

# 数式処理システムの HomePage 上での利用

神戸大学大学院 教育学研究科 杉山 武志 (Takeshi Sugiyama)

神戸大学 発達科学部 高橋 正 (Tadashi Takahashi)

## Abstract.

Java is an extension language designed. An Interactive use of applications on the home page is proposed to improve the new technology of the Internet.

There are few softwares in the classrooms of Japanese schools. An Interactive use of applications on the home page gives the traditional education the innovative and qualitative changes which include the revision of educational materials and/or enhancement of lecture style.

We propose methods for use of computer algebra system on the home page by using Java.

## 1. はじめに

数式処理システムをネットスケープやインターネットエクスプローラーなどのブラウザ上で使用することが可能である。これにより、数式処理システムがインストールされていないマシン上、もしくは、インストールされてはいるが非常に処理が低速なマシン上でもブラウザさえあれば高速なワークステーションの数式処理システムを使用することができ。インターネットのホームページ上で数式処理システムのインターフェイスを作成し、この技術を数学教育へ応用し、数式処理システムの新たな教育利用について考察する。

## 2. インターネットアプリケーション

現在インターネットは急激に普及しており、多くの人々がインターネットを通じて情報を提供・享受している。最近ではマルチメディア（文字や記号だけでなく画像、音声などを含んだデータ）化されたホームページも増加してきている。しかし、インターネットアプリケーション（ホームページを利用してアプリケーションを用いる。すなわちクライアントはアプリケーションをインストールせずにサーバのアプリケーションを使用する。）になるとまだまだ開発途上である。インターネットアプリケーションの分類として、現段階では次の3種類があげられる。

### 2.1. Simple Web

これは現在最もよく目にするホームページのことで、静的なページをめくるだけの一番単純なモデルといえる。クライアントはWebサーバに対してページの要求をし、Webサーバはクライアントに要求されたページを送信して処理を終える。

## 2.2. Interactive Web

ユーザがホームページ上のホームやフィールド、ボタンなどからデータ入力や選択が出来る対話型のモデル。Webサーバはユーザからのインプットを受け、処理をしてページを返す。http(Hyper Text Transfer Protocol)とサーバプログラムを稼働させるためにCGI(Common Gateway Interface)のテクノロジーを使用する。しかし、このモデルではページが送信された段階で通信を終えるので常時対話型モデルとは言えない。すなわちユーザが返信された情報に対して新たに要求する場合、実際には初めからプログラムが動くことになる。さらに受信から処理をして送信するまでのすべての動作をサーバ側で行うため、サーバに多大な負荷がかかる恐れがある。

これらの欠点を補うことができるのがJavaを用いた新しいモデルである。

## 2.3. Remote Application Web

旧来のクライアント・サーバモデルではクライアントすべてにクライアントプログラムをインストールしておかなければならなかったが、Javaを用いてブラウザ上で動かすことにより、その必要がなく、Javaの動くブラウザさえ入手すればよいということになる。

クライアントプログラムにJava Appletを用い、サーバと通信することによりCGIのモデルではできなかった常時対話が成立する。中継サーバを経由して、クライアントはサーバ側のアプリケーションをリモート処理できる。

## 3. Mathematica

Mathematicaは、カーネル(実際に計算を行う部分)とフロントエンド(ユーザとのやり取りを扱う部分)という、二つの部分に分けられる。カーネルとフロントエンドはMathLinkプロトコルで通信しており、通信は一つのコンピュータの内部で行うことも、ネットワーク上で異なるコンピュータ間で行うこともできる。

MathLinkとはMathematicaの表現を送受信するためのプロトコルである。MathLinkの用法は二つのカテゴリに分類される。まずはじめに、Mathematicaから他の言語でかけられた外部関数を呼ぶために用いられる。もうひとつは、外部プログラムからMathematicaを呼ぶために用いられる([1])。

Mathematicaのフロントエンドとカーネルの関係は、MathLinkを用いて外部プログラムであるフロントエンドからMathematicaの本体であるカーネルを呼び出して使用している。MathLinkの使用次第で自作のフロントエンドを作成することができる。

## 4. 数式処理システムのRemote Application Webの構築

これまでに示した技術を応用して、数式処理システムのRemote Application Webを、Mathematicaを用いて構築した。この方法は、Mathematica以外でも可能である。今回は、システム構築の例として、Mathematicaを用いた。

システムは数式処理計算をするMathematicaエンジン(Mathematica Kernel)、ホームページ上で動作するJava Appletのクライアント、及びそれらを接続するサーバプログラムからなる。このうちMathematica Kernel以外の部分を作成し、動作させた。

サーバプログラムの仕事はクライアントの接続の許可、Mathematica との接続、クライアントからのメッセージの受信、その Mathematica への送信、および Mathematica からのメッセージの受信、クライアントへの送信である。すなわち、サーバプログラムはクライアントに対してはサーバとして、Mathematica に対してはクライアントとして機能する。サーバプログラムは Java Applet と Mathematica を接続する働きを持つ。

Mathematica とサーバプログラムは MathLink を介して通信する。サーバプログラムはクライアントからの文字列を MathLink 関数で Mathematica に渡し、Mathematica からの結果を待つ。Mathematica は結果をパケットとして返す。MLNextPacket() で次に送られてくるものが何かを調べてそれに適した処理を行う。そして最終的にクライアントに送る。また、Mathematica のグラフィックス処理は PostScript という形式であるが、インターネット上で扱うために gif に変換した。

クライアントは Java のアプレットとしてホームページ上で動作するように作成した。サーバのポートに接続するためのソケットなどを完備し、サーバプログラムと双方向通信を行うネットワークアプリケーションとしての mathClient、Graphical User Interface を担当する GuiMath、常にサーバから送られてくるメッセージを監視し、読み取る guiReader、およびそれらがアプレットとして動作するためにある mathClientApplet からなる。また、Graphics を表示させるための ImageViewer もクライアントの内部に設定した ([2])。

## 5. 考察

今回の手法で数式処理システムがインターネット環境で手軽に扱えるようである。しかし、もっとも重要なことはそのインターフェイスが確立されているかどうかである。システムの有用性はユーザインターフェイスの善し悪しに大きく依存する。教育的に優れたインターフェイスとはユーザ（児童、生徒、学生、教員）の操作方法に対する負担を極力なくし、かつ気軽に使えるものである。本研究では教育の個々の場面での使用を可能にする技術を明らかにすることが目的である。個々の場面でのインターフェイスの設計はその場面ごとの研究に委ねる。今回のシステムも汎用性のあるクライアントプログラムを作成したため、ユーザとの窓口になるインターフェイスが優れたものとは言い難い。しかし、学校現場等で使用していくとなるとそれぞれの分野、単元に適したインターフェイス作りをしていく必要がある。

今回のシステムではインターフェイス部分とコアプログラムを分離させたため、新たなインターフェイスを作成するのは比較的簡単である。これらの特化したインターフェイスを作成し、現場で実践し、よりよい成果を得るためのデータを取る必要がある。

## 参 考 文 献

- [1] “MathLink Reference Guide”、Wolfram Research Inc.、(1993).
- [2] 杉山武志、高橋正、“Java によるネットワーク・アプリケーション”、神戸大学発達科学部紀要、(印刷中).