

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：17104

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23680078

研究課題名(和文) 学習者筆記に基づく遠隔チーム・ティーチング法の開発と検証

研究課題名(英文) Remote Team Teaching Method based on Students' Handwritten Note

研究代表者

三浦 元喜 (Miura, Motoki)

九州工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00334053

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 16,800,000円、(間接経費) 5,040,000円

研究成果の概要(和文)：教室外の支援者が授業中の学習者筆記を遠隔地から閲覧し、コメントやアドバイスを伝えられるWebベースのシステムを構築し、大学内の複数キャンパスに跨る遠隔講義において運用した。また、現場教師や遠隔教師が、学習者の筆記情報から学習者の状況を把握しやすくするため、筆記情報から筆記の丁寧度を機械的に判別するための指標を抽出した。これらの実践および成果は、限られた授業時間中に、教室外の支援者および主指導者が学習者の電子化筆記に基づいた有効な学習・情報支援を行ううえで、有益な知見として利用できる。

研究成果の概要(英文)：We have developed a Web-based distance learning support system (WebATN) based on students' handwritten notes. Remote teacher can browse the student notes, and comment on the notes. Since the WebATN system works on a conventional modern browser, no extra software is required. The students can browse the other learner's note if they utilize tablets or smartphones. We also examined a method to estimate the neatness of the note automatically. The method can be used to select effective notes for showing, and keep the students aware the necessity of the neatness handwriting during lectures. These result can be used to make the full use of students' handwritten note for improvement of learning.

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：デジタルペン 教育工学 学習支援システム 対話型授業 ユーザインタフェース 筆記の丁寧度 遠隔講義 アウェアネス

1. 研究開始当初の背景

一斉授業における学習者とのインタラクション深化を目的として、学習者用デジタルペンを用いたインタラクティブ授業システム(AirTransNote)を開発・実践してきた。実践から、学習者の意欲・関心を高める効果や、ペンデバイスの誤差を軽減しつつ操作を簡便にすると筆記開示にかかる学習者の緊張感が軽減されることがあきらかとなった。また、高校生へのインタビュー調査から、インタラクション範囲の拡大、生の回答の開示、自己状況の相対的認知という3つの要因が、失敗に対する羞恥心、他人の状況への好奇心、競争心という3つの心的影響を介し、振り返り、開示へのためらい、意欲、覚醒度の向上に寄与するという構造がわかってきた。しかし、これまでの実践から、システムによる高度な正誤判定を間違いなく実施するのは困難であり、また教員が授業中に確認できる学習者筆記の数にも限りがあるため、集約した筆記を十分に踏まえた授業中の学習指導や働きかけが行いにくい、という問題があった。

2. 研究の目的

そこで電子化筆記をより有効に活用した学習指導を実現し、意欲・関心および自発的な開示・授業協創意識を高めるため、教室外の支援者が授業中の学習者筆記を遠隔から閲覧し、学習者にコメントやアドバイス等をフィードバックできるようにする「遠隔チーム・ティーチング法」を提案し、必要な技術開発を行う。教師および学習者の負担を軽減するための柔軟で簡潔な運用方法を追求し、筆記活用型一斉授業の学習効果、効率および多様性を向上させる。

3. 研究の方法

教師が学習者の活動を促進しつつ、遠隔地とのコラボレーションを円滑に行うため、以下の5点について研究を行った。

- (1) 遠隔地点の支援者が、学習者筆記を閲覧し、コメントやアドバイス等をフィードバックできる仕組みの構築
- (2) 現場教師や遠隔教師が、学習者の筆記情報から学習者の状況を把握しやすくするため、筆記情報から筆記の丁寧度を機械的に判別するための指標を抽出
- (3) 付箋紙大の紙(ラベル)を用いてアイデアを創造するKJ法活動において、電子的な編集操作を現実作業空間にプロジェクトによって重畳投影した場合の認知特性の調査
- (4) デジタルペン筆記以外の、簡易な学習者

レスポンス集約手法の開発

(5) 筆記用型学習の多様性を向上させるための、デジタルペンと紙の特性を活かした創作活動の開発

4. 研究成果

(1) 教室外の支援者が授業中の学習者筆記を遠隔地から閲覧し、コメントやアドバイスを伝えられるWebベースのシステムを構築し、大学内の複数キャンパスに跨る遠隔講義において運用した。教師や支援者はWebブラウザだけで筆記を閲覧したりコメントを残したりすることができる(図1)。また、学習者もタブレット等の端末があれば、他の学習者筆記を参照したり、自己の筆記に対するコメントを参照することができる。学習者筆記は筆記時刻により自動的に分類され、授業記録が1つのURLで参照できる。遠隔講義実施時にこれまで中継機器を準備・接続していたTAや補助員が外部支援者として遠隔地を含む学習者全体の活動支援や評価に参加できる可能性を示すことができた。

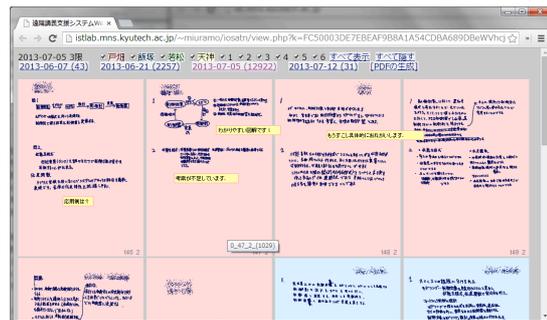


図1：遠隔講義支援システム WebATN

(2) 現場教師や遠隔教師が、学習者の筆記情報から学習者の状況を把握しやすくするため、筆記情報から筆記の丁寧度を機械的に判別するための指標を抽出した。実際の授業で収集した学習者筆記から得られる特徴量と、丁寧度に関する印象評価値との相関を調べたところ、角を1つだけ持つペン筆記の速度の逆数の分散値、角の数の平均値、ペン筆記の速度の逆数の平均値が小さいほど、丁寧で読みやすい筆記とみなされる傾向が高いことがわかった。図2に、これらの値を重み付けした値と、人間が判定した読みやすさ数値との相関を示す。読みやすく理解しやすい筆記を機械的に抽出できることで、教師が学習者に提示・紹介すべき学習者筆記を選択する際の助けとなる。また学習者にこれらの数値をもとに丁寧度情報をフィードバックすることで、継続的に読みやすく丁寧な筆記を心がけることが期待される。

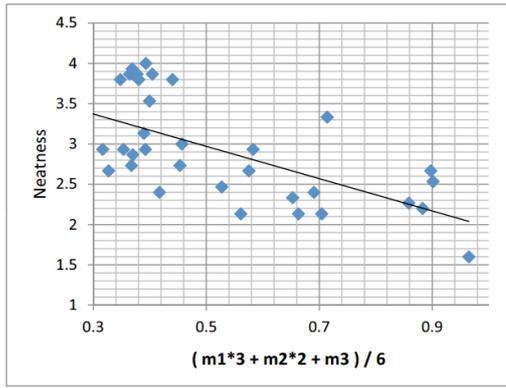


Fig. 8. Weighted mixed feature. $(m1 \times 3 + m2 \times 2 + m3) / 6$, $r = -.607$

図2：抽出した丁寧度指標（横軸）と、人間が判定した読みやすさ数値（縦軸）との相関

(3) 付箋紙大の紙（ラベル）を用いてアイデアを創造する KJ 法活動において、電子的な編集操作を現実作業空間にプロジェクタによって重畳投影した場合（図3）の認知特性について調査した。操作結果（紙ラベルの色変更）を作業空間とは別の画面で示す場合に比べ、操作結果の正しさを確認する動作にかかる視線移動が軽減されることが明らかとなった（図4）。この結果は、今後遠隔地点をむすぶ協働協調作業に発展する際の基礎として活用できる。



図3：プロジェクタによる重畳投影

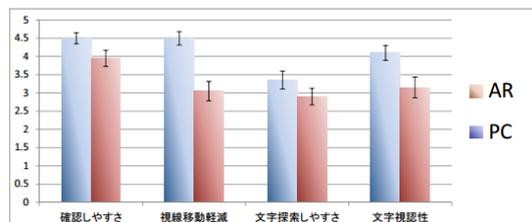


図4：PC 画面による確認と、投影(AR)による確認における被験者の主観評価結果。（バーは標準誤差）

(4) デジタルペン筆記以外の、簡易な学習者レスポンス集約手法として、2次元バーコードを利用した簡易レスポンスアナライザを

開発した。これはクリッカーに代表される、従来のリモコン型のレスポンスアナライザと同等の機能を、電源が必要な学習者デバイスを用いずに実現するものである。教員はA4サイズ用紙に学習者IDを表す2次元バーコード（AR マーカ）を印刷した用紙を、各学習者に配布する。授業中、多岐選択問題などの集約を行うときは、学生はAR マーカが印刷された用紙を、教室前方に設置したカメラに向けて提示する（図5）。このとき、学習者はマーカの天地（上下左右）を選択項目に対応させる。最初にマーカを印刷する方向は各学習者によって異なるため、学習者は他人に自分の回答を知られることがない。実験を行い、2台のカメラで19個ほどのマーカを同時に検出できることを確認した。

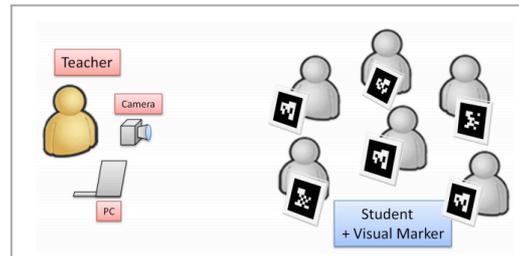


図5：2次元バーコードを利用した簡易レスポンスアナライザの概要

(5) 筆記活用型学習の多様性を向上させるための、デジタルペンと紙の特性を活かした創作活動として、3次元モデリングへの応用を試みた。学習者はまずデジタルペン用紙に、作成したい立体物のパーツの輪郭形状を入力する。その後、そのパーツをはさみで切り取り、立体造形したあと、重ねあわせる箇所をデジタルペンでスキャンすることで指定する（図6）。複雑な形状の作成は難しいが、パソコンを使わずデジタルペンと紙のみで操作できるという点と、紙に対する操作と加工という慣れ親しんだ操作で行えるという2つの利点を示すことができた。

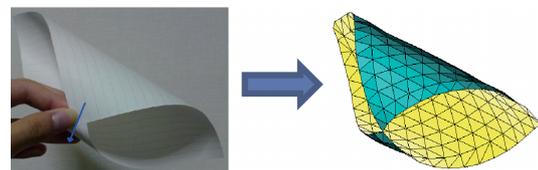


図6：デジタルペンと紙を利用した3次元形状モデリング手法の概要

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7件)

① 三浦 元喜: GKJ: グループを対象にした紙ラベル作業の電子化支援システム, コンピュータソフトウェア, (to appear), 2014. 査読有

② Motoki Miura, Takamichi Toda: Estimating Writing Neatness from Online Handwritten Data, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol. 18, (to appear), 2014. 査読有

③ 三浦 元喜, 丹生 隆寛: グループ発想支援システムにおける拡張現実感技術の適用とその効果, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 4, pp. 1256-1263, 2014年4月. 査読有

④ 杉原 太郎, 三浦 元喜: 高校の数学授業実践を通じたデジタルペンシステムの効果, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp. 192-201, 2013年1月. 査読有

⑤ 三浦 元喜: 教室における ICT 活用～デジタルペン筆記共有システムの実践事例～ (特集: 教育における ICT と映像情報の活用), 映像情報メディア学会誌, Vol. 66, No. 8, pp. 631-634, 2012年8月. 査読無

⑥ Md. Shiful Islam, Susumu Kunifuji, Tessai Hayama, Motoki Miura: E-learning in LIS education: an analysis and prediction, Library Review, Vol. 60, No. 7, pp. 544-559, October 2011. 査読有

⑦ Motoki Miura, Taro Sugihara, Susumu Kunifuji: (Translation) Improvement of Digital Pen Learning System for Daily Use in Classrooms, Educational Technology Research, Vol. 34, pp. 49-57, October 2011. 査読有

〔学会発表〕(計 23件)

① 三浦 元喜: デジタルペンによる同期型遠隔講義の活性化システム, 情報処理学会インタラクティブシステム 2014, 東京, pp. 657-660, 2014年3月1日.

② 三浦 元喜, 山本 将史: Harry: ペーパーパクラフトからの3次元モデル生成, 第21回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(日本ソフトウェア科学会インタラクティブシステムとソフトウェア研究会), 高知, pp. 121-122, 2013年12月4日.

③ Motoki Miura, Takamichi Toda: Extraction of Writing Carefulness from Online Handwritten

Data, 22nd FIM Int. Conference on Interdisciplinary Mathematics, Statistics and Computational Techniques, Kitakyushu, Fukuoka, pp. 113-118, 12 November 2013.

④ 三浦 元喜, 山本 将史: デジタルペンを用いた3次元モデリング手法の提案, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング 2013, 高松, 香川, pp. 172-177, 2013年10月5日.

⑤ Motoki Miura, Shinya Yoshida: PastePost: A Web Interface for Editing Instructions with Captured Images, Proceedings of the 17th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES2013), Kitakyushu, pp. 197-204, 11 September 2013.

⑥ 戸田 隆道, 三浦 元喜, 赤瀬 駿: デジタルペン筆記情報に基づく筆記の丁寧度の抽出, 情報処理学会情報教育シンポジウム(SSS2013), 岩手, pp. 147-153, 2013年8月19日, 学生奨励賞 受賞.

⑦ Motoki Miura, Shun Akase, Takamichi Toda: Estimating the Care with which Notes are Written from Online Handwritten Character Data, Proceedings of the 6th International Conference on Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services, Sesimbra, Portugal, pp. 195-203, 27 June 2013.

⑧ 丹生 隆寛, 三浦 元喜: AR 技術を導入した手書きカードベースの発想支援システム, 情報処理学会インタラクティブシステム 2013 シンポジウム, 東京, pp. 156-157, 2013年2月28日.

⑨ 坂東 宏和, 加藤 直樹, 三浦 元喜: 授業映像・写真・筆記コメントを同期表示できる授業評価記録・閲覧システムの設計と試作, 情報処理学会研究報告, Vol. 2013-CE-11, No. 1, 東京農工大学, pp. 1-8, 2013年2月8日.

⑩ Takahiro Nyu, Motoki Miura: Evaluation of Gesture-Command Input Method for Pen-based Group KJ System, Proceedings of the 16th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES2012), pp. 1857-1866, 12 September 2012.

⑪ Motoki Miura, Ryo Kudo: Effect of Arrangement in Digitized Note on Short-Term Remembrance, Proceedings of the 16th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES2012), San Sebastian, Spain, pp.

⑫ Motoki Miura, Toyohisa Nakada: Device-Free Personal Response System based on Fiducial Markers, Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE2012), Takamatsu, Kagawa, pp. 87-91, 28 March 2012.

⑬ Takahiro Nyu, Motoki Miura: Editing the Visual Properties of Collaborative KJ Diagrams Using User-Defined Handwritten Gestures, Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE2012), Takamatsu, Kagawa, pp. 208-210, 28 March 2012.

⑭ 三浦 元喜, 中田 豊久: AwareResponse: 2次元コードを用いた簡易で安価なレスポンスアナライザシステム, 情報処理学会インタラクシオン 2012 シンポジウム, 東京, pp. 217-222, 2012年3月15日.

⑮ 工藤 良, 三浦 元喜: デジタルペンの筆記特性を利用したデジタルノート再構成支援, 情報処理学会インタラクシオン 2012 シンポジウム, 東京, pp. 229-234, 2012年3月15日.

⑯ Takahiro Nyu, Motoki Miura: Applying Gesture Command Input Method for Pen-based Group KJ System, Proceedings of the 15th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES2011) Part III, LNAI 6883, Kaiserslautern, Germany, pp. 96-105, 13 September 2011.

[図書] (計 1件)

國藤 進, 三村 修, 三浦 元喜: ミニ移動大学から未来移動大学へ (川喜田二郎記念編集委員会編, 融然の探検—フィールドサイエンスの思潮と可能性), 清水弘文堂書房, pp. 102-150, 2012年8月.

[その他]

ホームページ

<http://ist.mns.kyutech.ac.jp/miura/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三浦 元喜 (MIURA, Motoki)

九州工業大学・大学院工学研究院・准教授