

計算機教育向けシステム KERNEL1 の設計

1ZB-02

 馬馬 和太[†] 田中 康一郎[‡] 佐藤 寿倫^{†‡} 有田 五次郎[†]
[†]九州工業大学 情報工学部 知能情報工学科

[‡]九州工業大学 マイクロ化総合技術センター

1 背景

計算機システムの急速な普及に伴い、それを扱う人材育成の重要性が高まっている。それにより高等学校、高専など早期から計算機システム教育を行う必要があると思われる。近年の計算機システムは、構造が複雑化しており、初歩の計算機システム教育にそれ自体を用いることは困難である。したがって、教育用に計算機システム全体が全く隠蔽されていない、構造を簡素化した計算機システムを用いて、実際に触れながら学習することが必要である。

1993年より本学では、FPGA環境による教育用計算機システム KITE[1]を用いて教育を行ってきた。KITEシステムはハードウェア設計教育を主として初級計算機システム教育からオペレーティングシステム教育までの幅広い教育に適用可能である。これにより、大きな教育成果をあげてきた。KITEシステムはそれ自体でも初級計算機システム教育の教材として使用可能であるが、より初歩の学習者が扱える教材の必要性が増してきた。そこで、そのような教育にも対応できるように新たに教育用計算機システム KERNELの開発を行っている。FPGA環境による教育用計算機システムを用いた教育は、初級から上級までの幅広い計算機システム教育に適用可能であるので、KERNELシステムもFPGA環境を用いた教育用計算機システムとして構築する。一方、KITEシステムは、KITE-1とKITE-2の2つのシステムで構成されている。この2つのシステムは共通のハードウェアである KITE Microprocessor Board PLUS⁺で動作するため、学習のステップアップが容易に行うことが可能であるが、初級計算機システム教育としては動作方法が複雑であり、かつ表示系が簡素であった。上級計算機システム教育には全てスタンドアロンで構成する方針であったために、計算機システムでは一般的であるハードディスクなどを簡単に使って教育ができないなどの問題もあった。これらを解決するために、KERNELシステムでは KERNEL1と KERNEL2を同一の環境で構築するのではなく、環境の一部を共通化することで対応する。

本稿では、KERNEL1の設計方針及び試作基板について述べる。

2 要求仕様

KERNEL1は、主に初級計算機システム教育を行うためのシステムとする。そのためには以下に示す要求を満たさなければならない。

1. KERNEL1は、マイクロプロセッサに関する学習を行うためのシステムとして、マイクロプロセッサ、メモリ、I/O、マイクロプロセッサの動作制御・観測を行うコンソールを提供できなければならない。

2. KITE Microprocessor Board PLUS⁺は、一枚の基板上にマイクロプロセッサ、メモリ、コンソール、I/Oを実装している。そのため、初学者には、計算機システムの構成要素が明確に把握できなかった。そこで、計算機システムの構成要素が明確になるように考慮する必要がある。

3. KERNEL1では、学習者が計算機システムに実際に触れながら学習を行う。その際、コンソールを操作することによって、学習者がマイクロプロセッサの内部状態を自由に確認でき、さらに変更できる必要がある。また、メモリに対しても同様に、確認および変更が自由に行えるように考慮しなければならない。

4. KITE Microprocessor Board PLUS⁺にはユーザが入力したデータ、操作系の状態を表示するものがないので、たびたび初学者が混乱している場面が見受けられた。そこで、操作のガイドとなる表示系を用意する必要がある。

5. KITE Microprocessor Board PLUS⁺は初級計算機システム教育以外に多目的に使用されるために表示系は特に初級計算機システム教育用に考慮して設計されていなかった。したがって、初学者にとってこの表示系では、マイクロプロセッサの動作をイメージしにくかった。KERNEL1では、初学者でもマイクロプロセッサの動作がイメージしやすい表示系を用意する。

6. マイクロプロセッサの動作の観測時に好評であった複数の動作速度、動作モードを用意する。

3 設計方針

3.1 KERNEL1の構成

KERNELシステムは、KERNEL1とKERNEL2で一部のハードウェアを共用する。それは、KERNEL1におけるマイクロプロセッサとメモリを構成するハードウェアであり、それには本校で開発した SHOKE2000[2]を用いる。SHOKE2000は、FPGAとSDRAM DIMMを実装したPCIカードであり、FPGA内にマイクロプロセッサを構成することで、市販のボードコンピュータのように用いることができる。KERNEL2は、これとPCを組み合わせたハードウェア環境で実現する。

KERNEL1では、KERNEL2と共用しないハードウェアとして、KERNEL1コンソールとKERNEL1 I/Oを別基板として用意する。コンソールとI/Oを分離した理由は、KITEシステム利用時に学習者がI/Oとコンソールの機能を混同したため、今回は機能が明確になるように考慮した。KERNEL1 I/Oは現在検討中である。以下、KERNEL1コンソールの仕様について述べる。

3.2 KERNEL1コンソール

KERNEL1コンソールの設計方針を、マイクロプロセッサの動作を観測する表示系とマイクロプロセッサの動作制御を行う操作系の2点から述べる。さらに今回試作したKERNEL1コンソール基板について述べる。

Design of KERNEL1 System for Computer Education. ,
By Kazuhiro Mima[†], Koichiro Tanaka[‡], Toshinori Sato[†],
Itsujiro Arita[†] (†Department of Artificial Intelligence, Faculty of
Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of
Technology. ‡Center for Microelectronic Systems, Kyushu Institute
of Technology. ,680-4 Kawazu, Iizuka, Fukuoka 820-8502, Japan)

