

1P-1

コンパイルブラウザを備えた教育用計算機システムシミュレータの実現と評価

三浦 義之[†] 金子 敬一[‡] 中川 正樹[‡]

東京農工大学大学院工学府[†] 東京農工大学大学院共生科学技術研究院[‡]

1. はじめに

計算機の動作原理学習のため、我々は教育用計算機システムシミュレータ ED21 を開発した(図 1) [1]. ED21 は情報教育の初心者を対象に、ハードウェアの動作原理だけではなく、ソフトウェア—高水準プログラミング言語で記述されたプログラム—の動作原理についても学ぶことを目的として開発された. しかし、ED21 を使って評価実験を行ったところ、プログラムの動作原理についての理解度が不十分であった. アンケートの回答を分析したり、実験中の学生の様子を観察したりしたところ、コンパイル過程についての認識が不足していたことが伺えた. そこで、本研究では、プログラムの動作原理を学習させるため、ED21 にコンパイルブラウザを追加した. 本稿では、追加したコンパイルブラウザおよびその評価実験について述べる.

9900[2]を拡張して開発された. 拡張項目は以下の通りである:

- 高水準プログラミング言語 EL21 の設計
- コンパイラ EC21 の実現
- エディタ EE21 の実現

学習者は、エディタ EE21 でプログラミング言語 EL21 のプログラムを書き、そのプログラムをコンパイラ EC21 によってシミュレータ ED21 のアセンブリ言語にコンパイルさせ、シミュレータで実行させる. この過程で、学習者は、高水準プログラミング言語で記述したプログラムが、コンパイルされ、実行される様子を観察することができる.

本研究では、この ED21 に、新たにコンパイルブラウザを追加した.

3. コンパイルブラウザ

コンパイルブラウザは、ED21 上で動作するコンパイラ EC21 の処理内容を視覚化する. コンパイルブラウザの目的は、以下の点を学習者に理解させることである:

- コンパイラがソースプログラムをアセンブリコードに翻訳して、その形式になってから計算機が実行すること
- 翻訳過程は、字句解析、構文解析、コード生成から構成されること
- 翻訳が機械的に実行可能であること

コンパイルブラウザは、学習者が厳密に翻訳過程を理解することを意図するものではない. 学習者がコンパイラの存在とその役割を大まかに認識することで、高水準プログラミング言語の実行方式について理解を深めることが狙いである. 図 2 にコンパイルブラウザの概観を示す.

2. ED21 の構成

ED21 は従来の教育用計算機シミュレータ ED

Implementation and evaluation of an educational computer system simulator equipped with a compilation browser
 Yoshiyuki Miura[†], Keiichi Kaneko[‡] and Masaki Nakagawa[‡]
[†] Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology
[‡] Institute of Symbiotic Science and Technology, Tokyo University of Agriculture and Technology

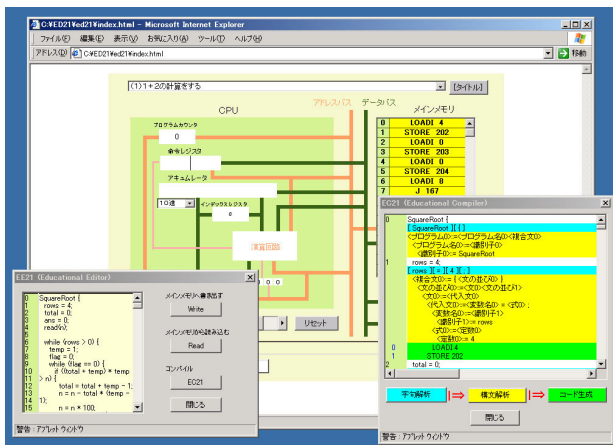


図 1 ED21 の概観

4. 評価実験

コンパイルブラウザを実装した ED21 の有効性を検証するため、評価実験を行った. 対象者は

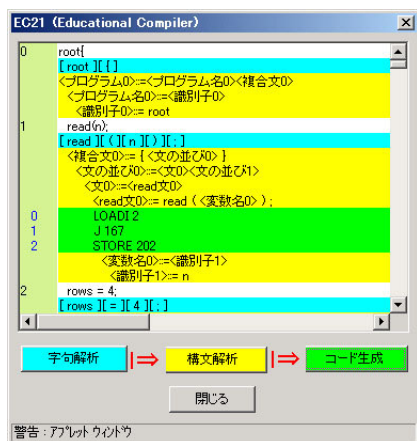


図 2 コンパイラブラウザの概観

本学 CS コースの大学 1 年生 57 人で、前学期の計算機導入の講義のうち、最後の 4 回の講義を使って実験は行われた。実験の手順を図 3 に示す。3 回のテストは同一問題で実施した。

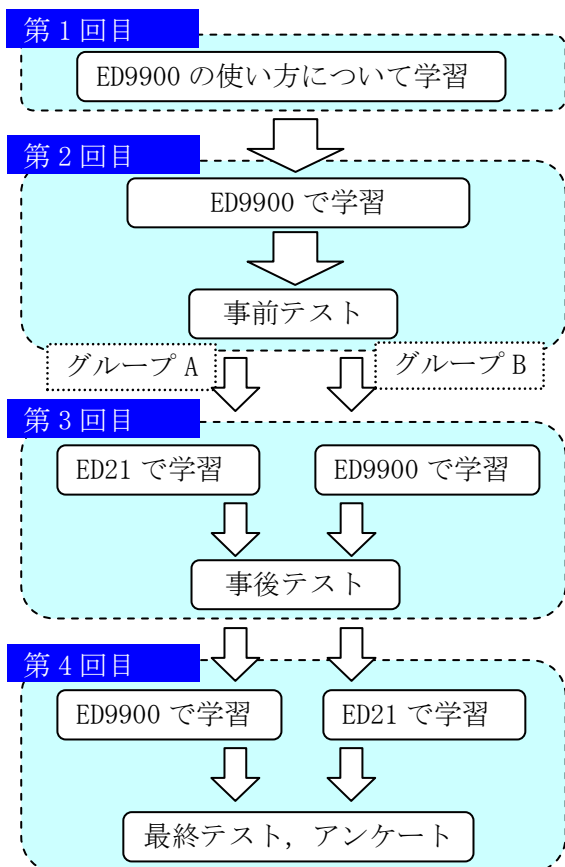


図 3 実験手順

第 3 回目と第 4 回目で学習者はそれぞれ ED21 と ED9900 を使って学習をしている。ED21 を使った学習では、学習者は与えられた課題について ED21 でプログラミングをして、コンパイル・実行を観察することにより、プログラムの実行原

理について学習を行った。一方、ED9900 を使った学習では、学習者はアセンブリプログラムについてより深く学習した。また、学習内容を公平にするため、事後テストの後に、グループ A とグループ B で学習内容を入れ替えた。

それぞれのテストの得点を比較することにより、ED21 の評価を行う。テスト問題の内容は、プログラムの実行原理に関するもので、計 24 問出題した。

グループ A と B の、各テストの結果を図 4 に示す。

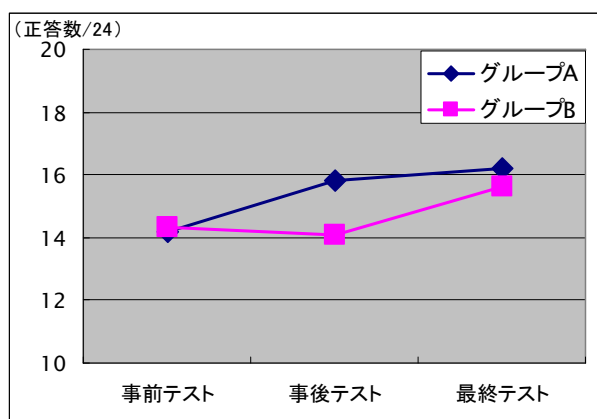


図 4 テストの結果

図 4 に示すように、事前テストと事後テストの間では、グループ B はわずかに下がったのに対し、グループ A は上昇した。また、事後テストから最終テストの間では、グループ B は上昇した。これら 2 つの上昇は、t 検定により統計的に有意であることが確認された。このことから、ED21 の有効性が実証されたことが言える。

5. おわりに

プログラムの実行原理学習のため、計算機システムシミュレータ ED21 にコンパイラブラウザを実現した。大学 1 年生を対象に評価実験を行い、システムの有効性を確かめた。

コンパイル過程をより分かりやすく視覚化することが、今後の課題である。

参考文献

- [1]Y. Miura et al.: Design and Prototyping of an Educational Computer System Simulator, Proc. Int. Conf. Computers in Education (ICCE2003), pp. 673-674, 2003.
- [2]山口他: 高等学校「情報」教科向け Web/Java 教材「ED9900」の開発, 情報処理学会第 60 回全国大会予稿集, Vol. 4, pp. 375-376, 2000.