上に描画を行った板書の内容などを教材データとして選択的に再利用可能とすることで、教師の授業準備を補助するとともに、より高度な授業実践を実現すること、および、利用する教材データを各端末で分散管理を可能とすることで、サーバ設備や教室のネットワーク環境に依存しない利用を実現することである。

## 3. 研究の方法

本研究では、授業中および授業後に次の授業を計画する際に、既に授業内で板書を行った内容を再利用でき、それらの情報を複数の教師端末で分散管理・同期を行えるシステムの構築する事を目的とする。学習システムを実現するためには、以下の事項を明らかにする必要がある。

### (1) 板書描画から目的の描画を効率的に選択する方法

共有黒板上の描画内容を再利用するとき、描画された内容全てをそのまま利用するのではなく、一部分を切り出して利用する必要がある。図1で示すように、描画機能を利用して描かれた表の上にさらに重ねて、円で囲ったり線で強調したりと、描画を行う事も少なくないため、図から表の部分だけを切り出して再利用したい場合には、単に矩形等で範囲を指定して切り出す等の方法ではうまく再利用できない。そのため、描画順や色の違いなどの情報を利用するなどして効率的に目的の板書描画を選択する方法を明らかにする必要がある。またこの際、選択を行う描画が授業実施結果である事を考慮し、その特性を明らかにする事で、授業実施に適した単位で切り出せる必要がある。

### (2) 選択された板書描画を教材データとして管理するためのデータ形式および管理手法

従来のシステムである IMPRESSION では、授業計画と関連づけて、ネットワーク上の JPEG や GIF といったラスターイメージデータを管理し授業で使用する事が可能であった。また、板書描画を含む授業内容を XML 形式で表現し学生端末に表示したり、記録を行う事も可能である。しかし、板書描画の一部を切り出し教材データとして再利用を行い、他の端末などとデータ交換するためには、これまでのデータ形式のみでは十分ではない。授業計画を立て、授業中に利用するのに適したデータ形

式や管理方法でなければならない。そこで、これを明らかにする。

### (3) サーバに依存せず複数の端末間で教材データおよび授業計画を同期・管理する方法

先に述べたように、従来のシステムはサーバクライアントモデルで構成されており、ネットワークに接続されている状態でなければ授業計画を立てることができない。また、教室で使用する場合にも様々な制約が生じる。そこで、サーバに依存せず教師の端末単独で授業計画を立てることができるようシステムを構成する。一方で、複数の端末で別々に授業計画を立てられるようにすると、授業計画を立てるために使った端末以外では授業を実施できなくなる。そこで、端末間で授業計画および教材データを同期する方法が必要となる。そこで P2P 技術などを利用し、その方法を明らかにする。

また、教師端末間で教材データ等の同期の仕組みを、教師端末と学生端末の間または学生端末間でも利用することで、従来教師端末に集中していた教材データの配信の負荷を分散する事が可能となり、授業実施の制約がなくなると考えられる。

## 4. 研究成果

### (1) 共有電子ホワイトボードシステムの基本設計

本研究ではまず、我々の研究グループで開発してきた、従来型の教育システムである共有型電子黒板システム IMPRESSION を元に、IMPRESSION で行われた授業の板書描画等の再利用のために必要な機能・管理方法についての要求分析を行った。その結果、従来システムではビットマップ画像として管理されてきた描画内容をベクトルグラフィックとしてシステム内で管理する必要があることが確認された。また、プロトタイプシステムの開発のために、グラフィックを描画管理するための描画エンジン・フレームワークの開発が必要であると分かった。加えて、このフレームワークは、異なる環境で動作することが求められるため、機種に依存する部分と、動作環境から切り離されて動作する部分に分けて開発を行うこととした。

上記の条件から、本研究では開発環境として、Apple iOS (iPad) を選定した。この環境は、開発言語として Objective-C 等を使用する必要があるものの、他の言語にも存在する基本的な機能を使うことで、移植性に問題は生じないと判断した。

実装を行ったフレームワークを用いた、プロトタイプシステムを図 1 図 1 に示す。このプロトタイプシステムでは、ペンの色や太さ形状を変更して描画や消去を行う機能を備えている。また、iOS デバイスに外部スクリーンを接続して、講義を行うことが可能となっている。

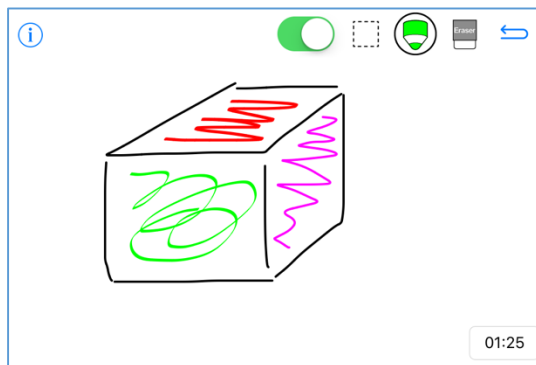


図 1 実装したプロトタイプシステム

### (2) 実装した共有電子ホワイトボードフレームワークの機能

#### ① 太さ・形状可変のベジェ曲線描画機能

多くのタブレット端末・PC 環境では、最低限の描画機能としてベジェ曲線の描画機能を備えている。しかし、授業でホワイトボードに描画する目的を考えると、特定の線を目立たせるため、筆圧等に応じて描画の太さや形状を変化させたい場合が考えられたため、それを実現するための機能を実装した (図 2)。

この機能では、与えられた座標および太さの情報から、計算により描画する線の外周の座標が得られ、実際の描画は、どの環境にも備わった曲線描画機能で行うことが出来るため、移植性も高い。

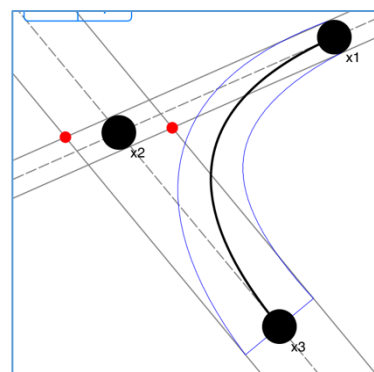


図 2 太さ可変の描画

#### ② 削除機能

描画された曲線を削除する機能を備えている。削除の際には、単に書かれた線を丸ごと消すだけでなく、曲線の途中で線を分割し、一部のみを削除することも可能である。

#### ③ 描画管理

描画された曲線には、128 ビットのユニークな ID および描画時間を付与しており、それを元に管理が可能となっている。

また、行った操作をすべて記録しており、描画や削除の取り消し、取り消した操作を再度実行することも可能である。

#### ④ 描画選択機能

目的である授業の実施結果の再利用のためには、行った描画の一部を選択できる必要がある。そこで、描画を選択する機能を実装している (図 3)。また、その選択も柔軟に行える必要があるため、選択のための矩形に図形がすべて含まれる場合に選択するものと、図形の一部でもかかっていたら選択するものの両方に対応している。また、描画を行った時

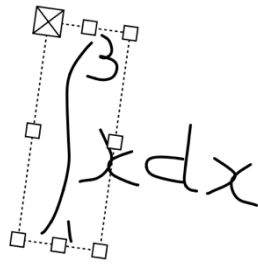


図 3 描画の選択

間範囲を利用した絞り込みを行えるようにしている。また、選択のための矩形は、回転にも対応している。

(3) サーバに依存しない、コンテンツ管理手法

サーバに依存せず、プロトタイプシステムのみで、コンテンツを管理するための基礎的試みとして、iOS のデバイス間の通信の 1 つである Multi-Peer Connectivity を用いる方法の検討を行った。

その結果、データのやり取りを行えることが確認できた。しかし、iOS 以外では同じ手法は使えないため移植性の高い手法の検討が必要と考えられた。

#### 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)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① 趙秀敏, 富田昇, 今野文子, 朱嘉琪, 稲垣忠, 大河雄一, 三石大, “基於教學設計理論的日本首次出版的大學初級華語 Blended Learning 教材の開発和實踐,” 華語學刊, 台灣華語文教學學會, 查読有, No. 2, Vol.19, pp. 23-40, Dec., (2015).
- ② 趙秀敏, 富田昇, 今野文子, 朱嘉琪, 稲垣忠, 大河雄一, 三石大, “基於教學設計理論的日本首次出版的大學初級華語 Blended Learning 教材の開発和實踐,” 第十三屆台灣華語文教學年會暨國際學術研討會論文集 (2014 International Conference of Teaching Chinese as a Second Language), 查読有, pp. 99 - 107, Dec., (2014).
- ③ Yuichi OHKAWA, Kazuki WATANABE, Takashi MITSUISHI, “A Shareable Whiteboard System for Distance Collaborative Learning which Enables Instruction for Multiple Groups of Students,” Main Conference Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE 2014), 查読有, pp. 141 - 150, Dec., (2014).
- ④ Masateru HISHINA, Katsuaki MIIKE, Nobutake ASABA, Satoru MURAKAMI, Yuichi OHKAWA and Takashi Mitsuishi, “Study on Effects of Text Decoration for a Text Based Communication Tool in

Education,” HCII 2013, 查読有, LNCS 8004, pp. 565 - 574, Jul., (2013). DOI:10.1007/978-3-642-39232-0\_61

[学会発表] (計 11 件)

- ① 趙秀敏, 富田昇, 今野文子, 大河雄一, 三石大, “大学初修中国語ブレンディッドラーニングのためのスマートフォン利用復習教材の設計,” 教育システム情報学会第 4 回研究会. 2015 年 11 月 21 日, 岩手県立大学 (岩手県・盛岡市)
- ② 斐品正照, 浅羽修丈, 三池克明, 大河雄一, 三石大, “テキストコミュニケーションツールに記録されたメッセージから受講生と教員の相互作用を明らかにする質的分析の試み,” 教育システム情報学会第 2 回研究会. 2015 年 7 月 4 日, 北星学園大学 (北海道・札幌市)
- ③ 大河雄一, 三石大, “対話型教授システムのための提示教材推薦手法の提案,” 教育システム情報学会第 6 回研究会. 2015 年 3 月 21 日, 香川大学 (香川県・高松市)
- ④ 大河雄一, 渡邊一規, 三石大, “複数グループへの指導が可能な分散型共同学習システム,” 情報処理学会教育学習支援情報システム研究会. 2013 年 5 月 24 日, 大阪大学 (大阪府・豊中市)
- ⑤ 湯峯晃平, 今野文子, 大河雄一, 三石大, “成長型教授設計プロセスモデルのための授業計画と授業実施結果の再利用が可能な対話型教授システムの開発,” 教育システム情報学会第 5 回研究会. 2013 年 1 月 12 日, 東北大学 (宮城県・仙台市)
- ⑥ 渡邊一規, 三石大, 大河雄一, “遠隔共同学習における複数グループへの指導が可能な共有ホワイトボードシステムの開発,” 教育システム情報学会第 5 回研究会. 2013 年 1 月 12 日, 東北大学 (宮城県・仙台市)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大河 雄一 (OHKAWA Yuichi)

東北大学・教育情報学研究部・助教

研究者番号：60361177

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：