

氏 名 藤澤 弘美子

学位（専攻分野） 博士（情報学）

学位記番号 総研大甲第 1426 号

学位授与の日付 平成 23 年 3 月 24 日

学位授与の要件 複合科学研究科 情報学専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 探索型学習を支援するインタラクティブシステムの実現に
関する研究

論文審査委員 主 査 准教授 相原 健郎
教授 神門 典子
教授 高須 淳宏
教授 武田 英明
客員教授 相澤 彰子
准教授 角 康之 京都大学

論文内容の要旨

探索型学習を支援するインタラクティブシステムの実現に関する研究

教育環境において、学習者はさまざまな情報にさらされている。そして近年特に、ディスプレイに表示された情報を閲覧し、操作しながら学習活動を行う機会は非常に多くなっている。しかしその一方で、学習対象がいくら多く存在していたとしても、そしてそれが目の前に提示されていたとしても、学習者によって理解され、収集されることが無ければ、全く意味のないものになってしまうだろう。

本論文は、人間が知識を獲得する過程を情報システムとのインタラクションによって効率的に支援する方法論について探求したものである。特に、教育現場等での学習の場面での活用を想定し、文章の読解支援のための表現変換法と、学習者の興味の有無および度合いの同定法を提案し、実際の教育現場での実証を行った。ここでは、探索型学習の重要性とその支援に注目し、情報を理解する際の認知的プロセス、そして学習における主体の反応から推定された内的状況と学習状況との関連の分析という2つのアプローチによって、インタラクティブな支援システムの実現に関する考察と提言を行った。また、システムおよび装置の実装可能性を重視し、実際の環境に適用した結果に基づいた提言を行うことを目指した。

本論文の流れとしては、初めに研究の背景と目的について述べた後、探索型学習のモデルと本論文で提案する2方向からのアプローチについて、関連する先行研究と共に紹介する。そこで得られた知見をもとに、まずは文章の表現変換について、文章をアイコン表現に翻訳する仕組みを提案し、その仕組みを実装したシステムの評価を行う。さらに、個人を意識した情報提示のために、ユーザの興味が構成する概念とその概念に関する評価の推定に注目し、PC閲覧中の動作からの興味推定を行う手法の提案と実装による評価、および実際の学習場面での適用評価を行う。そして興味推定手法としての妥当性および実現可能性について考察した。最後に、本論文で想定するモデルに立ち返り、一連の研究から得られた結果に基づいて、探索型学習の支援に向けたインタラクションモデルの考察と提言を行った。

まず第1章で初めに研究の背景と目的について述べた。

第2章で、探索型学習のモデルと本論文で提案する2方向からのアプローチについて、関連する先行研究と共に紹介する。

そこで得られた知見を踏まえ、第3章では文章の表現変換について、文章をアイコン表現に翻訳する仕組みを提案し、その仕組みを実装したシステムの評価を行った。まず、文章読解を例に取り、先行研究から、文章の理解には命題を適切に把握することが重要で、それには適切な図的表現に変換することが有効であると前提を置いている。そこで、文章の形態素解析および構文解析の結果を用いて、一部を図的表現に変換し提示する方法論を提案し、その効果を内容の正確な想起とその時間経過によって検証した。文章変換の実験により、被験者にとって文の内容と絵の内容との間に違和感がなく、システムによる変換に対して好意的な反応を示した被験者にとって、本システムによる内容理解と記憶の保持との促進が示唆された。ただし、この文章の内容と絵の内容との間の違和

感の有無はユーザごとに異なり、違和感を感じた場合は、逆に変換によって理解が阻害される可能性も示された。従って、画像および動作による文章の変換では、その文の内容に関連した画像(と個人が判断できる)を用いることが重要であり、同じ絵を見てもそれが文章の内容と一致していると判断されれば理解は促進され、そうでない場合には抑制の危険性がある。

提案手法と文章そのものの読解との有意的な差が認められていないが、個別に見た時には有効に働く被験者とそうでない被験者とが認められた。特に、被験者自身の持つ既存知識や興味等と関連づけられない形での表現変換では効果が薄いことなどが問題点として顕在化した。

第4章では、個人を意識した情報提示のために、ユーザの興味を構成する概念とその概念に関する評価の推定に着目し、PC閲覧中の動作からの興味推定を行う手法の提案と実装による評価、および実際の学習場面での適用評価を行った。これらから、興味推定手法としての妥当性および実現可能性について考察した。具体的には、システム側が利用者の知識や興味等を抽出・推定することでシステム側から利用者に適切な情報の選択および表現が可能になるという問題意識から、利用者の興味をシステムが推定するための方法論を提案した。ここでは、利用者がディスプレイ上の情報に接した際に生じる興味を持つものに対する「反射」に着目し、利用者の画面との距離をウェブカメラ画像に写る顔面積によって計測することで利用者の興味を推定する。ここで、「興味」と関連すると思われる「おもしろさ」「熟読」等の項目をあげ、利用者の前傾とこれら各項目との相関を実験により検証した。この結果、提案手法で計測される「利用者の前傾の頻度」は、利用者が感じる「おもしろさ」と相関することを示し、一方で、従来の興味推定で用いられている「表示時間」は「熟読」と相関が高いことが示された。この興味推定の方式を、小学校での授業で用いて、興味の有無の判定が可能かを実証した。表示時間やアクセス頻度による推定と比較して、提案手法が高い再現率を示した。全ての生徒に対して提案手法が有効であるとは認められなかったが、他の手法と組み合わせることで、推定精度の向上に寄与することが明らかとなった。さらにユーザの個別分析の結果、好意的な評価と共に現れる情報探索での活用が期待された。その一方で、分類や比較など分析的な情報収集(もしくは情報分析)を行う場合には、本手法による興味対象が推定できない可能性も示された。従って、興味推定手法という枠組みをより詳細化し、学習のフェーズおよび内容に応じて活用すべき推定手法が変わる可能性が示された。

第5章では、4章までの取り組みを踏まえ、本論文で想定するモデルに立ち返って一連の研究での成果に基づいて、探索型学習の支援に向けたインタラクションに関する考察と提言を行った。主に表現変換と興味推定とにおけるユーザ評価実験の結果より、実装評価の重要性、学習対象の変換、学習時の情動反応と学習への効果という3点からまとめた。まず最も重要なユーザ支援の実現という観点からは、やはり提案手法の評価と結果の詳細な分析は非常に重要であり、ここから提案手法に期待された効果のみならず、副作用となる効果についても知見を得ることができたためである。さらに学習対象の表現変換という観点では、手法自体の改善の余地は示されたものの、ユーザに適した画像が選択されることで理解および内容記憶の保持を促進する効果が示唆された。そして学習時の情動反応と学習への効果という観点からは、学習過程における学習者の内的な状

況の変化とシステムによる対応について示唆を与えた。

第 6 章では、論文全体を総括し、本論文の結論を述べる。

博士論文の審査結果の要旨

探索型学習を支援するインタラクティブシステムの実現に関する研究

本論文は、人間が知識を獲得する過程を情報システムとのインタラクションによって効率的に支援する方法論について探求したものである。特に教育現場等での学習の場面での活用を想定し、文章の読解支援のための表現変換法と、学習者の興味の有無および度合いの同定法を提案し、実際の教育現場での実証を行っている。それらの実証を通じて、知識獲得、特に読解や理解等の支援におけるインタラクションの現状の問題点等を明らかにする。

本論文は、まず第1章で初めに研究の背景と目的について述べる。

第2章で探索型学習のモデルと本論文で提案する2方向からのアプローチについて、関連する先行研究と共に紹介する。

そこで得られた知見を踏まえ、第3章では文章の表現変換について、文章をアイコン表現に翻訳する仕組みを提案し、その仕組みを実装したシステムの評価を行う。まず、文章読解を例に取り、先行研究から、文章の理解には命題を適切に把握することが重要で、それには適切な図的表現に変換することが有効であると前提を置いている。そこで、文章の形態素解析および構文解析の結果を用いて、一部を図的表現に変換し提示する方法論を提案し、その効果を内容の正確な想起とその時間経過によって検証している。ここでは、提案手法と文章そのものの読解との有意的な差が認められていないが、個別に見た時には有効に働く被験者とそうでない被験者とが認められた。特に、被験者自身の持つ既存知識や興味等と関連づけられない形での表現変換では効果が薄いことなどが問題点として顕在化した。

第4章では、個人を意識した情報提示のために、ユーザの興味を構成する概念とその概念に関する評価の推定に着目し、PC閲覧中の動作からの興味推定を行う手法の提案と実装による評価、および実際の学習場面での適用評価を行う。これらから、興味推定手法としての妥当性および実現可能性について考察する。具体的には、システム側が利用者の知識や興味等を抽出・推定することでシステム側から利用者に適切な情報の選択および表現が可能になるという問題意識から、利用者の興味をシステムが推定するための方法論を提案している。ここでは、利用者がディスプレイ上の情報に接した際に生じる興味を持つものに対する「反射」に着目し、利用者の画面との距離をウェブカメラ画像に写る顔面積によって計測することで利用者の興味を推定する。ここで、「興味」と関連すると思われる「おもしろさ」「熟読」等の項目をあげ、利用者の前傾とこれら各項目との相関を実験により検証している。この結果、提案手法で計測される「利用者の前傾の頻度」は、利用者が感じる「おもしろさ」と相関することを示し、一方で、従来の興味推定で用いられている「表示時間」は「熟読」と相関が高いことが示された。この興味推定の方式を、小学校での授業で用いて、興味の有無の判定が可能かを実証している。全ての生徒に対して提案手法が有効であるとは認められなかったが、提案手法と従来手法であるアクセス数やアクセス時間に基づく手法との組み合わせにより再現率が改善できることが示された。

第5章では、4章までの取り組みを踏まえ、本論文で想定するモデルに立ち返って一連の研究での成果に基づいて、探索型学習の支援に向けたインタラクションに関する考察と提言を行う。

第6章では、論文全体を総括し、本論文の結論を述べる。

本論文において、ユーザの学習を支援するインタラクティブシステムの構築法の解明という大きなテーマにおいて、読解における理解の促進にはユーザの先行知識や興味対象などの把握の重要性や、その興味の中で「おもしろさ」を把握するための方法論としてユーザの前傾を観察することに可能性があることなどを実証的に示したこと、および、比較的簡便な仕組みでそれらユーザの前傾の観察を実現するプラットフォームを実現したことなどが情報学分野における貢献と認められた。

以上より、本論文は、博士（情報学）の学位論文として十分な価値があるものと認められ、審査は合格とした。