

# タッチパネルによる筆算支援システム

明治大学 総合数理学部・先端メディアサイエンス学科 南部 慶介 (Keisuke Nambu)  
Department of Frontier Media Science, Meiji University,  
明治大学・総合数理学部 阿原 一志 (Kazushi Ahara)  
Department of Frontier Media Science, Meiji University,

## 1 システムの概説

現在普及しているコンピュータの数式入力システムは Word の数式モードや TeX がその代表的な例として挙げられるが、これらはユーザが様々なルールや制約を覚えている必要があり、誰でも簡単に扱えるものとは言えない。このことから、中等教育の教育現場に数式入力システムを導入するとすると、そのルールを覚える煩雑さから、普及しにくい可能性がある。本研究ではタッチパネル端末を使った手書きで直感的に数式を入力するシステムの開発を行うことでそういった問題を解決し、レポート等での数式の入力や手計算の計算支援を行えるシステムを目標として開発を行っている。ここで紹介するものは目標の初期段階として開発した手書きで筆算練習ができるシステムである。

## 2 何故タッチパネルなのか

タッチパネルはここ数年で急速に発達し、スマートフォンやタブレット端末が普及している。このことに伴い、一部の小中学校での授業や通信教育等でタブレット端末が使用されるようになってきており、タッチパネル端末は電子教材デバイスとしての期待が高まっている。しかしその一方で、数式入力に関する技術が遅れていると言わざるを得ない。

キーボードには数学記号等を割り当てられるキーの数に限界があるが、タッチパネルの手書き入力にはキーやボタンの個数や種類についての物理的な制約が無いこともタッチパネル端末を前提として研究する理由の一つである。本研究では、キーやボタンには極力頼らずに数式入力ができるようなシステムを目指しており、タッチパネル固有の UI (ユーザーインターフェイス) を目指している。

## 3 システムの機能

本システムは手書きで筆算練習ができるようなものソフトウェアの試作品である。本システムを起動すると 2 桁以下のランダム数字同士の筆算テンプレートが表示される。筆算テンプレートは長方形のガイドが付いており、位取り計算を手書きで練習すること

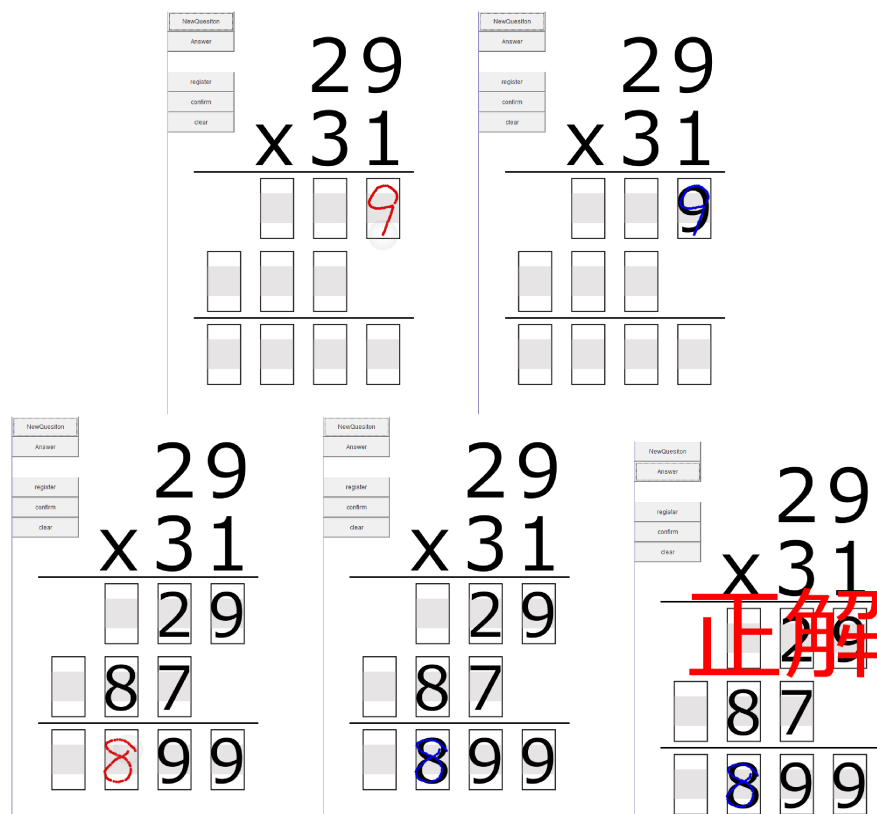


図 1:

ができる。長方形のガイドはあくまで目安であり、この中に数字を書きこまなければならないわけではない。長方形のガイドの付近に書かれた手書き数字は待ち時間なしでガイドの中に清書される(図1)。各種機能ボタンにより、計算結果の答え合わせ、手書き部分の全削除、新規問題のランダム生成、ユーザ固有の書き癖に対応する為の文字登録を行えるようになっている。他には横に長いストロークを手書き部分の上から書くことによる部分削除の機能もある。

## 4 文字判定アルゴリズム

手書き文字判定については、既存の HR(Handwriting recognition) エンジンを用いることも検討したが、将来にわたって十分有効なものであるかを決められないことから、本システムでは HR も実装を行った。まずユーザが書いた文字の軌跡となる点群データを取得し、軌跡の上下端、左右端によって定まる外接四角形を設定し、これを文字が書かれている領域とする。この領域を縦に3等分、横に5等分し、計15個のエリアに分割する。軌跡上の点がこれら15エリアのどこに位置するか、またその次の点との変分ベクトルが4分類された方向(上-下、右上-左下、右-左、右下-左上)のどれに該当するかを判断する。位置と方向のデータ列を登録されているデータ列と比較し、いくつかの基準(通過領域の並び、方向の並び)から最も似ていると判定されたものを採用する。

待ち時間なしのHRを実装するために、2画以上の文字については直前に書いたストロークとの位置関係を調べて同一の文字であるかを判断している。

## 5 考察

本システムはアルゴリズムやプログラム技術的な観点からは、既存の技術の組み合わせに過ぎない。しかし、手書き計算による計算をサポートするような教育目的のソフトウェアは前例に乏しく、本システムはプロトタイプ（試作品）としての意義があると考えられる。

電卓を用いて計算をするのとは異なり、計算練習をタッチパネル端末上に指を滑らせることによって行うことは教育的観点から意味があると考えられる。手元のノートで筆算をして、その計算結果をキーボードから入力させる教材の形態と比べてみると、タブレット端末だけで学習が完結するという利点がある。生徒の手書き文字をリアルタイムに取り取って検算できるソフトウェアを目標の第一段階としての試作品は成功したと考える。

## 6 今後の課題

かけ算の筆算システムはここで区切りとし、文字判定アルゴリズムの精度を上げるための見直しを行った上で、次の段階として多項式を扱った因数分解や展開などの計算をタッチパネル上の手書き計算で練習ができるシステムの開発に着手する予定である。その後も分数式や微積分の計算支援ができる様な物を開発していき、ゆくゆくはユーザの誤りの傾向を指摘する機能も実装したいと考えている。

これらの機能を持ったソフトウェアについての教育的効果を調べる調査研究も行う予定である。

開発したシステムを公開するサイトを準備中である。