

珠算競技における苦手問題自動作成法について

～かけ算に対する検討～

北村瑠菜 原子弘務 守屋郁宏 神頭和希 於勢奈都子 角田和正 須子統太

早稲田大学社会科学部

1.はじめに

珠算競技は、計算の解答時間の早さと正答率の高さを競う競技で、かけ算やわり算など様々な種目で争われる。しかし効率的な練習方法は確立されておらず、一般的には単調な反復練習のみが行われている。

従来、わり算種目に対して機械学習を用いた苦手問題自動作成システムが提案されている[1]。しかし、珠算には多くの種目が存在し、他種目にわり算のシステムをそのまま利用することはできない。

そこで本研究では、[1]で提案された苦手問題自動作成システムをかけ算種目に対して適用する。また、従来研究では被験者1名のみで評価実験が行われていたのに対し、本研究では被験者を4名に増やすことで被験者間での特性の違いについての検証も行う。

2. 苦手問題自動作成システム

[1]で提案されたシステムについて説明する。

ランダムに作成した練習問題を、被験者に練習してもらい、被験者が難しいと感じた問題に苦手ラベルを付与させ、学習データとする(図1:①)。機械学習手法を用いて、苦手問題を予測するモデルを作成する(図1:②)。

次に、新たにランダム問題を作成し、予測モデルを当てはめる。苦手かどうかを判別し、苦手と判別された問題のみで構成された苦手問題集を作成する(図1:③)。

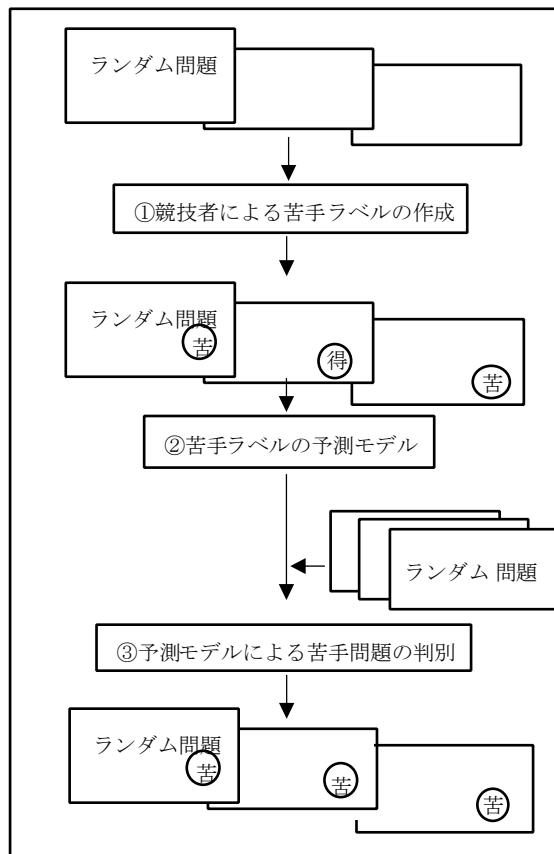


図1. 苦手問題作成システムの概略図[1]

3.「かけ算」への適用

3.1 種目「かけ算」の概要

従来研究ではわり算の種目について検証を行ったのに対し、本研究ではかけ算種目で検証を行った。今回使用した問題は6桁×5桁=11桁(例:234,567×89,012=20,879,277,804)の問題で、10問1セットとし、1セットごとの計算時間を計測する。

3.2 特徴量の作成

種目によって計算方法が異なるため、競技者にヒアリングを行い、かけ算に対して新たに特徴量を作成した。使用した主な特徴量は以下の通りである。

- ・ かける数及びかけられる数におけるゼロの有無
- ・ かける数及びかけられる数における連続した数の有無
- ・ 計算過程でのゼロの有無

Automatic Generation System of Exercises with Difficulties for Abacus~In the Case of Multiplication~

Runa Kitamura, Hiromu Harako, Fumihiro Moriya, Kazuki Kozu, Natsuko Ose, Kazumasa Sumida, Tota Suko

School of Social Sciences, Waseda University

・計算過程での連続した数の有無

4.評価実験

4.1 苦手問題作成

まず、ランダム問題 2000 問(10 題×200 回)を被験者 4 人(被験者 A, B, C, D)が解き、苦手ラベルの付与を行う。そのデータをもとに決定木、アダブースト、SVM の 3 つの分類アルゴリズムを用いて、分類アルゴリズム毎に個人用苦手問題を作成する。3 種類の苦手問題 500 問(10 題×50 回)をランダムに並べ、被験者にはどのアルゴリズムを用いた問題か分からないようにした。

そして、作成した苦手問題 1500 問(10 題×150 回)を被験者に解いてもらう。

はじめに解いたランダム問題と、苦手問題のタイムを表 1 に示す。

表 1. 3 手法のアルゴリズムを用いて作成した苦手問題の平均タイム

平均タイム(秒)	A	B	C	D
アダブースト	45.21*	46.45*	58.64*	84.08
決定木	43.13*	46.61*	60.10*	90.48
SVM	41.60*	45.10*	56.64*	89.19
ランダム	39.74	42.18	51.92	88.47

*...5%有意

以上の結果に対し、平均値の差に関する t 検定を行ったところ、被験者 A, B, C に対してすべての問題においてランダム問題との間に有意差があることがわかったが、被験者 D は全ての手法で有意差が確認できなかった。下線部は、苦手問題の作成に使用した手法である。

4.2 トレーニング効果の検証

表 1 で最も時間がかかった種類のみ of 苦手問題 800 問(10 題×80 回)を作成した。被験者に苦手問題を用いてトレーニングしてもらい、その後に再びランダム問題を解き、はじめに解いたランダム問題との成績を比較した(表 2)。

表 2. トレーニング前後のタイム

平均タイム(秒)	A	B	C	D
トレーニング前	39.74	42.18	51.92	72.33
トレーニング後	39.58	43.35	54.37	74.62

表 3. トレーニング前後のタイムの分散

分散	A	B	C	D
トレーニング前	9.52	14.16	29.51	96.92
トレーニング後	8.68	9.13	24.09	56.82

表 4. トレーニング前後の誤答率

誤答率(%)	A	B	C	D
トレーニング前	8.70	16.10	21.30	23.25
トレーニング後	5.40	11.80	16.10	19.40

表 1, 2, 3, 4 の結果により、平均の差の t 検定とタイムの分散の比に関する F 検定を行った。タイムにおいてはトレーニングの前後で全ての被験者に対し有意差は無く、誤答率と分散では全ての被験者で有意差があることがわかった(5%有意)。

5.考察

4.1 の実験により、苦手問題自動作成システムをかけ算に適用したところ、被験者 A, B, C に関して苦手問題が作成できた。また、4.2 の実験から、苦手問題を用いたトレーニングは、平均タイム短縮には効果がなかったが、全員の分散が縮み、誤答率も減少した。その理由として、苦手問題を用いたトレーニングでは問題を解くことに対して慎重になり、解答時間よりも解答の正確性に意識が向く傾向があるからであると考えられる。

6.まとめ

本研究では、従来、わり算種目に対して提案された苦手問題自動作成システムを、かけ算種目に適用した。苦手問題判別の際に新たな特徴量を作成し、被験者間での特性の違いについても検定を行った。評価実験により、苦手問題自動作成システムで、被験者にとって苦手な問題を全員に対して作成できた。そして苦手問題を用いたトレーニングは、正答率を向上させタイムのばらつきを抑える効果があることがわかった。

今後の課題として、タイムの短縮に効果のあるトレーニング方法について検討していきたい。

参考文献

[1]原子弘務, 井上一磨, 諏訪貴大, 福岡省伍, 村田遼, 須子統太 “珠算競技における効率的な練習問題の自動作成法について,” 情報処理学会第 80 回全国大会講演論文集, vol. 4, p. 897, 2018