

令和 元年 6 月 17 日現在

機関番号：55503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00990

研究課題名(和文) 質の高い情報通信技術者を育成するための総合的なカリキュラムの開発と普及

研究課題名(英文) Development of Curriculum for training ICT engineers

研究代表者

重村 哲至 (Shigemura, Tetsuji)

徳山工業高等専門学校・情報電子工学科・教授

研究者番号：80215970

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、ICT技術の本質を理解した技術者を養成するためのカリキュラムを開発することである。

まず、教材となる教育用コンピュータ(TaC)のハードウェアと、コンパイラを開発した。次に、TaC上で動作するシンプルなオペレーティングシステム(TacOS)を開発した。最後にオペレーティングシステムの教科書を作成した。教科書はカーネルの仕組みを深く理解できるように、TacOSのソースコードを参照しながら学習するものである。

TaCの設計データ、コンパイラのソースコード、TacOSのソースコード、教科書などの成果物は <https://github.com/tctsigemura/> に公開している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

作成したハードウェアの設計データ、ソフトウェアのソースコード、教科書(PDF270ページ、TeXのソースコード含む)と講義用のスライドは、オープンソースライセンスのもと、GitHubで公開している。誰でも自由に参照して学習や授業の教材として利用可能である。

本研究とは別に作成した機械語プログラミングを通してノイマン型コンピュータを理解するための教材用コンピュータ(TeC)の設計データ、教科書と講義用のスライドも同様にGitHubで公開している。

両者を合わせることで、ノイマン型コンピュータの原理から、コンパイラ、オペレーティングシステムまでを学ぶことができる教材が揃った。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop a curriculum to train engineers who understand the essence of ICT technology.

First, we developed hardware and a compiler for educational computer (TaC) as teaching materials.

Next, we developed a simple operating system (TacOS) that runs on TaC. Finally, we wrote an operating system textbook. This textbook can be used to learn deeply the inside of kernel by referring the TacOS source code.

Products such as design data of TaC, source code of compiler, source code of TacOS, textbook etc are available at <https://github.com/tctsigemura/>.

研究分野：計算機工学

キーワード：教育用コンピュータ オペレーティングシステム コンパイラ ノイマン型コンピュータ コンピュータアーキテクチャ オープンソース

1. 研究開始当初の背景

政府は、2020 年までに「世界最高水準の IT 利活用社会」を実現することを目標とした。この目標を実現するためには、IT インフラを支える多くの優秀な IT(ICT)技術者を育成する必要があるが「ハイレベルの教育を受けた ICT 人材は極めて不足」している。早急に ICT 技術者の育成を行う必要がある。

しかし、技術者の育成は一朝一夕にできるものではない。先を急ぎすぎ表面的な知識しか持たない技術者を育成しても短命な技術者にしかなり得ず、本人にも社会にも不幸な結果に終わる。時間がかかっても、本質を体得した長命な技術者を育てる地道な努力を続けなければ現状から抜け出すことはできない。質の高い情報通信 (ICT) 技術者の育成は極めて緊急性の高い課題だと言える。



図 1

2. 研究の目的

必要な技術者は、利用技術だけではなく ICT 技術の本質を理解し、高度な技術課題に対応可能な者である。ICT 技術の理工学面の本質は計算機科学にある。このような技術者になるためには、まず、計算機科学を基礎からしっかり学ぶことが涵養である。そこで、計算機科学全般を総合的に学習できる、新しい教材を用いた効率の良い ICT 技術者育成カリキュラムの開発を行い普及を目指す。

3. 研究の方法

既に開発済みの教材用のコンピュータ TeC7 (1)(図 1) のハードウェア、TaC 用のオペレーティングシステム (TacOS)、TacOS 記述用の高級言語 C--の言語処理系を教材として用いる教科書や解説書を執筆する。

更に、TeC、TaC、TacOS、C--コンパイラ的设计データやソースコードを公開し、執筆した教科書と合わせて参照することで、ハードウェア、ノイマン型コンピュータ、オペレーティング・システム、高級言語を結びつける一貫したカリキュラムが実現できる。

これにより、「質の高い情報通信 (ICT) 技術者」になるために、多くの学習者が共通に必要な基礎知識を効率よく習得することが可能になる。実働するコンピュータシステムを教材に、ハードウェアから、OS、言語処理系まで教える総合的なカリキュラムを開発する。

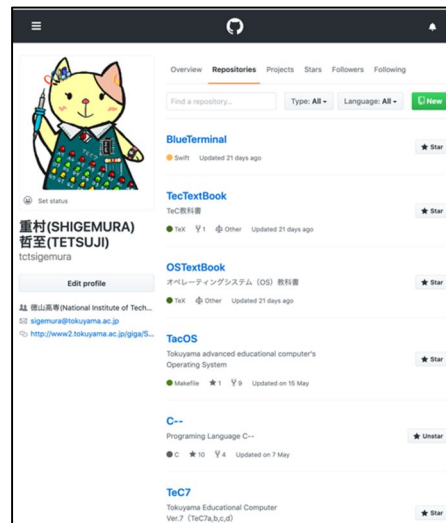


図 2

1 : TeC7 は、内部に機械語教育用の 8 ビットマイコン TeC と、オペレーティングシステムを実装できる 16 ビットマイコン TaC の 2 つのコンピュータを内蔵している。

4. 研究成果

TeC、TaC の設計データや、TacOS、C--コンパイラのソースコードは GitHub (図 2) にてオープンソースライセンスで公開した。現在もこれらの改良は継続しており、GitHub 上で改良の過程を確認することができる。

今回執筆した教科書は「オペレーティング・システム」(図 3) である。内容は、1 章「オペレーティングシステムとは」、2 章「前提知識」、3 章「CPU の仮想化」、4 章「スケジューリング」、5 章「プロセス同期」、6 章「プロセス間通信」、7 章「モジュール」、8 章「主記憶」、9 章「メモリ割り付け方式」、10 章「セグメンテーション」、11 章「ページング」、12 章「仮想

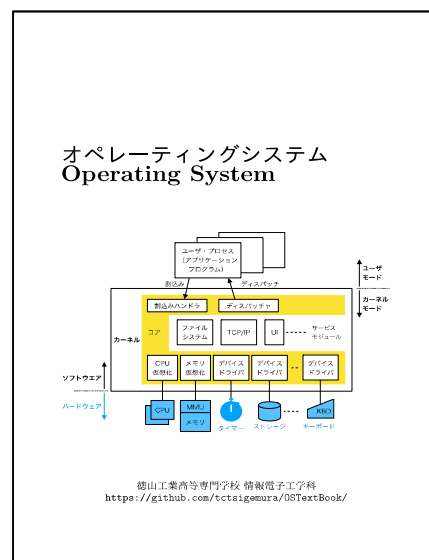


図 3

記憶」, 13章「2次記憶装置」, 14章「ファイルシステムの概念」, 15章「FAT ファイルシステム」, 16章「UNIX ファイルシステム」, 17章「ZFS」, 18章「TaCとTacOS」, 19章「TacOSのCPU仮想化」, 20章「TacOSのセマフォ」, 21章「TacOSのメッセージ通信」, 22章「TacOSのメモリ管理」, 23章「TacOSのファイルシステム」, 付録・文献からなる270ページである。この教科書は、GitHubでTeXソースコードとともに公開している。また、印刷したものを徳山高専・情報電子工学科4年生のオペレーティングシステムの授業で試用中である。

本研究とは別に作成した、教育用のコンピュータ TeC、機械語教育用の教科書と合わせることで、当初目的の「計算機科学全般を総合的に学習できるカリキュラム」に必要な教材の多くが完成した。また、機械語教育、オペレーティングシステムについては徳山高専の授業の中で実践し夫々の科目のシラバスも存在する。今後、コンパイラなどの言語処理系部分について教材とシラバスを作成する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 1件)

重村哲至、教育用システム記述言語、情報処理学会プログラミング研究会、6016-3-4、2016年10月

坂上駿仁、重村哲至、教育用計算機の言語処理系の省メモリ化、平成28年度電気・情報関連学会中国支部連合大会、R16-19-7、2016年10月

〔図書〕(計 1件)

重村哲至、徳山工業高等専門学校情報電子工学科、オペレーティングシステム、2019年、270ページ、ISBN978-4-9910528-0-4

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
<https://github.com/tctsigemura>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名： なし

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名： なし

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。