

# 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

岩本和也<sup>††</sup> 久保田祐貴<sup>††</sup> 和田幸一<sup>††</sup>

† 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。

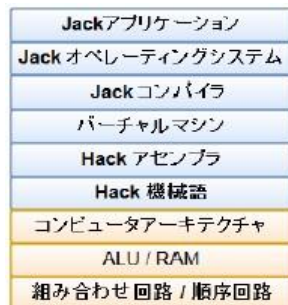


図 1 Hack コンピュータシステムにおける全階層また、以下に各階層を実現するために使用するモジュール(①-⑤)を紹介する。

①Hardware Simulator—ハードウェア記述言 (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。②CPUEmulator—Hack コンピュータシステムの CPU のエミュレートを行う。③VME emulator—バーチャルマシン (VM) のエミュレートを行う。④Assembler—Hack アセンブリ言語を Hack 機械語にアセンブルする。⑤Jack Compiler—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いて私はアセンブラを中心に研究を行ったので、その問題点を中心

に挙げる。問題点としてはアセンブラの中身が確認できないという点である。既存のアセンブラで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。

①アセンブラの動作を可視化するシステム  
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。方法としてはバックスナウア記法 (BNF) で記述された字句解析、構文解析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字句解析の粗細

シンボルの扱い方による字句解析の粗細によってアセンブラの構造が変わってくる。その点からワンパス、ツーパスでの構造を可視化し違いを示す。

### ③一般的なアセンブラ言語との違い

CASL II や PDP-11 などのアセンブリ言語と Hack アセンブリ言語の違いを明確にすることで多角的な理解の向上を促す。

## 5.まとめ

本研究により、コンピュータシステムの理論の基礎概念を習得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]. 久保田祐貴, 法政大学大学院理工学研究科応用情報工学専攻修士論文