

LMS 利用環境での学習者および教師支援のための機能拡張

理学専攻・情報科学コース 袁 雪

1 はじめに

教育サポートの一環として、授業にはよく e-ラーニングシステムが利用されている。目的に合わせたものを選び、音声、動画や画像などの様々な形の教材をインターネット上に配布する。学習する場所や時間にとらわれないなどのメリットが挙げられ、多くの教育機関に導入されている。授業前の予習又は授業後の復習に活用することによって、内容の理解度の向上につながる。お茶の水女子大学でも、2008年に教務システムの一部として Moodle が導入された。

本研究は、既存の e-ラーニングシステムである STACK に新しい機能を追加し、解答者である学生と出題者である教師により良い学習環境と指導環境を提供することを目標とする。

2 STACK

STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) とは、パーミンガム大学の Sangwin らが中心となって開発したオンラインテストシステムである。学生に解答として数式を要求することが可能なため、従来のオンラインテストシステムよりも問題の種類が豊富になった。理工系の学生にとっては使いやすいものと言える。判定方法としては、 $(\text{teacher_answer}) - (\text{student_answer}) = 0$ となるかどうかで決めるため、正解の候補をすべて用意する必要がない。

STACK は Moodle と連携して動作する。Web サーバ、PHP、MySQL、Maxima や Moodle などのオープンソースソフトウェアによって構成されている。本研究では STACK2.2 を使用した。

2.1 問題作成の手順

STACK 上で問題を作成した後に、公開したいテストを選び、Moodle の問題バンクに登録する。これでこの問題を Moodle の小テストモジュールで使うことが可能となった。インポートとエクスポート機能も備えているため、ほかの教師が作成した問題を取り込むことも可能である。

問題作成に必要な項目としては点数配分、解答として送ってはいけない禁止ワード、ポテンシャル・レスポンス・ツリーや不正解に返すフィードバックなどが挙げられる。

3 研究概要

STACK を利用する学生が自分の成績を把握することによって、学習が効率的に行えるような機能を追加する。そして STACK の大きな特徴であるポテンシャル・レスポンス・ツリーを利用し、教師の問題作りや指導の役に立てる機能を提案する。

4 学習者のための機能拡張

4.1 先行研究

オンラインテストシステムは学生の自主性が問われるため、勉強意欲が低下すると効果が小さくなる。こ

のデメリットを防ぐ方法の1つとして、学生に自分の成績を意識させ、学習意欲を向上させることを考えた。先行研究では以下の3つの機能を提案した。[2]

4.1.1 テストの全体成績を確認する機能

学生が今までに受験したテストの結果(昇順)とともに、本来教師側でしか見られないコース内の平均点が表示され、得点の低いテストをもう一度受験するように勧める。すべてのテストにリンクが張られているため、どのテストでも再受験ができる。

4.1.2 苦手分野を表示する機能

学生が受けたテストの中から得点の低いものを選び出し、そのテストの分野と似たようなテストを勧める。この機能を実現させるためには、教師が問題を作成する際に、テストの説明となる部分に問題の分野を記入する必要がある。

例えば微分が苦手な学生に、微分・微分方程式のような同じ微分をキーワードとして含むテストを紹介する。さらに、係数をランダムに設定することができるため、同じテストでもアクセスするたびに係数が設定範囲内で変わる。最後の結果だけではなく、解き方をしっかり理解していないと正解に辿りつかないので、テストを繰り返して受験することによって苦手分野を克服することができる。

4.1.3 複数の受験結果の一覧を表示する機能

学生がこれまでに受けたテストの成績をまとめて棒グラフに表示する機能である。繰り返して受験したテストの成績の変化を実感し、さらなるやる気につながると考えられる。

4.2 機能追加

以上の3つの機能を実際にメインメニューに追加した。学生がログインすると左側に表示される。その中からチェックしたいものを選び、結果を確認する。さらに再受験したいテストを選び、受験ページに移る。

図 1: 学生用トップページ



5 教師のための機能拡張

5.1 概要

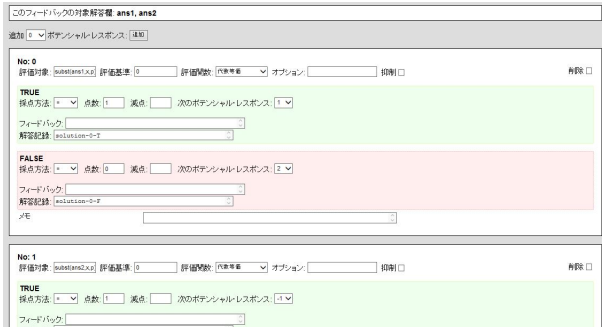
STACK の1つの大きな特徴であるポテンシャル・レスポンス・ツリーを利用し、解答を導き出すまでに同じ経路を辿った学生が何人いるのかを図示したいと考える。それによって学生の解答傾向は一目でわかり、

よりよい指導へとつながると考えられる。

5.2 ポテンシャル・レスポンス・ツリー

ポテンシャル・レスポンス・ツリーとは、想定される学生の解答を処理するための機構である。学生の予想解答（ポテンシャル・レスポンス）を互いに関連付けてツリー状にしたものである。この STACK の特有な機構によって学生の解答が判定される。不正解に対して適切なフィードバックを返すことも可能なため、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの設定が効果的な学習につながると言える。

図 2: ポテンシャル・レスポンス・ツリーの設定画面

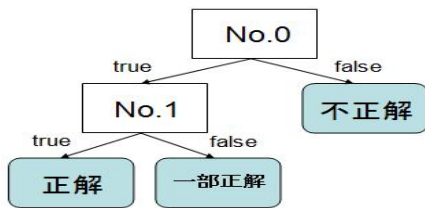


具体的な問題を例にしてみる。

$$\frac{d}{dx}(x-1)^3$$

微分を計算するというこの問題に対し、まずは学生の解答が $3(x-1)^2$ と代数的に等しいかどうかを No.0 でチェックする。満たさない場合は No.2 へと進み、0点となる。満たす場合は解答が因数分解されているかどうかをチェックする No.1 へと進む。満たす場合は満点となる。満たさない場合は一部正解と見なし、部分点を与える。フィードバックが設定されている場合はフィードバックが返される。

図 3: ポテンシャル・レスポンス・ツリーのご概念図



最終結果はデータベース上で

$$name - 0 - f$$

のように保存される。最初の *name* はツリーの名前、0 はツリーの段階、*f* は判定結果の *false* を表す。この場合は、ある学生が *name* という名前のポテンシャル・レスポンス・ツリーの No.0 の判定で間違った解答を送ったということになる。

このように、STACK のデータベース上には解答の最終結果しか保存されていないが、学生が辿ったツリー上の経路の正確な形を知るには、途中の判定結果もすべて必要となる。そのため、今回はすべての可能性を

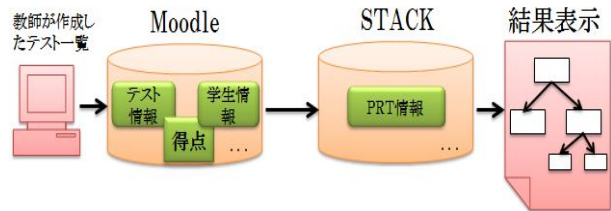
調べたため、図示できるポテンシャル・レスポンス・ツリーの段階数に制限を設けている。

5.3 学生の解答傾向の確認手順

この機能を先ほどの学生用の機能と同様にメインメニューに追加した。権限を教師のみに表示するように設定した。教師がログインし、「学生の PRT 結果を確認する」をクリックすると、自分が今までに作成した小テストの一覧が表示される。チェックしたい問題を選び、ポテンシャル・レスポンス・ツリーの段階数を入力する。その段階数から考えられるすべてのツリーの形が表示され、その中から自分が作成したものを選び、問題を解答した学生の結果の分布が表示される。

Moodle データベースに保存されている教師がこれまでに作成したテストなどのユーザ情報と、STACK データベースに保存されている各問題に対して学生が辿ったポテンシャル・レスポンス・ツリーの結果などの問題情報を利用した。

図 4: 結果を確認するまでの流れ



5.4 ポテンシャル・レスポンス・ツリーが2本の場合

STACK2.0 以降では、1つの問題に複数の解答欄を表示することが可能となった。それに対応し、ポテンシャル・レスポンス・ツリーを2本に設定することができる（1本のみでも判断可能な場合もある）。手順は1本の場合と同様だが、ツリーが複雑になる可能性を考慮し、今回は1段階のものを表示した。

6 まとめと今後の課題

今回は Moodle と STACK のデータベースに保存されている内容と、ポテンシャル・レスポンス・ツリーを利用した。ツリーの形を特定することが難しく、教師が解答経路を確認する際に、用意されたツリーの中から問題に合致するものを選ぶという手間がかかってしまう。今後は STACK を拡張し、学生が辿ったツリーの最終結果のみならず、途中経過も表示されるようにしたい。ツリーの形を正確に図示し、確認手順の簡易化を目指す。

参考文献

- [1] 中村泰之: 数学 e-ラーニング 数式解答評価システム STACK と Moodle による理工系教育, 東京電機大学出版局, 2010
- [2] 袁雪, 原田実里, 浅本紀子: LMS を用いたオンラインテストシステムの活用, pp.67-68, 2012 PC CONFERENCE 論文集, 2012
- [3] 袁雪, 新保茜, 柿木彩香, 浅本紀子: LMS 利用環境での学習者および教師支援のための機能拡張, pp.213-218, 情報知識学会誌, 2013