

# 計算問題のための偽選択肢生成方式

小島 一秀<sup>†</sup> 神田 将吾<sup>‡</sup><sup>†</sup>大阪大学 サイバーメディアセンター<sup>‡</sup>奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

## 1 はじめに

近年は新型コロナウイルス対策などもあり、e ラーニングの普及が非常に進展した。e ラーニングには問題集がしばしば含まれているが、採点や操作のしやすさなどのために選択問題が多く採用されており、計算問題においても同様である。選択問題の作成では、問題文と正解だけでなく、誤りの選択肢（偽選択肢）を適切に作成することが重要である。しかしながら、本研究で対象とする技術計算も含めて、計算問題の偽選択肢は数値に限定されるため、作成方法が課題となる。単に正解に近い数値にするだけでは、偶数かどうかなどの特徴で容易に偽選択肢がわかったり、数値の大きさから知っておくべき技術計算を推測できてしまったりする。そこで、本研究では技術計算問題のための偽選択肢の作成方式を提案する。

## 2 作問支援ツール

本研究では選択問題の作成を効率化するための作問支援ツールを提案している。この作問支援ツールは、Microsoft Excel に出題対象の知識を決められた規則で入力すると問題集データが出力されるようになっており、用語の説明や処理の順序、表、計算に関する問題集を oqXML 形式<sup>[1]</sup>で生成することができる。

## 3 計算問題生成に用いるデータ

提案ツールに含まれる計算問題生成機能には、問題文と正解選択肢に加えて偽選択肢を生成する機能が含まれており、そこで使われるデータは表 1 のようになっている。

表 1 は、ハードディスクの平均回転待ち時間に関する選択問題を生成するために入力されたデータであり、「平均回転待ち時間 = 60[秒] ÷ 1 分あたりの回転数[回] ÷ 2」が表現されている。表 1 の項目は、計算結果と計算内容に分かれる。

計算結果は、問題文において求める対象を示

すため必要な出力名、求める対象の単位指定に必要な、ミリなどの出力接頭辞と秒などの出力単位からなる。

表1 計算問題のための入力データ例

項目	入力内容
計算結果	
出力名	平均回転待ち時間
出力接頭辞	ミリ
出力単位	秒
計算内容	
計算数値名 1	
計算数値定数 1	60
計算数値出題値 1	
計算数値接頭辞 1	
計算数値単位 1	秒
計算数値演算子 1	÷
計算数値名 2	1 分間あたりの回転数
計算数値定数 2	
計算数値出題値 2	6000
計算数値接頭辞 2	
計算数値単位 2	回
計算数値演算子 2	÷
計算数値名 3	
計算数値定数 3	2
計算数値出題値 3	
計算数値接頭辞 3	
計算数値単位 3	
計算数値演算子 3	

計算内容では計算の内容を表現するための計算数値が複数並んでいる。計算数値とは、数値とその単位、数値の名称、次の数値との演算という情報のセットである。 $n$  番目の計算数値は計算数値  $n$  と呼ぶ。

計算数値名は、その計算数値が計算問題において出題時に設定される数値（出題値）を含む場合に内容を持ち、問題文で使われる。同時に、計算数値出題値に数値が入る。計算数値が出題値ではなく定数を含む場合、計算数値定数に定数が入る。計算数値の出題値または定数に必要な単位は、計算数値接頭辞と計算数値単位で指定される。ある計算数値の次に来る計算数値との演算を示すのが計算数値演算子であり、演算子の優先順位を考慮せず、計算数値 1 から順に計算を行う。

False Choices Generation Method for Calculation Questions

Kazuhide KOJIMA<sup>†</sup>, Shogo KANDA<sup>‡</sup><sup>†</sup>Cybermedia Center, Osaka University<sup>‡</sup>Graduate School of Science and Technology, Nara Institute of Science and Technology

表 1 においては、計算数値 1 は定数を含むため、計算数値定数 1 に定数が入り、計算数値名 1 は空欄となる。問題生成には使用しないが、入力者の見やすさのために計算数値単位 1 に「秒」が入っている。計算数値 2 は出題値を含むので計算数値名 2 には「1 分間当たりの回転数」が入っている。これには回転/分という単位が入っているが、問題文をよくある表現にするためである。同様の理由で、計算数値単位 2 には正式な単位ではない「回」が格納されている。

#### 4 計算の選択問題の生成方式

提案方式では、表 1 から図 1 のような技術計算問題を生成するが、この例を用いて、計算問題の生成の手順を説明する。

4 1分間あたりの回転数が8000回のとき平均回転待ち時間は  
何ミリ秒になるか。最も適切な数値を以下の中から選びなさい。

- 1: 15
- 2: 7.5
- 3: 2.4e+08
- 4: 3.75

図1 表 1 から生成された計算の選択問題

まず、出題値の決定を行う。1 つ前の計算数値演算子が乗算か除算となっている計算数値出題値に対して以下のような処理を行う。計算数値出題値の 0.1 倍から 10 倍の間で乱数を作り、最上位の桁を 1, 2, 4, 5, 8 のどれかとし、他の桁を 0 として値を決定する。この例では、6000 を用いて出題値を 8000 と決定した。

出題値が決まれば正解選択肢が計算可能である。 $60 \div 8000 \div 2$  から 3.75 という正解選択肢が得られる。

次に、問題文の生成を行う。計算数値名 2、上で求めた出題値 8000、計算数値単位 2、出力名、出力接頭辞、出力単位をテンプレートに入れて図 1 のような問題文を生成する。

#### 5 偽選択肢の生成方式

上の出題値 8000 を用いて偽選択肢を以下のように生成する。

定数の計算を忘れたときに選んでしまう選択肢を作るために、一つ前の計算数値演算子が乗算または除算となっている、計算数値定数を 1 ヶ所のみ 1 に変更して計算を行う。 $1 \div 8000 \div 2$  による 0.0625 と  $60 \div 8000 \div 1$  による 7.5 が偽選択肢となる。出題値の決定で出題値を 8000 に調整したことにより、割り切れるようになっている。これにより、偽選択肢を循環小数で見分け

ることを防いでいる。

計算方法の勘違いに合わせた偽選択肢を作るために、計算数値の演算子を 1 ヶ所のみ逆転させる。この例なら、 $60 \times 8000 \div 2$  による 240000000 と  $60 \div 8000 \times 2$  による 15 が偽選択肢となる。出題値の決定時に、出題値による乗算も考慮しているのは、このとき乗算が除算となるためである。以上の偽選択肢からランダムで 3 つ選び 0.625 を抜いて図 1 が生成される。

この例とは異なり、以上の処理でも偽選択肢が足りない場合は、既に作られた偽選択肢からランダムで 1 つ選び、0.1, 0.25, 0.5, 2, 4, 10 からランダムで選んで掛けて偽選択肢を追加する。

#### 6 評価

評価のために、提案ツールの計算問題生成機能により情報処理技術に関する 10 問の問題集（提案問題集）を用意した。また、比較用に、提案問題集と同じ内容で、偽選択肢を 2 から 10 の整数の乱数で掛けるか割るかして作成した比較用問題集を用意した。

提案問題集と比較用問題集を、必要な知識を持った 4 名の被験者が取り組んだ。その結果、平均の誤り問題数は図 2 のようになり、提案問題集の平均誤り問題数の方が 1.5 問多くなった。提案方式による偽選択肢の生成は効果的であることが確認できた。

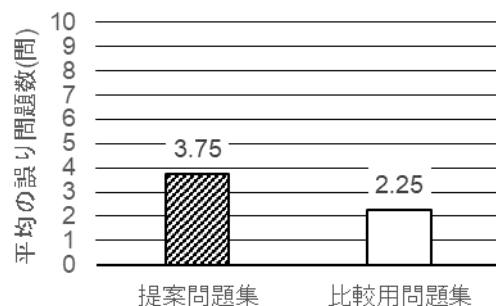


図2 提案方式の評価結果

#### 7 おわりに

計算の選択問題のための偽選択肢生成方式を提案し、評価実験により効果を確認した。今後の課題としては、現状では対応していない複雑な計算への対応、純粋な計算問題への応用などが考えられる。

#### 参考文献

[1] 小島 一秀, “問題集のための総合的な e ラーニングシステムの開発と評価”, 第 9 回情報科学技術フォーラム講演論文集 第 3 分冊, K-018, pp. 651-656 (2010).