

概念マップ作成における擬似力覚呈示による認知的効果評価

Cognitive Effects on Concept Map Generation with Pseudo-Haptic Feedback

塩田 剛^{*1}, 柏原 昭博^{*2}

Go SHIOTA^{*1}, Akihiro KASHIHARA^{*2}

^{*1,2}電気通信大学大学院情報理工学研究科総合情報学専攻

^{*1,2} Department of Informatics, Graduate School of Informatics and Engineering,
The University of Electro-Communications

Email: gshiota@uec.ac.jp

あらまし: 本研究では概念マップ作成過程に擬似力覚による力覚呈示を行うことで、学習教材に内在する属性の、より直感的な示唆を試みる。擬似力覚とは、体の動きと視覚情報が整合しない場合に生じる力覚に対する錯覚のことである。擬似力覚がどのような動作と視覚の組みによって生じ、認知的示唆や知識の定着にどのような効果をもたらすか議論を行う。また、実験による検証を行なった結果について論じる。

キーワード: 概念マップ, 擬似力覚, iPad

1. はじめに

学習教材の文章中に内在する知識は、概念マップを用いることで視覚的に表現することができる。こうした概念マップを学習者自身に作らせることで、高い学習効果を期待することができる。このとき、学習者は概念を表現するノードと、ノード間の関係を表すリンクを描くことになる。この時、主に視覚を用いて理解を行うが、視覚に加えて他の感覚を伴わせることができれば、視覚だけでは知覚しがたい属性をより直感的に呈示できることが期待される。

そこで、本研究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環境下で、その操作に擬似力覚を伴わせる手法を検討している[6]。本手法の特徴は、学ぼうとする知識や知識間の関係の重要性を擬似力覚により顕在化し、認知的示唆を与えようとする点にある。こうした示唆により、学ばれる知識の理解や定着が促進されると考えられる。

本稿では、まず概念マップ作成における擬似力覚呈示により期待される認知的効果について述べる。次に、iPadによる支援システムを用いて実施した実験の結果から、擬似力覚の呈示手法について考察・検討した内容について述べる。

2. 擬似力覚を伴う概念マップ作成

擬似力覚とは、視覚から力覚が生じる錯覚のことである。オブジェクトの視覚的な動きが、主体の動きに整合しない場合に起こる[5]。例えば、iPad上でオブジェクトをタッチ操作によるドラッグで移動させる場合を考える。主体による指の動きとオブジェ

クトの視覚的な動きが整合している場合、錯覚は生じないが、指の動きに対してノードの移動を遅らせるとオブジェクトが重いという錯覚を呈示することができる。こうした錯覚が擬似力覚と呼ばれている。

本研究では、従来の視覚を用いた理解支援である概念マップ作成過程に擬似力覚を呈示することで、複数感覚の併用による「知識定着」と、擬似力覚による「認知的示唆」の2つの認知的効果を期待する。認知的示唆については、示唆を与えるためにタブレットメディア上でどのような擬似力覚を呈示すれば良いか検討する必要がある。また擬似力覚がどのような「指によるタッチ操作」と「視覚的動き」により呈示可能か検討する必要がある。以上を考慮し、表1に示すような認知的示唆を与える擬似力覚と、それを実現するiPadにおける操作を整理した[6]。

3. 擬似力覚を伴う概念マップ作成

表1に示した擬似力覚呈示・認知的示唆の可能性を評価するため、概念マップ作成支援システムを開発した。本章では、支援の枠組みについて述べる。

本支援では、まず文章教材を題材に、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いる。この試行錯誤過程を、マップ作成フェイズとマップ確認フェイズに分けて支援する。

マップ作成フェイズでは、学習者は文章教材中の説明文を参照し、与えられたノード群に対してリンクを生成する。その際、教材における重要な概念や概念間の関係については、その示唆を与えるような

表1 タッチ操作による擬似力覚と認知的示唆

概念マップ操作	タッチ操作	視覚的動き	擬似力覚	認知的示唆
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
リンクの伸張	ドラッグ	伸びが止まる	張力	重要な関係の示唆
		伸びが先行した後、リンク切断	張力の喪失	誤った関係の示唆
マップのシェイク	シェイク	大きく動き出し、リンク切断	張力の喪失	誤った関係の示唆

擬似力覚を呈示する。また、システムは作成され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。同定し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。確認フェイズでも作成フェイズと同様に誤り箇所を同定し、擬似力覚を呈示する。その後、学習者はマップ作成フェイズに移行してマップを修正する。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。

図1に、ユーザインタフェイスを示す。学習者は、文章教材を参照し、タッチ操作により概念マップ作成を行う。「解答ボタン」を押すことで正解マップと一致するかどうか確認を行う。一致しない場合には確認フェイズに移行する。

4. 評価実験

システムを用いて評価実験を実施した。本実験の目的は擬似力覚呈示・認知的効果の調査であった。被験者は理工系大学生・大学院生19名であった。

評価は、2種類のアンケートと確認テストにより行った。1つ目のアンケートは、認知的示唆の呈示可能性を評価するもので、2つ目のアンケートは、擬似力覚の呈示可能性を評価するものであった。確認テストでは、学習者にノードのみを与えた状態で、学習した教材マップの再生を行わせた。これにより知識の定着についての評価を行った。

今回の実験ではノードの重さについては呈示可能であることが分かった。また、重さが重要な概念の示唆につながるものが示唆された。一方、リンクの張力、張力の喪失に関する擬似力覚、認知的示唆については想定通り呈示を行うことができなかった。また確認テストでは、擬似力覚呈示の有無による知識定着の差は見られなかった。

5. 考察

リンクの張力、張力の喪失に関する擬似力覚を想定通りに呈示できなかった。擬似力覚が呈示できなかったため、認知的示唆も与えられなかった。リンクの張力が呈示できなかった原因については、実験後の被験者の意見からリンクが一定以上の長さになると伸びなくなるという視覚的效果はリンクに張力が存在するを感じさせることには繋がらず、リンクに硬さを感じさせることになったと推察される。

以前行った予備実験ではリンクの伸長操作後にリンクが縮むという視覚的動きを与えること

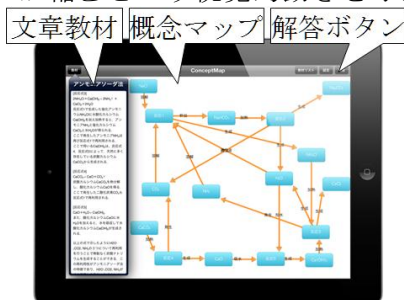


図1 ユーザインタフェイス

で、張力の呈示可能性を示していた[6]。今回の実験で与えた視覚的動きは、擬似力覚呈示が目的であり、視覚単体で張力を示唆するものではなかった。擬似力覚を呈示できていたとしても、視覚的に張力を呈示していなかったため、文脈上、その力が張力であると認識させることができなかったと考えられる。張力の喪失に至らなかった理由も張力の呈示と同様、視覚的に呈示していなかったことが考えられる。また、シェイク操作に際し、振り子運動中とリンクが切断された時で操作に差がなかったことが原因と考えられる。

次に、知識定着に差が見られなかった原因として、学習したマップが、非常に複雑で再生が殆ど困難なものと簡素で記憶が容易なものであったため、差が現れなかったことが考えられる。また、リンクに対して擬似力覚が呈示できなかったため、呈示に成功した上で再度検証する必要がある。

6. まとめ

本稿では、概念マップ作成に擬似力覚を導入するシステムを開発し、擬似力覚呈示可能および認知的効果について述べた。実験の結果、擬似力覚による重さの呈示、概念の重要性は呈示可能性であることが伺えた。一方、概念間の重要な関係や誤った関係の示唆は得られなかった。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費挑戦的萌芽研究(No. 25560106)の助成による。

参考文献

- (1) 長谷川忍, 柏原昭博, 鈴木涼太郎, 豊田順一, "ハイパー空間における構成的学習のための知識外化支援環境," 教育システム情報学会誌, Vol.20, No.2, pp.106-118, 2003.
- (2) Jonassen, D.H. Computers as Mindtools for schools, 2nd ed., Merrill Prentice Hall, 2000,.
- (3) 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の評価," 人工知能学会誌, Vol.10, No.3, pp.393-402, 1995.
- (4) 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.
- (5) 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.
- (6) 塩田剛, 柏原昭博: 概念マップ作成における擬似力覚呈示効果評価, 電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告 ET2012-101, pp.111-116 (2013.3.29).
- (7) Lecuyer, A. ; Centre Commun. de Recherche Louis Bleriot, Aerospatiale Matra, Suresnes, France ; Coquillart, S. ; Kheddar, A. ; Richard, P. more authors, "Pseudo-haptic feedback: can isometric input devices simulate force feedback?", Virtual Reality, 2000. Proceedings. IEEE
- (8) Keita Watanabe, Michiaki Yasumura, "VisualHaptics: generating haptic sensation using only visual cues", ACE '08 Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, pp. 405-405