

今井慈郎^{*1} 富田眞治^{*2} 古川善吾^{*1} 井面仁志^{*1} 白木 渡^{*1} 石川 浩^{*1} 宮武明義^{*3}

*1 香川大学 工学部 信頼性情報システム工学科 *2 京都大学大学院 情報学研究科

*3 詫間電波工業高等専門学校 情報工学科

1. はじめに

情報工学・情報システムの教育における主要テーマの1つに「計算機システム」の理解が挙げられる^[1]。しかし、計算機システムのブラックボックス化が進み、内部構造や動作原理を具体的に理解することが徐々に困難となる傾向があり、通常の講義のみでは受講生にとって計算機のイメージがつかみ切れないという状況が生じている。このままでは、計算機の構造理解・動作把握などが十分に行われないうままに、より高度な情報システム技術をマスターすることが要求され、結果として教育効果を向上させる上での障害となる事態が危惧される。

そこで、Java を用いて計算機の内部構造や動作原理を視覚的に理解させることを目的としたビジュアルシミュレータ^[2]を作成し、LAN 環境を介してユーザのパソコンにダウンロードして、ブラウザ上で動作させ「計算機システム」の教育効果を向上させたい。本稿では、ビジュアルシミュレータの開発目的とシステム構成を述べ、「計算機システム」などの講義において、本シミュレータを用いて視覚的理解させるよう試みた実施例を報告する。

2. 計算機教育支援ツールの開発目的

教育支援ツールとしては大別して2つの目的が考えられる。すなわち、(a) 講義を補完するという目的を持ち、デモ用教材として利用可能であることと、(b) 授業という制約から離れて個人ベースで理解度を確認する上で使用し、独習ツールとして使用可能であることである。そして、両者に共通する事項として、ブラックボックス化する傾向にある題材を可視化することで教育効果を向上させることのできる点が重要となる。我々の開発した教育支援ツールも一般的事例に漏れずビジュアルシミュレータという範疇に属するものこのような理由からである。の多くが一方、教育支援ツールの一般的な必要条件として、(a) 多様な実行形態への対応、(b) 動作環境の機種非依存性、(c) ネットワーク環境への対応、などが挙げられる。

3. ビジュアルシミュレータの機能とシステム構成

本ビジュアルシミュレータの特徴を列举すると、

- (1) Java を用いて記述。Windows 環境などをはじめマルチプラットフォームで動作(Standalone アプリとしても、Applet としても利用可能、バージョン管理を容易にするため、同一ソースコードで実現)
- (2) Web サーバ上に掲載され、ユーザからのアクセスに応じてブラウザへ配信され実行
- (3) 例題を基にアセンブリプログラムを作成し、ステップ実行やオートラン(自動実行)などにより、レジスタ間データ転送等の計算機内部の構造・動作を視覚的に表示
- (4) 機械命令系列やデータ集合の読出し、解釈、実行などを通じて、プログラム処理メカニズムを可視化などとなる。図 1(a)はデモ教材としての、図 1 (b)は独習ツールとしての、ビジュアルシミュレータの利用形態を示す。前者は Standalone アプリとして、後者は Applet として起動され、シミュレータ画面上でサンプルプログラムを実行させている様子を表している。ステップ実行時には会話的に各種レジスタやメモリの内容を変更でき、自動実行時にはロードされたプログラムをスライドショーのイメージで逐次処理する。

An Education Tool for Understanding Internal Structure and Behavior of Computer

Yoshiro Imai Shinji Tomita Zengo Furukawa Hitoshi Inomo Wataru Shiraki Hiroshi Ishikawa Akiyoshi Miyatake
Faculty of Engineering, Kagawa University, 2217-20 Hayashi-cho, Takamatsu, 761-0396, JAPAN

Graduate School of Informatics, Kyoto University, Yoshidahonmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501, JAPAN

Dept. of Information Eng., Takuma National College of Technology, Takuma-cho, Mitoyo-gun, 769-1192, JAPAN

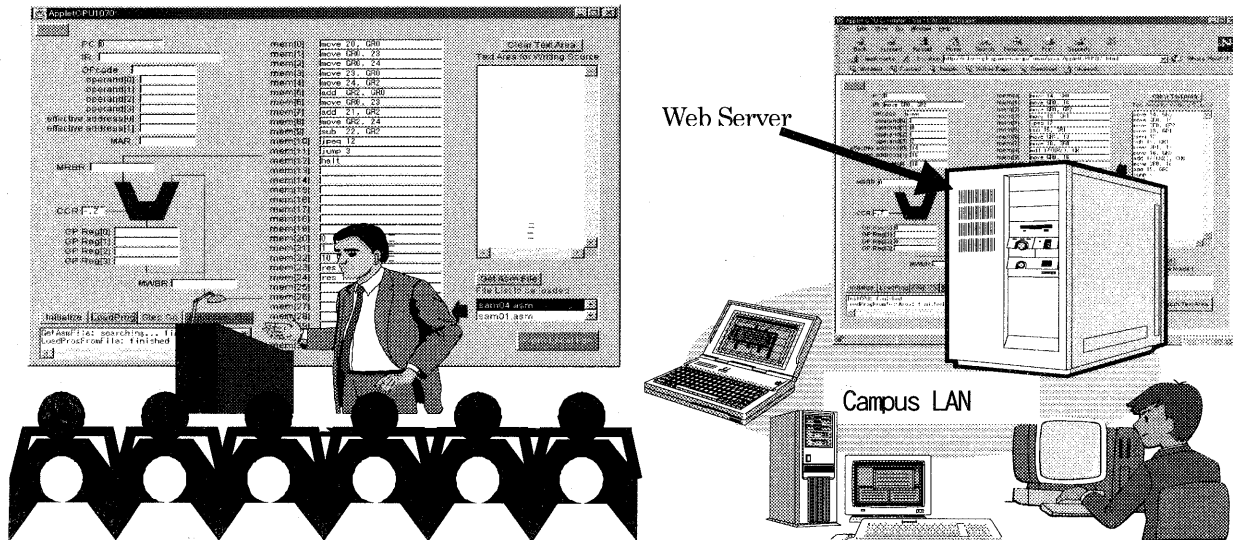


図1 (a) 講義を補完するデモ表示としての利用法 (b) LAN から入手可能な独習ツールとしての利用法

4. 計算機教育支援ツールとしてのビジュアルシミュレータ使用事例

ビジュアルシミュレータは、講義を補完するデモ用教材であると同時に受講者を含めたユーザ各自が独習用ツールとしても利用できる。実際の使用事例では、ビジュアルシミュレータを動作させ、データプロジェクトなどで拡大表示して、計算機の構造や動作を視覚的に示すデモを行い、講述が中心となる授業を補完することが可能となった。一方、独習用ツールについて受講生に利用してもらうため、個々の学生が独習を希望した時点で効率よくソフトウェアを配布できるよう Web サーバ上に掲載し、ネットワークを利用して教材配布している。学内 LAN も比較的高速になり転送のストレスは低減された点も追い風となっている。また、計算機教育を目的とした支援ツールとしての側面では、次のような教育テーマを効率良く扱うことができる。

- (1) レジスタトランスファーレベルにおける計算機の構造・動作の理解：計算機のハードウェア的理解を目的とした入門コースでは計算機の全体像を眺望できる点でも評価を得ている。
- (2) アセンブリ言語で記述されたサンプルプログラムの処理過程の視覚化：機械語プログラム(本シミュレータではアセンブリ言語プログラムを対象)の処理過程の理解を目的とし、(a) インデックスレジスタの利用効果、(b) 実効アドレスの処理、(c) 状態レジスタと条件分岐などが視覚的に表示させながら講義を進める。
- (3) コンパイラ言語と機械語命令系列との対応関係の理解：コンパイラ言語で記述された簡単な処理(例えば級数の和など)のプログラムを、ハンドコンパイルなどで、命令系列とデータ集合からなるアセンブリ言語プログラムへ変換する過程を示し、変換結果を実際にシミュレータで実行させながら、コンパイラ言語と機械語命令系列との対応付けの理解させることなどに有効である。

5. おわりに

ビジュアルシミュレータのプロトタイプを用いて講義を行い、授業を補完するデモ表示などの機能が有効である点など確認した。しかし、問題点も少なくない。例えば、サンプルプログラムがどのような意図で作成され、どのようなアルゴリズムを可視化しているかなどについては十分に理解されているとは判定しがたい。特に独習用ツールとして利用する場合は、オンラインヘルプが貧困である点、サンプルソースファイルに対する説明が十分でない点などが決定的に影響している。現在はビジュアルシミュレータの機能拡張を一時中断し、ドキュメントの作成に着手している。また、使用結果に基づいた新規の要求事項は、次期バージョン作成時に実装する計画を立てている。

参考文献

- [1] 富田真治・村上和彰 著、「計算機システム工学」, 昭晃堂, 1986
- [2] ビジュアルシミュレータ掲載 HP の URL → <http://www.eng.kagawa-u.ac.jp/~imai/JAVA/VisuSim>