

数式曖昧入力変換方式による 数式入力インタフェースのスマートデバイス向け UI の試作 Prototype Mathematical Input Interface for Smart Devices using Predictive Algorithm for Converting Linear Strings

白井 詩沙香^{*1}, 福井 哲夫^{*2}
Shizuka SHIRAI^{*1}, Tetsuo FUKUI^{*2}

^{*1}大阪大学

^{*1}Osaka University

^{*2}武庫川女子大学

^{*2}Mukogawa Women's University

Email: shirai@ime.cmc.osaka-u.ac.jp

あらまし:我々は、数学 e ラーニングを対象とした数式入力インタフェースを開発してきた。本インタフェースは、数式曖昧入力変換方式を利用し、キーボードにより数式を普段読むように入力し、表示された変換候補から所望の数式を選択することにより、数式入力ができる。近年、e ラーニング学習環境は、情報通信技術の発展およびモバイル端末の普及により、スマートフォンやタブレットなど多様化している。本研究では、数式入力環境を広げるため、スマートデバイス向け UI を試作したので報告する。

キーワード: 数学 e ラーニング、数式入力インタフェース、スマートデバイス

1. はじめに

近年、情報通信技術の進展により、多くの教育機関で学習管理システム (Learning Management System, 以下, LMS) を活用した e ラーニングが導入されている。LMS の基本機能のひとつに、学生の理解度の確認や演習を行うためのオンラインテスト機能がある。従来のオンラインテストは、多肢選択や空所補充などが主流で、理数系科目の演習に必要な数式を解答形式としたテストは難しかったが、数式の自動採点を可能とした数学オンラインテストシステムの登場により、実現できるようになった。現在では、STACK⁽¹⁾, MATH ON WEB⁽²⁾, Maple T.A.⁽³⁾といった数学オンラインテストシステムが活用されている。一方、課題もいくつかあり、その一つに数式入力の負担が挙げられる⁽⁴⁾。現在、数学オンラインテストで利用されている数式入力方式は数式の正誤判定に利用している数式処理システム (Computer Algebra System, 以下, CAS) の文法に従って入力するテキストベース入力方式と Word の数式入力エディタのような GUI を用いた構造ベース入力方式の 2 種類がある。例えば、 $4\sqrt{2}$ と入力する場合、テキストベース入力方式では、“4*sqrt(2)” のように CAS の文法に従って入力しなければならず、初学者のつまずきの原因となっている。一方、構造ベース入力方式も数式構造を把握し、適切なテンプレートを選択する必要があり、初学者にとって負担が大きい。

さらに、学習環境の多様化に伴い、従来の PC 環境に加え、スマートフォンへの対応も検討する必要がある。数式入力については数字と記号が混在するため、スマートフォンで入力をする際は、キーボード画面の切り替えが多発し⁽⁵⁾、入力時の負担が大きくなると考えられる。本研究では、スマートデバイスにおける数式入力環境を改善するために、数式曖

昧入力変換方式^(6,7)によるスマートデバイス向けの数式入力インタフェースを試作したので報告する。

2. 数式曖昧入力変換方式

数式曖昧入力変換方式とは、数式を読むように曖昧な文字列を入力し、算出された変換候補から所望の数式を選択することで数式入力ができる方式である。「数式曖昧文字列」とは、数式に表示されていない記号は入力せず、数式要素に対応するキーワードを読む順番に入力することを指す。例えば、表 1 のように、 $4\sqrt{2}$ の場合は、“4root2” と、 4 と $\sqrt{2}$ の間の表示されない積記号は入力しない。また、分数では CAS のような区切り括弧も不要である (表 1)。

本方式を実装した数式入力インタフェース MathTOUCH⁽⁶⁾による数式入力手順を図 1 に示す。Step 2 に示す変換候補の算出には機械学習による予測アルゴリズムを使って最適候補を提示している⁽⁷⁾。

表 1 数式曖昧文字列の例

数式例	数式曖昧文字列	CAS の例
$4\sqrt{2}$	4root2	4*sqrt(2)
$\frac{x+3}{x+1}$	x+3/x+1	(x+3)/(x+1)
$\sin^3 x$	sin3x	sin(x)^3



図 1 MathTOUCH による数式入力手順

3. スマートデバイス向け UI の開発

前章で述べた数式曖昧入力変換方式を実装した数式入力インタフェース MathTOUCH のスマートデバイス向け提案インタフェースを図2に示す。本インタフェースは、スマートデバイスの機種に依存しないよう JavaScript で実装を行った。使用するデバイスを判定し、PC の場合は従来通り図1に示すインタフェースが、スマートフォンやタブレットの場合は図2の提案インタフェースが表示される。

提案インタフェースは、キーボード上部の変換候補エリア、左側の標準キーボードエリア、中央のキータ입エリア、右側の基本操作エリア、そして下部の特殊文字キーボードエリアの5つのエリアから構成される。候補選択はキーボードの右側の列に配置される Next か矢印をタッチするか、候補リストから所望の数式を直接タッチすることで、入力できる。

キーボードは、標準キーボードが3種類とギリシャ文字や数学記号専用のキーボードが8種類を用意した。前章で述べたように、MathTOUCH は数式要素に対応するキーワードを入力すれば、それに紐づく変換候補を算出してくれる。この数式曖昧入力変換方式と変換アルゴリズムの特徴により、一般的な数式は標準キーボードより入力ができるため、一章で述べたキーボード画面の切り替えの多発による入力効率の低下を防ぐことができると期待できる。しかし、ギリシャ文字や数学記号の読み方（キーワード）がわからない場合もあるため、ギリシャ文字や数学記号専用のキーボードから入力ができるよう工夫した。例えば、 α と入力したい場合は、図3に示す標準キーボードの“a”あるいは図4のギリシャ文字キーボード（キーボード下部の“ π ”記号のアイコンより起動）から直接“ α ”記号を指定することで入力できる。



図2 スマートデバイス向け UI



図3 標準キーボード



図4 ギリシャ文字キーボード

4. まとめと今後の課題

本研究では、スマートデバイスにおける数式入力環境を改善するために、数式曖昧入力変換方式によるスマートデバイス向けインタフェースの試作を行った。今後は、数式入力タスクのパフォーマンス比較実験により提案インタフェースの効果・効率・満足度の検証を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K16178, 17K00501 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Ja STACK.org, <http://ja-stack.org/>, (2015.6.8 閲覧)
- (2) 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/>
- (3) Maple T.A.: <http://www.maplesoft.com/products/mapleta/>
- (4) 中村泰之, 大俣友佳, 中原敬広, 「STACK の問題作成ツールの開発と STACK3 に向けて」, 数式処理, Vol.19, No.2, 2013, pp.33-36.
- (5) 中村泰之, 中原敬広: “モバイルデバイス用数式入力インタフェースの開発”, 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)
- (6) 白井詩沙香, 仲村裕子, 福井哲夫: “数式自動採点システムにおける数式入力インタフェースの提案と評価”, 情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」, Vol.1, No.3, pp.11-21 (2015)
- (7) Fukui, T. and Shirai, S.: “Predictive Algorithm for Converting Linear Strings to General Mathematical Formulae”, Human Interface and the Management of Information: Supporting Learning, Decision-Making and Collaboration, Lecture Notes in Computer Science, Vol.10274, Springer, pp.15-28(2017)