

企画番号 2024-12

企画テーマ 0 から作るコンパイラ ～自作コンピュータ(ホンモノ)を作る～

## 1. 背景・目的

自作 CPU を作成しようとしたときに、「コンピュータシステムの理論と実装」を読んだから CPU を作り始めたら原理がよくわかるという意見を見つけたため、自分もそれを読んでみようということである。今後ソフトウェアなどの分野を研究しようとする者が、その基礎的知識を持たないまま研究に取り組むことは遠回りになるのではないかと考えたためでもある。

## 2. 計画・目標

O'Reilly Japan より出版されている「コンピュータシステムの理論と実装 (以下、Nand2Tetris という)」を読み、その過程で CPU やアセンブラ、コンパイラなどを作成し、作成した CPU で動く OS の完成を目的とする。

## 3. 実施方法

Nand2Tetris は 13 章構成であり、第 5 章までの 16 ビット CPU などのハードウェアを制作するパートと、第 6 章からの CPU 上で動作するソフトウェアを制作するパートに分かれている。今回の企画では、第 6 章以降のソフトウェアのパート完成を目標とする。各章は、プログラム動作の説明の部分とそれを自らの手で実装する課題の部分に分かれている。各章を読み終えるごとに 1 つのプログラムが完成するようになっている。課題では設計手順が詳細に載っているわけではなく、あくまでその設計アイデアが記載されているのみであるため、各プログラムの詳細は読者自身が設計を考える必要がある。

筆者は、すべてのプログラムを C++ で作成する。

## 4. 活動経過

Nand2Tetris では、第 5 章までで制作した 16 ビット CPU に対する独自のアセンブリ言語 Hack を用いる。第 6 章では、この Hack から 16bit の 2 進数で構成される機械語に変換するアセンブラを制作する。第 7 章では、Java 仮想マシンのようなスタックをベースとするバーチャルマシン (VM) のスタック処理と、VM 言語を Hack へ変換するプログラムを実装する。第 8 章では、第 7 章で実装した VM のプログラムフローや関数呼び出しに関する具体的な処理を実装し、その VM 言語を Hack へ変換するプログラムを実装する。第 9 章では、独自の高水準言語 Jack を用いたプログラムを制作する過程で、その言語仕様を理解する。第 10 章では、Jack に対して構文解析を行い、解析結果を XML ファイルで生成するプログラムを実装する。第 11 章では、第 10 章で生成した解析結果をもとに、Jack を VM 言語に変換するコンパイラを実装する。第 12 章では、Jack を用いてオペレーティングシステム命令(OS 命令)を実装する。

## 5. 成果・結果等

この企画の成果はすべて筆者の GitHub のレポジトリ (<https://github.com/nao109/nand2tetris>) にある。まず projects ディレクトリ内の 0~13 までのディレクトリに、各章で配布されたプログラムなどの雛形をもとにそのうえで筆者が実装したものと、それぞれのプログラムのテストを行うプログラムが格納されている。