

臨床工学技士国家試験学習システムの構築 ～ 計算問題出題システムの開発 ～

¹ 古山佳祐 ¹ 中里友子 ² 大久保英一 ³ 小林和生

¹ 帝京科学大学メディア情報システム専攻 ² 帝京短期大学ライフケア学科 ³ 帝京科学大学生命科学科

Development of preparing questions subsystem for Clinical Engineer's license examination
learning support system

¹ Keisuke FURUYAMA ¹ Tomoko NAKASATO ² Eiichi OHKUBO ³ Kazuo KOBAYASHI

Key Words : 臨床工学技士、国家試験、学習支援、繰り返し学習

1. はじめに

臨床工学技士の国家試験には、人体に関する臨床系科目のみならず、工学系科目である電気工学、電子工学、情報処理工学などエンジニアとして必要とされる範囲まで幅広く出題される。この国家試験の対策として、多くの学生が使用する教材に「臨床工学技士国家試験問題解説集」^[1]がある。しかし平成23年度までの解説集は学生が所属する臨床工学技士養成校を介さなければ入手できないことや、解説集における問題分類基準が統一されていないなどの問題がある。我々の研究室では、一昨年度から臨床工学技士国家試験のための学習システムの開発を開始し、過去問題のデータベースへの格納、過去問題解析などを行ってきた。

本研究では、昨年度の「臨床工学技士国家試験の問題解析と学習支援システムの構築」^[2]の成果を踏まえ、多様な問題を出題するシステムの制作を行った。国家試験問題には用語問題、文章問題、計算問題があるが、本研究では計算問題を自動的に出題するシステムの開発を行った。

なお、本システムの開発環境は以下の通りである。システムはWebサーバーで動作するので、クライアントはOSに依存しない。ブラウザがあれば動作する。

レンタルサーバー：GMOクラウド
(仮想化サーバー)

ウェブサーバー：IIS

スクリプト言語：PHP Version 5.2.9-2

データベース：MySQL 5.0.83

2. 既存の学習システムについて

現在一般に公開されている臨床工学技士国家試験学習システムは北里大学の「臨床工学資格試験のための自己学習システム」^[3]と東亜大学の「臨床工学技士国家試験学習システム」^[4]がある。

対象となっている国家試験問題は、北里大学のシステムでは第10回(1997年)～第14回(2001年)の問題である。東亜大学のシステムでは第14回(2001年)～第18回(2005年)の問題を対象としている。どちらも近年の問題が反映されていないため現在の問題傾向が合わない可能性が高い。

システムの出題内容は、北里大学のシステムでは国家試験問題の原文を使用しており、分野別出題、模擬テスト出題を選択できる。東亜大学のシステムは分野別出題、ランダム出題を選択できる。問題文、選択肢の内容は原文を使用しており、選択肢を自動で並び替える機能が追加されているのが特徴である。それぞれのシステムに工夫があるが、いずれも出題される内容は原文に限られている。そのため繰り返し使用すると内容を丸暗記してしまい、学習効果が薄れるという問題がある。

これらの既存のシステムに共通した問題点として国家試験問題解説集の解説部分を掲載していることがある。国家試験問題自体は公開されているため自由に使えるが、解説部分には著作権があるため、インターネットに公開して利用できる学習システムを構築するときには著作権問題をクリアする必要がある。そこで我々が開発するシステムでは解説自体は掲載せず、問題の出題と回答結果の自動判定などを中心とすることとした。

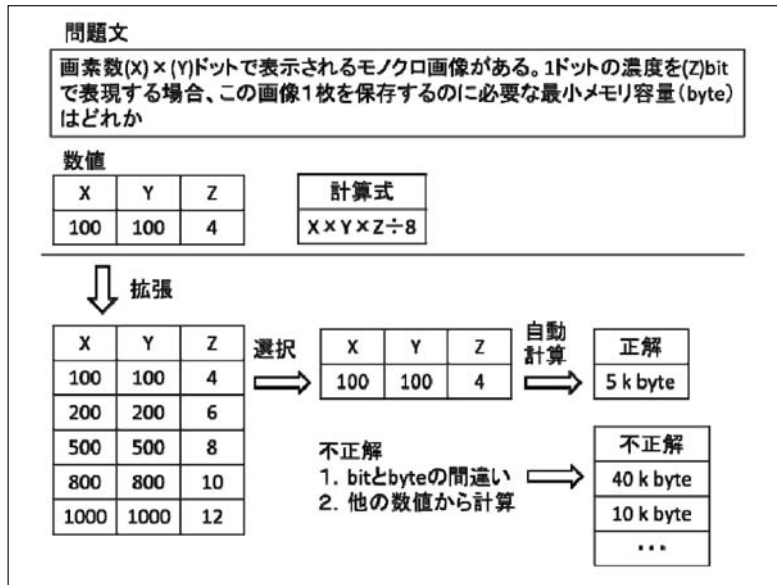


図1 選択肢の生成方法（計算問題）

3. 出題方式

本研究室で昨年度行った「臨床工学技士国家試験の問題解析と学習支援システムの構築」^[2]において、国家試験問題の分析と独自分類そしてオリジナル問題作成のための枠組みとオリジナル問題の作成を行なった。国家試験問題には用語問題、文章問題、計算問題の3つの出題方式があるが、本研究では実装が困難と思われる計算問題の出題を対象とした。

計算問題は、数値計算により解を求める問題で、本研究で取り扱った分野では回路パラメータを求めるものや、データ容量・伝送量等を求める問題に使用される。繰り返し学習において注意を要する問題であり、同一のパラメータで繰り返し学習を行うと問題解法よりも答えを記憶してしまう危険性がある。そこで本研究では計算式をベースに出題の都度異なる問題が出題されるシステムを作成した。

昨年度の研究で、分野ごとに計算問題が整理された。問題文中の数値について、X、Y、Zなどの文字に置き換え、解答に必要な計算式と、数値の組合せのテーブルとして整理されている。

本研究で開発したシステムでは、問題文中に含まれる数値について、各変数に対応する数値を複数用意（拡張）し、出題時に用意した数値からランダムに選択し出題する。

問題の選択肢については、計算式の変数に、選択された数値を代入し、自動的に計算させることで正解の選択肢を生成した（問題生成サブシステム）。

また、不正解の選択肢の作成には、2種類の方式を用いた。1つは、正解となる数値から間違えやすい

値（bitとbyteの混同や桁違い）を作りだす方式であり、もう1つは、各変数について選択されていない数値以外の数値を用いて計算し作成する方式である。

計算問題出題の例

実際に問題を例にとり説明する。昨年度問題解析を行った画像のメモリ計算についての問題について、問題文、数値、計算式を抽出する（図1参照）。数値について不適切でない範囲で拡張する（これは問題文の入力時に行う）。

拡張された数値からランダムにX、Y、Zの値を取り出し、正解の選択肢を計算する。この場合には $100 \times 100 \times 4 \div 8 = 5 \text{ kbyte}$ となる。

正解の値から誤りの選択肢を作る。bitとbyteを混同した8倍の40 kbyte、他の数値群から生成される10 kbyteなどの選択肢を自動生成させ、問題文を表示する。

この結果、抽出された問題から多数の問題を派生させることができるようになった。例えば図1の場合には $5 \times 5 \times 5 = 125$ 通りの問題が出題されるため、答を丸暗記しても正解を答えることはできない。

4. 問題生成サブシステム

問題生成サブシステムは、データベースに格納されている計算式、計算式で使われる変数の数値群から、正解の選択肢と不正解の選択肢を自動生成し、問題文を生成する。

(1) 問題データベースの概要

問題はデータベースのテーブルに表1のように格納

表 1 問題データベースの例

フィールド名	説明	値の例
mondaiTXT	問題文	画素数(X)×(Y)ドットで表示されるモノクロ...
siki	計算式	(X*Y*Z)/8
hensuNo1	変数1	X,100,200,500,800,1000
hensuNo2	変数2	Y,100,200,500,800,1000
hensuNo3	変数3	Z,4,6,8,10,12
.....		
hensuNo10	変数10	

される。問題は mondaiTXT フィールドに書き込む。このとき、問題文中の数値は X、Y、・・・のように文字に置き換える。国家試験問題の計算問題では 3 程度の変数でよいが、10 個まで変数を使用できるようにしている。変数名はアルファベット 1 文字で表す。

各変数に対応する数値については、hensuNo1、hensuNo2、・・・、hensuNo10 のフィールドを用いて、変数名を先頭とし、数値を「,」(コンマ) で区切って記述する。

問題文から正解を計算する計算式を siki フィールドに書き込む。ここで使用できる計算については次に説明する。

(2) 計算式で使用できる計算の種類

本ルーチンで処理できる計算の種類は、実際に出題された国家試験問題の計算問題を解析した結果から以下のものとした。

- 括弧のある計算
括弧内の計算を優先する。
- 四則演算
加算 (+)・減算 (-)・乗算 (×)・除算 (÷)
- べき乗計算
ハット記号を用いてべき乗の計算を行う。
例) X^3, Y^4
- 百分率の入力
数値の後に%記号を続けることで百分率の表記を行う。
- 常用対数
[log10] の後に数値を続けることで常用対数の計算を行う
例) [log10] X
- 底が 2 の対数
[log2] の後に数値を続けることで底が 2 の対数の計算を行う
例) [log2] X

(3) エラーチェック機能

実際にルーチンを使用して問題を作成する際に数式のエラーによりシステムが正常動作しなくなることは避けなければならない。そのため、処理ルーチンには以下に示す致命的エラーのチェック機能を実装した。

- 計算式中の変数と代入する変数の整合性判定
式中的変数と与えられた変数の名前が一致しているか判定する
- 括弧のくくりが適切かの判定
閉じてない括弧が無い判定する
- ゼロ除算の検出
数値を 0 で割る計算が無い判定する

5. 動作の検証

制作したシステムの動作検証のためのユーザインタフェース (出題システム) をレンタルサーバーに設置して、動作検証を行った。レンタルサーバーの URL は以下のとおりである。

<http://tusthall.com/syutudai/>

出題システムの流れは下図の通り。以下順に説明する。

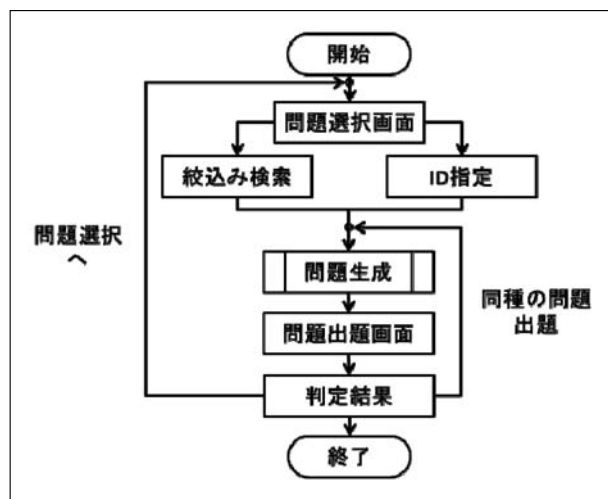


図 2 出題システムの流れ

(1) 問題の選択及び検索

出題システムに接続すると図 3 の問題選択画面が表示される。

問題の選択方法は 2 種類あり、1 つは問題の ID 番号を選択する「全問題から選択」と、分野・難度・キーワードから検索できる「絞り込み検索」がある。

全問題から選択を行う場合、ドロップダウンリストから ID 番号を選択し出題ボタンをクリックす



図3 問題選択画面



図4 絞り込み検索結果

るとそのIDの問題が出題される。

絞り込み検索を行う場合、分野・難度のそれぞれのドロップダウンリストから選択し必要な場合、キーワードを入力し検索ボタンをクリックすると図4の画面が表示される。絞り込み検索結果のドロップダウンリストで問題を選択し、出題ボタンをクリックすると選択した問題が出題される。

問題が選択され、出題要求がされると、問題生成サブシステムが問題を生成し、次の問題出題回答画面に推移する。

(2) 問題出題回答画面

問題出題画面(図5)では、問題生成サブシステムから受け取った問題文(変数を選択された数字で置き換えた問題)が上部に表示され、問題文の下に選択肢が表示される。学習者は下部の選択肢番号のチェックボックスから正解と思う選択番号を選び回答ボタンをクリックする。

(3) 自動判定画面

問題生成サブシステムから渡された正解選択肢番号と学習者の選択番号との照合によって回答の自動判定が行われ、判定結果が表示される(図6)。

判定結果を確認した学習者は、問題選択検索画面に戻るか、あるいは数値を変えた同じ問題の出題を選択することができる。

6. まとめ

本研究では、昨年度の研究で行った国家試験問題の解析と独自問題の作成を受け、計算問題について多様な問題を自動生成し、出題するシステムの制作を行った。

とくに、ルーチンが複雑で実装が難しい計算問題



図5 問題出題解答画面



図6 自動判定画面

について、問題生成サブシステムを完成させ、動作確認することができた。このサブシステムでは、まずは問題のデータベースへの格納方法を定義した。また、エラー処理ルーチンで計算式などの整合性をチェックし、計算式に基づいた自動計算を行うことによって正解と不正解の選択肢を自動生成することができた。さらに、問題生成サブシステムで生成された正解の選択肢番号と学習者の選択番号との照合によって、回答を自動判定することができた。

これまでの国家試験学習システムは、問題プールから問題を選択し出題する仕組みであった。また繰り返し学習に対応するため問題の選択肢の順番をランダムに変更するものであった。しかし、同一の問題を選択肢順のみ変更して出題することは、繰り返し学習を行うことにより学習効果が次第に薄れるという問題がある。本研究によって、同一問題が連続出題されない繰り返し学習に対応した幅広い問題を出題することができるシステムの制作にめどをつけることができた。

今後、学習システムとしての完成を目指すため次の4点に重点をおきたい。

1. 実装できていない用語問題と文章問題の実装。

用語問題、文章問題の出題方法を再検討し、システムへ実装する。

2. ユーザー（学習者）の学習記録のアカウント管理と、ユーザーの未学習分野及び、苦手分野の解析。

学習システムとしての完成を目指すためには、ユーザーの進捗管理は必須である。

3. 学習コース機能の追加と、模擬試験コースやユーザーの過去学習記録から解析した未学習分野・苦手分野を中心に出题する強化学習コース等の設定機能。

国家試験合格を目指すシステムであることから、進捗状況のフィードバックによる強化学習が必要と考える。

4. 問題追加用入力フォームの作成

現状のシステムは開発者が問題を手動登録している。今後プログラミングの知識がない人でも問題を追加できるシステムを作成することで、問題の追加が容易になり継続的に使用可能なシステムを目指すことができる。

上記の点について研究・開発を行うことにより効果の高い学習システムを実現したい。なお、本研究は平成 23-24 年度教育特別推進費を受けて実施した。

参考文献

- [1] 日本臨床工学技士教育施設協議会編, "臨床工学技士国家試験問題解説集" (第14回～第24回)
- [2] 中里友子, 古山佳祐, 大久保英一, 小林和生, "臨床工学技士国家試験の問題解析と独自問題の作成", 帝京科学大学紀要, 第8巻, pp.163-168, Mar.2012
- [3] 北里大学臨床工学資格試験のための自己学習システム
<http://mm.ahs.kitasato-u.ac.jp/~ce98733/me2/index.html>
- [4] 東亜大学臨床工学技士国家試験学習システム紹介
<http://www.toua-u.ac.jp/campus-life/study-support/e-learning.html>