

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 23 日現在

機関番号：33917

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501183

研究課題名(和文) 創造的思考力訓練を目的としたeラーニングの授業設計とその教育教材の開発研究

研究課題名(英文) Development of teaching materials and courseware for training creative thinking through e-learning

研究代表者

吉根 勝美 (YOSHINE, Katsumi)

南山大学・経済学部・准教授

研究者番号：50230785

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、問題発見・問題解決の訓練に特化したeラーニングを実現して、創造的思考力の育成に寄与することである。問題発見に対する自覚や思考過程を意識させるため、学習者の答えに応じて、システムが新たな問いを与えることを繰り返す対話型支援を基本とした。「統計データから見つけたこと」の文章化」を例とし、システムへの入力に対する単語の単純照合のみで、学習者へ与える質問文の自動生成が可能であることを示した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to contribute to the development of creative thinking by implementing e-learning for training of problem-solving capability. The basic concept of the system is an interactive support to raise learner's awareness about problem finding and thought process. The system repeats to give a new question that is appropriate to learner's answer. As an example of the implementation, a system to assist writing a text that describes something found from the statistical data is designed. It is shown that automatic generation of a question sentence given to the learner is possible by just matching the words contained in the text the learner wrote.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、教育工学

キーワード：統計教育 対話型支援

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、世界的規模で進む科学技術の高度化や産業のグローバル化に対応できる“問題解決能力”や“創造的思考力”を備えた人材が求められている。この能力育成には従前の方法とは異なる新たな教授方略が必要であるとの観点がある。この研究は、問題発見・問題解決の訓練に特化したeラーニング「コンピュータ支援型論理思考訓練システム」を実現することにより、学士力を構成する問題解決能力・数理的スキル・創造的思考力の育成に寄与することを目指している。

(2) これまでのeラーニングは、教材のデジタル化に始まり、教授方略のソフトウェア化、インターフェイスのインテリジェント化へと進み、やがて人工知能や知識処理を応用したICAI(Intelligent Computer Assisted Instruction)やITS(Intelligent Tutorial System)が研究されてきた。近年の問題発見・問題解決や創造的思考力の能力育成を目的としたeラーニング研究の多くは、こうした過去の進歩の歴史を重層的進化に沿って実現されている。

(3) 創造的思考力の開発には、基本原理の理解、基本原理の適用法、現状分析に基づく問題発見と問題解決などに特化した系統的な訓練が必要である。順序として、まず基本原理の理解力と応用力を得た上で、事実(データ)を考察し適用可能な基本公式を見定める帰納推論を訓練する。さらに公式・法則を適切に適用し問題解決する演繹推論の訓練をする。この訓練には、医学、薬学、社会学、経済学など多くの専門領域の問題解決に役立っている統計学が効果的である。

2. 研究の目的

(1) コンピュータ支援により学習者の問題発見に対する自覚や思考過程の認識を明確に意識させるには、対話型支援が有効であるという立場から、学習者の答えに応じて新たな問いを与えることを繰り返す対話型支援システムの実例を設計することにより、前述したeラーニングの実現可能性を明らかにすることを、この研究の目的とした。

(2) 対話型支援システムの設計手順は次の通りである。まず、創造的思考力を誘発する教育戦略を構想し、学習内容に関わる教材・資料のデータベースや学習支援方略に直結する知識ベースを構築する。続いて、ソフトウェアを設計して、その有用性を確認する。

(3) 今回のシステム設計の具体例としては、「統計データから問題を発見する」という思考訓練を採用した。経済学部の学部生を対象にした統計データ処理のコンピュータ実習授業を実施しており、教材や指導法の蓄積をシステム設計に生かすことができる。統計学

は幅広い学問領域で活用され、ビジネスパーソンにも必須のスキルとして近年重要視されており、この具体例は、幅広く応用できるシステムになりうる。

3. 研究の方法

(1) これまで実際に行ってきた実習授業から得られた経験をもとにして、統計データから問題を発見する思考訓練支援システムにおいて、学習者に対して課す課題を定義し、学習者が実習で答えた解答を分析する。学習者の解答に応じて、よりよい解答へ誘導する質問文を自動的に生成するシステムを設計する。学習者の解答に適した質問文を自動生成する仕組みが、本研究における学習支援方略にあたる

(2) 上で設計した方略をソフトウェア化し、学習者の解答に対して適切な質問文が生成できることを確認することにより、支援システムの有用性を判断する。

4. 研究成果

(1) 学習者に対して課す課題は、「図1のようなデータ構造をもつ統計データから分かることを文章で書く」と定義した。実際の統計データの12か月分、縦横集計ができるように編集されたものを提示された学習者は、データを観察して分かることを文章にしてシステムに入力する。

						合計
1月						
2月						
3月						
4月						
5月						
6月						
7月						
8月						
9月						
10月						
11月						
12月						
年計						

百貨店の商品別販売額(名古屋市, 2012年)

	紳士服	洋品	婦人・子供服・洋品	その他の衣服	身の回り品	飲食料品	その他	総額
1月	3,153	12,931	922	5,184	6,607	7,155		
2月	1,592	7,413	604	3,355	7,753	6,103		
3月	2,067	11,920	864	4,418	7,652	7,794		
4月	2,283	10,108	670	4,042	5,866	7,035		
5月	2,247	9,332	763	4,014	5,944	7,251		
6月	2,145	8,443	737	3,711	7,708	7,506		
7月	2,432	10,986	995	4,776	10,326	8,127		
8月	1,360	7,314	619	3,521	6,320	6,913		
9月	1,599	8,998	794	3,729	6,257	7,510		
10月	2,486	10,568	1,038	3,930	7,074	7,138		
11月	2,803	10,066	856	3,967	8,266	7,502		
12月	3,155	10,908	796	5,865	14,635	10,696		
平成24年計								

¹平成25年版名古屋市統計年鑑より

図1 実習課題で学習者に提示するデータ構造(上)とその例(下)

これまでの実習授業では、図1の形式のデータの内容を変えながら出題し、表計算ソフトウェアを用いて基本統計量を算出させ、その計算結果から分かることを書かせていた。実際には、同じ百貨店商品別販売額でも、学期が変わるたびに地域を変えたり、年次を変えたりしながら出題した。また、同じ構造をもちながら全く別の統計データ、例えば1世帯当たりの食費支出額なども出題した。

(2) 実際の実習授業で蓄積されてきた学生の解答を分析すると、使用する用語は異なるものの、同じことを主張している定型文を見つけることができる。データの内容は異なっても、図1に示すデータ構造は共通だから、当然の結果である。学生が実際に書いた文章に使われた用語を、個別の統計データに固有の用語と、統計データに依存しない用語に分類した。図2に用語を分類した例を示す。

	個別データに固有の用語		個別データに依存しない用語		
	表外	表内	構造に依存する用語	統計用語等	形容詞等
大型小売店業態別・商品別販売額	「販売額」 「百貨店」 「スーパー」 地名 年次	「紳士服・洋品」 「婦人・子供服・洋品」 「その他の衣料品」 「身の回り品」 「衣料品」 「飲食物品」 「その他」 「穀類」 「魚介類」 「肉類」 「乳卵類」 「野菜・海藻」 「油脂・調味料」 「調理食品」	「月」 「1月」 「2月」 「3月」 「4月」 「5月」 「6月」 「7月」 「8月」 「9月」 「10月」 「11月」 「12月」 「～」	「合計」 「平均」 「中央値」 「標準偏差」 「変動係数」 「差」 「ばらつき」 「～」	「大きい」 「小さい」 「多い」 「少ない」 「比べて」 「最も」 「～」
1世帯当たりの食費支出額	「食費」 「支出額」 地名 年次	「魚介類」 「肉類」 「乳卵類」 「野菜・海藻」 「油脂・調味料」 「調理食品」	「月」 「1月」 「2月」 「3月」 「4月」 「5月」 「6月」 「7月」 「8月」 「9月」 「10月」 「11月」 「12月」 「～」	「合計」 「平均」 「中央値」 「標準偏差」 「変動係数」 「差」 「ばらつき」 「～」	「大きい」 「小さい」 「多い」 「少ない」 「比べて」 「最も」 「～」

図2 個別の統計データに固有の用語と依存しない用語

(3) 学習者は、与えられた統計データを表計算ソフトウェア上で簡単な計算をして、分かったことを文章にしてシステムに入力する。システムに入力される文章は、前述した定型文に当てはまるとは限らない。学習者が書いた文章に応じて新たな問いを与えることを繰り返す対話型支援システムを実現するのに、あらゆる定型文を網羅することは現実的でないし、自然言語処理技術を導入して完璧な対話を実現する必要性もない。

そこで、本研究では、学習者が書いた文章に対し、特定の用語が含まれるかどうかという照合のみで、学習者に与える質問文を自動的に生成するルール作りを試みる。

(4) 実際の実習授業で学生が書いた文章を参考にして、次の事例について、学習者に与える質問文を検討する。

例えば、「魚介類の変動係数が大きい」という文章は、実は正確な表現ではない。変動係数は、月ごとの支出額について計算された統計量であるから、「魚介類の何の変動係数ですか?」と質問することで、「支出額」という用語が足りないことに気付かせる。

これに対し、学習者が「魚介類への支出額の変動係数が大きい」と文章を修正したとする。このとき、変動係数の大小は相対的なものであるから、「何と比べて変動係数が大きいのですか?」と質問することで、何かと比較した文章を書くように促す。

次に、学習者が「魚介類への支出額の変動係数が最も大きい」と入力したとする。これは基本統計量の計算結果をそのまま表現しているだけだから、図1のデータ構造に合わせた表現にするとよい。そこで、「変動係数が大きい」ということは、どういう意味ですか?という質問を与え、「月ごとのばらつき」が大きいことに気付かせる。

学習者が「魚介類への支出額の月ごとのば

らつきが大きい」と入力し直したとして、「ばらつき」という用語を、実際の統計データに即した代替表現ができるのなら、その方が望ましい。そこで、「月ごとのばらつきが大きいとは、具体的にどういう意味ですか?」という質問文を与えることで、「変動」「違い」「格差」等のように、実際の統計データにふさわしい用語を見つけ出すよう促す。

(5) 上の検討事例をもとにして、学習者が入力した文章に対し、用語の使用・不使用を照合することで、どの質問文を学習者に与えるかというルールを検討した。ここでは、「変動係数」という用語を含む場合のルールを示す。学習者が入力した文章について、図3にある用語を上から順に照合し、×印の用語が見つからなかった場合に、当該の質問文を学習者に与える。質問文中のXとYは、それぞれ表中の用語で実際に使われたものに対応する。また、図3のうち、個別データに固有の用語は、課題として与えられる統計データごとに入れ替えることとする。

「変動係数」				
「穀類」				
「魚介類」				
「肉類」				
「乳卵類」				
「野菜・海藻」				
「油脂・調味料」				
「調理食品」				
(X)				
「大きい」				
「小さい」				
(Y)				
「支出額」	×			
「最も」「一番」		×		
「月」			×	
「ばらつき」			×	
「違い」				×
質問文	Xの何の変動係数ですか?	何と比べて変動係数がYのですか?	変動係数がYということは、どういう意味ですか?	月ごとのばらつきがYとは、具体的にどういう意味ですか?

図3 学習者の文章に「変動係数」が含まれる場合の質問文生成ルール

(6) 今回のシステム設計では、学習者が入力した文章に、特定の用語が含まれるかどうかを照合するだけで、学習者に与える質問文を生成するルールを構築することができた。

学習者が意味の通らない文章を入力しても、システム自体は動作するというデメリットも考えられるが、学習者として大学生・社会人を想定して、文章自体の文法チェックはしないこととし、自然言語処理を省くことによりシステムが単純化できるメリットの方が大きい。

また、学習者が書いた文章が正しいかどうかを、統計データで確認するわけではないので、文章自体が間違っている可能性はあるが、大学生・社会人が学習することを想定するので、これも省くことでシステムの簡略化を図った。文章が間違いではないことを本当に確認するには、文章の意味を理解して、意味通りに計算したり比較したりする必要があり、自然言語処理以上の困難さを伴うので、この点については本研究からは切り離す。

今回のシステム設計は、実際に学生が書いた文章に基づいているので、有効性は十分期待できる。今後は、別のデータ構造について同様の分析を経てシステム化することにより、多種多様な統計データに対応できるよう、システムの充実を計画している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

吉根勝美、統計データの文章化実習を支援するシステムの設計～用語の使い方に着目した対話型支援を目指して～、南山経済研究、査読無、Vol.28、2013、pp.103 - 115

〔学会発表〕(計14件)

吉根勝美、用語を手掛かりとした統計データの読解・表現能力向上のための実習支援システム、教育システム情報学会第38回全国大会、2013年09月04日、金沢大学

吉根勝美、レポート作成時における統計用語の使用頻度に基づく学習支援、教育システム情報学会第38回全国大会プレカンファレンス、2013年09月02日、金沢大学

山住富也、プレゼンテーション能力育成のためのeポートフォリオ活用、教育システム情報学会第38回全国大会プレカンファレンス、2013年09月02日、金沢大学

野崎浩成、コーパスを活用した日本語教育、教育システム情報学会第38回全国大会プレカンファレンス、2013年09月02日、金沢大学

吉根勝美、統計用語に注目して助言を行うデータ処理実習支援システム、電子情報通信学会教育工学研究会、2013年06月22日、南山大学

吉根勝美、統計データ処理実習のための教材データベースと連携する対話型学習支援システム、電子情報通信学会教育工学研究会、2013年03月29日、愛媛大学

吉根勝美、卒業後のキャリアを意識した大学カリキュラムの履修指導支援システム - 教員の暗黙的な知識の活用 -、教育システム情報学会2012年度第6回研究会、2013年03月16日、山口大学

吉根勝美、統計計算結果の説明能力の育成を目的とした学習支援システム、教育システム情報学会第37回全国大会、2012年08月22日、千葉工業大学

吉根勝美、統計量を説明する能力の向上のための対話型学習支援システム～統計レポート作成支援を目指して～、電子情報通信学会教育工学研究会、2012年06月23日、名古屋大学

吉根勝美、大学カリキュラムの学修指導にキャリア形成を統合した教育支援シ

ステムの構想、教育システム情報学会2011年度第6回研究会、2012年03月17日、大阪工業大学

磯本征雄、学習者の問題意識と試行錯誤を支援する e-Learning の考察 - 情報科学・物理学・数学を事例として -、第36回教育システム情報学会全国大会、2011年09月02日、広島市立大学

吉根勝美、問題意識を高めることを目的とした e-Learning の考察 - 統計学を事例にして -、第36回教育システム情報学会全国大会、2011年09月01日、広島市立大学

長谷川信、コンピュータ活用時の利用者特性把握方法、第36回教育システム情報学会全国大会、2011年09月01日、広島市立大学

吉根勝美、統計データ処理実習を促進するための会話プログラムの試作、電子情報通信学会教育工学研究会、2011年06月17日、豊橋技術科学大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉根 勝美 (YOSHINE, Katsumi)
南山大学・経済学部・准教授
研究者番号：50230785

(2) 研究分担者

野崎 浩成 (NOZAKI, Hironari)
愛知教育大学・教育学部・准教授
研究者番号：80275148

山住 富也 (YAMAZUMI, Tomiya)
名古屋文理大学・情報文化学部・教授
研究者番号：90240001

磯本 征雄 (ISOMOTO, Yukuo)
名古屋女子大学・家政学部・研究員
研究者番号：10029994

長谷川 信 (HASEGAWA, Makoto)
岐阜聖徳学園大学短期大学部・生活学科・准教授
研究者番号：00514952