

リレーショナルデータモデル演習システムのための 正規化問題生成機能の改良

田島新 岡田信一郎^{a)}

概要：情報分野を専門とする者にとってデータベースの基礎理論であるリレーショナルデータモデルの理解は必須といえる。近年は社会のデジタル化への要求が著しく増加しており、リレーショナルデータモデルの学習の重要性はさらに増していくものと考えられる。しかし、データベース初学者にリレーショナルデータモデル、とくに正規化理論を苦手とする者は多い。そこで筆者らは、茨城大学情報工学科の学生を対象にリレーショナルデータモデル演習システムを開発し、実際の授業での運用を行ってきた。このシステムの正規化問題のリレーションはテンプレートを元に自動生成されているが、列間の関数従属性を完全に表現することを目指したため、問題リレーションの行数が多く、学習者の負担になっていることが問題であった。今回は、問題生成テンプレートの見直しにより、同等の問題リレーションを少ない行数で生成することに成功したため、その報告を行う。

Improvement of the normalization question generation function for the relational data model exercise system

1. はじめに

近年、社会の情報化への期待はますます高まっており、情報システムの基盤となるデータベースに対する教育の重要性も増していると考えられる。データベース教育に関する研究には白井らによる高校生向けの教材開発や授業実践があるが[1]、筆者らは、情報工学を専門とする大学生に注目した。情報分野を専門とする者にとってデータベースの基礎理論であるリレーショナルデータモデル[2]の理解は必須といえる。しかし、データベース初学者にリレーショナルデータモデル、とくに正規化理論を苦手とする者は多い。そこで筆者らは、茨城大学情報工学科の学生を対象にリレーショナルデータモデル演習システムを開発し、実際の授業での運用を行ってきた[3]。このシステムの正規化問題のリレーションはテンプレートを元に自動生成されているが、列間の関数従属性を完全に表現することを目指したため、問題リレーションの行数が多く、学習者の負担になっていることが問題であった。今回は、問題生成テンプレートの見直しにより、同等の問題リレーションを少ない

行数で生成することに成功したため、その報告を行う。



図 1 リレーショナルデータモデル演習システム

2. リレーショナルデータモデル演習システム

リレーショナルデータモデル演習システムは、筆者らが開発した演習システムで、リレーショナル代数 8 種、正規化問題 3 種の合計 11 種の問題の自動出題、自動正誤判定が行える。茨城大学工学部情報工学科 2 年生向け科目「データベース論」において、授業時間外学習課題として運用されており、その評価結果は[3]で報告されている。

[3]の報告後、クライアントの JavaFX 化、本学情報工

¹ 茨城大学

Ibaraki University

^{a)} shinichirou.okada.mzfe2@vc.ibaraki.ac.jp

表 1 改良によるリレーシンの行数変化

正規形	列数など	行数 (改良前)	行数 (改良後)
第 2 正規化	3 列	6	4
	4 列	10	6
第 3 正規化	3 列	4	3
	4 列主キー 1 列	8	5
	4 列主キー 2 列	12	7
BC 正規形化	3 列	6	4
	4 列	10	6

学科の定員増加に伴う受講者増などの変化があったが、問題生成機能や自動判定などの内部の機能に大きな変更はなかった。

3. テンプレートの改良

リレーショナルデータモデル演習システムの正規化問題は、7種類のテンプレートに具体的な値をランダムに当てはめることで問題を生成している。このテンプレートは、関数従属のない属性間には必ず関数従属にならない値が出現するように設計されている。例えば、図 2 の (a) の例に示すように、2 行を 1 組とし、 $W=w0$ に対し X の値を $x0, x1$ の 2 種類を与えることで、関数従属 $W \rightarrow X$ が存在しないようにしている。これまでのテンプレートでは、問題リレーシンの行数が最大 12 行であり、学習者の負担になっていた。

今回は、このテンプレートの見直しを行った。図 2(b) のように 2 行目と 3 行目を等しくした上で、4 行目を 3 行目との差として書き換え、図 2(c) のように、2 行目と 3 行目を重ね合わせることでテンプレート全体の行数を削減した。

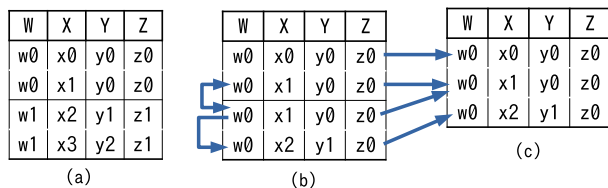


図 2 テンプレート行数削減の手順

以上の処理をすべてのテンプレートに施すことで、問題リレーシンの行数は表 1 に示すとおり削減された。なお、改良後のすべてのテンプレートに対し、関数従属性のない属性の組み合わせには、必ず関数従属性が存在しない値の組み合わせが現れることを検証している。

例として、行数が最大である第 3 正規形への正規化問題のテンプレートの改良前と改良後を図 3 に示す。

4. 運用結果

テンプレートを改良したリレーショナルデータモデル演習システムを茨城大学情報工学科の「データベース論」の授業の一貫として運用した。この運用は授業時間外の演習

W	X	Y	Z
w0	x0	y0	z0
w0	x1	y0	z0
w1	x2	y1	z1
w1	x3	y2	z1
w2	x4	y3	z2
w2	x5	y4	z3
w3	x6	y5	z4
w4	x6	y5	z4
w5	x7	y6	z5
w6	x7	y7	z5
w7	x8	y8	z6
w8	x8	y9	z7

改良後の
テンプレート

従来のテンプレート

図 3 行数が最も多いテンプレートの変化

表 2 正規化問題で行数が多いと感じた学習者の割合

正規形	2019 年度	2020 年度
第 2 正規形化	40.0%	6.5%
第 3 正規形化	42.9%	10.9%
BC 正規形化	42.9%	8.7%

として実施し、期間は 2020 年 10 月 20 日から 11 月 13 日とした。

なお、昨年度までは学内からの利用に限定して運用を行ってきたが、今年度は、「データベース論」が遠隔授業となったため、学習者が自宅から利用する必要があり、SSH のポートフォワードを通して、学内サーバへの接続を行わせている。ただし、その設定方法は、本システムを使用した課題の前に、別の課題で設定済みであり、本システムの運用においては、トラブルは発生していない。

学習期間終了後、研究協力の同意を得た学習者から、56 名分 1136 件の学習履歴と、46 名分のアンケート回答を得ている。

アンケートの結果から、正規化問題で行数が多いと感じた学習者の割合を表 2 に示す。

最大行数の問題が含まれる第 3 正規形への正規化問題でリレーシンの行数、列数が多いと回答した学習者は 10.9% であり、昨年度の 42.9% より減少した。学習者への負担は軽減されたと考える。

4.1 試験/最終レポートの結果

例年、「データベース論」の授業の最後には、定期試験を実施しているが、今年度は遠隔授業となったため、期間を 4 日間とする最終レポート課題を代替として実施した。リレーショナルデータモデルに関する問題は、例年の定期試験と同等の問題である。条件が異なるため、単純に比較することはできないが、2017 年度以降の定期試験の得点率とともに、表 3 に示す。

表 4 問題の列数に対する学習者の解答率

正規形	列数	期待値	解答率 2019 年度	解答率 2020 年度
第 2 正規形化	3 列	50%	64.9%	51.6%
	4 列	50%	35.1%	48.4%
第 3 正規形化	3 列	50%	65.3%	55.1%
	4 列主キー 1 列	25%	16.4%	23.4%
	4 列主キー 2 列	25%	18.3%	21.1%
BC 正規形化	3 列	33.3%	49.3%	39.0%
	4 列	66.6%	50.7%	61.0%

行数の削減による成績の低下はないと考えられる。

4.2 解答された問題の偏りの減少

本システムは、回答しなかった問題は正答率の計算に含まれず、学習履歴に残らない。そのため、出題された問題を「スキップ」して、次の問題に進むことが可能である。

昨年度の、各正規形の問題の解答率を確認したところ、列数が少ない、すなわち行数の少ない問題の解答率が高い傾向が確認された。各正規形の列数に対する解答率を表 4 に示す。各正規形の各列数の問題は、期待値に示される確率で出題されるように行数の多い問題は、スキップされていたと考えられる。

今年度の解答率も求め、表 4 に示した。昨年度と比較すると、期待値に近い解答率となっている。今回の改良は問題の「スキップ」を防ぐことに貢献し、学習者は多くの種類の問題を学習したと考えられる。

5. まとめ

本稿では、筆者らが開発、運用を行っているリレーショナルデータモデル演習システムの正規化問題生成のためのテンプレートの改良について報告した。この改良により問題リレーシヨンの行数が最大 12 行から 7 行へ削減された。また、実際の授業における運用結果から、学習者の負担が軽減されていると考えられる。

参考文献

- [1] 白井詩沙香, 長瀧寛之, 竹中一平, 武本康宏, 田邊則彦, 兼宗進: 情報システムにおけるデータベースの仕組みを学ぶ共通教科「情報」の授業の開発と評価, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ, Vol.5, No.3, pp.23-34, (Oct.2019)
- [2] 増永良文: リレーショナルデータベース入門 [第 3 版], サイエンス社 (2017).
- [3] 岡田信一郎, 阿部孝昭, 山縣大輔, : リレーショナルデータモデル演習システムのための正規化問題生成機能の開発と運用評価, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-CE-138, No.17, 2017 年 2 月

表 3 定期試験または最終レポートにおける得点率

年度	リレーショナル代数	正規化	合計点
2017	0.87	0.68	0.76
2018	0.87	0.51	0.67
2019	0.74	0.57	0.61
2020	0.80	0.66	0.72