

AsirPad の関数グラフ描画機能について*

藤本 光史

MITSUSHI FUJIMOTO

福岡教育大学

FUKUOKA UNIVERSITY OF EDUCATION†

1 はじめに

小・中・高等学校などの教育現場へのパソコンの導入はほぼ完了したと言える。しかし、普通教室でのコンピュータ活用は進んでいるとは言えない。著者が 2004 年に行った調査によれば、現場の教師達は教育に対するコンピュータの有効性を認識している一方で、「これまでの授業スタイルを崩したくない」という意識を持っている。そして、現在のパソコンが起動時間・大きさ等の点で普通教室での利用に向いていない、ということが普通教室でコンピュータ活用が進まない大きな要因となっていると思われる。

これらの問題を解決するデバイスとして、Personal Digital Assistants (PDA) が挙げられる。PDA は電卓並の大きさで起動も速い。2003 年に筆者は福岡県産業・科学技術振興財団より RSP 事業（研究成果育成型）の助成を受けて、PDA に手書き数式インターフェースと、数式処理システム Risa/Asir との通信機能を実装して、PDA 用の手書き数式入力対応数式処理システムのプロトタイプ AsirPad を開発した ([1])。2004 年には、松下教育研究財団からの助成を受けて、AsirPad を用いた RSA 暗号に関する実践授業を中学校で実施した ([2])。この実施結果から、手書き数式インターフェースの有効性が検証でき、さらに、学校現場において PDA のような小型コンピュータに対するニーズがあることを明らかにすることができた。また、教育用小型コンピュータに求められる機能として、関数電卓機能、関数グラフ描画機能、そして、筆算機能などがあることもわかった。

本稿では、現在開発中の AsirPad の関数グラフ描画機能の設計と実装について解説する。

2 設計思想

AsirPad のユーザインターフェース (UI) は、Purpose-based Customizable/Customized User Interface (PCUI) の概念で設計されている。筆者は、UI の設計には、目的に合わせて、(1) 利用場面 (Scenes)、(2) 利用内容 (Contents)、(3) 利用者 (Users) の 3 要素について特に考慮する必要があると考えている。ここでは、これらを考慮して設計された UI を PCUI と呼ぶことにする。また、ユーザが目的に合わせてカスタマイズ可能なように設計された UI も PCUI と呼ぶことにする。

筆者は、AsirPad の利用場面を学校現場の普通教室、利用内容を算数・数学、利用者を小・中・高校生と設定することによって、入力方法と表示方法に関する仕様を明確に定め、それを実現するためのコンポーネント、各コンポーネントに対する追加すべき機能と削除すべき機能を整理することができた。

*本研究の一部は文部科学省 科学研究費補助金 萌芽研究 (課題番号 16650212) からの助成を受けて実施されたものである。

†fujimoto@fukuoka-edu.ac.jp

3 隠蔽性

学校現場向けの AsirPad の開発には、隠蔽性 (Concealment) という点について、特に注意を払った。AsirPad のベースは、九州大学大学院数理学研究院の鈴木昌和研究室を中心とする Infty プロジェクト ([3]) で開発された Windows 用の手書き数式入力対応エディタ InftyEditor ([4]) である。2002 年に筆者は、OpenXM プロトコルを利用して様々な数式処理システムと通信し、数式の計算を行う機能を InftyEditor に実現した ([5])。

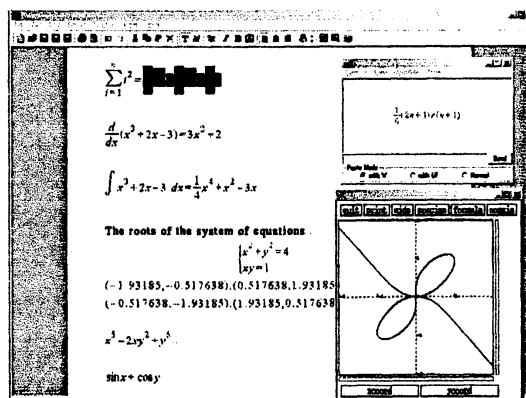


図 1: InftyEditor 上での計算機能

この計算機能付き InftyEditor から、数式編集機能、印刷機能、 $\text{\LaTeX}$ /HTML/MathML 変換機能などを削除して、AsirPad のフルバージョンを設計・実装した。そこから、学校現場に不要なボタンや高度なメニューを隠蔽し、さらに、手書き辞書からも学校現場で不要な文字を省くことで、中学生用 AsirPad を作成した。

このように、一般用のソフトウェアを教育利用する場合、利用者に合わせて様々な機能を「隠蔽」することは非常に重要なことだと思われる。

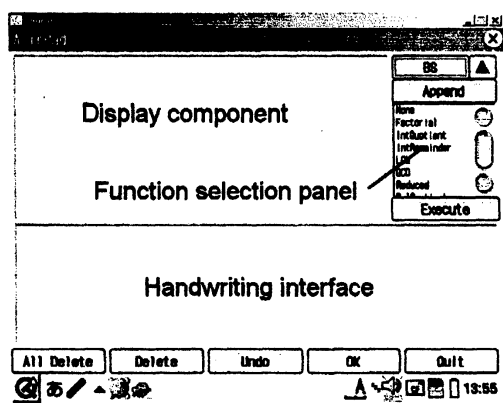


図 2: AsirPad フルバージョン

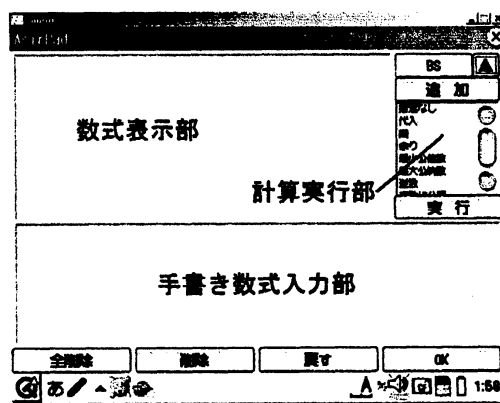


図 3: 中学生用 AsirPad

4 関数グラフ描画のための PCUI

関数グラフ描画機能のための UI を設計する際に、既存の関数グラフ描画ソフトの仕様を参考にした。そのソフトは、FunctionView ([6]) と GRAPES ([7]) である。

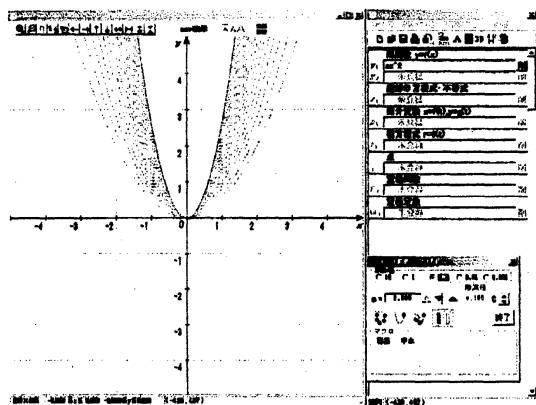


図 4: FunctionView

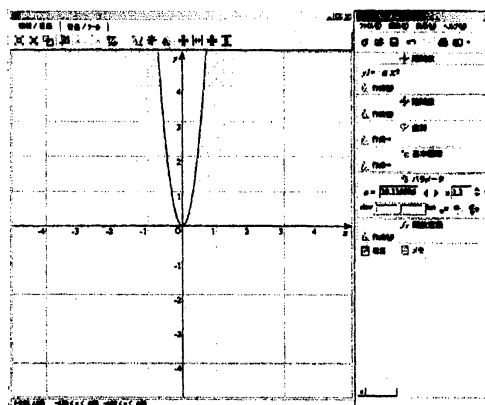


図 5: GRAPES

どちらも、教育現場で大変定評ある関数グラフ描画ソフトである。この二つのソフトの機能の中から、教育用グラフ描画ソフトとして欠かせない次の機能を選択した。

- パラメータ付きの関数の描画
- 前に描画した関数グラフを色を変えて同じダイアログ内に表示
- グラフの拡大・縮小

これらの機能の選定方法も、前節で述べた「隠蔽性」と言える。

5 ペンの活用

PDA は小型のコンピュータというだけでなく、ペンベースの操作性を有していることも大きな特徴である。上では隠蔽による機能の削減を中心に述べてきたが、ここでは、関数のグラフ描画にどのようなペン操作が利用可能で効果的かについて述べる。

5.1 パラメータの値変更

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。そのパラメータの値の変更方法は、数値を具体的に入力するよりも、ペンでスライダーを操作することで変化させる方が、操作性がよいと思われる。

5.2 ペン操作による拡大・縮小

グラフを拡大・縮小することは、グラフの大域的な形状と、局所的な形状を見るために重要である。拡大したい部分をペンで囲み、その囲みを拡大・縮小することでグラフの部分的な拡大・縮小をできるように

する。

5.3 接線の作図

接線は高校数学の微分積分に欠かせないものである。これを作図する場合も、ペンが有効と考えられる。具体的には、グラフの描画後、画面上にペンを用いて点 A をプロットし、「接線描画ボタン」を押すと、自動的に A を通り、そのグラフに接する接線が表示されるというものである。

5.4 グラフの視点変更

描画されたグラフの回転させ視点をを変えることは、黒板では難しい操作である。この機能は、グラフをペンでドラッグすることで行うものとする。

6 実装方法

6.1 計算エンジンについて

AsirPad の手書き数式インターフェースにより入力された数式は、以下の計算経路のように処理され、プロット情報を得る。

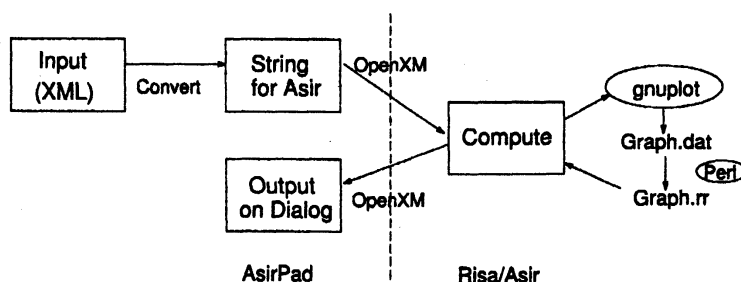


図 6: 計算経路

計算サーバは Risa/Asir(ox_asir) であり、現在は、C の Math ライブラリにより計算する方法と、汎用グラフ描画ソフト gnuplot を ox_asir から呼び出して計算する方法の 2 つが選択可能である。

この他に、Risa/Asir の関数描画エンジン ox_plot からプロット情報を得る方法も実装する予定である。ox_plot を使用すれば、陽関数だけでなく、陰関数のグラフも描画できるようになり、描画可能な関数を増加させることができる。

6.2 グラフのプロット

現在の AsirPad はシャープ製の Linux 搭載 PDA である Zaurus をターゲットにして開発を行っている。Zaurus の OS は Linux であるが、GUI は Qt/Embedded というフレームワークを直接制御する仕組みで実現されている。そのため、Zaurus 用の GUI ソフトはこの Qt/Embedded を用いて作成する必要がある。

以下にグラフ描画時のスクリーンショットを示す。

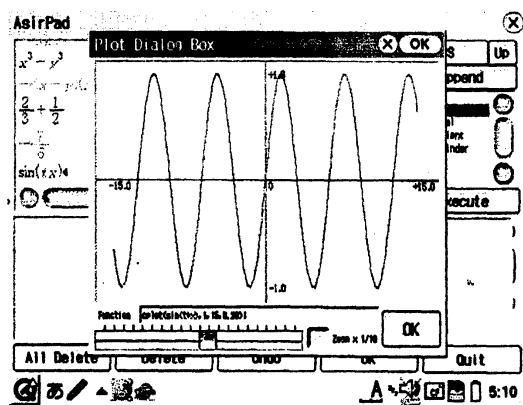


図 7: AsirPad のグラフ描画機能

7 結論と今後の課題

本稿では、ユーザインターフェース設計のための PCUI という概念を提案し、それに基づいて、AsirPad 本体及び、AsirPad の関数グラフ描画機能を設計し、実装したことを報告した。さらに、ユーザインターフェースには、「隠蔽」が重要であることを指摘した。また、グラフ描画に関するペンを活用した効果的なアクションについて考察し、その一部を実装した。

今後の課題としては、AsirPad 用に提案した機能の実装・検証と共に、AsirPad の User Customizability を高めるための仕組みについて検討することが必要と思われる。一方、PCUI や concealment の概念を整理し、ハードウェアに関わる部分も範疇に加えた統一的なソフトウェア設計に関する概念を構築したいと考えている。

参 考 文 献

- [1] 藤本 光史, PDA 用手書き数式入力インターフェース AsirPad の開発, 京都大学数理解析研究所講究録 1395, 「Computer Algebra – Design of Algorithms, Implementations and Applications」 (2004) 132-137.
- [2] 藤本 光史, 鈴木 昌和, 金堀 利洋, 数学授業における PDA と手書き数式インターフェースの有効性に関する研究, 平成 17 年度松下教育助成成果報告集, 財団法人松下教育研究財団 (2005) 31-38.
- [3] Infty project, <http://www.inftyproject.org/>
- [4] InftyEditor, CAI システム, <http://www.caisystem.co.jp/infty/>
- [5] M.Fujimoto, T.Kanahori and M.Suzuki, Infty Editor – A Mathematics Typesetting Tool with a Handwriting Interface and a Graphical Front-End to OpenXM Servers, *Computer Algebra – Algorithms, Implementations and Applications*, RIMS Kokyuroku Vol.1335, (2003) 217-226.
- [6] FunctionView, <http://hp.vector.co.jp/authors/VA017172/>
- [7] GRAPES, <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~tomodak/grapes/>