

行列学習支援ツール「行列電卓」の開発

2G-2

日高一義

日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所

1. はじめに

文部省の平成6年度学習用ソフトウェア研究開発事に業参加した、数学C対応ソフト研究開発グループ（代表：寺田文行早稲田大学教授）は、新しい高校のカリキュラム「数学C」における、行列を学習するためソフトウェアの研究開発を行なった。このソフトウェアは、ゲーム感覚で基礎概念を学習する為の導入部、基本語彙を検索できる用語辞書部、一次変換などをグラフィカルに学習できるシミュレーション部、及び、本論文で説明するツール部としての「行列電卓」より構成される。システムは、Windowsの稼動するパーソナルコンピュータ上で実現され、上記研究開発グループに参加したメンバーの高等学校において、評価・検討された。

2. 目的

新指導要領における高等学校の数学Cの行列の学習では、行列の基本演算、行の基本操作を学習したのちに、これを連立方程式の解法に応用することが課題としてあげられている。従来の、筆算における方法では、行列の各要素の「数値計算」にほとんどの労力が注がれてしまい、より算法的な観点から、行列の操作そのものの意義や仕組みを学習することには困難があった。そこで、行列

要素の計算は、コンピュータに任せることにより、行列計算の仕組みそのものの学習に集中できるような、ツール型ソフトの開発を目指した。学習者は行列を設定し、その計算方法を指示することにより、インタラクティブかつ、継続的に行列演算を計算機に行なわせる事ができる。コンピュータに不慣れな、生徒、教師でも簡単に使用できるように、ユーザーインターフェイスに「電卓」のメタファーを採用し、「行列電卓」と名付けた。

3. システムの概略

図1は本システムの画面を示す。画面上部の表示域に、入力される行列及び、演算結果の行列が表示される。演算結果の行列を次の演算の入力としてそのまま利用することができる。画面下部には、入力や演算の為の操作ボタンがある。行列の要素の選択、数値の入力、演算の選択・実行の手順により、学習者は任意の5 x 5までの行列に対

Development of a matrix calculator for learning high school mathematics.

Kazuyoshi Hidaka

IBM Japan, Tokyo Research Laboratory,
1623-14 Shimotsuruma, Yamato-shi, Kanagawa
242, Japan

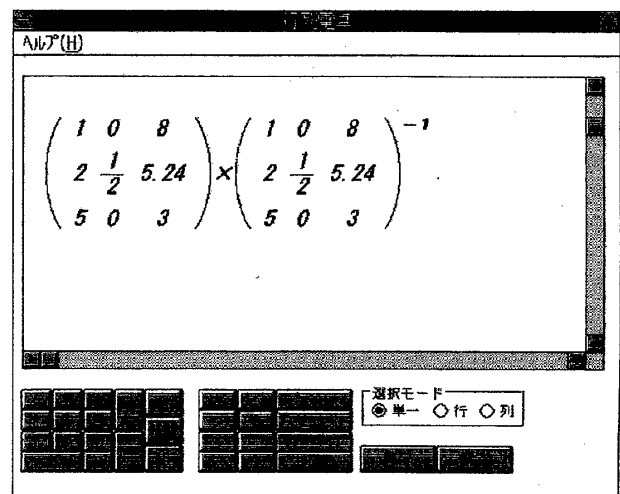


図1 行列電卓

し演算を行なう事ができる。行や列の概念に対する理解を促すために、要素の選択には、行単位、列単位で行なうモードを併設した。行列演算としては、スカラー積、行列間の和差積、行列式の値、逆行列、階乗、転置行列、を求める機能と、3種類の行の基本操作（二つの行を入れ替える、ある行をスカラー倍する、ある行をスカラー倍して他の行に加える）が実現されている。

行列の要素としては、整数、小数、分数が入力、表示、演算可能である。この実現のために、拡張数値クラスをC++のクラスの一つとして実現した。

4. 拡張数値クラスの実現

数学教育においてコンピュータを利用する場合、数値データの入力・計算・表示が問題とされる。すなわち、分数が、整数・小数と同様に入力モードの変更なしで入力できること、分数と整数の計算は分数として行い、結果は約分して、通常の分数の二次元的な表現で（「/」などの文字を用いないで）表示できる事、及び、これらの3種類のデータタイプを計算過程を通じて保持する事が、数学教育のメディアとしてのコンピューターには、求められているのである。特に、逆行列をくり返し求める、逆行列と元の行列を掛け合わせて単位行列になる事を確認する、連立方程式を掃出し法によって解く、等の行列演算においては、データタイプの違いを区別して演算を行い、かつ自在にユーザがこれを操作可能な、データ構造及びユーザ・インターフェイスが開発されなければならない。

本研究では、これらの問題を解決すべく、拡張数値クラスを、C++言語により実現した。

拡張数値クラスは、データに、整数及び、分数を表現するための2つ整数型変数、小数を表現する為の1つの浮動総数点型変数、画面表示に利用するRECT型変数、および幾つかの制御用フラグをもつ。また、メンバー関数として、データ入

力、四則計算、表示、及びマウスによる選択検査の為の関数がある。

拡張数値クラスの特徴は、整数・小数・分数が定義、計算できるだけでなく、これらを画面上に表示する機能、さらに、表示されている部分の全体、分数の場合には、分子・分母のいずれかがマウスにより選択されたか否かを判断する機能など、ユーザ・インターフェイスを実現するためのメソッドも、インプリメントされていることにある。これを、行列の各要素に適応することにより、分数を入力した場合に、行列全体の大きさを計算して、バランスのとれた表示をすることが可能となっている。計算の為の関数は、整数・分数・小数のなかの任意の二つのタイプの組みあわせ（6通り）の手続きが用意されている。分数を含む計算は、計算の前後に約分を行い、結果は、学習者が日頃から馴染んでいる表現で表示される。実現にあたっては、C++言語の持つオーバーライトの機能、データ隠蔽化の機能を有効に利用している。

5. まとめ

行列学習の為の、ツール型ソフトウェア「行列電卓」を実現することにより、電卓感覚での行列の掃出し法等の演算が可能となった。拡張数値クラスを考案することにより、ユーザ・インターフェイスを含めて、異種数値タイプの利用を実現する事ができた。このクラスは、本システムのみならず、整数・分数・小数をそのままの形で入力、計算、出力する要求の強い、数学教育用アプリケーション等にそのまま利用する事ができる。

参考文献

- [1] 寺田、吉村、他：数学C対応ソフト研究開発報告書、文部省平成6年度学習ソフトウェア研究開発委託事業報告、1995
- [2] 日高：高校数学C対応ソフト「行列電卓」、教育システム情報学会全国大会論文集、1995