

令和 2 年 6 月 2 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H06288

研究課題名（和文）手書きプロセスデータ流通基盤の構築と大学教育における利活用アプリケーション

研究課題名（英文）Development of Handwriting Process Data Exchange Platform and Its Application for Teaching and Learning at Higher Educational Institution

研究代表者

喜多 一（Kita, Hajime）

京都大学・国際高等教育院・教授

研究者番号：20195241

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 19,600,000円

研究成果の概要（和文）：本課題で人が手で文章や図などを書くプロセス（手書きプロセス）の教育上の意義に着目し、ソニー社製電子ペーパー端末を用いて、手書きプロセスデータの収集のシステム化、収集したデータのアニメーション形式での可視化のシステムを試作するとともに、京都大学の4つの教育現場を想定した例題を用いてシステム評価のためのデータ収集を行った。また、これに加え手書きプロセスデータの流通基盤の創出のために、国際標準規格を見据えたデータ流通について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

手書きデータの情報処理については、これまで「何が書かれているのか」を自動認識する研究開発は大量に行われてきたが、人の思考プロセスへの接近の視点から手書きするプロセスそのものに着目した研究は少ない。本研究では、教育への応用を見据えて、手書きプロセスのデータ取得、可視化のプロトタイプ開発、利活用領域と流通基盤の創出の検討などを行った。教育へのICTの利活用が推進される中、その質的向上を期待する手法として基礎的な検討が行えた。

研究成果の概要（英文）：In this project, we pay attention to human's hand-writing process and its importance in education. We developed a prototype system of collecting hand-writing process data using Digital Paper Terminals of SONY, and a system to visualize the collected data as animation. For evaluation of these systems, we also collected hand-writing process data using problems that ask questions in four educational fields in Kyoto University. We also discussed creation of platform to share hand-writing process data taking international standard of educational data into account.

研究分野：システム工学

キーワード：手書き 学習支援 次世代デジタル学習環境 オープンソース

1. 研究開始当初の背景

高等教育機関における情報通信技術の活用は、1990年代にキャンパスネットワーク、WWW (World Wide Web)、および、インターネットの普及が進み、2000年代になってWWWベースの教務情報システムによる科目・履修・成績情報の電子化、学習管理システム(Learning Management System, LMS)やコース管理システム(Course Management System, CMS)と呼ばれる学習支援システムの導入が顕在化し、様々な科目において教え方や学び方を変えない形で情報通信技術が使われ始めた。2010年代に入り、学生の学びのエビデンスを蓄積し活用するeポートフォリオや教室内の学生の能動的な学習を引き出すアクティブラーニング等の、より教授法や教授内容に踏み込んだ情報技術の活用に焦点が移るとともに、大学の枠を越えたオープンな学習環境MOOC (Massive Open Online Courses) やその学内利用であるSPOC (Small Private Online Course) などが展開されている。

これらの技術の利用を通じて、国内外の多くの大学において「学生がどう学んでいるか」「教員がどう教えているか」のデータが様々なシステムに日々大量に蓄積される情報環境が整備されるようになってきている。2012年頃からは、これらのデータを積極的に教育学習活動の改善に生かす取り組みがラーニングアナリティクスという言葉で語られており、欧米の大学では様々な取り組みが、研究レベルだけでなく実践レベルでも始まっている。例えば、米国 Marist College は、Bill and Melinda Gates Foundation が支援する研究助成により、LMS に蓄積されている学習活動履歴情報と成績情報から、「落ちこぼれ学生予測モデル」を構築し、予測モデルが他の大学でも適用可能であることを5大学での実証実験により示している。また、オンライン生涯教育を提供している英国 Open University は、LMS を通じて蓄積されている全受講者の学習活動履歴情報を元にした学修指導体制をすでに構築している。

他方、学生が情報に触れる端末環境としても、タッチ入力、ペン入力、音声入力等が標準的に使えるデバイスが普及してきている。これは学習活動を把握する上で従来のキーボードとマウス以上に自然な入力情報の取得を可能とするもので、その利活用が期待される。

2. 研究の目的

人が文字や図を手で書く動作は、人の思考過程に最も近く、かつ複雑な情報の表現を可能にする行為である。本研究課題では、動的な手書きのプロセスの情報を人の思考過程のセンサとして位置づけ、多様な学問分野での教育学習活動を対象に電子ペーパー端末で手書き情報を収集し、その活用を図るとともに、手書きプロセスデータを様々な手法で分析・活用するための手書きプロセスデータ流通基盤として、学習支援システム上でデータを利活用するための手書きプロセスデータの国際標準を目指した標準仕様の開発を行う(図1参照)とともに国際コミュニティの形成を行う。これにより、手書きプロセスデータの収集・蓄積・活用が行える実証的な学術研究基盤として教育イノベーションプラットフォームを形成する。手書きの情報については、従来は文字認識等を目的に静止画を主対象に研究開発が行われてきた。これに対して本課題は、知識基盤社会に向けて人の思考過程を手書きプロセス情報で捉え、デジタル信号処理・パターン認識・統計的手法・機械学習・人工知能技術等を活用して教育学習等に应用できる学術研究領域を開拓しようとするものである。

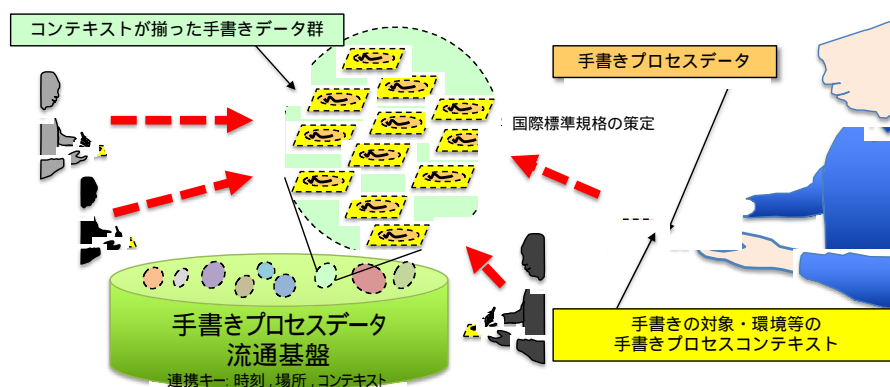


図1 教育への手書きプロセスデータの利活用とデータ流通基盤

3. 研究の方法

ペン入力によって得られる手書きプロセスデータは、大脳における手や指の動きをつかさどる広範囲の領域の活動の結果として「人の思考過程の表出」と捉えている。しかしながらペン入力

デバイスが普及し、また書かれたデータを画像として認識する研究も数多いが、その一方で、書くという動作プロセスに着目した先行研究は少ない。

このため、本研究ではペン入力端末として、ソニー社製の電子ペーパー端末に着目し、これの開発を担っている企業から技術情報の提供も受けながら、多数の電子ペーパー端末で書かれた手書きプロセスデータをサーバに一括取得する環境の構築を行う。また、収集された手書きデータ(製品レベルで記録される PDF 上のアノテーション情報や上記システムで取得される内部形式の手書きプロセスデータをアニメーション形式で可視化するためのビューの開発を行う。さらに、手書きプロセスデータの教育利用について、利用可能性を検討するため学際的な研究体制のもと、フィールドワーク、医療教育、教養教育、理工系教育など文章に加え、スケッチ、数式、ダイアグラムなどを表出する学習課題を設定し、開発するシステムを評価するためのデータを取得する。

これらに加え、次世代デジタル学習環境の技術標準として注目され利用が進んでいる IMS Global Learning Consortium が策定している学習データの標準フォーマット Caliper を想定して、仕様案を検討するとともに、標準化に向けた動向調査を行う。

4. 研究成果

本研究では手書きプロセスデータ、および、それが生成されている文脈情報(コンテキスト)をセンシングし、手書きプロセスデータ流通基盤に送出・蓄積・共有するための技術基盤を国際標準規格を策定しながら開発した。これらを具体的かつ実践的に進めるために、京都大学において4つの教育現場を対象とし、教育現場での手書きプロセスデータの活用を明確にしたフィードバックを得ながら研究を推進した。

手書きプロセスデータのユースケースとしては、図2に示すように学習者個人によるノートテイキング(#1)、それらの共有(#2)、対面授業など同期的な学習環境でのホワイトボードなどを用いた討論などでの利用(#3)、非同期的な学習環境での利用(#4)に整理した。

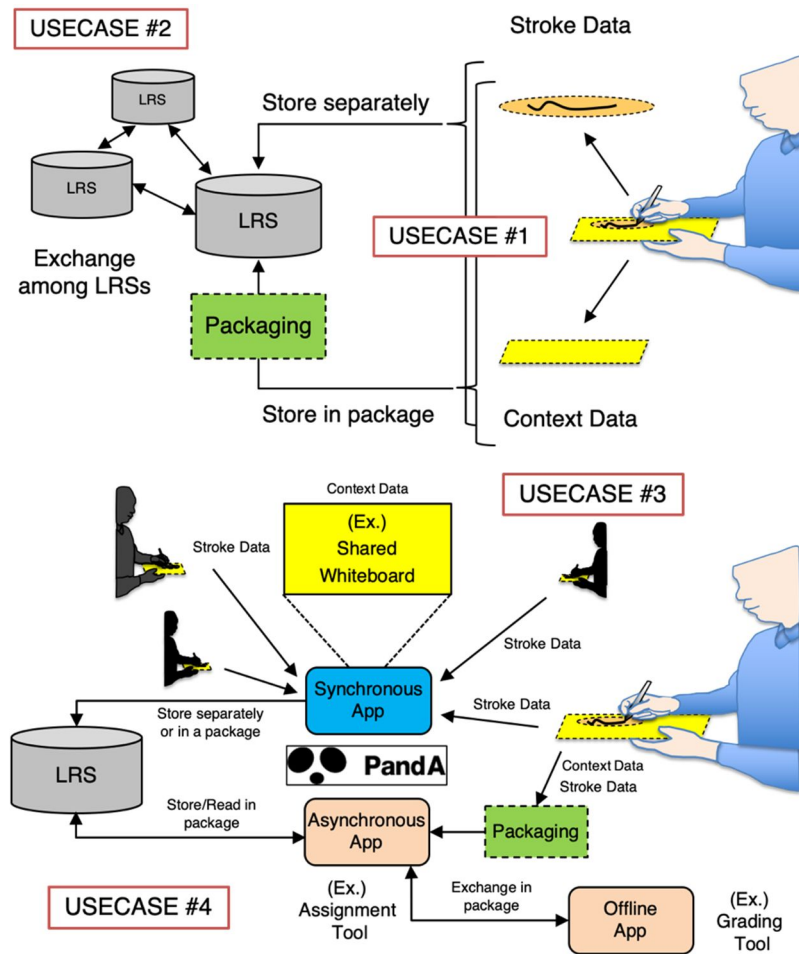


図2 手書きプロセスデータの標準化における取得・蓄積・流通・活用のユースケース。

手書きプロセスデータとそれが生成されている文脈情報(コンテキスト)のセンシングについては、技術情報の提供が受けられるソニー社製電子ペーパー端末を用いて、授業利用などの利用を想定して複数台の手書き端末からの手書きプロセスデータをサーバに取得システムを構成した。また、得られたデータについて、アニメーションの形で可視化するビューも併せて開発した。図3参照。そして、これらを用いて4つの教育現場を想定した模擬課題実験を実施して評価用データを取得した。

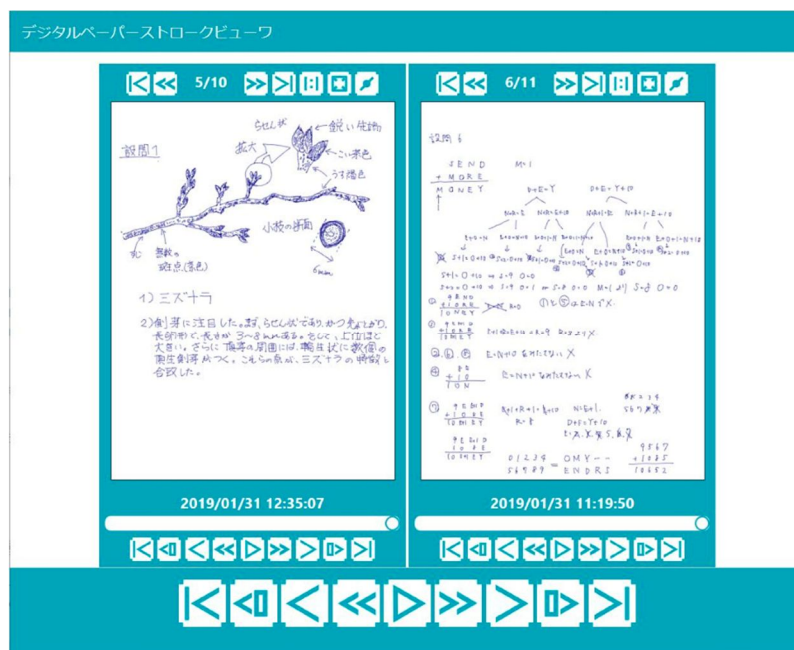


図3 手書きプロセスデータのビューと模擬課題実験で得た評価用データ

また、データ流通基盤については次世代デジタル学習環境(NGDLE)として注目されている教育データ流通の国際標準として IMS Global が策定している Caliper での標準化を目指し、同標準に準じたデータ記述を併せて検討するとともに、本格的な標準化活動のための動向調査などを進めた。

これまでは手書きプロセスデータを入力端末から取得する方法の技術基盤がなく、教育学習活動に係る手書きプロセスデータを集積できていなかったが、本課題を通じてその研究基盤が整ってきた。しかしながら本研究を通じて、(1)手書きプロセスデータの教育現場での活用と学術的な探求の両立を図る適切なユースケースの設定の難しさ、(2)プライバシーに配慮した手書きプロセスデータの大規模な取得・蓄積を可能とする技術基盤の必要性、(3)ベンダーを巻き込んだ標準化活動の困難さ、が明確になった。今後は、これらの課題を打破すべく、電子ペーパーベンダーとの共同研究や海外大学との共同研究、IMS Caliper Workgroup でのさらなる標準化を進めながら、手書きプロセスデータに関する国際的なオープンサイエンスコミュニティを形成したいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 梶田将司
2. 発表標題 手書きプロセスデータの国際標準規格の策定に向けて
3. 学会等名 情報処理学会研究報告教育学習支援情報システム (CLE), Vol. 2018-CLE-26, No. 2, pp.1-5
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 喜多一
2. 発表標題 日米の大学を取り巻く環境と課題
3. 学会等名 大学ICT推進協議会・ソニー共催 「Future Learning Collaborative」 ジャパンセッション（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶田将司
2. 発表標題 Personalized & Optimized Learning through Handwriting Analysis
3. 学会等名 大学ICT推進協議会・ソニー共催 「Future Learning Collaborative」 ジャパンセッション（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶田将司
2. 発表標題 教育の場における電子ペーパーの活用
3. 学会等名 第15回電子ペーパーシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶田将司
2. 発表標題 クラウド化とBYOD化による学びのサンプリング
3. 学会等名 eラーニングアワード2017フォーラム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 梶田将司
2. 発表標題 授業支援システムとデジタルペーパーがもたらす教育研究の未来
3. 学会等名 教育ITソリューションEXPO (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 梶田将司, 喜多一
2. 発表標題 IMS Caliper Metric Profileによる手書きプロセスデータの記述
3. 学会等名 情報処理学会研究報告教育学習支援情報システム (CLE), Vol. 2019-CLE-28, No.5, pp.1-6
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶田将司, 青木学聡, 喜多一
2. 発表標題 オープンサイエンスと手書きプロセスデータ流通基盤の構築
3. 学会等名 情報処理学会研究報告インターネットと運用技術 (IOT), Vol. 2019-IOT-47, No.16, pp.1-6
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	錦織 宏 (Nishigori Hiroshi) (10463837)	名古屋大学・医学系研究科・教授 (13901)	
研究分担者	梶田 将司 (Kajita Shoji) (30273296)	京都大学・学術情報メディアセンター・教授 (14301)	
研究分担者	酒井 博之 (Sakai Hiroyuki) (30283906)	京都大学・高等教育研究開発推進センター・准教授 (14301)	
研究分担者	木村 大治 (Kimura Daiji) (40242573)	京都大学・アフリカ地域研究資料センター・教授 (14301)	
研究分担者	岡本 雅子 (Okamoto Masako) (50736783)	京都大学・高等教育研究開発推進センター・特定講師 (14301)	
研究分担者	飯吉 透 (Iiyoshi Toru) (60636059)	京都大学・高等教育研究開発推進センター・教授 (14301)	
研究分担者	飯山 将晃 (Iiyama Masaaki) (70362415)	京都大学・学術情報メディアセンター・准教授 (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	元木 環 (Motoki Tamaki) (80362424)	京都大学・学術情報メディアセンター・助教 (14301)	
研究分担者	森村 吉貴 (Morimura Yoshitaka) (80578279)	京都大学・学術情報メディアセンター・准教授 (14301)	
研究分担者	竹田 晋也 (Takada Shinya) (90212026)	京都大学・アジア・アフリカ地域研究研究科・教授 (14301)	
研究分担者	青木 学聡 (Aoki Takaaki) (90402974)	京都大学・学術情報メディアセンター・准教授 (14301)	
研究分担者	美濃 導彦 (Minoh Michihiko) (70166099)	京都大学・学術情報メディアセンター・教授 (14301)	