

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：33901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00498

研究課題名(和文) デジタル教材の通読率と授業集中度を向上させるデータマイニングの研究

研究課題名(英文) Research on data mining to improve the read-through ratio and lesson concentration of digital course materials

研究代表者

土橋 喜 (Dobashi, Konomu)

愛知大学・現代中国学部・教授

研究者番号：00301622

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：Moodle上に作成したデジタル教材を活用し、多数の履修者が参加するブレンド型授業を実施して教材閲覧履歴を蓄積した。蓄積した教材閲覧履歴に対して、開発したエクセルのマクロシステムによる時系列クロスセクション表の自動生成の実験を行った。その結果教材全体や個別の教材の閲覧状況、履修者全体や個別の履修者の閲覧行動などについて、全体的視点と部分的視点から時系列に一覧表示して可視化することができる。授業中の教材閲覧の分析では、開発したシステムで生成したピボットテーブルと時系列クロスセクション表により、教材を開かない履修者や、教師の指示に対して遅れて教材を開く履修者などを明確に識別することができる。

研究成果の概要(英文)：Utilizing digital teaching materials uploaded to Moodle, a course materials page view history was compiled in a face-to-face blended learning class with a large number of participating students. Experiments involving the automatic creation of time series cross-section tables using a set of original Excel macros were performed. By collecting and displaying data on page views of the course materials as a whole, as well as views of individual course material items--both by the class as a whole and by individual students in the class--it is possible to produce a visual and timely summary of student engagement and to use the information to increase student participation and improve teacher performance.

研究分野：教育工学・情報科学・人工知能

キーワード：学習分析 教育データマイニング 時系列分析 クロスセクション分析 可視化 ピボットテーブル
学習管理システム エンゲージメント

1. 研究開始当初の背景

近年、学習管理システム(LMS)が広く使われるようになり、履修者の学習履歴データが大量に蓄積されており、授業改善に役立てるためのデータマイニングの研究開発が期待されている。大学などの高等教育機関を中心に学習管理システムの導入が盛んに行われており、デジタル化した教材を使った授業が広く実践され、実践した結果の報告も数多く公開されている。

一般的に学習管理システムでは、教材を公開するだけでなく、履修者の様々な学習履歴データを蓄積しており、これらを活用してデータマイニングを行えば、授業改善や教材開発に役立てることができるため、この面からの研究もある。例えば Moodle は広く使われている学習管理システムであり、履修者の教材へのアクセス時刻や、小テストの実施結果などを蓄積できるようになっており、担当教員はいつでも閲覧が可能になっている。これらの学習履歴データは、履修者全体あるいは履修者個人の学習管理のためにも使うことができる。

しかしながら、学習履歴データはトランザクションつまり一時的なデータとして保存されているため、学期や年度を越えた分析に活用するには新たなデータマイニング手法の開発が必要である。また学習管理システムに搭載したデジタル教材がどの程度実際に読まれたかや、履修者がどの程度授業に集中したかなどを調べる必要があるにも関わらず、システムで自動的に把握することは意外に難しく研究例も少ない。

2. 研究の目的

本研究では、大学の情報科目の授業で使用しているデジタル教材を学習管理システムに搭載し、小テストおよび授業評価アンケートなどと組み合わせて使用し、それらの学習履歴データから、デジタル教材の通読率と授業集中度に繋がるデータマイニングの手法開発することを主な目的にした。

また開発する手法は教師と履修者の双方にとって有効であることを、ソフトウェアの開発と授業における実践を通して実証する計画であったので、次のような項目を目的にした。

(1) 通読率を表す指標の開発

通読率を表す指標は、トピック(章・節・項)の閲覧回数、閲覧時間、教材の閲覧比率、小テストの結果などを使って新たに定義する。教材を開いたかどうかの把握は容易であるが、通読にはどの程度内容を理解したかが重要と考え、小テストを加味した指標を作成する。

(2) 授業集中度を表す指標の開発

デジタル教材を授業中に使用すると、教材を開くのが遅れたり、授業とはことなるページを開いたりすることも記録できる。このよう

なページの開き方をする履修者は授業に集中していない可能性が高く、そのため教材閲覧の時系列データから外れ値になっているものを調べると、授業に集中していない履修者を特定することができる。

3. 研究の方法

(1) デジタル教材の開発と学習履歴データの蓄積

デジタル教材は冊子体の教材を PDF フィルにしたもので、章・節・項の階層構造を持たせ、節や項と対応させて小テストを作成し、Moodle から履修者に公開して実際の授業で使用した。作成した科目は、ソフトウェア演習・ネットワーク情報論・中国データ分析・マルチメディア表現法・社会データ分析入門の5科目である。これらのうち3科目においては小テストや学期末テストも実施し、学習履歴データを蓄積した。さらに実際に毎週の授業で使用した経験を活かして、より理解しやすく使いやすい教材になるように改善を継続した。

(2) Moodle ログを分析するマクロシステムの開発

Moodle 上の教材を使って授業を行っているため、履修者が授業に集中しているか否か、あるいは内容を理解しているか否かなどは、教材の閲覧状況や小テストの結果に反映すると考えた。しかし Moodle のログ収集機能は、時系列に発生するアクセスログを一覧表示することはできるが、授業の分析に必要な機能が十分とは言えない状態であった。

そのため Moodle に記録された時刻データを、年・月・日・時刻・分・秒などの単位で離散化し、時系列データの再構築を行い、時系列クロスセクション分析を行うための前処理を方法を開発した。さらにピボットテーブルを活用して複数の視点から時系列クロスセクション分析を行うことを可能し、教材閲覧履歴の新たな分析手法を提案した。

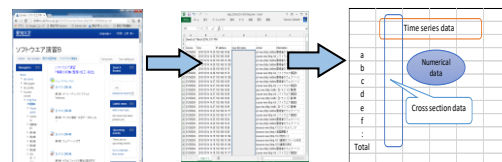


図 1. データ処理の流れの概念図 (左: Moodle、中央: 閲覧履歴、右: ピボットテーブル)

従来ピボットテーブルは離散データを集計するための機能に特化していることから、時系列の連続データを大量に扱った例が少なく、研究の報告事例も極めて少なかった。本研究においてピボットテーブルで時系列データを分析する着想に至ったのは、筆者のエクセルやピボットテーブルを使ったデータ分析の経験から偶然に得られたものであ

る。

開発したマクロシステムでは、Moodle に蓄積される学習履歴データのうち、教材へのアクセス時刻、ユーザ名、アクセスした教材名などのデータを活用した。これらのデータを前処理し、時系列クロスセクション分析が可能なピボットテーブルを自動生成するエクセルのマクロシステム Time Series Cross Section (TSCS) Monitor を開発した。開発したシステムは筆者の授業において実際に試用し、Moodle ログと分析結果から様々な研究成果が得られた。図 1 に Moodle のログの前処理からピボットテーブルによる処理までの流れを示した。

4. 研究成果

(1) 教材閲覧の動機付けと通読率

一般的に多くの教員は、学生が授業で使う教材を読むべきであると考えている。そして教材を読ませるために適切な動機付けを与えることが極めて重要になる。本研究で教材閲覧のために取り組んだ動機付けは、毎週の授業の中でデジタル教材を閲覧しながら授業を行うこと、および教材の内容に沿ったクイズを実施することである。

そこで社会データ分析入門の授業において教材の閲覧時間を近似的に求める試みを行った。その結果授業内におけるデジタル教材の閲覧時間とクイズの平均点との間には相関が認められ、通読率が上がれば小テストの結果もよくなる傾向がみられた。またクイズの平均点には得点の低い層が発生する場合があります。この層に属する履修者はデジタル教材を閲覧した回数が少なく、デジタル教材の通読率が低く、個別に何らかの対応や動機付けが必要であることも判明した。

しかし閲覧時間の計測では、よそ見をしている時間なども含まれるため、今後はアイトラッカーを活用した計測方法を検討するなどの対策が必要である。

(2) 時系列クロスセクション分析

教師の教材閲覧の指示に対する履修者の反応を数値により可視化して一覧するために時系列クロスセクション分析を提案した。

Moodle で収集した閲覧履歴の時刻を活用して時系列クロスセクション表を作成したところ、教師の指示に反応しながら履修者がデジタル教材を閲覧する状況を、数値の推移として一覧できることを示した。教師の指示が徹底しているときの履修者の反応や、教師の指示に対して遅れて教材を開く反応などが数値により可視化され一覧できる。さらに教師の指示が徹底していないと思われるときは、教材を開く時刻にばらつきが見られた。

図 2 は開発したマクロを用いてピボットテーブルを自動生成し、教材別の時系列クロスセクション表を表示した例である。履修者別のデータは、ピボットテーブルの自動生成後に、著者が手作業で操作を行い表示させた。

図 3 はシステムで生成した履修者別教材閲覧の時系列クロスセクション表の例である。図 2 と図 3 からは遅れて教材を開く履修者を識別することができる。

データの羅列 / ユーザフルネーム	13:58	13:59	14:02	14:03	14:04	14:05	14:06	14:10	14:15	14:16	14:17	14:18	14:19	14:20	合計
#0.1 ソフトウェア演習		1								1			1		30
#0.2 【小テスト】第6章															390
#0.2 クイズシートの基本															16
#0.6 履修クラスシリンの巻															21
#0.7 画像の表示位置の確定															26
#0.7 テキスト入力															23
#10.0 全体のレイアウト															8
#10.1 本文の余白		1	3												15
#10.2 表紙								11	2	3					16
#10.3 背景のレイアウト															1
#10.4 履修者のウェブページ															1
#10.5 土曜先生															1
#10.6 背景のレイアウト															1
#10.7 履修者のウェブページ															1
#10.8 背景のレイアウト															1
#10.9 履修者のウェブページ															1
#10.10 背景のレイアウト															1
#10.11 履修者のウェブページ															1
#10.12 背景のレイアウト															1
#10.13 履修者のウェブページ															1
#10.14 背景のレイアウト															1
#10.15 履修者のウェブページ															1
#10.16 背景のレイアウト															1
#10.17 履修者のウェブページ															1
#10.18 背景のレイアウト															1
#10.19 履修者のウェブページ															1
#10.20 背景のレイアウト															1
#10.21 履修者のウェブページ															1
#10.22 背景のレイアウト															1
#10.23 履修者のウェブページ															1
#10.24 背景のレイアウト															1
#10.25 履修者のウェブページ															1
#10.26 背景のレイアウト															1
#10.27 履修者のウェブページ															1
#10.28 背景のレイアウト															1
#10.29 履修者のウェブページ															1
#10.30 背景のレイアウト															1
#10.31 履修者のウェブページ															1
#10.32 背景のレイアウト															1
合計	1	7	1	5	11	2	3	1	3	14	1	4	4	1	590

図 2. 時系列クロスセクション表の例 (教材閲覧をベースに、一部の教材について履修者別の閲覧回数を表示した表)

2015/4/8	Time (5 minute intervals)											
Student ID	13:10	13:15	13:20	13:25	13:30	13:35	13:40	13:45	13:50	13:55	14:00	14:05
Student 1	3	1					1					
Student 2	4				1							
Student 3	3		2									
Student 4	3	1			1		1	1	1	1		1
Student 5	3		1							1		
Student 6	3			4	1							
Student 7	3	1	1		1		1	1	1	1		1
Student 8	3	1	1		1		1	1	1	1		1
Student 9	3	2		1	1		1	1	1	1		1
Student 10	3	1	1		1		1	1	1	1		1
Student 11	4	1	1		1		1	1	1	1		1
Student 12	3		1		1		1	1	1	1		1
Student 13	4	4	1		1		1	1	1	1		1
Student 14	4		2		1		1	1	1	1		1
Student 15	3	1	1		1		1	1	1	1		1
Student 16	3	1			1		1	1	1	1		1
Student 17	3	1			1		1	1	1	1		1
Student 18	3	1			1		1	1	1	1		1
Student 19	3	1			1		1	1	1	1		1
Student 20	3	2	2		1		1	1	1	1		1
Student 21	5	1			1		1	1	1	1		1

図 3. システムで生成した履修者別教材閲覧の時系列クロスセクション表 (5 分毎) の例 (印は著者によるもの。印が付いている列は教師が教材を開くように指示した時刻が含まれている)

(3) 授業中の分析

最近では授業中の履修者の行動を自動的に把握しようとする研究が盛んに行われており、筆者は Moodle 上にアップロードしたデジタル教材を使って行う対面式ブレンド型授業において、履修者の教材閲覧履歴を収集して自動的に分析する方法の提案を行った。

これまでに開発したエクセルのマクロシステム TSCS Monitor は、Moodle の授業中における教材閲覧履歴を分析して、ピボットテーブルと時系列クロスセクション表を生成する。そしてピボットテーブルの操作を通して様々な視点から分析を行い、授業中の教材閲覧履歴を表とグラフで可視化することができる。

図 4 は授業中の教材別の時系列クロスセクション表の例であり、紙幅の都合により右側のデータの一部を省略した。また図 5 は図 4 のデータを使い、自動生成したグラフの例である。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	社会データ分析(2017/06/28)											
2	行レベル	列レベル										
3	0.1 Course: 社会データ分析入門 NA	13:00	13:01	13:02	13:03	13:04	13:05	13:06	13:07	13:08	13:09	13:10
4	0.2 Quiz: 第10章 関連性の強さと属性相関	16	12	2	2		3					
5	File: 10.5 カイニ乗度を求める	1	1	43	10							
6	File: 10.6 クラメールの連関係数	1	2	5	3	1	4	1	2			
7	File: 11.1 相関係数	1			1						1	1
8	File: 11.2 因果関係	1	1		1							
9	File: 11.3 散布図		1		1							
10	File: 11.4 散布図の作成方法			1	1							
11	File: 11.5 共分散と相関係数					1						
12	File: 11.6 共分散の求め方					1						
13	File: 8.1 正規分布							2		4	2	
14	File: 8.2 正規分布のグラフ作成							15	2	2		
15	File: 演習課題 10		1	6	2							1
16	未使用教材	3	15	9	4			5	4	3		1
17	統計	23	33	66	27	1	29	9	8	4	4	2

図 4. 授業中の時系列クロスセクション表の例（紙幅の都合により右側のデータの一部を省略した）

教師が Moodle 上の教材を使うように履修者に指示をすれば、履修者の反応を TSCS Monitor 分析することができる。筆者がデモを行ったときの閲覧履歴も記録されており、教師の教材閲覧のパターンと履修者のパターンを比較することもできる。両者の比較から教師の指示から遅れて教材を開く履修者や、開かない履修者、早めに開く履修者などを目でみながら確認することができる。本稿で提案した方法では、教材の閲覧について、履修者が教師の指示に対してどのように反応しているかを時系列データで一覧することができる。

またグラフには小テストの閲覧回数を1分毎に棒グラフで示し、そのほかの教材の閲覧回数を折れ線グラフで表示した。折れ線グラフの山が高いところは多くの履修者が教材を開いており、山が低いところは遅れて教材を開いている履修者がいる可能性があることを示している。

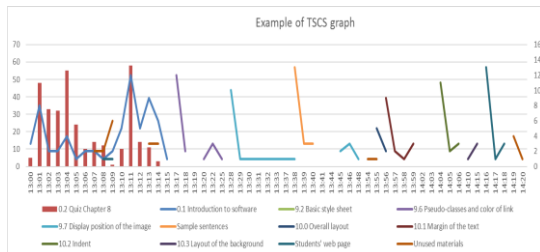


図 5. 授業中の教材別の時系列クロスセクション表からグラフを自動生成した例

(4) 同僚教師の意見

同じ職場の同僚教師に TSCS Monitor で生成した時系列クロスセクション表について意見を求めたところ、次のような意見が得られた。閲覧回数に加えて閲覧時間の分析も必要と思われるが、教材を見ている時間の測定が難しい。TSCS クロスセクション表を学生に公開すると、授業に参加することに対して緊張感を持たせることができるので効果があると思われる。

教員にとっては、閲覧回数の少ない部分や逆に閲覧回数が多い部分など、教材の重要な部分や分かり切っている部分などを見出して、より充実した教材へ改善することができる。授業中に教材を提示するときに、履修者の反応を確認しながら、適切な時間において

教材を開くようになる。閲覧回数が極端に少ない履修者を特定できるので、必要な対応ができる可能性がある。

(5) まとめ

本稿ではピボットテーブルと時系列クロスセクション表を自動生成するエクセルマクロを開発することにより、履修者の教材閲覧行動を時系列に分析することを可能にした。実験結果では、提案した方法が全体的視点や部分的視点を切り替えて分析することが可能であり、多様な視点からの分析が可能になったことを示した。

加えて履修者全体と個別の履修者、教材全体と個別の教材などの閲覧履歴を分析し、閲覧状況を一覧することができる。開発したエクセルマクロは、教師が自ら授業の進め方をふり返り、授業分析のために活用することが可能であり、自ら授業改善を行う示唆を得るために活用することができる。

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 11 件）

- ① Konomu DOBASHI, Automatic data integration from Moodle course logs to pivot tables for time series cross section analysis, *Procedia Computer Science*, 査読有, Vol.112, 2017, pp. 1835-1844. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.222>
- ② 土橋 喜, Moodle コースログとピボットテーブルのデータ統合による教材閲覧履歴の可視化、情報処理学会、情報教育シンポジウム、2017 年 8 月、Summer Symposium in Sakura、査読有、2017、pp. 51-58.
- ③ Konomu DOBASHI, Analysis and visualization of course material page views using a time series cross section and pivot table, 6th International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE2017), In: Proceedings of 2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics IIAI-AAI 査読有, 2017, pp. 704-709.
- ④ Konomu DOBASHI, Tracking and Visualization from in-class Moodle Page Views Using TSCS Monitor, Workshop Proceedings of the 24th International Conference on Computers in Education (ICCE2016), Asia-Pacific

Society for Computers in Education, 査読有, 2016, pp.150-159.

⑤ Konomu DOBASHI, Development and trial of Excel macros for Time Series Cross Section monitoring of student engagement: Analyzing students' page views of course materials, *Procedia Computer Science*, 査読有, Vol.96, 2016, pp.1086-1095.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.08.133>

⑥ Konomu DOBASHI, TSCS Monitor: Generation of Time Series Cross Section Tables from Moodle Logs for Tracking In-Class Page Views Using Excel Macros, *The Workshop Proceedings of the 14th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI Workshop 2016)*, 査読有, 2016, pp.133-138.

⑦ Konomu DOBASHI, A method of visualizing students' reactions by creation of a time series cross table from the in class page view history of the Learning Management System, *Workshop Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education (ICCE2015)*, Asia-Pacific Society for Computers in Education, 査読有, 2015, pp.423-432.

⑧ Konomu DOBASHI, APPROACHES TO THE APPROXIMATE TABULATION OF THE DURATION OF STUDENT VISITS WHEN WORKING WITH DIGITIZED COURSE MATERIALS WITHIN THE CLASS, *The International Journal of E-Learning and Educational Technologies in the Digital Media (IJEETDM)*, 査読有, Vol.1, No.4, 2015, pp.197-202.
DOI:<http://dx.doi.org/10.17781/P001897>

⑨ Konomu DOBASHI, Time Series Analysis of the in class Page View History of Digital Teaching Materials using Cross Table, *Procedia Computer Science*, 査読有, Vol.60, 2015, pp.1032-1040.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.148>

[学会発表] (計 3件)

① Konomu DOBASHI, Visualization Method Using the Moodle Course Log for Semi-automatic Lesson Analysis, *International Conference for Media in Education (ICoME2017)*, 査読有, 2017.

<https://icome2017.net/program/>

② Konomu DOBASHI, Time Series Cross Section method for monitoring students' page views of course materials and improving classroom teaching, *Proceedings of the 9th International Conference on Educational Data Mining (EDM 2016)*, International Educational Data Mining Society (IEDMS) Poster paper, 査読有, 2016, pp.587-588.

③ Konomu DOBASHI, Time Series Cross Table for Looking through Teacher's Instruction and Students' Reactions from the Page View History of Digital Teaching Materials, *Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education (ICCE 2015) Main Proceedings*, Poster paper, 査読有, 2015, pp.205-207.

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 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 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
土橋 喜 (DOBASHI, Konomu)
愛知大学・現代中国学部・教授
研究者番号: 00301622

(2) 研究分担者 ()

研究者番号:

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :

(4) 研究協力者
運営堂・代表・森野 誠之 (MORINO, Seiji)