

手書き数式入力対応数式処理システム AsirPad

A Computer Algebra System with Handwriting Interface for Mathematical Expressions AsirPad

藤本 光史 *

Summary. Linux 搭載 PDA である Sharp の Zaurus に、数式を手書き入力し、その計算を行う数式処理システム AsirPad を開発した。手書き数式認識のアルゴリズムは Windows 用数式エディタ InftyEditor で使用したものを採用し、数式処理エンジンには国産数式処理システム Risa/Asir を利用した。本システムは教育利用を強く意識して開発されたものであり、福岡県内の中学校でこれを用いた RSA 暗号に関する授業を行い、PDA と手書き数式インターフェースの有効性について調査した。

1 システム構成

ハードウェア	Zaurus SL-C750 以降
CPU	Intel XScale PXA255
メモリ	64MB
OS	Linux Kernel 2.4.18
GUI 環境	Qt/Embedded 2.3.2
API 環境	Qtopia 1.5.4
数式処理ソフト	Risa/Asir
通信プロトコル	OpenXM
手書きアルゴリズム	Infty に搭載のもの

2 スクリーンショット

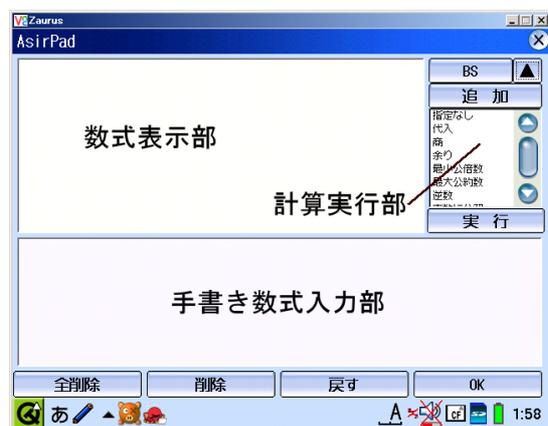


図 1. AsirPad のユーザインタフェース

そのため、GUI アプリケーションを作成するには、Qt/Embedded 及び Qtopia の API を使う必要があった。手書き数式の認識アルゴリズムについては、Infty プロジェクトが開発した Windows 用の数式エディタ InftyEditor [1] で採用されているアルゴリズムを用いた（アルゴリズムの詳細は、参考文献 [2, 3] を参照）

3.2 数式表示部及び計算エンジン

数式表示部も上記の手書き数式入力部と同様に、InftyEditor の数式表示部のコードを Qt/Embedded 及び Qtopia の API で書き換えることで実装を行った。また、InftyEditor と親和性を高めるために、扱う数式の内部形式も InftyEditor と同じ XML 形式 (IML2.5) を採用した。計算エンジンとしては、国産の数式処理システム Risa/Asir [4] を採用した。以下は入力データの通信経路図である。

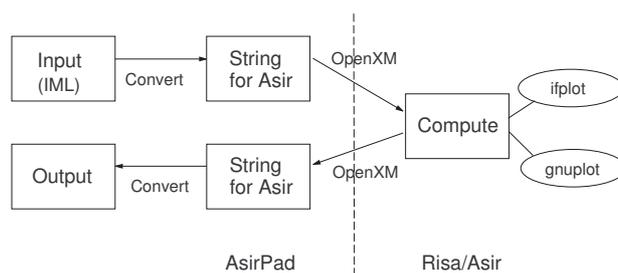


図 2. 通信経路

3 コンポーネント概要

3.1 手書き数式入力部

Zaurus の GUI 環境は、ノルウェー Troll Tech 社の Qt/Embedded 及び Qtopia を利用している。

Copyright is held by the author(s).

* Mitsubishi Fujimoto, 福岡教育大学 教育学部 情報教育講座

3.3 OpenXM 通信部

計算エンジンである Risa/Asir との通信には、神戸大学を中心とした「数学ソフトウェア間の通信規約に関するプロジェクト」によって研究され、定められた仕様である OpenXM プロトコルを採用した。現在、OpenXM を利用可能な数式処理ソフトとして、Risa/Asir, Mathematica, gnuplot, PHC, kan

などがある．OpenXM を利用することにより，一つのインターフェースから様々な数式処理ソフトを透過的に利用することが可能となる．また，いくつかのソフトを組み合わせた複雑な計算も実行可能となる．AsirPad と Risa/Asir はこの OpenXM プロトコルを用いたソケット通信によってデータのやりとりをしている．

4 操作方法

AsirPad による基本的な計算手順は以下の通りである．

1. 数式入力部に計算させたい式を手書き入力
2. 決定ボタンをクリック
3. 数式表示部に認識結果が表示
4. 計算種類を選択し，実行ボタンをクリック
5. 数式表示部に計算結果が出力

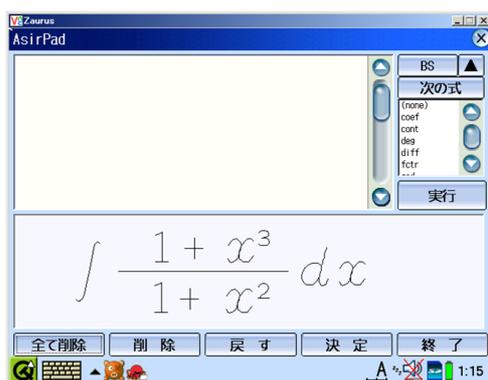


図 3. 手書きによる数式入力

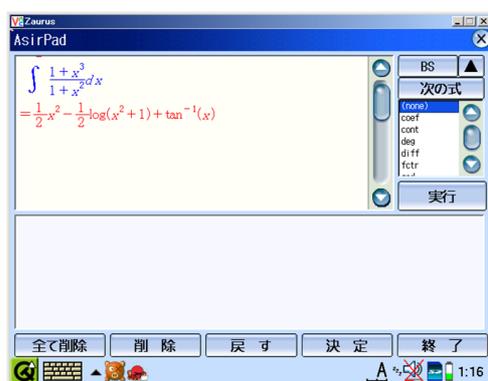


図 4. 計算結果の表示

この他に，連立方程式のような 2 個以上の数式を入力するための数式追加ボタン，及び簡易的な履歴編集ボタンが用意されている．

5 関数グラフ描画機能

パラメータを持った関数の性質を理解するには，そのパラメータの値を変化させることで，グラフがどのように変化するかを見ることが重要である．AsirPad は，1 個のパラメータを持つ陽関数のグラフ描画機能を有している．パラメータの値の変更は，ペンでスライダーを操作することで変化させることが可能である．

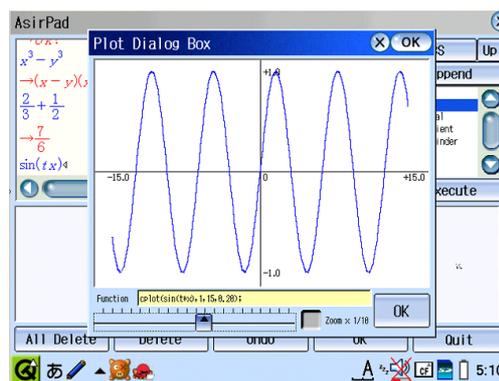


図 5. AsirPad のグラフ描画機能

6 利用可能な計算機能

現在利用可能な主な計算機能は以下の通りである．

- 有理数演算 – 最大公約数，最小公倍数，階乗
- 多項式演算 – 因数分解，無平方分解，終結式
- 連立一次方程式
- 数列計算
- 微分積分
- 関数グラフ描画

参考文献

- [1] M. Fujimoto, T. Kanahori and M. Suzuki. Infy Editor – A Mathematics Typesetting Tool with a Handwriting Interface and a Graphical Front-End to OpenXM Servers. In *Computer Algebra – Algorithms, Implementations and Applications*, RIMS Kokyuroku Vol.1335, pp. 217–226, 2003.
- [2] T. Kanahori, K. Tabata, W. Cong, F. Tamari and M. Suzuki. On-Line Recognition of Mathematical Expressions Using Automatic Rewriting Method. In *Advances in Multimodal Interfaces – ICMI2000*, Lecture Notes in Computer Science 1948, Springer, pp. 394–401, 2000.
- [3] H. Okamura, T. Kanahori, W. Cong, R. Fukuda, F. Tamari and M. Suzuki. A Handwriting Interface for Computer Algebra Systems. In *Proceedings of the Fourth Asian Technology Conference on Mathematics*, pp. 291–300, 1999.
- [4] Risa/Asir, <http://www.math.kobe-u.ac.jp/Asir/>.