

3T-3

## 目的に応じて観察レベルを変更できる 教育用計算機シミュレータ

矢原潤一\* 西田知博\*\* 増澤利光\* 松浦敏雄\*\*\*

\*大阪大学大学院基礎工学研究科 情報数理系 \*\*大阪学院大学 情報学部

\*\*\*大阪市立大学 学術情報総合センター

### 1 はじめに

計算機の動作は目に見えないことから、その概念モデルの形成は容易ではなく、ブラックボックスとしての理解にとどまりやすい。そこで、計算機シミュレータを用いて、その動作を学習者に視覚的に観察してもらうことにより、計算機の仕組みの理解が容易になる[1][2]。しかし、どのようなアーキテクチャを、どの程度詳細に観察してもらうかは、教育目標や学習者の理解度によって異なる。初学者に対しては、計算機の中身を抽象度の高いレベルの部品によって表し、全体的な動作を把握してもらうことが重要となる。しかし、さらに踏み込んだ内容を教育する場合は、詳細なレベルの構造が観察できる必要がある。

本研究では、さまざまな教育場面で対応できるように、目的に応じて観察レベルを切り替えることができる可視化計算機シミュレータを作成した[3][4]。本シミュレータでは、シミュレーションの途中でも観察のレベルを変更することが可能で、必要に応じて特定の部品の細部を見せることもできる(図1)。また、シミュレーションの対象となる計算機のアーキテクチャを、部品の定義も含めて任意に作成できる機能を持つ。

本稿では、本シミュレータにおける観察レベル切替機能の実現方法について述べる。

### 2 シミュレータの概要

本シミュレータは図2に示すような構成になっている。シミュレーション対象の計算機はCADツールのように、左側のパレットより部品を選択して右側の領域に配置することによって構築することができる。左下の部分はシミュレーションの実行や停止、スピードのコントロールなどを行うもので、構築の途中でもシミュレーションを行い、動作を確認しながら計算機を作成してい

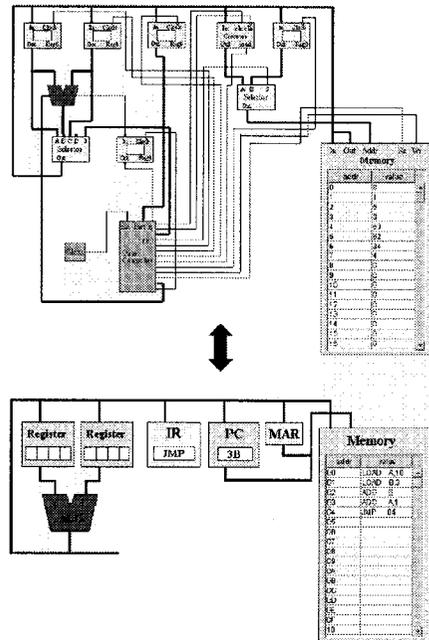


図1: 計算機の観察レベルの違い

くことができる。これらの機能を用いれば、教師が計算機の動作を説明するためだけでなく、本シミュレータを用いて学生に計算機の構築演習をさせることも可能となる。

### 3 観察レベルの変更

第1節で述べた観察レベルの切替えを実現するためには、次の機能が必要となる。

1. レベル間の対応付け機能  
詳細なレベルでの部品集合と抽象化したレベルでの部品の対応関係が明白に定義できる
2. 内部情報の表示機能  
部品の内部状態を指定した形式でわかりやすく表示する

Educational Computer Simulator with a Multi-level Observation Mechanism : Junichi YAHARA\*, Tomohiro NISHIDA\*\*, Toshimitsu MASUZAWA\*, and Toshio MATSUURA\*\*\*

\*School of Engineering Science, Osaka University,

\*\*Faculty of Informatics, Osaka Gakuin University,

\*\*\*Media Center, Osaka City University

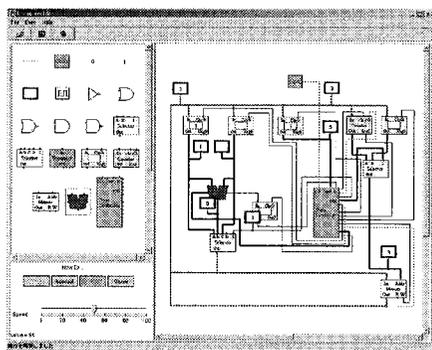


図 2: シミュレータの外観

### 3. 信号線の表示・非表示の切替機能

全ての信号線を表示すると複雑になりすぎるので、抽象レベルでは重要度の低い信号線を非表示にする

## 4 各機能の実現

### 4.1 レベル間の対応付け

詳細なレベルでの部品集合と抽象化したレベルの部品との対応関係を与えるために、本シミュレータでは複数の部品をまとめ、1つの抽象化した部品を作成する機能を用意した(図3)。抽象化した部品は内部の構造を隠し、外部への信号線のみを残したものとなる。作成した部品の外観は必要に応じて別に与えることができる。こうして作成した部品をさらに組み合わせ、より抽象度の高い部品を作っていくことによって、詳細なレベルから抽象度の高いレベルへの階層的な部品定義を行うことができる。

計算機のシミュレーションは、画面上で表示されている部品の抽象度にかかわらず常に最も低いレベルの部品を用いて行われ、必要な情報を逐次、表示されている部品に伝達する。これにより、シミュレーションは観察レベルに影響を受けないので、観察レベルの切り替えはシミュレーションの途中であっても自由に行うことができる。

### 4.2 内部情報の表示

先ほど述べたように計算機のシミュレーションは最も低いレベルで行われるが、そこでの信号の値など、観察に必要な情報は逐次、上位レベルの部品に伝達される。これらを観察するために、抽象化した部品には下位レベルの任意の情報を表示する機能をもたせる。

数値表示機能は下位レベルの任意の情報を組み合わせ、2進数、10進数、16進数など、さまざまな形式で数値の表示を行う。LEDは、その点滅で1ビット値を表示する。また、部品名などの文字列を表示するためのラベルも用意する。

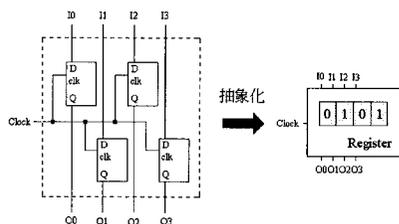


図 3: 部品の抽象化

これらの機能では、観察がしやすいように、それぞれの情報の部品中での表示位置や大きさ、背景色や前景色、表示する値の形態などを自由に指定することができる。

### 4.3 信号線の表示・非表示の切替

計算機の制御構造に着目して観察する場合、各部品にどのような制御信号が送られているかは非常に重要であるが、そうでない場合は全ての制御用の信号線を画面上で見せると表示がかなり複雑になり、計算機の動作を理解しにくくなる可能性がある。そこで、各信号線に表示の優先度を設定し、表示の際にはユーザが指定した優先度以下の信号線を表示しないようにすることで観察レベルを変更できるようにした。表示の優先度は信号線ごとに設定でき、必要な部分だけを表示することができる。

## 5 おわりに

本稿では、目的に応じて観察レベルを切替えることができる教育用計算機シミュレータの実現方法について述べた。今後は教育場面で実際にシミュレータを利用し、その教育効果を調べ、評価を行っていきたい。

## 参考文献

- [1] 前田他：“計算機構造の教育支援システムとその評価”，信学技報,ET89-149,pp.43-48(1989).
- [2] 吉岡他：“画面上で計算機の構築が可能な計算機アーキテクチャ教育用シミュレータ GCS”，CAI学会論文誌,Vol.8,No.2,pp.80-89(1991).
- [3] 西田他：“任意の抽象度で動作を観察できる計算機シミュレータの設計”，教育工学関連学協会連合第6回全国大会講演論文集・第二分冊, pp.831-832(2000).
- [4] 西田他：“教育目的に応じてカスタマイズ可能な教育用計算機シミュレータ”，平成12年度情報処理教育研究集会講演論文集,pp.365-368(2000).