

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K17936

研究課題名（和文）電子教科書の閲覧データを活用した有意義学習促進のための知識構造可視化システム

研究課題名（英文）An ontology-based visualization system for supporting meaningful learning of e-book users

研究代表者

王 静芸 (WANG, JINGYUN)

九州大学・情報基盤研究開発センター・助教

研究者番号：30747548

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：有意義学習を支援するために、電子教材の任意の範囲の知識を可視化知識関係マップで表示できる知識構造可視化システムを開発した。また、学習者の主体的な学びを促進するために、可視化マップ一部の情報が隠されて、学習者自身が可視化マップを完成することができる発見学習環境も開発する。学習効果を調査するために、一連の予備評価実験を行った。九州大学800人の大学生を被験者になった。実験から収集した学習データを分析した。学習者が有意義受容学習環境と有意義発見学習環境下での成績だけではなく、認知負荷、システム満足度、技術受容レベルと電子書籍システムにおける学習行動も比較した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果を広く公開するためには3回の海外の大学での招待講演、9回の国際会議論文発表、そして3回のシンポジウムでの発表があった。国外の論文誌へ3本を投稿した。今1本が採択された。最後2本はまだ審査中です。また、オントロジー手法の有意義な学習支援環境の構築への応用方法、及び有意義な学習環境の提供を目的とした実用的なオントロジー駆動型学習支援システムを記述したの二つ著書(本の章)も出版した。この研究により、教育学、システム開発及び学習者の分析からの学際的見解を示し、実際のアプリケーションにおける学習支援システムを紹介した。

研究成果の概要（英文）：We present a system framework making use of e-book logs for visualization learning support systems intended to provide meaningful learning environment for e-book learners. An ontology-based visualization support system, which supports not only meaningful reception learning but also meaningful discovery learning, is designed and developed to help e-book learners to effectively construct their knowledge frameworks. We also conducted a series of experiments to study the learning performance under different learning mode of this system. Not only the learning performance (including learning achievement and learning perception) but also the learning logs are analyzed.

研究分野：教育工学

キーワード：オントロジー 発見学習環境 有意義学習環境 学習データ分析 知識構造可視化

1. 研究開始当初の背景

今日では多様な学習支援システムが教育のすべての分野で広く使用されている。たとえば、九州大学では学習管理システム Moodle や電子教科書システムなどの学習支援システムが利用されている。Moodle は、教師と学生間のコミュニケーションとコラボレーションのための仮想学習環境 (VLE) を提供する。電子教科書システムの学習者は、任意の電子教科書にテキストをマークし、コメントを追加することができる。また、システムは学生の学習活動 (読んだページ、マーク、コメントなど) を記録し、教師に報告することができる。

しかし、これらのシステムでは、有意義学習を促進する環境がないので、学習者が学習過程における知識獲得状況を把握したり、知識間の関係をきちんと理解し、知識構造を主体的に構築することの支援を得ることができない。このため、本研究は電子教科書システムの閲覧データを活用して、知識構造可視化システムの開発と評価を行った。

2. 研究の目的

既存の学習支援システムでは、学習者がいつでも教材にアクセスしたり、クラスメートや教員とコミュニケーションできるが、知識間の関係をきちんと理解するための支援は提供されていなかった。このため、本研究は電子教科書システムの閲覧データを活用して、知識構造可視化システムの開発と評価を行った。そのシステムは、(a)電子教材の任意の範囲の知識と(b)学習者の知識獲得状況を可視化知識関係マップで表示することができる。また、学習者の主体的な学びを促進するために、可視化マップ一部の情報が隠されて、学習者自身が可視化マップを完成することができる発見学習環境も開発する。本研究では、日常学習に有意義学習環境を提供し、学習者による知識構造の構築を支援することが可能であるかを明らかにする。

3. 研究の方法

本研究は有意義学習を支援するために、学習者の電子教科書の利用履歴などの様々な情報を統合し、オントロジー技術を用いて学習者の知識の枠組みをマップ構造で表示することを提案した。このオントロジーは、既存の電子教科書に基づいて構築し、コースの授業内容をマップ構造に整理した。さらに自動的にオントロジーを操作できる知識構造可視化システムを開発した。そのシステムは、電子教材の任意の範囲の知識を可視化知識関係マップで表示することができる (受容学習環境)。また、学習者の主体的な学びを促進するために、可視化マップ一部の情報が隠されて、学習者自身が可視化マップを完成することができる (発見学習環境)。

開発した情報科学コースのオントロジーと知識構造可視化システムを用いて一連の評価実験を行った。可視化システムについて、受容学習環境だけではなく、発見学習環境も開発したので、その二つ環境下でどのような教育効果・学習効果があるか明らかにすることが必要です。九州大学情報科学コースで 800 人の大学生を被験者になった。学習者が有意義受容学習環境と有意義発見学習環境下での成績だけではなく、認知負荷、システム満足度、技術受容レベルと電子書籍システムにおける学習行動も比較した。

4. 研究成果

我々は有意義学習を支援するために、学習者の電子教科書の利用履歴などの様々な情報を統合し、オントロジー技術を用いて学習者の知識の枠組みをマップ構造で表示することを提案した。このオントロジーは、既存の電子教科書に基づいて構築し、コースの授業内容をマップ構造に整理した。学習者による知識の枠組みの構築を効率的に支援するために、コース上の概念をどのレベルまで細分化する必要があるか、またどの種類の概念間の関係が不可欠であるかを検証した。情報科学コースのオントロジーを開発した。

さらに自動的にオントロジーを操作できる知識構造可視化システム VSSE を開発した。そのシステムは、電子教材の任意の範囲の知識を可視化知識関係マップで表示することができる。二つの有意義学習環境がある。図 1 は VSSE の受容学習環境の主要なインターフェイスである。学習者が一つの電子教材を選択して、ページ番号やページ範囲を入力すると、検索したページの中のすべての知識 (図 1 の赤い点) と関連知識 (図 1 の青い点) がマップで表示される。

Search検索

----Knowledge Point知識ポイント:----

情報源:Information_Sources
 トンバ文字:Dongba_symbols
 画素:Pixel
 ビット:Bit
 ASCII
 ASCII文字:ASCII_Character_Set
 EUC-JP
 ISO-2022-JP
 Shift_JIS
 バイト:Byte

----Related Knowledge Point 関連知識ポイント:----

画像の標本化:Image_Sampling
 JISローマ字:JIS_Roman_Alphabet
 JIS基本漢字:JIS_Basic_Kanji
 JIS漢字:JIS_Code
 JIS_X_0201

Map 知識関係マップ

The KPs included in this page are shown in red; their related KPs, which locate in other pages, are shown in blue.

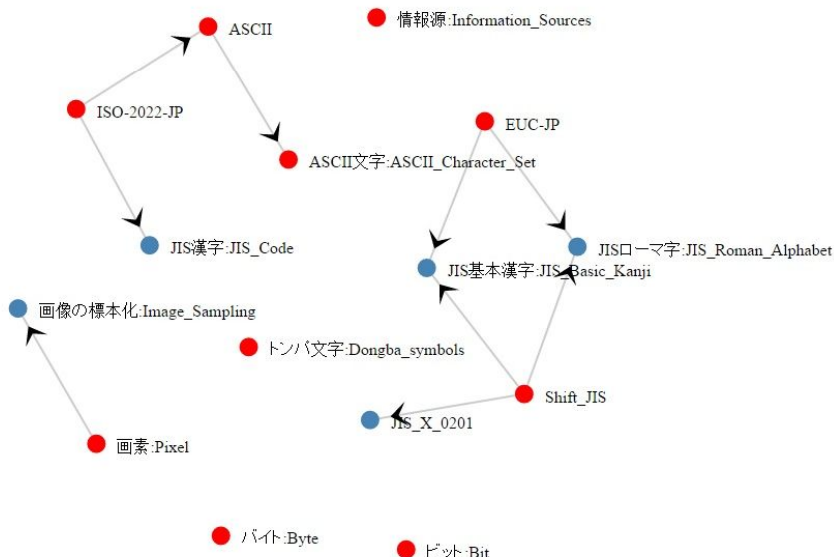


図 1

また、学習者の主体的な学びを促進するために、可視化マップ一部の情報が隠されて、学習者自身が可視化マップを完成することができる発見学習環境も開発する。学習者の主体的な学びを促進するために、可視化マップ一部の情報が隠されて、学習者自身が可視化マップを完成することができる発見学習環境も開発する。図 2 は VSSE の発見学習環境の例を示している。

まず、図 2 (a) に示すように、学習者が一つの電子教材を選択して、ページ範囲を入力すると、検索したページの中のすべての知識 (図 2 の赤い点)、関連知識 (図 1 の青い点) およびそれらの上位概念 (図 1 のピンク点) がマップで表示される。ただ、知識間の関係は隠されている。次に、学習者は、図 2 (b) に示すように、以下 3 種類の関係を作ります: (1) 赤色キーワードからピンク上位概念の関連に矢印を描きます; (2) 青色キーワードからピンク上位概念の関連に矢印を描きます; (3) 赤色キーワードから青色キーワードか赤色キーワードの関連に矢印を描きます。それらをピンクの上位概念に接続することによって知識を分類する必要がある。次に、学習者は、赤い点を接続するか赤い点を青い点に接続することによって知識間の関係を見つけることが支援される。学習者が作成した矢印の説明は、いつでも変更して保存することができます。学習者が関係マップを完成した後、「Compare with Expert」ボタンをクリックすることができます。最後に、図 2 (c) に示すように、模範解答が赤色の矢印で出てきますので、自分が描いた黒色の矢印と比較することができます。本研究では、日常学習に有意味学習環境を提供し、

主体的な学びのために、学習者による知識構造の構築を支援することが可能であることを明らかにする。

Load 情報科学

FileName ファイル名
A:03-文字の表現

PageNumber ページ番号 From
1
to
20

Search 検索
----Knowledge Point 知識ポイント(赤) ----
情報源 Information_Sources
トンパ文字 Dongha_symbols
画素 Pixel
ビット Bit
----Related Knowledge Point 関連知識ポイント(青) ----
画像の標本化 Image_Sampling
ASCII文字 ASCII_Character_Set
----involved concepts (pink) ----
情報源符号化 Information_Source_Encoding
文字集合 Graphic_Character_Set
画像のデジタル化 Image_Digitization
データの単位情報
文字の符号化方式 Character-encoding_Scheme

The KPs included in the searched pages are red, their related KPs, which locate in other pages, are shown in blue. Their upper concepts are shown in pink.

drag from one node to another to add an edge.
Ctrl+drag a node to move the graph layout.
Click a node or an edge to select it.
DELETE removes a node or an edge.

Selected Relation Name is

change the direction:

(a)

The KPs included in the searched pages are shown in red, their related KPs, which locate in other pages, are shown in blue. Their upper concepts are shown in pink.

drag from one node to another to add an edge.
Ctrl+drag a node to move the graph layout.
Click a node or an edge to select it.
DELETE removes a node or an edge.

Selected Relation Name is

change the direction:

(b)

The KPs included in the searched pages are shown in red, their related KPs, which locate in other pages, are shown in blue. Their upper concepts are shown in pink.

drag from one node to another to add an edge.
Ctrl+drag a node to move the graph layout.
Click a node or an edge to select it.
DELETE removes a node or an edge.

Selected Relation Name is

change the direction:

(c)

図 2

その二つ環境下でどのような教育効果・学習効果があるか明らかにするために、九州大学情報科学コースで 800 人の 大学生を被験者になった。学習者が有意味受容学習環境と有意味発見学習環境下での成績だけではなく、認知負荷、システム満足度、技術受容レベルと電子書籍システムにおける学習行動も比較した。研究成果を広く公開するためには 3 回の海外の大学での招待講演、9 回の国際会議論文発表、そして 3 回のシンポジウムでの発表があった。国外の論文誌へ 3 本を投稿した。今 1 本が採択された、2 本はまだ審査中です。また、オントロジー手法の有意義な学習支援環境の構築への応用方法、及び有意義な学習環境の提供を目的とした実用的なオントロジー駆動型学習支援システムを記述したの二つ著書(本の章)も出版した。この研究により、教育学、システム開発及び学習者の分析からの学際的見解を示し、実際のアプリケーションにおける学習支援システムを紹介した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Jingyun Wang, Atsushi Shimada, Misato Oi, Hiroaki Ogata, Yoshiyuki Tabata	4. 巻 -
2. 論文標題 Development and Evaluation of a Visualization System to Support Meaningful E-book Learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Interactive Learning Environments	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 3件／うち国際学会 12件）

1. 発表者名 Jingyun Wang, Fumiya Okubo, Yuta Taniguchi
2. 発表標題 E-book learner behaviors under meaningful learning modes
3. 学会等名 Multidisciplinary Academic Conference on Education, Teaching and Learning (MAC-ETL) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jingyun Wang
2. 発表標題 Meaningful Learning Support Environments Based on Ontology Technique
3. 学会等名 International Conference on Education Technology Management (ICETM 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jingyun Wang
2. 発表標題 A visualization Learning Support system for e-book users
3. 学会等名 Women scientists in Kyushu university-2nd Diversity Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jingyun Wang
2. 発表標題 Meaningful learning support for digital textbook users,
3. 学会等名 Taiwan E-learning forum (TWELF2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jingyun Wang
2. 発表標題 Knowledge visualization based on e-learning Technique
3. 学会等名 Invited speech in National University of Tainan, (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wang Jingyun, Flanagan Brendan and Hiroaki Ogata
2. 発表標題 Semi-automatic Construction of Ontology Based on Data Mining Technique
3. 学会等名 International Conference on Learning Technologies and Learning Environments (LTLE) 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wang Jingyun, Hiroaki Ogata, and Atsushi Shimada
2. 発表標題 A meaningful discovery learning environment for e-book learners
3. 学会等名 Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2017 IEEE (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shinichi Konomi, Atsushi Shimada, Masanori Yamada, Fumiya Okubo, Yuta Taniguchi, Jingyun Wang
2. 発表標題 Towards a Learner-Centric Notification Environment for Multimodal Learning Platforms.
3. 学会等名 Multimodal Learning Analytics Across Spaces Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinichi Konomi, Kohei Hatano, Miyuki Inaba, Misato Oi, Tsuyoshi Okamoto, Fumiya Okubo, Atsushi Shimada, Jingyun Wang, Masanori Yamada, Yuki Yamada
2. 発表標題 Extending Learning Analytics Platforms to Support Elderly People
3. 学会等名 The 12th International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization (ISIP2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinichi Konomi, Kohei Hatano, Miyuki Inaba, Misato Oi, Tsuyoshi Okamoto, Fumiya Okubo, Atsushi Shimada, Jingyun Wang, Masanori Yamada, Yuki Yamada
2. 発表標題 Towards Supporting Multigenerational Co-creation and Social Activities: Extending Learning Analytics Platforms and Beyond
3. 学会等名 International Conference on Distributed, Ambient and Pervasive Interactions: Technologies and Contexts, (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Brendan Flanagan, Rwitajit Majumdar, Khan Akbar, Jingyun Wang, Hiroaki Ogata
2. 発表標題 Knowledge Map Creation for Modeling Learning Behaviors in Digital Learning Environments
3. 学会等名 Companion Proceedings 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaori Tamura, Min Lu, Shin'ichi Konomi, Kohei Hatano, Miyuki Inaba, Misato Oi, Tsuyoshi Okamoto, Fumiya Okubo, Atsushi Shimada, Jingyun Wang, Masanori Yamada, Yuki Yamada
2. 発表標題 Integrating Multimodal Learning Analytics and Inclusive Learning Support Systems for People of All Ages
3. 学会等名 Proceedings of the 7th International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jingyun Wang, Atsushi Shimada, and Fumiya Okubo
2. 発表標題 E-book Learner Behaviors Difference under two Meaningful Learning Support Environments
3. 学会等名 The Proceedings of the 27th International Conference on Computers in Education (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jingyun Wang
2. 発表標題 Visualization learning support systems and the corresponding learning behavior analyses
3. 学会等名 National Taiwan University of Science and Technology (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jingyun Wang
2. 発表標題 Learning Analytics and Learning Support Applications based Educational Big Data
3. 学会等名 ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology Zurich) (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Hiroaki Ogata, Misato Oi, Kousuke Mohri, Fumiya Okubo, Atsushi Shimada, Masanori Yamada, Jingyun Wang, Sachio Hirokawa	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 378
3. 書名 Smart Sensors at the IoT Frontier: chapter 13 Learning Analytics for E-Book-Based Educational Big Data in Higher Education	

1. 著者名 Jingyun Wang	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 317
3. 書名 Learning Technologies for transforming Teaching, Learning and Assessment at Large Scale: (Chapter 11) Ontology Technique and Meaningful Learning Support Environments	

〔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
---------------------------	-----------------------	----