

B-023

画像入力を伴ったグラフ電卓エミュレーション～携帯電話への実装～

Emulation of graph calculator with image input.

伊藤 哲也†、藤城 隆志‡、秦野 やす世†

Tetsuya Ito, Takashi Fujiki, Yasuyo Hatano

1. はじめに

数値解析を学ぶものにとって数値解析ソフトウェアは非常に便利で重宝するが、安価で扱いやすいものは決して多くはない。また、昨今の携帯モバイル技術の発展は目覚ましいものがある。携帯電話は幅広い層に普及しており、そのほとんどにカメラや電卓といった機能が備わっている。今回、グラフ電卓エミュレーションを開発した。ここでいうグラフ電卓とはグラフ表示機能を持った関数電卓のことである。更にこのシステムの一部を携帯電話へと実装させた。本論文ではそのシステム(以下: HATLAB)について述べる。

2. システムの概要

HATLAB では、ユーザ入力による対話的システムを実現し、陰関数表現の式のグラフ表示などをサポートする。また、携帯電話に付属している電卓は単純な四則演算しか行うことができず、関数や変数を用いた計算やグラフ表示といった機能は備わっていない。携帯アプリにおいて入力に手間が掛かるといった問題点があったが、式の入力を手入力の他に携帯カメラや QR コードなどを用いて読み取ることで解決策とした。図1に使用風景を示す。

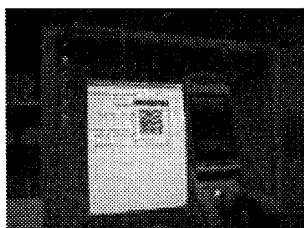


図1. 携帯電話の使用風景

2.1. 画像数式認識

HATLAB ではスキャナやカメラから取得した画像から数式文字列を読み取ることができる。この機能は他のOCR(光学文字認識)とは異なり、添え字や根号、分数など数式構造の認識に特化している。上付き文字・根号についての手法を、図2.1・図2.2に示す。

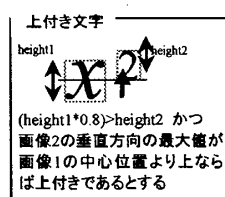


図2.1 上付き文字認識の手法

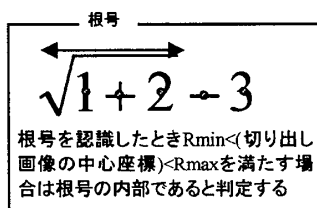


図2.2 根号認識の手法

その手法は、まず取得画像に対し2値画像化を行い、連結図形ごとにラベル付けを行う。ラベルそれぞれに対し文字のフェレ長(最小外接長方形)ごとに切り出す。原画像の各画素の平均濃度をパターンとする登録されたテンプレートとのマッチングを行う。識別にはユークリッド距離を用い、距離の最小値を与えるテンプレートに対応するクラスを識別結果とする。添え字や根号、分数など文字のサイズや位置情報をもとに正規化を行い、前後の文字の認識結果を基に文字の最適化を行い数式構造として認識度を高める。

2.2. 数式構文解析

ユーザの入力した数式はプログラムコードの中ではそのまま扱うことができないため、それらの文字列を数式として評価しなければならない。

構文解析の手法には複雑な式や、命令文などの解析を行うため再帰下降型構文解析法を用いた。式の再帰的な側面についての基本事項は、演算子の優先順位が暗黙であることと、式の構文解析と評価を行うこの手法が人間の算術式を評価するやりかたとよく似ていることである。本システムで採用した構文解析の手法は3で詳しく述べる[1]。

2.3. グラフ表示

グラフの描画は、ノンパラメトリック方式の陽的表現と陰的表現を使い分け描画を行う。陰関数式や図形の塗りつぶしの場合は判別関数 $f(x, y) = 0$ を用いた陰的表現を用いる。この手法は図形描画精度に優れる反面、しばしば実行効率に問題がある。計算量と画質はトレードオフの関係であり、計算量を減らすため解像度を落としても、最低限の画質と処理速度を得ることができるようにした[2]。図3にグラフの表示例を示す。

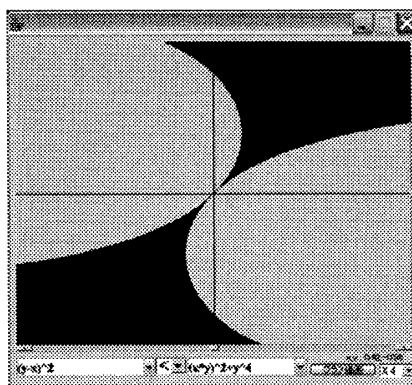


図3 グラフの表示例

† 中京大学情報理工学部

‡ レッドフォックス株式会社

2.4. 携帯アプリ

携帯電話において、入力パッドは手間がかかり非常に扱いにくい。そこで「QRコード」を用いた認識を試みた。QRコードの例を図4に示す。

また携帯電話のカメラ画像から式の入力が可能となっている。手書き文字認識は今回見送り、一般的な教科書・参考書などの活字文字認識のみとなっている。

また携帯電話では既存 Math クラスが使用できないため、自作の近似関数を用いて代用した[3][4]。



図4 QRコード例

3. グラフ表示の高速化

携帯電話のCPUの処理速度はパソコンに比べて約十倍近く遅い。携帯電話において、図3で示したようなグラフ表示を行う際、数式を入力してから表示するまで1分近い時間がかかることもあり、システムとしては欠点の1つになっている。

現在の構文解析は文字列を取得し、再帰下降型構文解析法によって処理される。

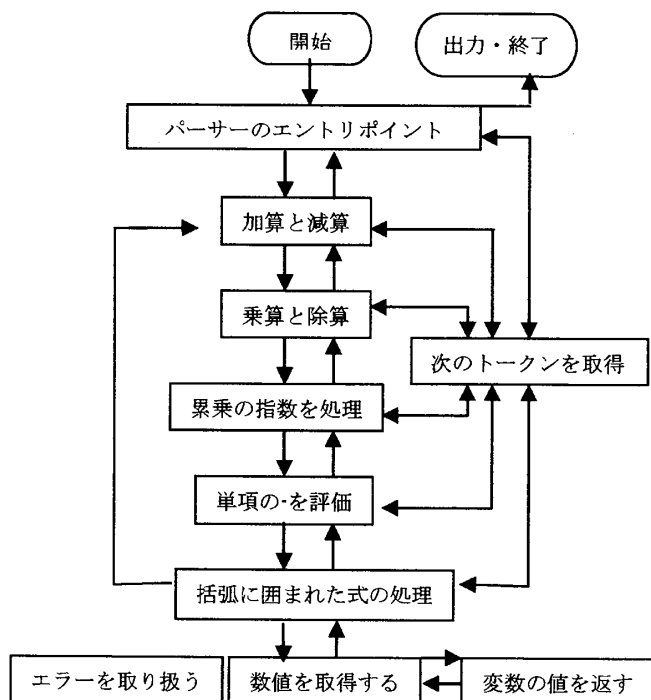


図5 構文解析の流れ図

上記の図5は構文解析の流れ図である。現状ではグラフ描画の際、1画素を描く度に図5で示す解析を毎回行っている。

今回、グラフ表示の高速化を行うために、この構文解析の処理を数式入力直後1回だけ行い、グラフ表示の際にはこの解析結果を利用して数値計算を行うようにする。携帯電話上での高速化が主眼であるが、パソコン上でも決して速いと言えるものではないので、まずパソコンでのグラフ表示高速化を行うことにした。

4. 今後の展望

今後の展望として画像数式認識における手書き文字への対応が挙げられ、認識精度の向上が課題である。

また、今回の開発は Docomo の一部でしか起動しなかったが、今後は他の携帯電話会社の携帯でも実行できるようプログラムの改変を行うという課題がある。

また HATLAB は携帯電話上での実行を実現し、従来の携帯に内蔵される電卓より高機能で、他の数式処理システムと比べ遜色ない機能を備えている。そういった点において、生徒にとってはコンピュータや電卓よりも、一番身近な携帯電話は格好の教材となるのではないだろうか。

また当研究室で作成されたその他の数値計算システムを機能の一部として取り込むことができ、高機能な数値解析ソフトウェアへの発展を目指す。

5. 最後に

本論文では、生徒や学生に対してなじみのある携帯電話と数値計算を扱うコンピュータとを結びつけ能動的な学習意欲を喚起立てるための架け橋としてのシステムの提案を行った。本研究の成果[5][6]が、数値計算分野の発展に寄与し、コンピュータや携帯端末を知的活動の支援として利用できるようになることを期待できる。

参考文献

- [1] Herbert Schilt+James Holmes. 実習 JAVA 技術評論社,2004
- [2] 足利裕人、グラフ電卓で楽しむプログラミングワールド,2000
- [3] 布留川英一、「i アプリゲーム開発テキストブック」毎日コミュニケーションズ,2005
- [4] アスキー書籍編集部[著]「i モード Java プログラミング」、ASCII,2004
- [5] 藤城隆志、「画像処理を伴ったグラフ電卓エミュレーション-携帯電話への実装-」中京大学大学院情報科学研究科 修士論文,2007
- [6] 伊藤哲也 藤城隆志、「画像入力を伴ったグラフ電卓エミュレーション-携帯電話への実装-」電子情報通信学会 ソサイエティ特別企画,学生ポスターセッション,2007