

確率・統計教育のための教室応答システムの開発

Development of a Classroom Response System for Statistics Education

樋口 三郎^{*1}Saburo HIGUCHI^{*1}^{*1} 龍谷大学理工学部^{*1} Faculty of Science and Technology, Ryukoku University

Email: hig@math.ryukoku.ac.jp

あらまし：統計教育において、学習者からデータを収集して、サンプルの例として利用することは学習者の関心を得るのに有効である。本研究では実数値を小数表示で送信し、集計結果を様々な数学的なグラフとして表示することのできる、統計教育に適した教室応答システムを開発した。学習者用端末として Web ブラウザを搭載した携帯電話を利用し、Web アプリケーションとして実装した。

キーワード：統計教育、可視化、クリッカー、モバイル端末

1. はじめに

教室応答システム(CRS)とは、教室内で学生の応答を収集し、即時に集計して提示するシステムのことをいう。クリッカー⁽¹⁾は学習者用端末として専用ハードウェアを使用する例である。

クリッカーの授業での利用例として、確率・統計分野の授業において各学習者の実験の結果をクリッカーを利用して収集してサンプルとする試みを Rogers⁽³⁾が行ったことを、Bruff⁽²⁾が報告している。樋口⁽⁴⁾は、飛行機の墜落のような稀な事象の間隔が指数分布に従うことを説明するのに、サイコロを用いた実験とクリッカーによるその結果の収集・提示が学習者の関心を得るのに有効であることを主張した(図 1)。

クリッカーにおいては、学習者が使用する端末の機能の制限が厳しい。典型的には、10 個程度のボタンのうち 1 度に 1 個を選んで送信することしかできない。一方、結果の表示においても、ベンダーの提供するプロプライエタリなソフトウェアを使用するしかなく、表示方法のカスタマイズの範囲が限られる。上記の指数分布では確率変数は離散的だが、一般に連続的な実数値のデータを送信して、数学的に意味のある形式で表示しようとしたときには、この 2 つの制限は、深刻な障害となる。

本研究では、学習者用端末として Web ブラウザを搭載した携帯電話を、通信に HTTP を利用した、実数値を収集し、教授者の指定する数学的な形式でデータを提示することのできるシステムを開発した。

2. システムの仕様

登録用 Web ページでは、小数表示の実数と、質的変数の組、さらに学習者を特定する情報を送信しシステムに記録させることができる。

教授者は、送信時間の範囲によってデータの集合を指定し、集計用 Web ページ上で、ヒストグラム、散布図、統計量を表示することができる。

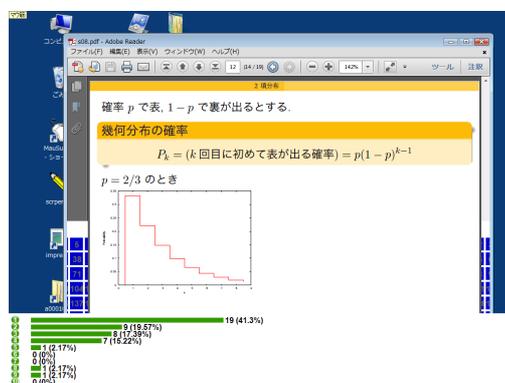


図 1 一般的なクリッカーの集計結果表示(画面下部オーバーレイ)。選択肢は 1,2,...,10(0)。

3. システムの実装

Apache HTTP Server, PHP, MySQL データベースを利用した標準的な Web アプリケーションとして Linux サーバ上に構築した。

データ登録ページ(図 2 左)は、基本的な HTML Form だけを用いて書かれており、POST メソッドでデータを送る。2009 年から運用している携帯出席確認システム attend⁽⁵⁾の登録ページ部分を書き直して利用しており、PC のブラウザから、初期の携帯電話の組み込みブラウザまでで使えることが確かめられている。

データ集計ページ(図 2 右)で、グラフ描画は Google Charts API⁽⁶⁾を利用して、HTML5 と SVG によって行っている。したがって、教授者が JavaScript の単純なコーディングにより適切な描画形式を選ぶことが可能である。また、モバイル端末を含め、多くの Web ブラウザで追加プラグイン等を導入せずに表示できる。また、1 個の HTML ファイルのみ(付随する画像ファイルなし)を保存することで、以後の時点に参照することが可能である。

4. 本システムを利用した活動

本システムを利用した授業内の活動として次の様なものが考えられる。

1. 学習者の属性に関わる連続値多変量データ (例:身長と体重)などを収集し, 統計量の説明のための例として利用する.
2. 学習者に乱数生成機を配布して, 一定の確率分布に従う連続的確率変数のデータを収集してサンプルを作り, 大数の法則, 中心極限定理, などの主張を実例で説明する.
3. 学習者に乱数生成機を配布して, 一定の確率分布に従う連続的確率変数 X と $Y=f(X)$ のデータの組を収集し, 確率密度関数の変換則 $p_X(x)dx=p_Y(y)dy$ や, これを利用した逆変換法による $p_Y(y)$ に従う擬似乱数生成の説明の際に例として用いる.

いずれもサンプルサイズ=学習者数となる. 乱数発生器としては複数のサイコロを使って小数表示の数字分の数字をそれぞれ決定することが考えられる.

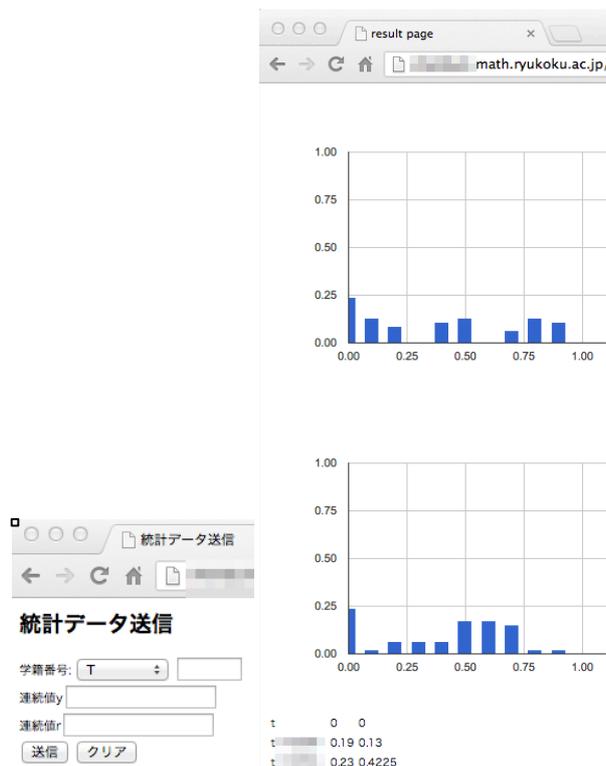


図 2 データ登録ページ(左)と集計ページ(右). [0,1)一様乱数 y (右上)と, y から区分線形関数で定まる r (右下)のヒストグラム

5. 評価

A 大学 B 学部 C 学科の授業において, 学生の持ち物である携帯電話を用いて使用し, 仕様の通りの機能を有することを確認した.

学生に対しては, QR コードと短い URL でポータルページを示し, そこからリンクをたどってデータ

登録ページに進むよう指示した. 学生はおおむね混乱せずにデータ登録ページに到達し, データを登録できた. なお, これらの学生の多くは, attend⁽⁵⁾ や C-learning の使用経験がある.

6. おわりに

学習者から Web を通じて自身の属性に関するデータを収集し学習に利用する試みとして, センサス@スクール⁽⁷⁾がある. これは様々な国, コースの学習者のデータを, チェックをした上でデータベースに統合して 1 個の高品質なデータベースを作成しようというものであり, 授業内でその場で収集・提示を行うことを目的とする本システムとは方向性が異なる.

学習者がデータを Web 上で自ら操作することで理解を深める試みとして, e-statistik⁽⁸⁾⁽⁹⁾がある. これらはシステムにあらかじめ保存されたデータに対して学習者が操作を加えるもので, 学習者がデータの生成を担う本システムとは方向性が異なる.

本システムを代替する方法として, 既存のなどの自由記述可能な教室応答システムで数値データをテキストとして収集し, 教授者がローカルマシンにデータをエクスポートして, Excel や R などの表計算, 統計ソフトウェアにインポートしてデータを提示する, というものがある. この方法と比較して, 本システムは, データの処理や提示の方法が限定を受けるといった短所がある一方, 教授者の作業が単純である, ローカルマシンに Web ブラウザのみあればよく, モバイル端末でも利用できるという長所がある.

本システムの今後の拡張として, e-statistik⁽⁸⁾⁽⁹⁾のように教授者・学習者が提示方法をインタラクティブに選択できるようにすることが考えられる.

参考文献

- (1) 鈴木久男, クイズで授業を楽しもう, pp166-183. 清水亮, 橋本勝, 松本美奈(編), 学生と変える大学教育, ナカニシヤ出版, 2009.
- (2) Derek Bruff, *Teaching with Classroom Response System.*: Wiley, 2009.
- (3) Richard Rogers, "Using personal response system to engage students and enhance learning," in *Making statistics more effective in schools and business conference*, 2003, <http://www.umass.edu/cft/prs>.
- (4) 樋口三郎, 数学物理系授業におけるクlickカー等を用いたアクティブラーニングの試み, 第 19 回大学教育研究フォーラム, 2013.
- (5) 樋口三郎, 携帯出席確認システム attend <http://www.a.math.ryukoku.ac.jp/~hig/eproj/attend/>, 2009.
- (6) Google, Google Charts, <https://developers.google.com/chart>
- (7) Special Committee of Statistical Education, センサス@スクール, <http://census.ism.ac.jp/cas>
- (8) Hans-Joachim Mittag, Beschreibende Statistik, <http://www.fernuni-hagen.de/e-statistik/>
- (9) 放送大学, 身近な統計 統計学 Java アプレット, http://www.campus.ouj.ac.jp/~suuri/webTohkei_graph_, 2011.