

# 機械学習による数式予測アルゴリズムを実装した MathTOUCH の試作

武庫川女子大学・生活環境学部 白井 詩沙香 (Shizuka Shirai)  
福井 哲夫 (Tetsuo Fukui)  
School of Human Environmental Sciences,  
Mukogawa Women's University

## 1 はじめに

多くの教育機関において、リメディアル教育や生徒の自主学習に e ラーニングが導入されている。特に、学習者の解答を自動採点し、即時フィードバックするオンラインテスト機能は、生徒の理解度の計測や知識定着に活用されている。

これまで、オンラインテストの解答形式は、空所への数値入力や多肢選択形式が主流であったが、近年では、数式による解答の正誤判定を実現したオンラインテストシステム（以下、数式自動採点システム）が注目を集めている [1, 2, 3, 4]。数式による解答の自動採点が可能となったことで、数学 e ラーニングにおいて、より正確な生徒の理解度を計測でき、提供する問題の幅も広げることができる [3]。

しかし、現在の数式自動採点システムは解答の数式入力方法が煩わしく、学習者に負担をかけていることが指摘されている [1]。2015 年現在、数式自動採点システムでは、数式処理システム（以下、CAS）の数式表現をテキストエリアに入力する方法（以下、テキストベース入力方式）と数式構造や数学記号のテンプレートを選択し、数式を作図するように入力する方法（以下、構造ベース入力方式）が採用されている。CAS コマンドの文法に従って入力しなければならない点や構造を把握してから構造の順番に入力しなければならない点は、自然な数式の入力手順ではなく、ユーザに負担をかけている [5]。

これまでに我々は、数式自動採点システムの数式入力方法を改善することを目的に、例えば、 $\sqrt{2}$  は「root2」のように普段読むような曖昧な文字列（以下、数式線形文字列）で入力し、日本語の仮名漢字変換のように、変換することで数式入力ができるインタフェース（以下、MathTOUCH）を提案し、操作性と満足度の観点から有用性を実証してきた [6, 7]。しかし、数式要素毎に左から順番に変換しなければならない点や CAS コマンドのように括弧でオペランド範囲を指定しない代わりに変換時に指定しなければならない点について、改善の必要性が示唆された [6, 7]。そこで本研究では、上記課題を解決することを目的に、2015 年に福井が提案した数式予測アルゴリズム [8] を MathTOUCH に組み込むことを試みる。

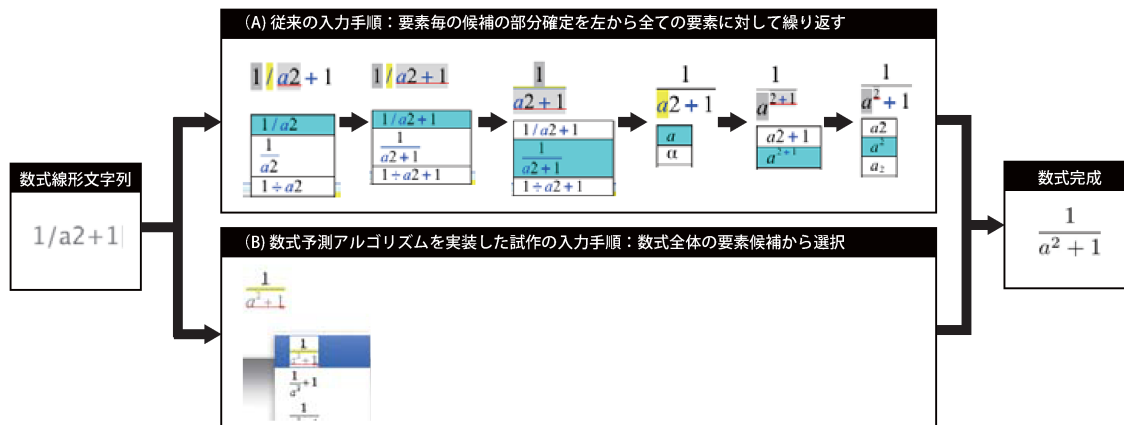


図 1: 数式変換過程への実装

## 2 数式予測アルゴリズムとインタフェースへの実装

2015年に福井が提案した数式予測アルゴリズム [8] は、構造化パーセプトロンによる機械学習技術を応用し、線形文字列から数式予測が行えるようにしたものである。出現頻度を予測値として、数式を構成する各数式要素にスコアを付与し、それらの合計値が最大となる数式から予測候補を提示する。高校の教科書「数学 I」の「数と式」、「方程式と不等式」、「2次関数」で扱われている 800 の数式からなるデータセットによる評価実験では、ベスト 10 までの正解率は 95.0% となり、実用レベルに近い精度が得られている。詳細は文献 [8] を参照していただきたい。

本研究では、このアルゴリズムを MathTOUCH へ図 1 のように実装した。数式線形文字列から数式完成までの変換過程について、図 1 のブランチ (A) は従来の手続きを表しており、ブランチ (B) が上記の予測アルゴリズムを使い、数式全体の予測候補を選択するだけで数式が完成する。この予測変換実装 MathTOUCH を使い、変換を開始した際の様子を図 2 に示す。数式線形文字列を入力した後、変換を開始すると、数式全体の候補がスコアの高い順にリスト形式で表示される。これにより、候補をベスト 10 まで提示すれば、文献 [8] の結果から理論上 95.0% の精度で所望の数式が 1 回の変換操作によって入力できることになる。

## 3 まとめと今後の課題

本論文では、数式入力インタフェース MathTOUCH のインテリジェント化を目的に、2015年に福井が提案した機械学習による数式予測アルゴリズムを実装した MathTOUCH の試作について報告した。本試作の数式予測変換実装 MathTOUCH により、数式入力のための変換効率は向上する。しかし、前章で述べたように、所望する数式を 100% 予測することは不可能であるから、予測から漏れた場合の対処方法が必要である。本発表時点では、この場合の対処は図 1 のブランチ (A) で従来通りの入力手順に切り換えて行っている。今後、この問題点を解決することが課題である。

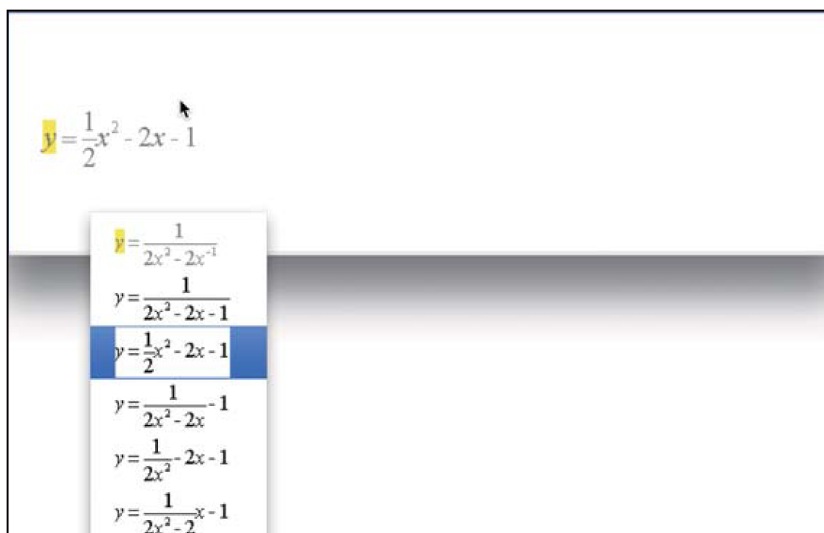


図 2: 予測アルゴリズムを応用した MathTOUCH の試作

## 参考文献

- [1] CIEC 研究会：「第 100 回研究会報告書」， CIEC 第 100 回研究会報告書， pp.1-6， 2014.
- [2] 大阪府立大学高等教育推進機構： MATH ON WEB Learning College Mathematics by webMathematica(online)， <http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/MathOnWeb/> (2014.12.8 閲覧).
- [3] 中村泰之：『数学 e ラーニング 数式解答評価システム STACK と Moodle による理工系教育』， 東京電機大学出版局， 2010.
- [4] 谷口哲也， 根本洋明， 五十嵐正夫：「数学教育における Moodle と STACK の利用」， 数理解析研究所講究録， No.1865， pp.121-129， 2013.
- [5] Pollanen, M., Wisniewski, T., Yu, X. : 「XPRESS: A Novice Interface for the Real-Time Communication of Mathematical Expressions」 , In Proceedings of MathUI2007, 2007.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 福井哲夫：「数式曖昧表記変換型数式入力の機械学習による数式予測と精度」， ARG Web インテリジェンスとインタラクション研究会 第 6 回研究会予稿集， pp.67-72， 2015.