

擬似力覚を用いた概念マップ作成支援

Concept Map Generation with Pseudo-Haptics in Tablet Media

塩田 剛^{*1}
Go Shiota

柏原 昭博^{*2}
Akihiro Kashiara

^{*1} 電気通信大学大学院情報理工学研究科総合情報学専攻

Department of Informatics, Graduate School of Informatics and Engineering, the University of Electro-Communications #1

Generating a concept map from learning material would facilitate understanding and stabilizing knowledge learned. Such concept map generation generally involves drawing nodes representing key concepts embedded in the material and links representing the relationships among the nodes, which are viewed as operations with visual sense. Concept map generation with multiple senses could bring about more benefits to learning. This paper proposes concept map generation with pseudo-haptics, which is provided with tablet media such as iPad. We also discuss how pseudo-haptics provided with iPad could occur, and how it would bring about awareness of knowledge to be learned.

1. はじめに

学習教材に内在する知識や概念間の関係を概念マップとして表現することは、学習教材の理解を促進するとともに、学ばれた知識の定着に寄与することが広く知られている[Jonassen 00]。また、学習教材とともに概念マップを与えるのではなく、学習者自身に作らせることによってより高い学習効果を得ることが期待できる反面、マップ作成にかかる認知的負荷、作成されたマップの評価など、学習効果を挙げるためにはいくつかの重要な問題を解決することが必要である。そのため、概念マップ作成支援に関する様々な研究が進められている。

筆者らも、これまでにマップ作成にかかる認知的負荷の問題を解決するという観点から研究に取り組んできた。まず、学習教材に対する学習者の理解状態を外化させるという文脈で、概念マップ作成にかかる認知的負荷を見積もった上で、概念マップの断片を呈示する手法を開発し、その有効性を確かめてきた[柏原 95]。また、ハイパー空間を提供する学習教材においてナビゲーションしながら学んだ知識を知識マップとして作成する認知ツールを開発してきた[柏原 03]。

一方、概念マップは、一般に概念や知識を表現するノードとノード間の関係を表すリンクによって表現されるため、マップの作成操作には視覚を伴うことになるが、これに加えて学ばれる知識への示唆を与えるような他の感覚を伴わせることができれば、より高い学習効果を挙げる事が期待できる。こうした観点から、本稿ではタブレットメディアとして iPad を用いて概念マップを作成する文脈で、擬似的な力覚 (pseudo-haptics) を伴わせる手法を提案するとともに、期待される効果について論じる。本手法の特徴は、iPad での指による概念マップ作成操作に擬似力覚を伴わせることで、学ばれる知識や知識間に関する認知的な示唆を与える点にある。こうした示唆は、学習教材から学ばれる知識の理解や定着を促進することになると考えられる。

2. 擬似力覚を伴う概念マップ作成

学習教材を理解する際に、一般には教材を見る(あるいは聴く)だけではなく、理解した内容を声に出しながらメモに書き下すなど複数の感覚を伴わせることで、単一の感覚だけでは気づかないことに気づいたり、より記憶に刻まれやすくなるなどの学

習効果が期待できる。本研究では、こうした点に着目し、概念マップ作成に伴う視覚に加えて、擬似力覚を伴わせる手法を検討している。

擬似力覚とは、視覚だけで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(体の動き)に整合しない場合に生起する[Lecuyer 09]。例えば、iPad 上でオブジェクトをタッチ操作によってドラッグして移動させる際に、主体による指の動きとオブジェクトの視覚的な動きに整合がとれていない場合は錯覚が生じないが、指の動きに対してノードの移動を遅らせると、あたかも指に力がかかったように感じる(オブジェクトを重く感じる)現象が生じる。こうした錯覚が擬似力覚と呼ばれている。

本研究では、学習教材から概念マップを作成する際に、タブレットメディアを用いてこうした擬似力覚を導入する。タブレット上での物理的な操作は、概念マップ作成のための「指によるタッチ操作」に対応し、そのタッチ操作を通じて視覚のみならず擬似力覚を伴わせる。擬似力覚は、その認知的効果として、学習教材から学ばれる知識や知識間に関する重要な示唆を与えることができると考えられる。筆者らは、図 1 に示すような iPad 上でのタッチ操作から生起可能な擬似力覚を想定しており、期待される認知的効果として、重要な概念・知識の示唆、重要な関係の示唆、誤った関係の示唆を数え上げている。

概念マップ操作	iPadにおけるタッチ操作	視覚的動き	擬似力覚	期待される認知的効果
ノードの移動	ドラッグ	移動が遅れる	重さ	重要な概念の示唆
リンクの伸長	ドラッグ	伸長後に戻る	張力	重要な関係の示唆
	ピンチアウト			
リンクのふるい落とし	シェイク	大きく動く	軽さ	誤った関係の示唆

図1 iPadでのタッチ操作による擬似力覚と認知的効果

3. 概念マップ作成支援環境

ここでは、擬似力覚を伴った概念マップ作成支援の枠組みと、iPad ベースの支援システム、および呈示可能な擬似力覚について述べる。

3.1 枠組み

本枠組みでは、テキスト教材を対象に、事前に正解となる概念マップ(正解マップ)を準備し、学習者に試行錯誤を通して正

解マップを作成させる文脈を想定しており、図 2 に示すように 2 つのフェイズに分けて概念マップ作成を支援する。

まず、マップ作成フェイズでは、学習者はテキスト教材中の説明文を参照しながら、説明文中に含まれる概念や概念間の関係を抽出し、概念マップの構成要素となるノードとノード間のリンクを生成する。その際、教材の要点となる概念や概念間の関係については、対応するノード・リンクにあらかじめ属性を与えておき、学習者がそれらを概念マップ上で操作する際には図 1 にしたがって擬似力覚を呈示する。

次に、確認フェイズでは作成フェイズで作成した概念マップと正解マップとの差異を確認し、誤り箇所を同定する。そして、同定された誤り箇所については、誤った関係の示唆を与えるような擬似力覚を呈示する。

学習者は、作成した概念マップと正解マップが一致するまでこれらのフェイズを繰り返す、その過程で視覚と擬似力覚を得ながら教材から学んだ知識に関する理解を得ることになる。

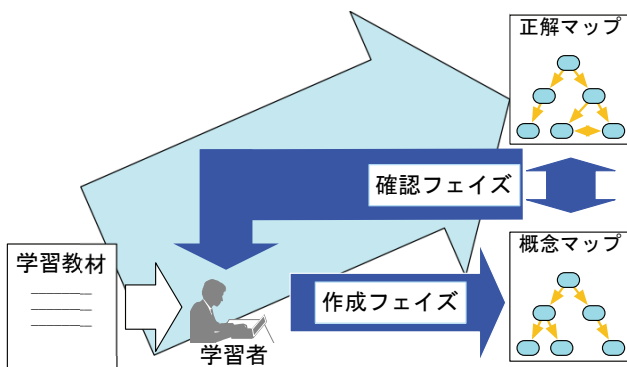


図 2 支援の枠組み

3.2 擬似力覚の呈示

上述した概念マップ作成支援の枠組みにしたがって、現在 iPad を用いた支援システムの開発を進めている。図 3 に、そのユーザインタフェイスを示す。学習者は、概念マップ作成ウィンドウ上部にある作成フェイズと確認フェイズの切り替えボタンを使いながら、指によるタッチ操作により概念マップを作成する。以下では、その際に呈示される擬似力覚について説明する。



図 3 ユーザインタフェイス

(1) 重要な概念の示唆

学習教材の中で要点となる概念については、その概念を表すノードに対して学習者が重さを錯覚するような擬似力覚を呈示する。具体的には、ノードのドラッグによる移動と指の移動に

差異を生じさせることで感覚矛盾を起こさせる。通常のノード移動は、指の座標に追従する形でノードの座標を変化させるが、指の移動に対してノードの移動を遅延させることで、そのノードが重いという錯覚を与える。

(2) 重要な関係の示唆

重要な関係については、その関係を表すリンクに対して学習者が張力を錯覚するような擬似力覚を呈示する。本システムでは、一方向リンクと双方向リンクを扱っており、リンクの生成は一方向リンクの場合一方のノードから他方のノードに指でつなぐ操作によって行われる。その過程でリンクの矢先が指に追従し、接続先のノードに矢が到達することでノード間にリンクが生成される。双方向リンクの場合は、2 つのノード間でのピンチアウト操作によって行われる。双方向の 2 つの矢先は、ピンチアウト操作を行っている 2 本の指先に追従し、それぞれがノードに到達することでリンクが生成される。こうしたリンクの生成操作やノードの移動に伴いリンクが伸長したときに、リンクをバネのように短縮することによって、リンク(ノード間)に張力があるという錯覚を与える。

(3) 誤った関係の示唆

誤ったノード間の関係については、その関係を表すリンクに対して学習者が軽さを錯覚するような擬似力覚を呈示する。具体的には、確認フェイズにおいて学習者が iPad を前後左右に揺らすこと(シェイク動作)により、概念マップ上のノードとリンクを振るいにかける。概念マップ上は、シェイク動作によって発生した加速度に応じて前後左右に振動する。この時、関係の正しくないリンクは接続されているノードから外れ、通常のノードやリンクより大きく動くようにする。このような視覚的動きによって、リンクに対する軽さを錯覚させる。

4. まとめ

本稿では、タブレットメディア上で擬似力覚を呈示して概念マップ作成支援を行う手法を提案し、その手法を実現する支援システムについて述べた。本支援手法の特徴は、概念マップ作成操作に視覚だけでなく擬似力覚を伴わせることで、単一の感覚では得られにくい気づきを与えようとしている点にある。今後は、擬似力覚が想定通りに呈示でき、かつ期待される認知的効果が得られるかどうかについて検証を行い、擬似力覚が有効に機能する条件を明確にしていきたい。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費基盤研究(B)(No. 23300297)の援助による。

参考文献

[Jonassen 00] Jonassen, D.H. Computers as Mindtools for schools, 2nd ed., Merrill Prentice Hall (2000).
 [柏原 95] 柏原昭博, 菅野昭博, 平嶋宗, 豊田順一: 説明における認知的負荷の適用と実験的評価, 人工知能学会誌, Vol.10, No.3, pp.393-402 (1995).
 [柏原 03] 柏原昭博, 坂本雅直, 長谷川忍, 豊田順一: ハイパー空間における主体的学習プロセスのリフレクション支援, 人工知能学会論文誌, Vol.18, No.5, pp.245-256 (2003).
 [Lecuyer 09] Lecuyer, A. Simulating Haptic Feedback Using Vision: a Survey of Research and Applications of Pseudo-Haptic Feedback, Teleoperators and Virtual Environments, Vol.18, No.1, pp.39-53, MIT Press (2009).