

モバイルデバイス用数式入力支援環境の拡張

中村 泰之*1・中原 敬広*2
Email: nakamura@nagoya-u.jp

*1: 名古屋大学大学院情報科学研究科
*2: 合同会社三玄舎

◎Key Words STACK, 数式入力, モバイル

1. はじめに

学習管理システム上でのオンラインテストの一つとして、数式で入力された解答の正誤評価を自動的に行うシステム（数式自動採点システム）が注目され、これを利用した理数系科目でのeラーニングが普及しつつある⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。これは、従来の多肢選択型、正誤判定型、数値入力型などの問題タイプでは理解度を測ることが難しい計算問題などに効果的であると考えられているからである。さらに、問題の設計によっては、パラメータをランダムに生成することにより、同類であるが異なる問題を繰り返し練習するようなドリル型の練習問題の活用法も考えられる。

一方で、数式自動採点システムを活用するにあたっての課題の一つは、解答としての数式を入力する際の困難さである。これは、入力する数式を数式自動採点システムが採用する数式処理ソフトウェアの文法に従って入力しなければならないことに起因し、この課題を解決するために、様々な入力方法が提案されてきた。例えばMath TOUCHは日本語のかな漢字変換に似た形式で数式を入力するものであり⁽⁴⁾、MathDOXはキー入力により指数や分数を見やすく表示するものである⁽⁵⁾。

しかし、いずれもPCでの利用が想定されており、スマートフォンなどのモバイルデバイスでは利用が困難であった。我々は、計算問題等の練習問題をドリル的に取り組むための環境として、時間や場所を問わず利用できることから、スマートフォンなどのモバイルデバイスを利用することが有効であると考え、それらのデバイスでの利用を想定した数式入力支援環境を開発した⁽⁶⁾⁽⁷⁾。開発した数式入力支援環境は、日本で普及しているモバイル端末における入力方式であるフリック入力方式を数式入力に応用したものであり、より少ないキータッチでの入力を可能とした（図1、 $2x \cos x^2$ の入力の様子）。しかし、フリック操作に演算を割り当てていることと、キーボードはテンキーの形式であることから、使用できる文字は数学で比較的良好に用いられる x, y, z, a, b, c などに限られていた。したがって、例えば物理学の問題で時間の変数としてよく用いられる t の文字を入力できず、問題作成時に制約がかけられることとなる。また、この数式入力支援環境はフリック入力を応用したものであるため、スマートフォンなど小型のモバイルデバイスを想定しており、タブレットでの利用には向いていなかった。

今回我々は、テンキーを中心としたフリック式数式

入力支援環境を拡張し、必要に応じてフルキーボードに切り替えて数式入力が可能となるようにした。フルキーボードでも各キーから様々な演算が入力できるようになっている（拡張フルキーボード）。これにより、従来、クリックとタップのイベントの種類の違いによりタブレットでは利用できなかったMathDOXがタブレットでも利用可能となった。今後、スマートフォンではフリック式の数式入力、タブレットでは拡張フルキーボード、PCではMathDOXをデフォルトの入力形式とした、STACKの新しい数式入力タイプとして提供を予定している。

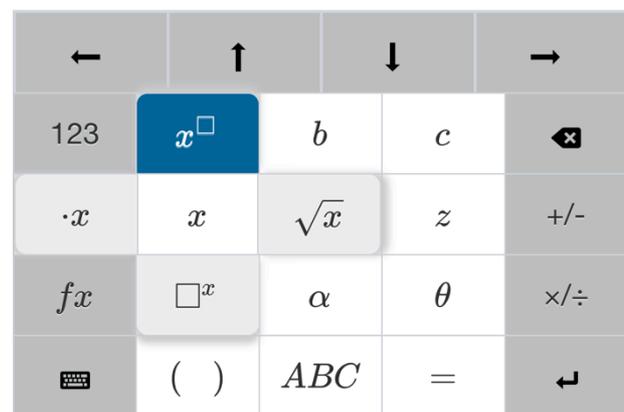
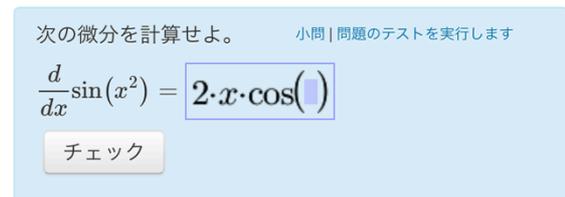


図1 フリックを利用した数式入力

2. 拡張フルキーボード

今回開発した拡張フルキーボードは、利用するモバイルデバイスのOSの依存を最小限にするためにJavaScriptで実装したフリック式数式入力支援環境の機能拡張として開発を行った。テンキーの場合と同様に、HTMLとCSSによりキーボードを実装し、各キーがプレスされた時の動作をJavaScriptで定義している。

図2に基本のインターフェースを示した。Qwerty配列のアルファベットのキーボードの上部に数字を配置した一般的なキーボードと同様である。図1のテンキ

一型キーボードの左下のキーボードのアイコンをタップすると図2の拡張フルキーボードに切り替わり、拡張フルキーボードの左下のテンキーのアイコンをタップするとテンキー型キーボードに戻る。また、拡張フルキーボードの「ABC」キーをタップする毎にアルファベット大文字、ギリシャ文字のキーボードに順番に切り替わる。ギリシャ文字はギリシャ語キーボード配列を基本とした(図3)。三角関数、指数関数など関数を入力するための「fx」キー、上下左右のカーソルキー、バックスペースキー、「=」,「+/-」,「x/÷」はテンキーの場合と同じ機能である。

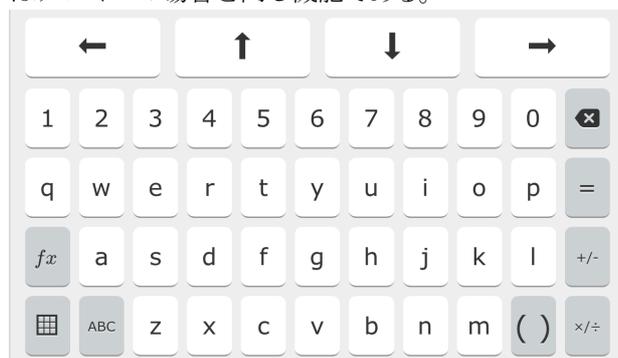


図2 拡張フルキーボード (標準)



図3 拡張フルキーボード (ギリシャ文字)

フルキーボードの各キーからの演算操作は、テンキーの上下左右方向にフリックで入力する方法ではなく、各キーをプレスした時に上部にキー上部の吹き出しから選択する形式とした。これは、テンキーに比べてフルキーボードの各キーが小さいため、フリック形式では操作性を損なう可能性があるためである。演算操作として、 $+x$, $-x$, $\cdot x$, x^\square , \square^x を吹き出し内に配置した。



図4 拡張フルキーボードにおける演算操作

3. STACK 用数式入力タイプ

今回開発した拡張フルキーボードは、従来の MathDOX, フリック式数式入力と合せて、数学オンラインテストシステムの一つである STACK 用の新しい入力タイプとして準備中である。問題作成の際、解答の入力形式として、今回の数式入力タイプを指定することで、学習者の利用環境に応じてデフォルトの入力タイプが、PC の場合は MathDOX, スマートフォンの場合はフリック式、タブレットの場合は拡張フルキーボードに自動で設定される。

4. まとめ

数式入力タイプのオンラインテストを受験する場合、PC だけではなくスマートフォンなどのモバイルデバイスでの利用を可能にすることは、ドリル的な計算練習機会を増やすことにつながると考え、我々は、数学オンラインテストシステム STACK の利用を想定して、従来開発したモバイルデバイスでも容易に数式入力可能なフリック式の数式入力支援環境に、フルキーボードを利用可能できるように機能拡張を行った。これにより、学習者が PC でオンラインテストに取り組む場合は MathDOX, タブレットの場合は拡張フルキーボード、スマートフォンの場合はフリック式数式入力がデフォルトで利用可能となるような、STACK 用の新しい数式入力タイプを提供することが可能となった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26282033 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 大阪府立大学高等教育推進機構, MATH ON WEB Learning College Mathematics by webMathematica, <http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/MathOnWeb/>, (2016.6.13 閲覧)
- (2) 樋口 三郎: “数式入力による数学評価システム Maple T.A. を利用した理工系学部での基礎教育”, 京都大学数理解析研究所講義録「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, Vol. 1978, 72-78 (2015).
- (3) Ja STACK.org, <http://ja-stack.org/>, (2016.6.13 閲覧)
- (4) 白井詩沙香, 福井哲夫: “数式自動採点システム STACK における数式入力方法の改善”, コンピュータ&エデュケーション, Vol. 37, pp. 85-90 (2014).
- (5) 中村泰之, 稲垣佑亮, 中原敬広: “MathDox を活用した STACK への数式入力インターフェースの追加”, PC カンファレンス論文集, pp. 188-191 (2014).
- (6) 中村泰之, 中原敬広: “モバイルデバイス用数式入力インターフェースの開発”, 第 40 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 401-402 (2015).
- (7) Yasuyuki Nakamura and Takahiro Nakahara, “DEVELOPMENT OF A MATH INPUT INTERFACE WITH FLICK OPERATION FOR MOBILE DEVICES”, Proceedings of 12th International Conference on Mobile Learning, pp. 113-116 (2016).
- (8) maths/moodle-qtype_stack · GitHub, https://github.com/maths/moodle-qtype_stack/, (2016.6.13 閲覧)
- (9) Chris Sangwin: “Computer Aided Assessment of Mathematics”, Oxford University Press (2013)