

Hack システムにおけるアセンブラ教育を 支援するツールの実装

岩本和也^{††} 和田幸一^{††}

† 法政大学理工学部応用情報工学科

†† 法政大学大学院理工学研究科応用情報工学専攻

1. はじめに

“The Elements of Computing Systems[1]”はコンピュータの理論の基礎概念を教育の目的としている。ハードウェアやソフトウェアを一から自らの手で作り上げるように構成されている。その際に、補助となる[1]におけるシステムで利用できるツール群を改良し、より良い教育支援環境の構築を研究の目的としている。それらのツールの中で、筆者は、アセンブラを担当した。アセンブラとは、Hack アセンブリ言語を Hack 機械語にアSEMBルするモジュールである。そして、本稿では、このモジュールの改良案である“Hack システムにおけるアセンブラの教育とその作成を支援するツールについて[2]”で提案したシステムの実装を行った。

2. アセンブラを可視化するシステム

上記の問題点に対して解決策として、アセンブラの構造や動作を可視化するシステムを提案する。まず、初めに字句解析を行う作り方（一般的な作り方）とそのままコードを一行ごとに解析する作り方（特殊な作り方）。それぞれの作り方に合うシステムを提案する。そして、一般的なアセンブリ言語との違いを明確化する。詳細は[4]を参照。

(1) 一般的な作り方の解決策

a) 字句解析の動作を可視化するシステム

可視化の画面構成は、入力された Hack アセンブラソースコード、表、有限オートマトンの状態遷移図、字句解析の種類変更ボタンになっている。有限オートマトンの状態遷移図を使い、トークンがどのように分けられているのかを可視化するシステム。

b) 構文解析の動作を可視化するシステム

可視化の画面構成は、ソースコード、トークンファイル、機械語、正規表現の図、行数カウント、シンボルテーブル、パスの回数変更ボタンになっている。パスの回数を変えることによって、シンボルの参照の動作を可視化。そして、トークンの解析の仕方を正規表現の図を表示することによって、可視化するシステム。

(2) 特殊な作り方の解決策

可視化の画面構成は、ソースコード、機械語、正規表現の図、行数カウント、シンボルテーブルになっている。一文字ずつ読み取る際に、正規表現

でかかれた命令のパターンで予測される次の文字を表示することによって、可視化。そして、シンボルテーブルを表示し、シンボルの参照の動作を可視化するシステム。

(3) 一般的なアセンブリ言語との対応

CASL II や PDP-11 などのアセンブリ言語から Hack アセンブリ言語への変換を行った。これらの対応を示すことにより、一般的なアセンブリ言語との違いを明確にすることができ、多角的な理解の向上を促す。

3. 実装

実装については、字句解析の動作を可視化するシステム、構文解析の動作を可視化するシステム、特殊な作り方の動作を可視化するシステムの実装を行った。システムの開発は Java と JavaFX を使用した。

一般的なアセンブリ言語との対応については、アセンブリ言語から Hack アセンブリ言語への変換を行った。

4. まとめ

本研究により、Hack システムにおけるアセンブラ教育を支援することが可能となる。そして、提案システムを実際の教育現場で運用して評価を行う。さらに評価に応じて改良を施すと同時に、他の教育システムへの応用も行うことも考えられる。

参考文献

[1]. N. Nisan and S. Schocken, The elements of Computing Systems: Building a Modern Computer from First Principles, The MIT Press, 2005.

[2]. 岩本和也, “Hack システムにおけるアセンブラの教育とその作成を支援するツールについて”, pp. 1-25 (2018-03)

法政大学理工学部応用情報工学科卒業論文

[3]. 岩本和也, “Hack システムにおけるアセンブラの教育とその作成を支援するツールについて”, 電子情報通信学会, 2019年3月19日, 早稲田大学

[4]. 岩本和也, “アセンブラに対する教育と作成を支援するツールに関する研究”, pp. 1-30 (2020-03) 法政大学理工学研究科応用情報工学専攻修士論文