

Hack システムを利用した 教育支援システムの改良とその実現

久保田 祐貴^{††} 岩本 和也[†] 富岡 広海[†] 奥澤 洋輝[†] 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

情報系の分野を学ぶ学生において、コンピュータシステムの理論を学びシステム全体を理解することは重要である。“The Elements of Computing Systems[1]”はその教育を目的として、NAND 回路を最小単位として論理回路、加算器、ALU から CPU までのハードウェアを構築し、アセンブラの設計からコンパイラ、OS までを自らの手で一から作り上げるように構成されている。本稿では、[1]におけるシステム(Hack コンピュータシステムと呼ぶ)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目的としている。

2. Hack コンピュータシステム

Hack コンピュータシステムとは、ソフトウェア部とハードウェア部を含む各階層から構成されたシステムの全体像を指す。図 1 はそのシステムの全階層である。

Jackアプリケーション
Jack オペレーティングシステム
Jack コンパイラ
バーチャルマシン
Hack アセンブラ
Hack 機械語
コンピュータアーキテクチャ
ALU / RAM
組み合わせ回路 / 順序回路

図 1 Hack コンピュータシステムにおける全階層
また、以下に各階層を実現するために使用するモジュール(①-⑤)を紹介する。

- ① HardwareSimulator—ハードウェア記述言語(HDL)で実現した仮想回路のシミュレーションとテストを行う。
- ② CPUEmulator—Hack コンピュータシステムの CPU のエミュレートを行う。
- ③ VMEmulator—バーチャルマシン(VM)のエミュレートを行う。
- ④ Assembler—Hack アセンブリ言語を Hack 機械語にアセンブルする。
- ⑤ JackCompiler—高水準言語である Jack のプログラムを VM 上でエミュレートできる VM プログラムにコンパイルする。

3. 現状のシステムの問題点

現状の Hack コンピュータシステムにおける問題点を挙げる。1 つ目の問題点は、HDL の記述とその実

行である。これは現状の HDL の構文仕様では必要最低限であるため複雑な回路を記述する際に使いにくさが残ってしまう。またこの実行時には簡単に回路構造を理解する手段がないため理解の妨げとなっている。2 つ目の問題点は、アセンブラとコンパイラの構造である。双方の概念ともに、入力から出力までの変換を行うことは可能である。しかしその変換過程を知る手段がないことが問題である。

4. 問題点に対するシステムの改良案

問題点からその解決するシステムの提案を行った。以下に提案したシステムを示す。

①HDL の言語仕様を拡張するシステム

一般的なプログラミング言語で用いられる繰り返し構文や条件分岐構文をモデルとして、これを HDL プログラム内で使用できるように拡張したシステムである。

②HDL プログラムから回路図を可視化するシステム

HDL プログラムを解析して回路図として可視化するシステムである。順序回路ではクロックとの対応関係も理解しやすく可視化する。

③アセンブラの可視化をするシステム

アセンブラで定義される字句解析、構文解析、シンボルテーブルの 3 つの概念を可視化する。またアセンブラに対するバックスナウア記法(BNF)の構文に具体的な変換アクションを付加することによる、変換過程を付加した BNF 構文図の可視化機能を提供する。また変換過程を付加した BNF 構文図からの実際のアセンブリプログラムを生成する機能を提供する[2]。

④コンパイラの可視化をするシステム

アセンブラの可視化をするシステムと同様である。

5. 今後の課題

今後は仕様を確定し、システムの実現から運用を行う予定である。

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]. 中田育男, ” コンパイラ ”, 共産図書, 1981.