

課題生成・正解判定機能を備えた SQL 実習支援システムの実用評価

岡田信一郎[†] 西山幸二[†] 半田哲也[†] 福田亮太[†] 松本拓也[‡]茨城大学工学部[†]茨城大学大学院理工学研究科[‡]

1 はじめに

データベース操作言語 SQL の習熟には実習を伴う反復学習が重要である。しかし、人間の指導者が実習用の課題を作成し、出題、レポート評価をする場合、出題数には限りがある。そこで筆者らは、初歩の SQL に関する課題を自動的に出題し、学習者解の正誤判定を行う SQL 実習支援システムを試作した [1]。

本稿では、実際の授業における運用によって本システムの実用性を評価した結果を報告する。

2 システム概要

本システムでは、簡単な課題を多数解く反復学習を前提とし、学習項目の選択、課題の出題、解答の作成、学習者解の正誤判定、を繰り返しながら、学習者の現在の理解状態に適した課題を出題し続ける仕組みを実現している。図 1 にシステムの機能構成を、図 2 に画面表示の例を示す。

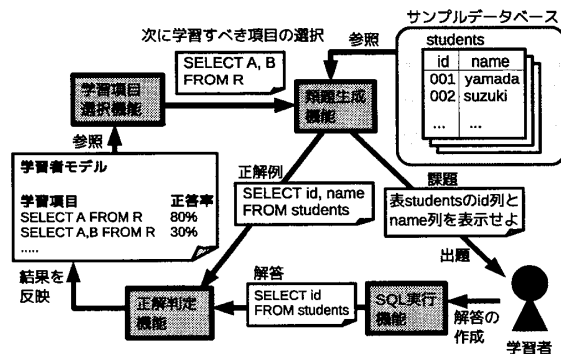


図 1 SQL 実習支援システムの機能構成

学習項目選択機能 (学習者モデルと教授戦略)

本システムでは、対象となる学習範囲を 36 個の学習項目に分け、学習者モデルと教授戦略によって適切な学習項目を選択して出題を行う。学習者モデルには個々の学習者の各学習項目の正答率が記録され、教授戦略は「SELECT A FROM R を習得済みで、SELECT A,B FROM R が未習得なら SELECT A,B FROM R は出題対象」といったルールの集

Evaluation of SQL Exercise Support System with Exercise Generator

[†]Shin-ichirou Okada, Kouji Nishiyama, Tetsuya Handa, Ryota Fukuda, Faculty of Engineering, Ibaraki University

[‡]Takuya Matsumoto, Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

合として記述されている。ルールの記述には筆者らの開発したルールベースプログラミング言語 XJRB [2] を用いている。

類題生成機能

類題生成機能は教授戦略の決定した学習項目とサンプルデータベースに事前に登録された初期テーブルから、課題と正解例を生成する。例えば、学習項目が「SELECT A FROM R」の場合、A と R にテーブル名と列名がランダムに選択され、課題と正解例が作られる。事前に適切なテーブルを複数登録しておけば、1 つの学習項目に対して多数の類題を生成することができる。生成された課題は学習者に

SQL 実行機能

本システムでは、学習者が課題に対する解答を作成するために、SQL 文を実際に行き、結果を確認できる環境を用意した。そのためにオープンソース DBMS である HSQLDB[3] が組み込まれている。さらに、SQL 文を実行する度にデータベースを初期状態へ初期化しているため、学習者は課題を解くことに専念できるようになっている。

正誤判定機能

学習者の解答は正誤判定機能に渡され、正解か誤答かが判定される。この判定は、学習者解と正解例の文字列比較および実行結果の比較を組み合わせた単純なものである。ただし、単純な比較によって正誤判定ができない場合は指導者へ判定を依頼するようになっている。指導者によって判定された結果は新たな正解例/誤答例として登録され、他の学習者解の判定に再利用される。

そして、正誤判定機能の判定結果によって学習者モデルの正答率が更新され、更新後の学習者モデルと教授戦略によって、次に学習すべき学習項目が再度選択される。

3 システムの評価

平成 21 年度の本学工学部情報工学科 2 年生向けの科目「データベース論」における運用を通して、本システムの評価を行った。まず通常の授業で SQL の文法を解説しておき、10/27(火)の授業で使用方法の説明を行い、そこから 11/20(金)までの約 4 週間の間、システムを受講者に自由に使用させ、学習履歴を収集した。

学習項目習得の条件は、同項目から 2 問以上に解答し、正答率が 60% 以上、とした。ただし、同じ学習項目への解答が 5 問を越えた場合は、新しいもの 5 問から正答率を計算している。そして、全学習項目を習得したら学習終了としている。

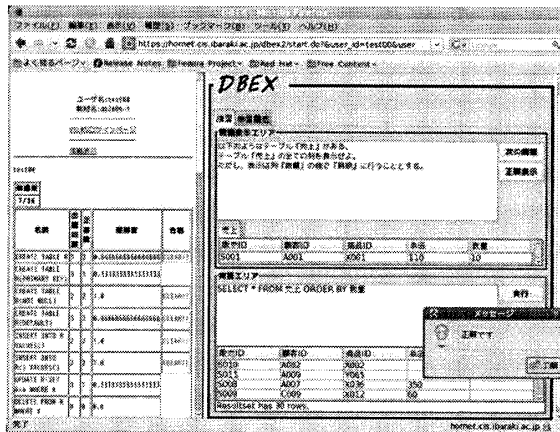


図 2 SQL 実習支援システムの画面表示例

なお、初期テーブルは 6 つ与えている。

以後に示す評価結果は、学習データの研究利用に同意した受講者による 67 名 (学習終了は 65 名) の学習履歴、および 53 件 (学習終了は 52 名) のアンケート回答によるものである。

3.1 学習履歴による評価結果

この評価運用により 5910 件の学習履歴が得られた。この件数はシステムの生成した課題の総数に等しい。一人当たりでは平均 88.2 問となる (最大は 133 問、最小は 45 問)。さらに、重複を除く問題の種類は 2578 種であった。このことから、多数の問題を自動生成する目標はほぼ達成されたと考える。ただし、学習項目間の差は大きく、186 問の類題が生成された項目もあれば、4 種類しか生成されなかった項目もある。これは、サンプルデータベースの内容に大きく影響を受ける問題である。この典型的な例はテーブルを削除する「DROP TABLE R」である。この学習項目は初期テーブルと同数の類題しか生成できないため、今回の運用においても 6 種類の類題しか生成されていない。

システムによって自動的に正誤が判定された解答は 5683 件であり、人手による正誤判定を要したものは 227 件であった。本システムの正誤判定機能は非常に簡易であるが、実用性は高いことが確認された。

3.2 アンケートによる評価結果

本システムを使用した演習を終了した後、学習者に対しアンケートを行った。その結果の一部を紹介する。

まず、質問「基本的な問題をたくさん解くという学習方法はよいと思いますか」に対して、53 名 (100%) が「はい」と回答した。これにより、本システムの前提となる学習方針に不満をもつ学習者はいなかったことが確認された。

次に、質問「問題数は適切でしたか」に対しては「ちょうど良かった」と回答した学習者が 37 名 (70%)、「多かった」が 14 名 (26%) であり、多数の問題を出題する目的に対して適度な問題数であったことが確認できた。また質問「問題の難易度は適切でしたか」に対しては「ちょうど良

い」が 45 名 (85%) であり、難易度が適切であったことも確認された。

また、「出題順に不自然な点はありませんか」との質問に対し、49 名 (92%) が「いいえ」と回答しており、本システムの学習項目決定機能が適切に機能していることが確認できた。

一方で、質問「本システムの悪いと思ったところはどこですか (複数回答可)」に対し、48 名 (91%) の学習者が「問題生成にかかる時間」と回答している。学習項目選択と課題生成にかかる時間はおよそ 21 秒 (学習者用 PC における実測) であるが、そのほとんどが学習項目選択の推論時間である。教授戦略のルール記述最適化、あるいは推論に用いた XJRB の高速化が必要との結果となった。

なお、質問「SQL をどのくらい使いこなせるようになりましたか」に対しては、最も多かった回答が「資料をみながら大抵できる」であった (30 名 (57%))。この回答は「大抵できるが一部で資料が必要である」(19 名 (36%)) よりも多く、アンケートにおいては、本システムの利用によって学習効果が上がったことを確認するには至らなかった。2 月に実施される定期試験の結果によって、学習の効果を客観的に評価する必要があると思われる。

3.3 その他の問題点

類題の生成は、SQL の処理対称となるテーブルや列、行、値を初期テーブルからランダムに選択することによって行っているため、不自然な問題が生成されることがある。例えば、「テーブル『A』で、列『Y』の値が 1000 のものについて、『Y』の値を 1000 に更新せよ」といった現実世界では無意味な問題が生成されることもある。

この問題はサンプルデータベース中の初期値テーブルの内容に応じた対応を必要とするため、出題に対する制約を初期値テーブルに付加する手法などを検討中である。

4 むすび

本稿では、SQL 実習支援システムの実用評価について報告した。実際の授業における学習履歴から、学習者が多数の課題を解く実習が可能となったことが確認された。またアンケート調査から、本システムによる学習が、学習者にとっても抵抗なく受け入れられる学習形態がであることが確認された。

今後の課題としては、学習項目選択にかかる時間の短縮、不自然な問題の解消などが挙げられる。

参考文献

- [1] 岡田, 青山, 菊池, 松本, “ユーザ適応型課題生成機能を備えた SQL 実習支援システムの試作,” 電子情報通信学会 2009 年総合大会講演論文集, D-15-19, 2009.
- [2] 岡田, 小林, “XML による自己書き換え型プロダクションシステム実行環境の試作,” 電子情報通信学会 2008 年総合大会講演論文集, D-8-1, 2008.
- [3] HSQLDB, <http://hsqldb.org/>