

アセンブリ言語プログラム教育支援用 i386 シミュレータの開発

1200308 片岡 大樹 【ソフトウェア検証・解析学研究室】

1 はじめに

本学情報学群の科目「情報学群実験第2」ではアセンブリ言語を題材とした授業を行なっている。しかし、アセンブリ言語は抽象度が低く、プログラムの振る舞いの理解が容易ではないという問題や、メモリ内のデータの配置など計算機内部の処理を想定しながらプログラムを作成しなければならないという問題があり、学習が容易ではない。この問題に対し、本研究では受講生のアセンブリ言語プログラムの理解を助ける支援システムについて考える。アセンブリ言語教育支援システムとして、CPU の内部動作等を可視化しながら実行をシミュレーションするシステムが複数提案されており (例えば [1], [2]), 有意な教育効果を示すという報告がされている。そこで本研究でもこれらにならない、レジスタやメモリの変化を見ながら受講生が自分のアセンブリプログラムを実行できるようなシステムを開発する。

提案システムは上記科目のプログラム作成課題において使用できることを目的としており、次のような特徴を持つ。(1) 命令数の限られた架空の CPU 等ではなく上記科目で使用する Intel 80386 (i386) CPU を対象とする。(2) 上記科目では CPU のマイクロアーキテクチャよりも命令セットアーキテクチャ学習に重点が置かれているため、例えば [1] のようなマイクロアーキテクチャレベルのシミュレーション機能を省いて簡潔化している。(3) Linux システムコールをシミュレートする機能、複数のソースファイルに分割されたプログラムを扱う機能など、上記科目のプログラム作成課題の設定に合わせた機能を有する。

2 提案システムの設計

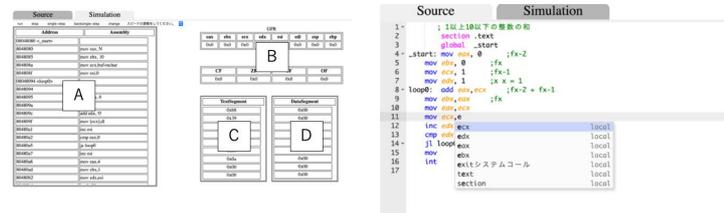
提案システムは、可視化シミュレーション機能 (図1[左]), プログラム編集機能 (図1[右]), アセンブル機能の3つを主な機能とする。

2.1 可視化シミュレーション機能

提案システムでアセンブルしたプログラムに対し、アドレスを含むアセンブリソース (図1[左] A), 汎用レジスタ (B), テキストセグメント (C), データセグメント (D) を可視化する。連続実行, ステップ実行, バックステップ実行の命令セットレベルのシミュレーションモードを有し、命令セットレベルでのシミュレーションが可能である。

2.2 プログラム編集機能

エディタとしての機能だけではなくオートコンプリート, シンタックスハイライト等を実装し、受講生はプログラムの作成負担を軽減することができる。



[左] 可視化シミュレーション機能

[右] プログラム編集機能

図1 システムの画面

2.3 アセンブル機能

アセンブリプログラムをアセンブル実行して、プログラムの結果を表示するとともに可視化シミュレーション機能に実行必要な情報を処理する。また、メインプログラムとサブルーチン等の複数のソースファイルに分割した場合もアセンブルできるように実装している。

3 評価

10回の授業で出題されたプログラム作成課題計30問を対象に、実際に受講生が作成したプログラムが本システムで正しくシミュレーション実行できるかどうか調査した。今年度受講生の提出物のうち作成者から承諾されたものを使用し、1課題につき実行結果が正しいプログラムを最大30個無作為に抽出し(1)可視化箇所正しい情報が表示されるか、(2)シミュレーションの実行ステップ数が正しいか、22項目でシミュレーションが成功したかどうか判断した。その結果、課題8個は100%, 18個は90%以上, 3個は87%, 1個は67%の割合でシミュレーションが成功した。シミュレーションが失敗した課題は、受講生のプログラムの書き方に対応しきれていないことやプログラムの不必要な情報を処理してしまい可視化できないことが原因だった。

4 まとめ

本研究では、情報学群実験第2の受講生を対象としたアセンブリ言語プログラム教育支援用 i386 シミュレータの開発をした。今後、被験者を使った評価実を実施する予定である。

参考文献

- [1] 西牧, 北道, 宮崎, “内部動作を視覚化した教育用 MIPS プロセッサシミュレータシステムの開発,” 信学論 D, J96-D (10), 2130–2138, Oct. 2013.
- [2] P. Sanderson, K. Vollmar, “MARS: An Education-Oriented MIPS Assembly Language Simulator,” ACM SIGCSE Bulletin, 38(1), 239–243, Mar. 2006.