

遠隔教育への対応を目指したアセンブリプログラミング教育支援システム

今井慈郎*1 富田眞治*2 井面仁志*1 白木 渡*1 石川 浩*1
*1 香川大学工学部 *2 京都大学大学院情報学研究所

〒761-0396 香川県高松市林町 2217 番 20 香川大学工学部信頼性情報システム工学科
Tel: 087-864-2244 FAX: 087-864-2244 E-mail: imai@eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし

Java で記述されたアセンブリプログラミング教育支援システムについて報告する。本システムはアプリケーションとしてもスタンドアローンアプリとしても利用可能であり、アセンブリプログラミング演習などの教育支援を目的に開発された。システムには、専用メールクライアント機能を組込んでおり、演習時におけるプログラミングエラー状況などをアセンブリプログラミング実行状況と共に、指導者や TA などにメール送信し、適切なアドバイスなど受けることができる。

ノート PC 上などの Java 実行環境とインタ - ネット接続を前提条件としており、GUI ベースの操作性を有し、誰でも簡易に利用できる教育支援システムを目指している。本報告では、教育支援システム VisuSim の概要、メールクライアント機能を中心としたユーザおよび指導者の利用方法、遠隔教育支援における今後の課題などについて述べる。

キーワード：アセンブリプログラミング教育支援システム，ビジュアルシミュレータ，Java プログラミング，遠隔教育への対応，ユーザインタフェースの改善，メールクライアント機能の組み込み

Education Support System for Assembly Programming and Its Trial Application to Distance Learning

Yoshiro Imai*1 Shinji Tomita*2 Hitoshi Inomo*1 Wataru Shiraki*1 and Hiroshi Ishikawa*1
*1 Faculty of Engineering, Kagawa University *2 Graduate School of Informatics, Kyoto University

Faculty of Engineering, Kagawa University, 2217-20 Hayashi-cho, Takamatsu, 761-0396, JAPAN
Tel: +81-87-864-2244 FAX: +81-87-864-2244 E-mail: imai@eng.kagawa-u.ac.jp

Abstract

An education support system for assembly programming has been developed as an example of Web-based education tool with simple GUI facilities, which is written in Java Language, downloadable from Web server and executable on almost types of personal computer including Java virtual machine and major Web browsers. In order to utilize our system as an effective tool for distance learning, it is necessary to improve its facilities which can provide useful communication between teacher and student through LAN or Internetworking.

This paper describes some characteristics of our system, improvement of its user interface facilities, especially help functions and embedded mail handling modules, and an example model of distance learning for computer system or assembly programming.

Keywords: education system for assembly programming, visual simulator, Java programming, distance learning-oriented tool, improvement of its user interface, embedded mail client facility

1. はじめに

ビジュアルシミュレータ VisuSim[8]は計算機の内部動作や構造を把握し、計算機システムをできるだけ視覚的に理解することで、アセンブリプログラミング演習など様々な応用にも対応できる知識や技術を修得することを目的に開発された教育支援ソフトウェアである。VisuSimを利用することで、従来の講述筆記中心の講義と比較して、学生の計算機システムへの関心および理解が促進され、計算機内部の構造・動作を視覚的に理解させたいという初期の目的は一応達成できた。また、放課後や自宅での課題への取組みを支援する機能改善も進み、サンプルプログラムを基に学生各自が問題に挑戦する姿勢をレポートなど結果からも読み取ることができる。

VisuSimは当初、計算機の動作などをグラフィカルに表示し、理解を助けるツールとして開発を意図していたが、実際に利用すると設計時には想定していなかった問題点も多く発見された。そこで、ユーザインタフェースの改善を主眼として、今回、次のような機能追加を行なった。すなわち、ヘルプ機能の拡充であり、利用しているその場でプログラムトラブル等の質問を行なえる情報交換機能の提供である。実際には、高度な記述能力を有するJava Swingライブラリの採用と、Javaで記述したメールハンドラモジュールの組込みが作業の中心となった。このような機能改善で、ユーザインタフェースが改善され、教師・学生間、あるいは既修得学生・未修得学生間でダイレクトに情報交換する情報通信機能が付加でき、VisuSimを利用した計算機教育(アセンブリプログラミング演習を含む)をベースにした遠隔教育のサンプルモデルを提案できないかと模索している状況である。

本稿では、ビジュアルシミュレータ VisuSimの概要、これまでの利用形態と授業評価の現状、Java Swingライブラリを利用した改善・メールハンドラの組込み、そして遠隔教育への VisuSim の適用計画とその活用方法(遠隔教育の可能性)などについて、具体例を交えて報告したい。

2. ビジュアルシミュレータ VisuSim の概要

ビジュアルシミュレータ VisuSim の特徴を列挙すると、[9,10]

- 1) VisuSimは計算機に関連する教育、例えば、情報リテラシー教育から計算機システムまでをカバーする実用的教材として利用可能。
- 2) プロジェクタへの投影や大型ディスプレイなどを使用し、VisuSimのデモストレーション機能を活用することで、VonNeumann型計算機の構造や動作などの視覚的理解を初心者提供に提供する目的で

開発。

- 3) VisuSim のデバッグ機能(ステップ実行あるいは連続実行の2つのモードで実行可能)を使用し、アセンブリ言語プログラムの動作検証が可能。
- 4) VisuSimはJavaプログラミング言語で実装され、同一ソースコードでスタンドアロンアプリケーションとしても、Java アプレットとしても動作可能(図1にスタンドアロンアプリケーションとして実行中の VisuSim を表示)

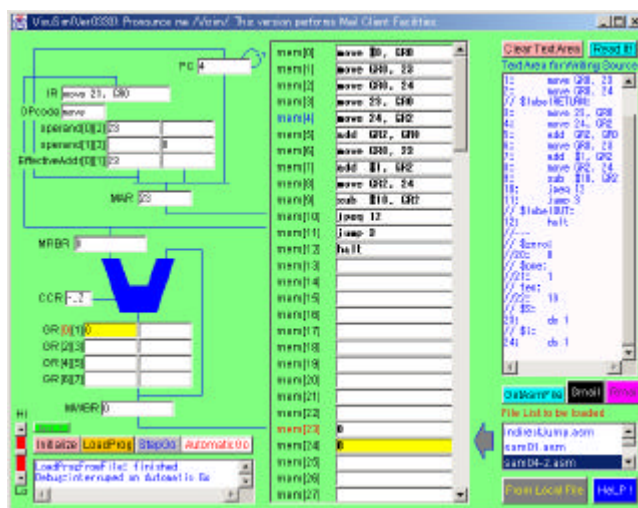


図1 実行中の VisuSim 画面

- 5) 同一コードという特徴を活かし、ユーザからの機能アップ要求にも迅速に対応可能(システムのアップデートやメンテナンスが容易)。
- 6) WWWサービスを通じて、VisuSim本体を提供でき、多様なネットワーク環境でのディストリビューションが容易(図2はWWWサービスを通じてVisuSimソフトウェアが様々な環境に配信され実行される様子を示した概念図である)

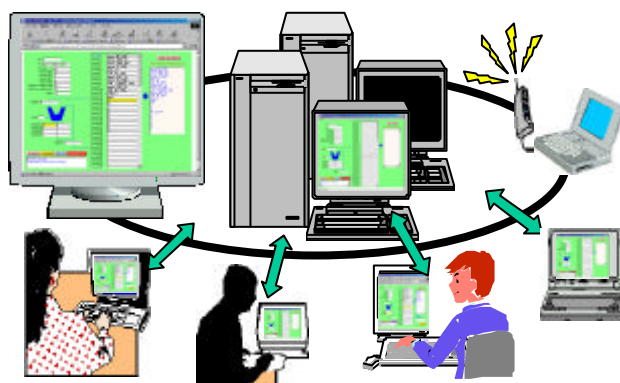


図2 WWWサービスを用いた VisuSim 配信

- 7) ボタン操作などで初期化、プログラムロード、ステップ実行、連続実行などの会話的操作性を有する GUI 機能の提供

- 8) OS や計算機の機種に依存せず、様々な計算環境で実行できるマルチプラットフォーム機能
- 9) MS-IE および Netscape などの主要な WWW ブラウザで動作する WWW ベースの教育ツールなどである。

次に、アセンブリプログラミング演習の教育支援について述べる。計算機システムレベルの理解を確認する上でも格好の題材であるアセンブリ言語によるプログラミングはプログラミングの1つ捉えることもできるが、ユーザにとって必ずしも教育環境などが充実しているとは言えない。そこで、計算機の動作や構造を視覚的に理解させるという VisuSim の特徴を活かすことにより、通常は抽象的で計算機の入門者にとって、理解が容易でないため、不人気のアセンブリプログラミング演習などの教育支援システムとして利用することも可能である。

現時点での VisuSim が提供するシミュレーション機能は、入門レベルでの命令語の実装であり、高度なアセンブリプログラミングを想定していない。従って、算術論理演算命令などのレパートリが意図的に少なく、機械命令セットを増強しないままで推移している。もちろん、シミュレーション機能の増強も可能であるが、現時点ではあまり凝ったアセンブリプログラムを作成することは難しい。VisuSim が解釈・実行することが可能な機械命令セットのレパートリを図4に示す(順序は前後するが、この図はオンラインヘルプの例示画面にもなっている)。図4からも明らかのように、計算機の動作を視覚化する目的と入門レベルの使用を想定して、分岐命令群および算術論理演算命令群が主体のレパートリとなっている。

VisuSim ではサブルーチン呼出し・復帰あるいはスタック操作などが可能な命令群が用意されており、例えば、リカーシブなサブルーチン呼出しなどを題材に含むアセンブリ言語プログラミング演習を実施することも可能となる。図3にはリカーシブなサブルーチン呼出しの具体例を示す。これは、ある自然数までの総和を再帰的に求めるプログラムであり、乗算命令があれば、階乗計算の方がより直截的で理解し易いのではないかという指摘もあるかもしれない。しかし、通常、乗除算命令は加減算命令などと異なり、より複雑なCPU構造を前提した場合多く、現時点での VisuSim にはあまり適した命令群とは言えないため、シミュレーション機能には意図的に実装していない。利用を通じて、ユーザの反応を集約し、今後の機能改善における課題としたい。

高級言語で記述されたプログラムをハンドコンパイルという手法でアセンブリプログラムに変換する題材はシステムプログラムの実際を具体的に経験する機会を提供する格好の教材である。特に、(a)サブルーチンへの引数受け渡しの手順を実際にスタックフレーム

を用いて実現すること、(b)構造体の扱いをインデックス修飾や間接指定アドレッシングで実現することなど、高級言語でのプログラミングだけでは経験できない。その点、VisuSim を利用したアセンブリプログラミング演習では、結果として計算機の細部を理解していないと十分には修得できないプログラミング技法を視覚的にも理解でき、計算機システムのみならず、計算機ソフトウェアに関する幅広い知識を修得できる機会を提供することも可能となる。

```
// example of recursive call
// main() {
//     x = sum(5);
// }
// int sum( int i ) {
//     if ( i == 0) return 0;
//     else {
//         int j = sum(i-1);
//         return i+j;
//     }
// }
0:      move #30, GR7
1:      move #5, GR1
2:      push GR1
3:      call 7 // call sum
4:      pop GR1
5:      move GR0, 15
6:      halt
// sum:
7:      move 1(GR7), GR1
8:      jpeq 14 // jpeq back
9:      sub #1, GR1
10:     push GR1
11:     call 7 // call sum
12:     pop GR2
13:     add 1(GR7), GR0
// back:
14:     ret
15:     ds 1
// end of sum
```

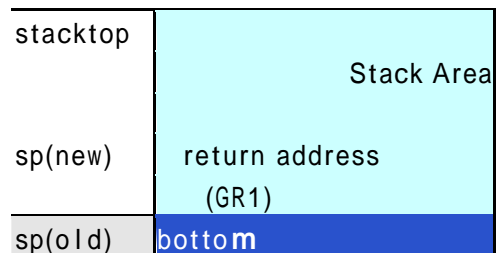


図3 再帰的プログラムの例示

3.改善された VisuSim のユーザインタフェース

既に、授業等で実際に使用して評価を受けると共に、VisuSim が果たすべき改善のポイントも明らかになった。そこで、VisuSim への改善要求を基に実施したインターフェース機能改善の中から、オンラインヘルプ・ガイドライン表示機能とメールハンドラモジュールの組込みによる情報通信機能の充実について具体的に述べる。

3.1 Java Swing ライブラリを用いた機能改善

利便性向上に資するオンラインヘルプ機能やガイドライン表示機能の充実はいつも指摘される機能改善の代表である。例えば、放課後での利用で大きな障害となるのが利用方法の失念などであり、ヘルプ機能の不足に起因すると指摘される場合が多い。そこで、図4のようなオンラインヘルプ画面を表示し、ビジュアルシミュレータ VisuSim で解釈実行されるコンピュータのアセンブリ言語命令セットやサンプルプログラムの提示を行うよう機能拡張を試みている。

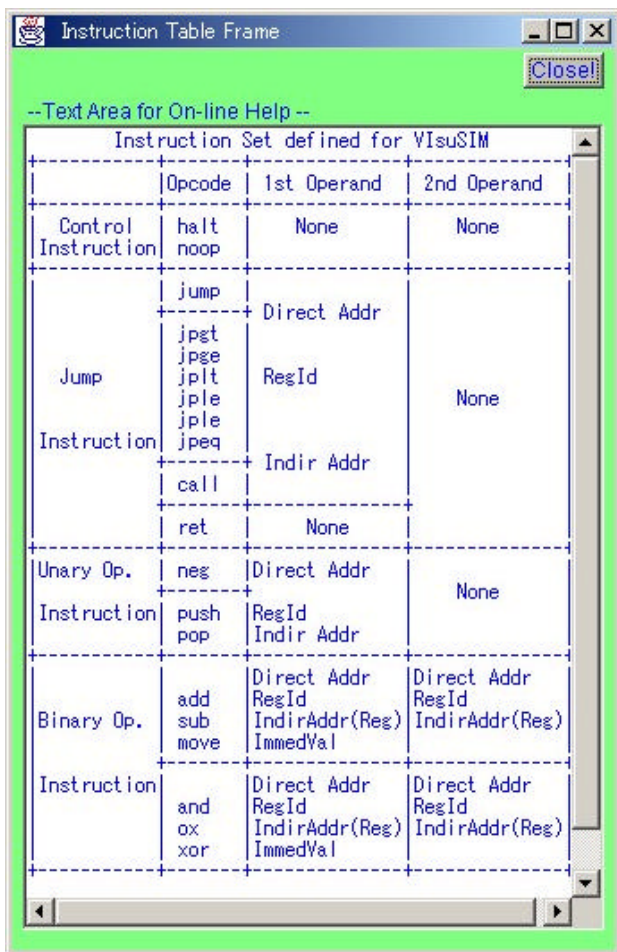


図4 オンラインヘルプ機能の例示

オンラインヘルプ画面は、スタンドアローンアプリケーションでの起動の場合、ローカルファイルを読み

出して表示する。また、Netscape Navigator や Internet Explorer などのブラウザ上での起動時には、ダウンロードされた VisuSim 本体が掲載されている Web サーバの同一ディレクトリから HTTP 形式のファイル転送で取り込まれるようになっている。将来的には、ユーザの理解度などに応じて、ヘルプメッセージの内容も可変にすることで、よりユーザフレンドリーなシステム作りも可能であろうと考えている。



図5 ガイドライン表示機能の例示

一方、会話型処理を行う上で適切なボタン操作やフィールド記述はユーザインタフェースの必須条件である。その際に、適切に操作するためのガイドライン表示があれば、利便性は高い。これまで、VisuSim には十分なガイドライン表示がないと指摘されていたが、図5に示すように、特定のフィールド記述欄へマウスを近づけることで、その記述すべき内容をユーザに示すガイドライン表示機能を追加した。各ボタンやフィールド記述欄へのアクセス法(どうすれば適切な操作ができるかのガイドライン表示)をガイドライン表示という形式で胎教できれば、ユーザインタフェースの利便性向上も期待できる。

これら一連のオンラインヘルプ機能およびガイドライン表示機能は VisuSim の利便性を高め、放課後のキャンパスやネットワークに接続された居室内のパソコン上で教師の指示を待たなくても VisuSim を使用するには、不可欠の機能と言える。これらは、Java 標準ライブラリを用いてほとんど実装されているが、一部には記述の容易さから Java Swing ライブラリ [5,6] を用いて実装している個所もある。

一方、Java Swing ライブラリが標準的ライブラリと同質に利用できることは断言できない状況であるが、VisuSim が提供する GUI 画面を簡便な方法で改善するために採用した。スタンドアローンアプリとしての利用では問題を生じないが、ブラウザ上での使用には、Java Swing ライブラリの追加要求が発生する点で問題であり、今後の対応すべき課題となっている。

3.2 メールハンドラモジュールの組込み

VisuSim へ機能追加されたメールハンドラモジュ

ールは大別すると、

- 1) SMTP プロトコルを用いてターゲットメールサーバにメールを送信する SMTP メールセンダ、
- 2) POP3 プロトコルを用いてターゲットメールサーバから受信メールを読み出して表示する POP3 メールレシーバ

とから構成される。どちらも、スクラッチベースから作成したピュア Java コードモジュールであり、VisuSim に組み込む上で、障害となるような制約事項はなく、ディストリビューションおよびメンテナンス上の問題は存在しない[1,2,3,4]。

まず、SMTP メールセンダについて述べる。放課後、VisuSim を利用して計算機システムのレポート課題を学習していた学生が、いくつかの疑問や障害に遭遇したと仮定する。もし、特段の情報通信手段がない場合、教師を探して質問するため、プログラミング作業を中断することになる(レポート作成自体を断念する場合もある)。VisuSim にメール送信機能が装備されている場合、送信メール内容に現状(疑問や障害)を詳細に記述して、教師に送信することでヘルプデスクとしての機能も活用できる。もちろん、レポートのオンライン提出も容易である。図6にVisuSim に追加したSMTP メールセンダの起動ウィンドウ画面を示す。

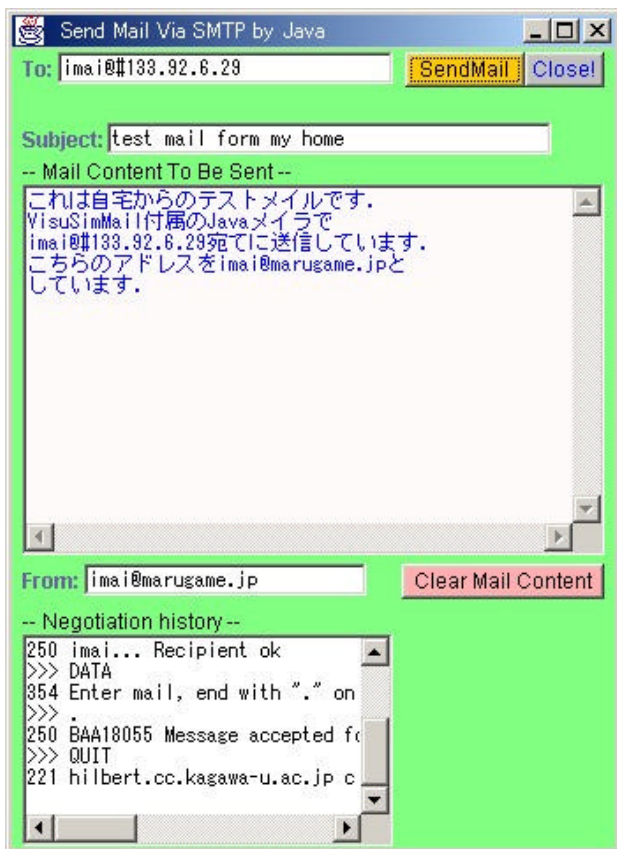


図6 SMTP メールセンダの実行ウィンドウ

通常のメイラとの機能的差異は次の2つに要約できる。まず、VisuSim への組み込みメールハンドラであり、

実行環境のメモリ内容およびレジスタ内容がワンタッチで送信メールの本文中に退避可能となっている。次に送信メールサーバの指定方式も専用である。通常のメイラは imai@eng.kagawa-u.ac.jp などの記述のみを送信先のメールアドレスとして許可しているが、これは DNS へのサーバ登録を前提とした記述であり、レポートやメールを受信するためだけにセットアップした PC-UNIX ベースのメールサーバを暫定的に利用したい場合、DNS への登録を前提したメイラなどでは問題が生じる。また、登録の事務的手続きを省略したい場合や、学内のみの利用を前提とする場合など、メールアドレスの記述は非公式なもの、あるいは IP アドレスベースの表記の方が結果として簡便な場合も多くなる。

DNS へのサーバ登録を前提としないメール配信を実現するため、SMTP メールセンダでは、SMTP ベースのネゴシエーション過程を修正し、送信先の記述として imai@eng.kagawa-u.ac.jp などの一般的なメイラで想定される記述に加えて、imai@#192.168.1.1 などのように IP アドレスを直接指定する表記も可能としている。これによって、DNS に登録されていないメールサーバを中心とする教育環境のサーバ準備状況に応じたメールの使用が可能となる。

次に POP3 メールレシーバについて述べる。これもメールセンダと同様に、VisuSim に組み込まれることを意識した機能を盛り込んでいる。メール本文のキーワードで指定した箇所を VisuSim のプログラムとみなして直接メモリに読み込むなどの機能を実装し、デバッグと同時にコミュニケーションの機能向上を図っている。メールを読み出す対象サーバをドメイン名 (Fully Qualified Domain Name) で指定できると共に、前述の SMTP メールセンダの機能と同様、対象サーバを #192.168.1.1 などと IP アドレスで指定することが可能である [1,3]。

POP3 メールレシーバの操作は以下の通りである。すなわち、指定されたサーバに対し、POP3 プロトコルにより、ユーザ名とパスワードを使用したユーザ認証を行い、受信バッファ内に格納されたメールの本数とファイルサイズの情報を得る。この情報を基に、指定された受信メールインデックス番号が指し示すメールを順次、サーバから読み出して表示する。

読み終えたメール本文はクリアボタンで削除されるが、対象サーバ上の受信メール本文は敢えてそのまま保存される。このような方針を採ったのは、次のような理由による。すなわち、POP3 メールレシーバにはアタッチトファイルを適切に処理する機能がなく、また通常メールビューワとしての利用を前提し、ユーザの受信および送信のメール管理自体は正規の(お気に入りの)メイラを使用し、メールに対する送受信の履歴、整理・保存あるいは整合性の維持などは、別途確

保すべきだ、との考えに基づいている 図7にPOP3
メールレシーバの起動ウィンドウ画面を示す。

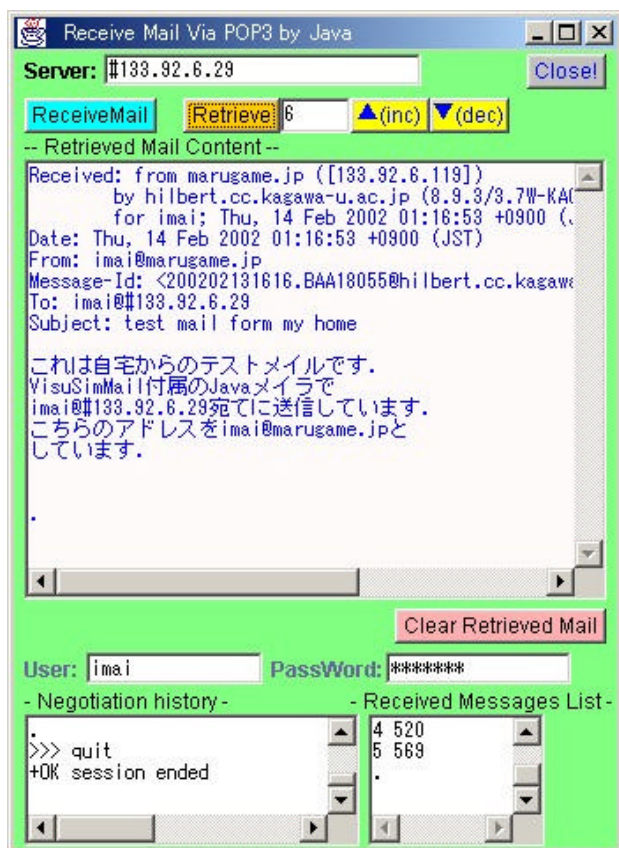


図7 POP3 メールレシーバの実行ウィンドウ

SMTP メールセンダおよび POP3 メールレシーバをメールハンドラモジュールとして VisuSim に組み込むことのメリットは大きい。ユーザは VisuSim を使用しながら、他のユーザや教師に対して、専用のメールサービスによる非同期な情報交換が可能となる。放課後あるいは帰宅後でも、何らかの形でネットワークの接続性が確保された空間で VisuSim を利用できるならば、同時に VisuSim の提供するメールサービスを利用でき、オンラインでのレポート提出や情報通信機能を活用した協調的問題解決手法も利用可能となる。

一方、問題自体もけっして寡としない。現状では、chat の利用などが授業中に多発し、必ずしも授業とは関係の無い情報交換活動を VisuSim に組み込んだメールハンドラの使用がより助長するという危惧もある。本来ならば授業から修得されるべき知識や技術が時によって著しく低減されるという歓迎されざる事態を傍観する訳にはいかないだろう。何かの形で対応は別途必要かもしれない。

4. 遠隔教育への適用の試み

講義において利用する教材をそのまま学生に持ち帰らせ、課題レポートに活用させたいと考えたのが、計

算機ビジュアルシミュレータ VisuSim の開発を目指した発端であった。いつでも Web サイトからダウンロードして実行でき、マルチプラットフォーム対応、ブラウザ上での実行可能など Java テクノロジーの有する利便性を活用しようとしたきっかけである。従って 講義中に教師が VisuSim を使用する場合は本質的に異なる VisuSim の活用法あるべきで、放課後などに学生が一人あるいは数人で VisuSim を利用してレポート課題に挑戦する場合には、VisuSim 自体が簡易に使用できなければならない。

問題に則した Q&A をサポートするのが、コミュニケーション機能の充実を目的としたメールハンドラの組み込み策であった。これら要望を受け、機能充実を図ることで、講義において教師を補助し、学生の理解を助ける教育支援ソフトウェアとしての位置付けから少し踏み出しつつあると考え始めたのが、遠隔教育への適用の試みの第一歩である。

現在、VisuSim を遠隔教育支援ソフトウェアとして捉える場合、どのような機能を追加しなければならないかを検討している。前述の機能や特徴をまとめた箇所の記述でも明らかなように、現時点の VisuSim をそのまま遠隔教育支援ソフトウェアとして利用するにはいくつかの点で無理がある。特に、VisuSim 単独では提供されるサービスが限定され、広く認められる遠隔教育支援環境あるいはシステムが提供するそれとは大きな隔りがある。そこで、現在の VisuSim の機能をベースに次のような手順で協調作業を実施できる遠隔教育スタイルを考え、そのような環境を実現するための題材などの必要事項、環境整備方針および実現計画の策定を開始している。以下に問題設定と VisuSim を利用したワークフローについて述べる。

通常、教師が授業などにおいて課したレポートを学生は放課後、自宅あるいはキャンパス内の教室や図書館で作成すると仮定する。学生にとってレポート作成が容易である場合には問題は生じないが、疑問、障害あるいは提案事項が生じると、それをどのように教師に伝えるかが重要となる。VisuSim ではコミュニケーション機能を組み込むことでこのような事態に対応している。一人の学生から発せられる疑問や提案事項が、他の学生にとっても重要となる場合も多い。同様に、疑問などへの回答も重要となる。

そこで 図8のような VisuSim が提供するコミュニケーション機能を用いた情報交換のスキームを利用することを想定して、情報交換・情報蓄積・情報検索が可能なデータベースを用意した教育環境を構築し、通常の講義にも利用しつつ、将来的には複数キャンパス間での同一科目開講や大学間の単位互換などにも対応できるような、遠隔教育において有効となる教育支援システム、それを活用した教育環境モデルの提案およびそのプロトタイプ実現等を準備している。

ワークフローは以下の8ステップからなる。すなわち、
[第1ステップ]

教師から学生(複数)へ講義におけるレポート課題の提示があり、学生(個別)は講義で得た知識や方法論を用いて課題に挑戦。

[第2ステップ]

課題への疑問や提案事項が生じれば、学生(個別)から教師へ連絡をとる。このような情報交換は環境さえ整えば、学生から教師へメールなどの使用で簡単に実現。

[第3ステップ]

教師側では学生から届いた疑問点や提案事項を検討し、1)個別対応で十分なケースは当該学生へ回答等をメールで送信、2)他の学生にも周知連絡が必要な疑問点や提案事項であるケースは質問などとそれへの回答例を組にして情報蓄積(Web等でのデータベース化を想定)し、関係すると思われる学生全員に Web 等の情報蓄積場所をメールで通知。

[第4ステップ]

教師側では情報蓄積された課題内容、質問事項、回答例などを組にしてデータベースに蓄積できるよう加工し、他の学生などからの情報検索を容易にするフレームワークを構成。

[第5ステップ]

課題提示の時点で、情報検索可能なデータベースの存在も指示。データベースの内容を拡充するのは学生からの疑問や提案事項のフィードバックである旨を周知。

[第6ステップ]

1)疑問や提案事項を有する学生が個別にデータベースを情報検索しつつ、レポート課題に挑戦。2)複数の学

生からなるグループでレポート課題に挑戦する場合でも、相互に相談する過程で発生した事項も添えてレポート提出された場合、質問事項と教師から回答例とが組になって、データベースを拡充(by 教師)。

[第7ステップ]

データベースへの追加要望があり、妥当なものであれば、複数の学生間でのQ&Aも、教師・学生間の情報交換と同様の取り扱いで、疑問点と回答例という組に変換し情報蓄積され、データベース拡充に寄与する事例として評価。

[第8ステップ]

1)授業に出席して直接得られる知識や技術とは別に、課題内容、疑問や提案事項および回答例が検索可能なデータベースとして準備され、ユーザは任意のタイミングで検索し、ヒントを取得することが可能。2)現状のデータベースでは解決できない疑問や提案事項を有する場合、メールなどを通じて、教師あるいは理解の進んだ学生との情報交換を行い、必要に応じて適切な回答例を得ることができるが、その項目もデータベースへ新規登録。

などである。

アセンブリプログラミングなどのレポート課題によって発生した情報のやり取りを通じて、情報交換、情報蓄積(データベースの拡充)、情報検索などの一連の流れを活用し、対面教育だけでは期待しにくい様々な教育効果も目論んでいる。相互に距離を保ちつつ、非同期での情報交換が前提となる遠隔教育において、視点を変えた形で補完的に得られないだろうかと模索している。

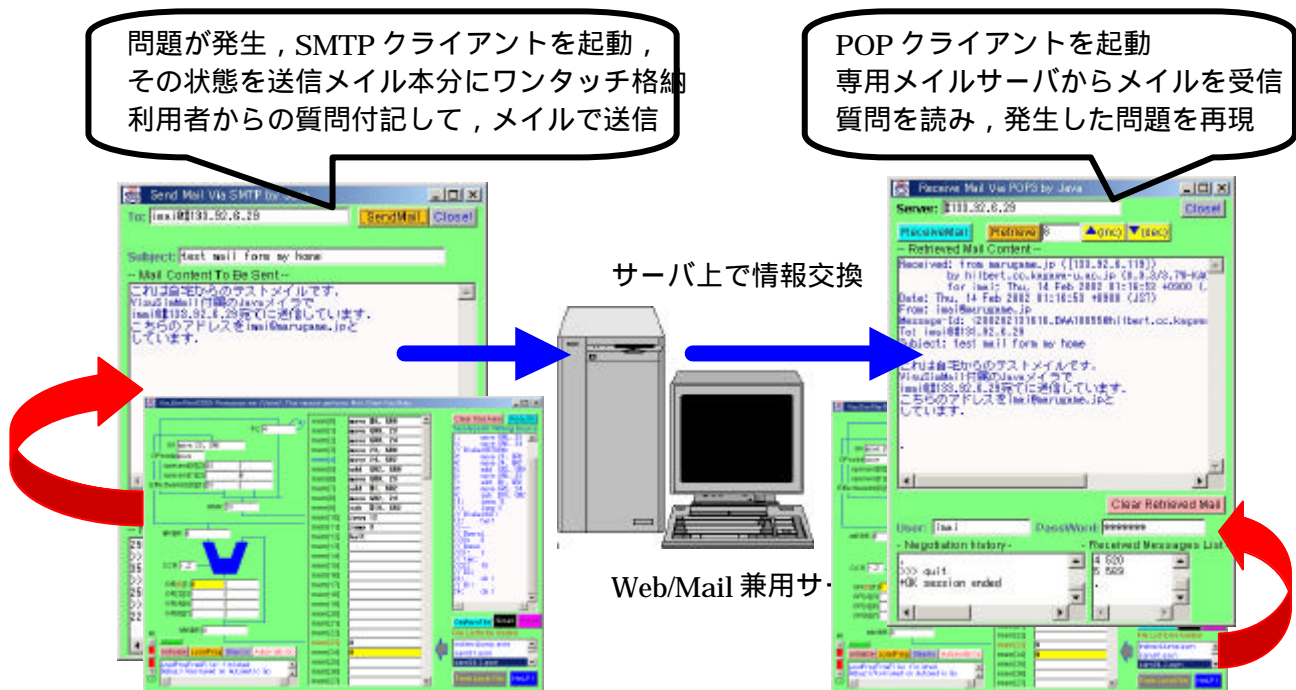


図8 VisuSimのメール機能を利用した遠隔教育の試み

実効可能性は、利用時においてどれだけ自由度の高いデータベース環境と検索機能がユーザに提供できるか、が第一関門であることは容易に想像できる。現時点では、主としてPC-UNIX環境での実現を企画しており、PostgreSQLのようなフリーのデータベースでのプロトタイピングを検討すると同時に、Namazuのような全文検索機能も有効であろうと考えている[7]

5. おわりに

計算機の内部動作や構造を視覚化し、通常は理解が難しいアセンブリプログラミング教育の効率化を図るビジュアルシミュレータ VisuSim の教育支援システムとしての特徴と機能について外観し、これまでの授業等における利用を通じて得られた問題点を整理し、改善すべき事項についてまとめた。そこでの結論として、放課後での利用などでは、大別すると2つの問題が存在することが判明した。1つは利用法が容易に理解できるよう工夫が必要である点であり、他方は疑問点や障害について、その状態を伝えながら、その場で相談や質問ができるような機能を備えることが不可欠であるとの指摘である。

VisuSim の機能改善は主としてこの2つの結論に基づき、ユーザインターフェース機能の改善という形で実施された。利用法の理解が容易であるためには、ヘルプ機能などの充実と適切なガイドライン表示機能の提供であろう。これにより、独力でも簡単に使いこなせることが可能となる。また、利用者だけで、VisuSim を用いて、アセンブリプログラミング演習や計算機システムなどのレポート課題に取り組んでいる時、教師や良く理解できている友人にコメントを求めたり、理解しにくい点を相談したりするためのコミュニケーション手段が使用できることは、ユーザインターフェース機能の充実という観点からも重要である。

オンラインヘルプ機能・ガイドライン表示機能を付加したのは、前者の理由による。後者に対する対応策としては、コミュニケーション機能として特化したメールハンドラモジュール(SMTPメールセンダとPOPメールレシーバから構成)を VisuSim 自体に組み込むという方式を採った。ユーザインターフェースを改善するには、今回の方式が完全なる改善策ではない点は自明であろう。GUI の改良版である新しい VisuSim を実際の授業で使用し、改善効果を確認すると共に、今後の改善策のヒントを入手し、少しでも利便性を高める努力を続けたい。

遠隔教育への適用の試みは、未だに計画段階から浮上していないのが現状である。プロトタイプの開発に向けて準備を始めているが、全体のワークフローが必ずしも明確ではないため、試行錯誤の段階にとどまっている。今後、内外の先行事例を学びつつ、できれば

他の組織にもモニタを依頼しながら、より実用的で教育効果のある遠隔教育事例となるよう計画を練り上げたい。

謝辞

京都産業大学教授新實治男先生には VisuSim に関する多くのコメントをいただいた。東京大学教授山口和紀先生には VisuSim にどのような利用目的を設定すべきかについて貴重なサジェスチョンをいただいた。京都大学助教授北村俊明先生(現、広島市立大学教授)には情報入門教育における計算機アーキテクチャ教育の重要性と共にその教材について実例を示していただいた。香川大学教授青木昌三先生には Java とネットワークに関する様々な助言をいただいた。

香川大学大学院工学研究科堀内俊秀君、村瀬健文君、工学部4年生定行修君、井戸雅之君、澁谷朱美君には実験、展示デモ(キャンパス紹介などを含む)などの様々な局面で協力していただいた。

紙面を借りて関係各位に謝意を表す。

参考文献

- [1] E.R.Harold 著(戸松 監訳),Java ネットワークプログラミング第2版,オライリージャパン,2001
- [2]丸山宏他著,XMLとJavaによるWebアプリケーション開発,ピアソンエデュケーションジャパン,1999
- [3]小高知宏著,基礎からわかるTCP/IP Java ネットワークプログラミング,オーム社,1999
- [4]D.Flanagan 著(小俣鷲見(第3版)監訳)JAVA プログラムクイックリファレンス/第3版,オライリージャパン,1999/2000
- [5]B.Spell 著(アクロバイト 監訳)プロフェッショナルJava(上・下巻),インプレス,2001
- [6]S.Pantham 著(岩谷訳)速習 JavaSwing プログラミング, SoftBank Publishing, 1999
- [7]石井著,PC-UNIX ユーザの PostgreSQL 完全攻略ガイド,技術評論社,1998
- [8]今井他,計算機システム教育のためのビジュアルシミュレータ VisuSim,情報処理学会,コンピュータと教育研究報告,2001
- [9]Y.Imai, S.Tomita, et.al., "A Visual Simulator for Understanding Structure and Behavior of Computer", proc. of ITHET2001(@kumamoto)
- [10]Y.Imai S.Tomita, et.al., "Design and Implementation of Web-based Education Tool", proc. of WebSE2002workshop(SAINT2002 @nara)