

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：12612

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12408

研究課題名(和文)自ら気づくプロセスの足場を築くタブレットツール

研究課題名(英文)TABLET TOOLS FOR SCAFFOLDING SELF-AWARENESS IN LEARNING PROCESS

研究代表者

柏原 昭博(KASHIHARA, Akihiro)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：10243263

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、学習者自ら考えようとするきっかけを意図的に作りだし、学習プロセスへの主体的・積極的な関与を促すために、タブレットメディア上においてテキスト教材から学んだ知識を知識マップとして作成させ、そのタッチ操作に応じて擬似力覚を呈示するタブレットツールを開発した。特に、擬似力覚呈示意図の探究を通して学習者自ら気づくための支援手法を開発した。評価実験の結果、擬似力覚による教材の重要な箇所に対する認知的な気づき、および学習プロセスへの積極的関与を高める可能性を確認した。

研究成果の概要(英文)：The main issue addressed in this work was to design and develop tablet tools that intended learners to actively involve themselves in learning process in a self-directed way. The table tools allow them to compose a map (called knowledge map) with knowledge learned from an instructional text, and present pseudo-haptic feedback for some touch operations of map composition. The pseudo-haptic feedback is expected to produce cognitive awareness about the instructional text and to give the learners a clue for exploring its intention to produce self-directed involvement in learning the text. The tablet tools also provide a scaffold for promoting this exploration. The results of the case studies suggested the possibilities that pseudo-haptic feedback provided by the tablet tools could produce cognitive awareness and enhance self-directed involvement in learning.

研究分野：知識工学

キーワード：教育工学 気づき 擬似力覚 足場かけ タブレットツール

1. 研究開始当初の背景

学習プロセスに対して積極的に関与することは、自ら気づきを得る上で極めて重要であるが、学習支援システムではこうした関与を前提とする場合が多く、システムを利用する際にも学習者は安易にヒントを得る、回答と正誤判定を繰り返すなど自ら深く考えようとしないことも少なくない。また、昨今教育向けとして利用価値が高いとされるタブレットメディアは自学自修の道具として可能性を有しているが、「学習プロセスへの積極的関与を促して気づきを与える」支援を技術的に実現することがその可能性を拓く鍵になると考えられる。しかし、こうした支援に関する研究は国内外でほとんど例がない。

一方、学習プロセスへの関与を高めるには、学習者の注意を喚起して自ら考えようとするきっかけを作る必要があり、かつその注意喚起の意図を探究したくなるように仕向けることが重要と考えられる。筆者は、文献の研究成果としてタブレットメディア上での指によるタッチ操作に擬似力覚を呈示することで、学習者の注意を喚起して、学習者自らが気づきを得る可能性を確かめた。擬似力覚とは、視覚から力覚が生じる錯覚のことであり、オブジェクトの視覚的な動きが主体の感覚に整合せずに違和感を感じることで起こる。例えば、教材の一部に対するタッチ操作に、重さや張力を錯覚する擬似力覚を呈示して違和感を覚えさせることで、教材に内在する知識の重要度、関連度に関して気づくことができること期待される。しかしながら、こうした違和感が必ずしも学習者の気づきにつながる場合もあり、違和感の意図を探究することを通して学習プロセスへの関与を高めるような足場を提供することが不可欠である。

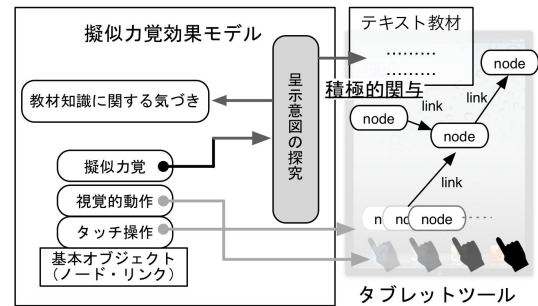
2. 研究の目的

本研究では、テキスト教材から学んだ知識を知識マップ(基本となる教材オブジェクトとして、教材に内在する個々の知識を表すノードと知識間の関係を表すリンクから構成)として外化表現するという学習プロセスを題材に、マップ作成操作に対して呈示可能な擬似力覚と、個々の擬似力覚から期待される積極的関与としての擬似力覚呈示意図の探究および教材についての気づきとを対応づけるモデルの構築を目指した。その上で、学習者のタッチ操作に応じた擬似力覚を呈示して、モデル通りに擬似力覚呈示意図の探究と気づきを促す足場を提供するタブレットツールを開発することを目的とした。具体的には、以下の機能を実現することを目指した。

(1) 知識マップ作成支援

次の図に示すように、教材オブジェクトに対するタッチ操作に対して呈示可能な擬似力覚と、擬似力覚から期待される学習プロセスへの積極的関与としての探究および気づきを

対応づけるモデル(擬似力覚効果モデル)を構築し、モデル通りに擬似力覚を呈示する機能を実現する。



(2) 足場かけ (Scaffolding)

擬似力覚呈示を行った教材オブジェクトに対応する教材上の箇所を強調表示するなどして、教材の見直しおよびオブジェクトが示唆する知識の属性や関係性の探究を促す足場を提供する機能を実現する。

3. 研究の方法

以下に示すように、テキスト教材を学ぶプロセスへの積極的関与を促し、気づきを与えることを目的として、擬似力覚の呈示およびその呈示意図の探究を促す足場を築くタブレットツールの開発を進めた。

(1) 擬似力覚効果モデルの構築

筆者は、これまでノードとリンクを基本オブジェクトとする知識マップの作成環境をタブレットメディア上に構築し、テキスト教材に内在する知識の重要度や関連度についての気づきを与える擬似力覚をデザインして、検証を行ってきた。本研究では、この研究成果の更なる改善を含めて、擬似力覚呈示から知識マップ作成プロセスへの関与を高めるための仕組みを検討する。そのために、次の手順で擬似力覚効果モデルを構築する。

気づきの分類: テキスト教材の内容(概念分類、現象、処理など)ごとに、気づきを与えたい知識の属性(重要度や関連度など)と知識間の関係性(上位下位関係、全体部分関係、因果関係など)进行分类する。

擬似力覚の検討: CHI や力覚インタフェイス研究の最新動向を幅広く調査し、知識マップの基本オブジェクトごとにタッチ操作(ドラッグ、スワイプ、ピンチアウト等)に対する視覚的な動かし方からどのような擬似力覚が呈示可能で、かつで分類した知識に関する気づきをもたらすかを理論的に検討する。

擬似力覚と意図探究・気づきの対応づけ: オブジェクトに呈示される擬似力覚からその意図を探究するプロセスは、教材を見直しながらそのオブジェクトが示唆する知識の属性や関係性を探ることである。そ

ここで、文献で開発したシステムを基盤とした実験環境を準備し、被験者群に対して様々なタイプのテキスト教材から知識マップ作成を繰り返す実験を行い、これらの探究プロセスが具体的にどのように遂行され得るかを分析する。同時に、想定される認知的な気づきが得られる可能性を検証する。これらの実験を通して、擬似力覚と探究プロセス・気づきとの対応関係を構築する。

(2) タブレットツールの開発

(1)のモデルに基づき、以下の機能を有するタブレットツールを開発する。

知識マップオーサリング：擬似力覚情報を埋め込んだ知識マップのオーサリングを支援する機能を実現する。具体的には、テキスト教材に対して正解となる知識マップを記述し、その上で学習者に対して気づきを与えたいオブジェクトに対して(1)のモデルに基づき擬似力覚情報を埋め込む機能を実現する。

知識マップ作成支援：タッチ操作によって教材から知識マップのノードを抽出するとともに、ノードの(再)配置やリンクの付与を可能とする知識マップ作成支援ユーザインタフェースを開発する。また、擬似力覚情報を埋め込んだオブジェクトが操作された場合、オブジェクトの視覚的動作を実行して擬似力覚を呈示する機能を実現する。

足場かけ機能：擬似力覚呈示を行ったオブジェクトについて、教材上での強調表示などを行うことで教材の見直しとオブジェクトが示唆する知識の属性や関係性の探究を促す足場を提供する。場合によっては、その視覚的動作に関する問いかけ(Prompting)を行う。

(3) 有効性評価実験

開発したタブレットツールの利用を通して、学習プロセスへの積極的関与の促進、気づきの可能性、教材理解への貢献、の3点からツールの有効性を評価する実験を行う。まず、については呈示した擬似力覚の意図を探究するプロセスが促進されたかどうかを、教材利用履歴とアンケート調査で分析する。

については、マップ作成後にアンケート調査を実施する。については、知識マップ作成に擬似力覚を与える実験群と与えない統制群に被験者を分け、マップ作成後にマップ再生を行わせることで評価する。

(4) タブレットツールの洗練

(3)の結果を踏まえて、擬似力覚と探究プロセス・気づきの対応関係を見直し、タブレットツールにおける擬似力覚呈示方法を改善する。また、(3)における評価実験でのツ

ール操作履歴から、ツールが築く意図探究の足場の有用性を分析して、足場かけ機能の改善を図る。

4. 研究成果

以下に、研究の主な成果とそれらの位置づけ、および今後の展望を示す。

(1)学習者による知識マップ作成のタッチ操作に対する擬似力覚の呈示から、その呈示意図の探究を促し、教材知識の気づきを提供するために擬似力覚効果モデルを構築した。まず、気づきを与えたい知識の属性や関係性を分類した。次に、CHI や力覚インタフェース研究の最新動向を調査して、知識マップの基本オブジェクトごとに呈示可能となる擬似力覚を整理するとともに、示唆可能な気づきを理論的に検討した。また、擬似力覚呈示からその意図の探究の可能性、および気づきの可能性を検証し、擬似力覚とその呈示から期待される探究プロセス・気づきとの対応関係を整理した。

(2)テキスト教材において気づきを与えたい基本オブジェクトに擬似力覚情報を埋め込むための知識マップオーサリング機能を実現した。また、タッチ操作によって知識マップ作成を支援するユーザインタフェースを構築し、擬似力覚効果モデルに基づいて学習者によるタッチ操作に擬似力覚を呈示するタブレットツールを開発した。このツールを用いたケーススタディの結果、モデル通りに擬似力覚の呈示意図が探究されて気づきに至る場合と、探究が進まない場合があることを見出し、意図探索のための足場が必要であることを再確認した。

(3)知識マップ作成における擬似力覚呈示意図の探究を促し、学習プロセスへの関与を高めるために、擬似力覚呈示箇所と教材内容との対応関係を可視化して見せるメカニズムをタブレットツールに実装した。このような足場かけとして、呈示された擬似力覚に関する問いかけを行うことで擬似力覚が示唆する意図の探究を明示的に促すことも考えられたが、できるだけ学習者が主体的に意図の探求を実行することを優先し、可視化する手法を採用した。

(4)タブレットメディアでの主要な操作となるタッチ操作に着目し、そのタッチ操作との整合性が高い感覚として力覚を導入して学習プロセスへの積極的関与を促そうとする本研究の試みは、自学自修の基盤技術を提供しようとする斬新かつ有意義な取り組みとして位置づけることができる。

(5)学習者自ら気づかせるために、学習者に期待する気づきに応じてシステムティックに探究の足場を築くことは、本研究が技術的に最

も重視している点であり、足場かけによる学習支援研究に対して斬新な視点をもたらすものである。

(6)物語や歴史学習のテキスト教材を題材として、タブレットツールの有効性を評価する実験を実施した。その結果、教材ごとに異なった呈示がなされる擬似力覚によって、ほぼ想定通り教材知識の属性や関係性に関する気づきを与えることができた。同時に、教材の理解を促すことができることを確認した。さらに、学習プロセスへの積極的関与については、足場を提供しても、擬似力覚呈示意図の探求を促進するケースと促進しないケースがあることを確認した。

(7)有効性評価実験からの知見に基づいて、擬似力覚呈示意図の探求に気づかない学習者には、より明示的にその意図を問いかける必要があるとの認識に至り、学習プロセスへの積極的関与を促す足場かけ方法の改善を検討した。今後、その方法を実装して有効性を検証することが望まれる。

(8)本研究において対象としているテキスト教材からの知識マップ作成以外でも、タッチ操作に基づく学習のプロセスについて擬似力覚効果モデルを構築することができれば、本支援の方法論は適用可能であり、タブレットメディアにおける様々な自学自修文脈に対して支援基盤を提供することができる。今後、このような支援基盤を実現して、タブレットメディアの教育利用価値をより一層高めていきたい。

<文献>

柏原昭博、塩田剛、擬似力覚呈示による知識構築支援、電子情報通信学会論文誌 Vol. J98-D, No. 1, pp.104-116, 2015

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 3件)

Takumi Horiguchi, and Akihiro Kashihara, Pseudo-Haptics Presentation for Promoting Historical Understanding, Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 9753, pp.156-164, Springer, 2016, DOI: 10.1007/978-3-319-39483-1_15, 査読有

柏原昭博、身体知・経験知とeラーニングの最前線、ナーシングビジネス、Vol.10、No.3、pp. 28-29、2016、査読無

柏原昭博、学習を工学的にモデル化する認知プロセスの具象化に向けて、人工知能学会誌 Vol. 30, No. 4, pp.473-476、2015、査読無

[学会発表](計 17件)

柏原昭博、梅津和朗、堀口匠、学習者自ら気づく思考プロセスのデザイン、第42回教育システム情報学会全国大会、2017年8月23日～25日、北九州国際会議場(福岡県・北九州市)

梅津和朗、柏原昭博、物語文における意図理解支援のための擬似力覚呈示とその評価、第4回教育システム情報学会研究会、2016年12月10日、近畿大学東大阪キャンパス(大阪府・東大阪市)

柏原昭博、アクティブラーニング推進における教育工学の役割～情報システムの立場から～JSET(日本教育工学会)パネル討論会、招待講演、2016年12月09日、東海大学校友会館(東京都・千代田区)

梅津和朗、柏原昭博、擬似力覚呈示を伴う物語マップ作成による物語の意図理解支援、教育システム情報学会第41回全国大会、2016年8月30日、帝京大学宇都宮キャンパス(栃木県・宇都宮市)

柏原昭博、人工知能研究としてのラーニングテクノロジー開発、第8回情報戦略フォーラム、招待講演、2016年8月9日、富士通株式会社汐留シティセンター(東京都・港区)

三好康夫、柏原昭博、岡本竜、アルゴリズム理解促進のための擬似力覚呈示に関する検討、2016年度人工知能学会全国大会(第30回)2016年6月6日～9日、北九州国際会議場(福岡県・北九州市)

Akihiro Kashihara, Promoting Involvement in Learning with Pseudo-Haptics, 7th International Conference on Education, Training and Informatics, 2016年3月8日～11日, Florida (USA)

堀口匠、柏原昭博、歴史事象の因果マップ作成における擬似力覚呈示、電子情報通信学会教育工学研究会、2015年10月31日、日本文理大学湯布院研修所(大分県・由布市)

Kouji Inoue, and Akihiro Kashihara, Knowledge Construction with Note Taking from Presentation Slides for Lecture, World Conference on E-Learning (E-Learn 2015), 2015年10月19日～22日, Hawaii (USA)

[図書](計 2件)

柏原昭博、共立出版、人工知能学大事典新版、印刷中、2017年

赤倉貴子，柏原昭博（編）、ミネルヴァ書
房、eラーニング/e テスティング，教育工
学選書 11，212 ページ、2016 年

〔その他〕

ホームページ等

<http://wlgate.inf.uec.ac.jp/contents/publication/publications.html>

6．研究組織

(1)研究代表者

柏原 昭博（KASHIHARA Akihiro）
電気通信大学・大学院情報理工学研究科・
教授

研究者番号：10243263