

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：17104

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700816

研究課題名（和文） カードゲームの構造に関する知識整理に基づいた
学習ゲーム生成システムの開発研究課題名（英文） Authoring system for educational games
based on the model of card-game structure

研究代表者

梅津 孝信（UMETSU TAKANOBU）

九州工業大学・情報工学研究院・助教

研究者番号：80432954

研究成果の概要（和文）：一般の教師や学生のような、専門知識や経験のないユーザでも、要求に応じた学習カードゲームを機械的に生成可能なシステムを開発した。機械的な生成を可能とするため学習カードゲーム構成要素の知識を構築した。この知識は既存学習ゲームの分析や改良などにも利用可能である。システムの使用実験では487個と多数の学習用ゲーム生成を確認し、専門知識のない被験者でも学習ゲーム生成が可能であることを確認した。

研究成果の概要（英文）：We developed an authoring system to automatically generate a computer-based educational game. The authoring system is based on the model that is a structured representation of a set of concepts within a card game and the relationships between those concepts. The model is also useful for analysis and improvement of existing educational game. In experimental evaluations of the authoring system, the system generated 487 educational games. We confirmed that authors who had no knowledge and experiment about programming and educational game could generate educational games with the authoring system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

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：e-ラーニング、オーサリング

1. 研究開始当初の背景

学習ゲームは、ゲーム形式で学習を行う環境であり、学習の重要要素である動機付けに効果がある。様々な分野の学習に対してその需要があるが、学習ゲームの作成には、十分な知識とコストが必要となる。

そこで、機械的な手続きだけで、教師や学

習者の要求に応じた学習ゲームを出力可能なシステムの開発を研究目的とした。

このシステムの開発は、これまでの研究成果である、学習ゲームのルール構成を機械的に作成する手法を前提としていた。このルール構成を計算機上で動作するものへと実装する機能と、ルール構成を調査しその性質を診断する機能を開発することで、目的が達成

可能であると着想した。

2. 研究の目的

本研究は、カードゲーム形式で問題を解かせるドリル型の学習教材を、教師や学習者の要求に応じて生成するシステムの開発を目的とした。

これを実現するため、学習カードゲームの設計図となる知識が必要となった。その設計図として、学習カードゲームの構成要素と性質、そしてその構成方法に関する知識整理も研究の目的とした。この知識は、学習カードゲームの生成だけでなく、その性質が分析できるため、運用や改良に役立つ。また、今後の類似研究の基盤知識となることも期待できる。

3. 研究の方法

(1)まず、学習カードゲームを構成する要素のリストアップと、構成要素間の関係性整理を行った。カードゲームのルール詳細が書かれた資料を調査し、説明に使われる単語全てを抜き出し構成要素とした。さらに、その構成要素間の類似関係や包含関係などを整理した。

(2)次に、構成要素知識を設計図として学習カードゲームを生成するシステムを開発した。学習カードゲームはこの構成要素に含まれる単語や文の組み合わせで表現することができる。それぞれの単語や文をオブジェクト指向プログラムのクラスとして用意しておき、インスタンスを生成して学習カードゲームを計算機上に組み立てる機能を開発した。

(3)生成した学習カードゲームを被験者にプレイさせ、学習活動がいつ行われるかを記録し、学習を発生させる構成要素を同定した。またその同定方法を機能として実装しシステムに組み込んだ。

(4)最後に、生成システムとシステムから生成された学習用カードゲームの実践的評価実験を行い、その有用性を確かめた。

生成システムに関しては、学習ゲームとプログラミング両方に造詣のある被験者と、学習ゲームについては親しみが無いがプログラミングについては日常的に触れている被験者と、学習ゲームとプログラミング両方に馴染みのない被験者に使用してもらい、その評価を行った。

生成された学習用カードゲームに関して

は、利用対象となる学習対象について学んでいる最中である小学生被験者と、学習対象について熟知している大学生被験者に利用してもらい、評価を行った。

4. 研究成果

(1)一般の教師や学生のような、専門知識や経験のないユーザでも、要求に応じた学習カードゲームを機械的に生成可能なシステムを開発した。

与えられた問題に学習者が解答しその正誤を得る、ドリル型の問題解決演習であれば、科目・分野を問わず学習ゲームにすることができる。

ユーザが行う作業は、解かせたい問題とその解答と、ベースとしたい既存ゲームのルールを日本語文章の組み合わせで入力するだけでよい。図1はルールを入力例全文である。入力量は少なく、また内容は日本語文章で理解が容易となっている。

1. 全てのカードをシャッフルする
2. 全てのカードを場札に移動する
3. 現在のプレイヤーは二枚のカードを選ぶ
4. 選んだカードを表にする
5. もし場札の表になっているカード群が同じ解答なら
6. (5が真のとき) そのカード群を現在のプレイヤーの手札に加える
7. (5が真のとき) もし場札のカードが0枚なら
8. (7が真のとき) プレイヤーの手札枚数が多い順に勝敗順位をつける
9. (7が真のとき) 勝敗順位を表示する
10. (7が真のとき) ゲーム終了
11. (7が偽のとき) そうでなければ、手順3へ
12. 場札の表になっているカード全部を裏にする
13. 次のプレイヤーに交代
14. 手順3へ

図1. ルール入力例

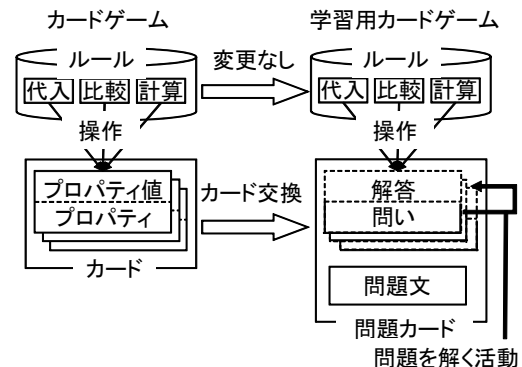


図2. 生成のモデル図

既存ゲームに問題を解く活動を組み入れる手法を図2に図示する。カードゲームはルールに従いカードの持つ値を利用する活動であるので、カードの持つ値を問題文と解答に取り替え、解答を利用する活動へと作り変えることで既存ゲームを学習ゲームへと作り変える。

システムの使用実験では103個のカードゲームと8種の演習課題をベースとすることで、487個と多数の学習用ゲームを生成す

る機能があることを確認した。

また、学習ゲーム開発やプログラミングに関して専門知識や経験のない被験者でも学習ゲーム生成が可能なことを確認した。

表1は、開発したオーサリングシステムで被験者に学習ゲームを作成してもらい、その作業にかかった時間についてのデータを一部抜粋したものである。上級者は学習ゲームとプログラミング両方に造詣のある被験者、中級者は学習ゲームについては親しみがないがプログラミングについては日常的に触れている被験者、初級者は学習ゲームとプログラミング両方に馴染みのない被験者である。プログラミングに馴染みのない被験者でさえ計算機上で動作する学習ゲームが生成可能であることが確かめられた。また、上級者がシステムを使わず同じものを作成した場合は422分かかっており、システムを利用すると短い時間で生成が可能であることも確かめられた。

表1. 作成にかかった時間

被験者		作成時間 [単位: min]
上級者	A	21
中級者	B	82
	C	133
	D	69
初級者	E	210
	F	173
	G	117

(2) 機械的な学習ゲーム生成を可能とするため学習カードゲーム構成要素の知識を構築した。学習ゲームにおいて学習を発生させる要素が何かについても明らかにした。その知識の一部を図3に示す。

これにより、既存学習ゲームやオーサリングシステムで生成される学習ゲームについて、その学習発生要因の含有量について検出できるようになった。含有量の多い学習ゲームを選ぶ、含有量を増やす改良をおこなう、といった学習ゲームの運用や改良についても役立つ知識が構築できた。

また、学習発生要因が同定できるため、他教育系研究において考案された様々な学習支援要素を組み込む際に役立つことも期待できる。

学習カードゲームの構成要素について表

記が可能となったため、学習カードゲームの検索が可能となった。ユーザが利用したいと望む構造(性質)を持つ学習カードゲームを検出することが可能となった。

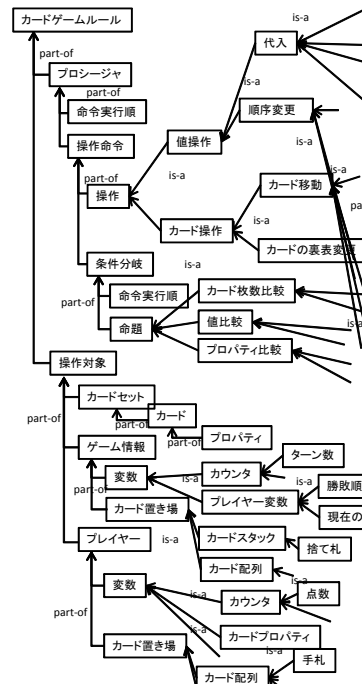


図3. 構成要素のモデル図

(3) 今回行った研究は、学習ゲーム研究のうち、学習ゲームの作成指針の研究にあたる。作成指針研究とは、より効果のある学習ゲームを、より楽に作成するための助言を提案する研究であり、様々な提言がなされている。

今回得られた成果の特徴的な点として、学習ゲーム生成手順の全てが機械的に処理できるという点が挙げられる。

これまで国内外で行われてきた作成指針研究に共通する性質として、作成の助言がゲームの構成要素の一部にしか言及していないことが挙げられる。つまり、作成指針に従えば自動的に学習ゲームが完成するようなものではない。本研究は、ユーザの能力に頼らず、一般の教師や学生のような、専門知識や経験のないユーザでも、要求に応じた学習カードゲームを機械的に生成可能な点で特徴的かつ有用である。

また、この機械的生成のために構築した学習ゲームの構成要素に関する知識は、これまで作成されてきた既存の学習ゲーム、またこれから作成される未知の学習ゲームに対しても、その構成や特徴を分析することができるという点で高い有用性がある。

そしてこの知識は暗黙的なものでもヒューリスティックでもなく、客観的な知識によ

るものであるため、計算機によって処理可能であり、また今後の類似研究の基盤となることも期待できる。

既に現在、今後の展望として、この知識を拡張していくことで、学習効果を高めるゲームルールの自動改良や、学習者の振る舞いを同定して最適な学習ゲームを推薦する機能の開発が進められている。

また、学習効果を高める学習要素とゲームの組み合わせ方法や、未知のカードゲームの自動生成なども、この知識を基盤とすれば可能となると考えている。

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)

[学会発表] (計 5 件)

- ① 梅津孝信, 平嶋宗, 竹内章, 学習用カードゲームの半自動生成 - 低効率ゲームの検出とその改良法 -, 第 35 回教育システム情報学会全国大会, 2010 年 8 月 28 日, 北海道大学
- ② 東卓弥, 梅津孝信, 平嶋宗, 竹内章, カードゲーム構成要素のモデル化とそれに基づく学習用ゲームの半自動生成, 第 35 回教育システム情報学会全国大会, 2010 年 8 月 28 日, 北海道大学
- ③ Takanobu UMETSU, Tsukasa HIRASHIMA, Akira TAKEUCHI, Detection and Improvement of Low Efficient Learning Game Made by Automatic Generator, International Conference on Computers in Education 2010, 2010 年 11 月 29 日, マレーシア
- ④ Takanobu UMETSU, Takuya AZUMA, Tsukasa HIRASHIMA, Akira TAKEUCHI, Ontological Approach to Support Authoring for Game-Based Learning Environments, International Conference on Computers in Education 2011, 2011 年 11 月 30 日, タイ
- ⑤ 梅津孝信, 東卓弥, 平嶋宗, 竹内章, ルール記述語句の整理による学習用ゲーム環境のオーサリング支援, 第 26 回人工知能学会全国大会, 2012 年 6 月 13 日, 山口教育会館

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梅津 孝信 (UMETSU TAKANOBU)

九州工業大学・情報工学研究院・助教

研究者番号 : 8 0 4 3 2 9 5 4