

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 3 年 4 月 19 日現在

機関番号： 5 3 6 0 1
研究種目： 奨励研究
研究期間： 2020 ~ 2020
課題番号： 2 0 H 0 0 9 2 6
研究課題名 FPGAを用いた論理回路実験の開発

研究代表者

黒岩 見法 (KUROIWA, Minori)

長野工業高等専門学校・その他部局等・技術専門職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 380,000 円

研究成果の概要： FPGAの基本的な機能を説明するにあたり、従来の論理回路（AND、OR、NOT、XOR、NAND等）と対比させながら、ハードウェア記述言語（VHDL）を学びやすくした。とくに、プログラム 1 行ごとに、どの論理回路に対応するか把握しやすいようにした。さらにC言語との違いを理解しやすいものとした。
信号の流れをイメージしやすいように、LED等の出力装置の配置を行った。それにより、回路図とプログラムの個々の命令との対応関係が見えやすくなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来のデジタル回路の基礎を学ぶにあたって、基本的な論理回路を使用して回路を作製しその動作を確認することがファーストステップである。それに加え、基本的な回路を理解するにあたり、FPGAを使用しプログラムで回路を構成することにより、エンジニアとして社会に出た際、現場でより大規模な回路をFPGAで作製することが、大きなギャップを感じずにできると考えられる。

また、ハードウェアとしての論理回路とプログラムで回路を構成するFPGAを同時に学ぶことで、ハードウェアとソフトウェアの両面から思考できるエンジニアを育成していけると考えられる。

研究分野： 電気電子

キーワード： FPGA 論理回路 プログラミング

1. 研究の目的

これまで、論理回路の実習では、「デジタル回路実験」の一環として論理 IC を使用して、基礎的な論理回路の動作を学ぶ実験を高専生に行ってきた。論理 IC を使用することも重要であるが、現在、FPGA(Field Programmable Gate Array)と呼ばれるプログラム可能な論理デバイスの大容量化が急速に進み、システムが自由にチップ上に構成できるようになってきている。基本的な論理 IC の使い方も重要であるが、FPGA を自由に使いこなして、世の中で必要とされるシステムの論理設計ができる学生を育てる必要が出てきている。

学生に対して、従来の C 言語と異なるハードウェア記述言語(VHDL)を理解して、使えるようにする必要がある。学生が理解しなければならないステップとして、次の項目がある。

(1) 基礎 : AND、OR、NOT などの基本的な論理回路から始まり、カウンタなどの順序回路までを理解させる。

(2) 初級 : ハードウェア記述言語(VHDL)を理解して、自分でプログラマブルな回路を FPGA 上に構成する。

上記ステップの(1) 基礎から(2) 初級までが、初めて学ぶ学生に対して基礎的かつ最低限理解してほしいものであり、この点の改善を図ることを最初の目的にした。

2. 研究成果

(1) FPGA の基礎を理解するための研究開発

FPGA の基本的な機能を理解しやすくするため、従来の論理回路(AND、OR、NOT、XOR、NAND 等)と対比させながら、ハードウェア記述言語(VHDL)を学べるよう視覚的な表示を工夫した。とくに、プログラム 1 行ごとに、どの論理回路に対応するか把握しやすいようにした。信号の流れをイメージしやすいように、LED 等の出力装置の配置を行った。それにより、回路図とプログラムの個々の命令との対応関係が見えやすくなった。

(2) ハードウェア記述言語(VHDL)とプログラミング理解向上のための研究開発

FPGA を使用するにあたり、ハードウェア記述言語(VHDL)を学ぶことが必須であり、他のプログラム言語(特に C 言語)との対比しながら学べるように工夫した。プログラミンをする際、常にハードウェアのスペック(処理能力、メモリ、信号の伝送速度等)を念頭に置きながらプログラムを書くようアラートを発信するようにした。特に VHDL は、回路の配置と配線を記述する言語であり、時間的な概念が分かりにくいいため、「VHDL」、「C 言語」、「回路を流れる信号のイメージ」を対比しやすいように工夫した。

(3) 視覚表示システムの研究開発

LED の表示において従来のシステムでは、高速で ON と OFF を繰り返すと、連続して点灯しているように見えてしまうので、プログラムにおいて「空ループ」を挿入して表示する。またはハードウェアにおいて、連続点灯を回避するのが困難な場合に対応するため、FPGA 開発環境のシミュレーション機能を改良し、プログラム実行過程と信号の流れを追跡しやすいようにした。ただ、ハードウェアの特性上、視覚表示システムが機能しない場合における工夫を考案していく。

(4) 今後の展望

本研究を進めるにあたり、予算の制約上、既存の FPGA モジュールキットを使用せざるを得なかった。また FPGA モジュールを想定していた数量購入できなかった。本研究の延長として、実験キットを安価に作製するためのアイデアを複数考案しているが、その実現に向けた研究開発を進めていく。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------