

## デジタル教科書のログと演習の成果物に基づくペアリング手法

## Pairing method based on digital textbook logs and learners' exercise artifacts

西尾 俊紀<sup>\*1</sup>, 毛利 考佑<sup>\*2</sup>, 松原 行宏<sup>\*2</sup>, 岡本 勝<sup>\*2</sup>Toshiki NISHIO<sup>\*1</sup>, Kousuke MOURI<sup>\*2</sup>, Yukihiro MATSUBARA<sup>\*2</sup>, Masaru OKAMOTO<sup>\*2</sup><sup>\*1</sup> 広島市立大学<sup>\*1</sup>Hiroshima City University<sup>\*2</sup> 広島市立大学大学院<sup>\*2</sup>Hiroshima City University Graduate School

Email: d20148@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 昨今, デジタル教科書システムや様々な演習支援システムが教育機関に導入され, ログを収集・分析する研究が行われてきた. しかしながら, 従来のペアリング手法に関する研究では, 演習の成果物のみを考慮しており, 座学におけるログを考慮していなかった. 従って, 座学の知識を習得しているが演習ができていない学習者と, 座学や演習ができていない学習者が編成される課題がある. そこで, 本研究では, デジタル教科書と概念モデリングシステムのログの両方を利用したペアリング手法を提案する.

キーワード: デジタル教科書, 学習分析, 概念モデリング, 解析アルゴリズム, ペアワーク, 協調学習

## 1. はじめに

昨今, デジタル教科書システムや様々な演習支援システムが教育機関に導入され, ログを収集・分析する研究が行われてきた. 従来の演習支援システムにおいて概念モデリングの作成過程を収集し, その収集したログに基づいた協調学習のペアリングアルゴリズムの提案を行っている[1].

しかしながら, その提案では, 座学における教材を閲覧履歴や小テストの結果などを考慮していなかった. 従って, 学習者間のペアを決定する際に, 座学の基礎的な知識を習得しているが演習ができていない学習者と, 座学や演習ができていない学習者が編成されるため, ペアリングの改善が必要だと考えられる. そこで, 本研究では, デジタル教科書と概念モデリングシステムのログの両方を利用した効率的なペアリング手法を提案する.

## 2. 提案アルゴリズム

本研究では, 最初にデジタル教科書とクイズ, 演習の成果物のログから(1)教科書閲覧有無行列の $A_{i,j}$ , (2)クイズの正誤行列の $B_{i,j}$ , (3)演習の成果物の特徴(属性等の有無)行列の $C_{i,j}$ を作成する( $i$ は学習者,  $j$ は正誤または特徴を示す). 次に, (1)~(3)に基づいて,  $v_i = (A_{i,1}, A_{i,2} \dots A_{i,n})$ ,  $v_j = (B_{j,1}, B_{j,2} \dots B_{j,n})$ の条件のもとに(4)理解度行列の $UD(v_i, v_j) = A_{i,1} \wedge B_{j,1}$ を作成する. ここでいう理解度とは, クイズに正解した上, クイズに関連する教科書を閲覧したかどうかを表す. 最後に, ペアの優先度を算出する行列 $PP(\mu_i, \mu_j)$ を作成する. 例えば演習の成果物の特徴を表す行列 $C_{i,j}$ , 理解度を表す行列を $UD(v_i, v_j)$ とすると,  $\mu_i = (\mu_{i,1}, \mu_{i,2} \dots \mu_{i,n})$ ,  $\mu_j = (\mu_{j,1}, \mu_{j,2} \dots \mu_{j,n})$ の優先度は(1)の式で表される. これにより, 改善の可能性が高い学習者から優先的にペアを決定していく.

$$PP(\mu_i, \mu_j) = \sum_{l=1}^n C_{i,l} \wedge C_{j,l} \quad (\text{if } UD(v_i, v_l) \text{ is } 1 \text{ and } C_{i,l} \text{ is } 0) \quad (1)$$

## 3. 検証実験

## 3.1 実験の概要

提案アルゴリズムの有効性を検証する事を目的とした検証実験を行った. 図1に, 実験の手順を示す. 14名の大学生を対象に, デジタル教科書システム(図2(右))を利用した概念モデリングの模擬授業を行った. その後, 概念モデリングツール(図2(左))を利用して成果物を作成してもらい, ランダムペアリング(CG)と提案アルゴリズム(EG)における成果物の成績と改善・改悪数についての検証を行なった.

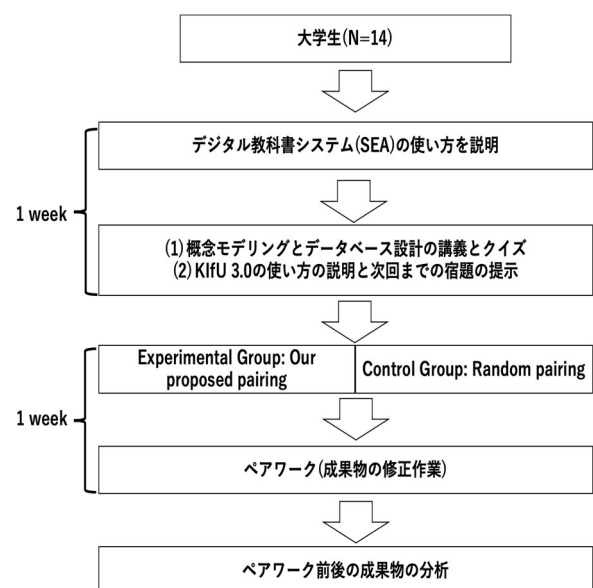


図1: 実験手順

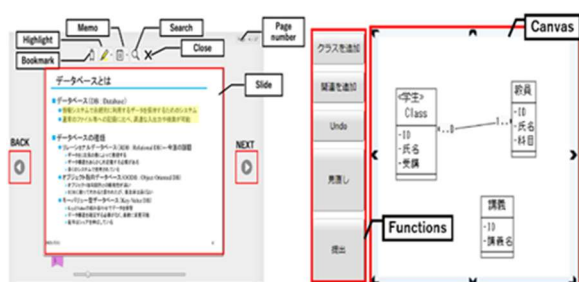


図1：デジタル教科書と概念モデリングツール

### 3.2 実験結果

表1にペアワーク後の成果物の結果を示す。表1に示すように、改善数はCGの方が多く、改悪数はEGの方が多かった。この原因を解明するため、双方の群の議論中の教科書の閲覧状況の分析及び議論のやり方をインタビュー形式で調査を行った。閲覧状況を分析するために、学習者*i*と*j*のペアにおける閲覧状況を表す $N_k = v_i + v_j - |v_i - v_j|$ の数式を検討した。 $v_i$ は学習者*i*が議論中に閲覧した教科書のページ数を示し、 $N_k$ はペア*k*の学習者*i*と*j*が、ページを広く閲覧するほど値が大きくなる。表2の $N_k$ より、EGの方がページを広く閲覧しながらペアワークに取り組む特徴が見られた。また、インタビューの結果から、改善数の高いペアは、「間違っている部分を修正し、正しいかどうかかわからない部分は修正しない」という方法をとっていることがわかった。

表1：成果物の結果

	ペアワーク後(p>0.05)	
	EG(N=8)	CG(N=6)
成績の平均値	42.8	45.6
成績の標準偏差	5.75	3.44
改善数/改悪数	13 / 11	17 / 0

表2：議論中の教科書の閲覧の結果

	ペアワーク後(p>0.05)	
	EG(N=8)	CG(N=6)
$N_k$ の平均	16.5	12.0
$N_k$ の標準偏差	5.36	9.93

### 4. 考察

議論中の教科書の閲覧の結果から、CGのペアの中には議論中に片方のみ教科書のページを広く閲覧していたペアが見られた。このようなペアは、片方の意見を鵜呑みにしてしまう可能性があると考えられる。しかしながら、EGにおいてこのような特徴を持つペアは見られなかった。

提案アルゴリズムにおいては、基礎知識と演習での応用ができていない学習者と基礎知識はあるが演習での応用が出来ていない学習者がペアになりやすい。

そのため、仮に後者の学習者が前者の学習者に対して間違った指摘をした場合、前者は正しい意見を述べる事ができる上、前者あるいは両者ともに意見に自信がなくどちらに修正するか迷った場合には、お互いの意見の根拠となるデジタル教科書のページを確認し合い、議論を行う事ができると考えられる。ペアワーク中のデジタル教科書閲覧状況の分析による $N_k$ の値がCGよりもEGの方が高かったことから、EGの学習者がデジタル教科書を用いた確認作業を積極的に行っていたことがわかる。以上の考察より、提案アルゴリズムによるペアリングは学習者にデジタル教科書を用いた確認作業を促すことで、議論の活性化に繋がると考えられる。

### 5. まとめ

本研究は、デジタル教科書と演習のログに基づいたペアリング手法の提案を行った。検証実験では、本提案の有効性を示すことができなかったが、教科書の閲覧状況や改善数の高いペアの議論の方法を見つけることができた。また、議論中の教科書閲覧状況の分析から提案アルゴリズムによるペアリングは学習者に確認作業を促し議論を活性化させることが考えられる。

また、インタビュー調査やペアワーク中のデジタル教科書システムの閲覧ログから、学習者ごとに議論への取り組み方の違いがペアワーク前後の改善・改悪に影響を与えていることがわかった。デジタル教科書システムと演習成果物のログを利用し、議論中の学習者の状況を把握することができれば、それぞれの学習者に対応したサポートを加えることができるのではないかと考える。

しかしながら、議論状況を把握した上でサポートを加えるためには、デジタル教科書のログや演習のログに対してのリアルタイムでの介入が必要であり、本研究では実装に至っていない。今後の展望として、リアルタイムでデジタル教科書と演習の成果物の操作ログから学習者の状況を把握し、議論の活性化及び成果物の修正を補助するシステムの開発が考えられる。

### 参考文献

- (1) Ike, D., Tanaka, T., Mouri, K. & Kaneko, K. (2018). A Pairing Method Based on Characteristics of Learners' Artifacts in Conceptual Modeling Exercises, *International Congress on Advanced Applied Informatics*, pp. 268-272.
- (2) Mouri, K., Uosaki, N. & Ogata, H. (2019). Learning analytics for supporting seamless language learning using e-book with ubiquitous learning system, *Journal of Educational Technology & Society*, Vol.21, No.1, pp.150-163.