

COMET 互換プロセッサによる CPU 設計演習 のサポート環境の提案

4N-6

片山 博誠, 尾崎 利和, 吉澤 匡, 石川 知雄
武蔵工業大学情報通信研究室

1 はじめに

コンピュータ教育におけるハードウェア分野演習補充のため、COMET 互換プロセッサによる CPU 設計演習環境が現在提案されている。

この演習では、VHDL や FPGA を用いた VLSI 設計技法の習得、CPU 内部や各デバイスの動作理解を主な演習目的としており、CPU を動作させる環境の他に、CPU 内部状態の表示、BUS 状態の表示など、演習者がハードウェアの細かな動作を理解するための環境が必要となってくる。

そこで本研究では演習の円滑化を計るべく、演習を行う上で必要となる演習環境の考案及び開発を行い、演習のサポート環境の提案・実現を計る。

2 必要となる演習環境

提案された演習は、以下の三つの段階により構成されている。

1. 論理回路設計

VHDL の記述、VHDL 論理合成ツール・シミュレータを交えて論理回路の課題を行い、FPGA への実装と実装した論理の動作検証を行う。

2. ワンボードマイコンの動作理解

CASL プログラミング課題を課し、このプログラムをワンボードマイコン上で動作させる。また同時に、バスや CPU 内部レジスタ、メモリ内容の変化のトレースを行う。

3. プロセッサ設計

演習者に難型となる COMET 互換プロセッ

サの VHDL 記述ソースを手渡し、このプロセッサに新しい命令の追加、制御部の再構築といった改良を行う。

各段階で必要となる主な演習環境には、ワンボードマイコン、FPGA ボード、BUS 状態表示ボード、CPU 内部状態表示ボード、論理回路演習用トレーニングボード、BIOS、モニタプログラム、アセンブラといったものが挙げられている。

3 ワンボードマイコンの設計

3.1 ワンボードマイコン設計上の要求

第二、第三段階において使用するワンボードマイコンを設計する上で、演習者に必要となる環境として以下のような要求がある。

- BUS 情報、CPU 内部状態の表示
- ワンボードマイコン上からメモリ操作・表示
- ワンボードマイコン上でのプログラムの実行
- 演習者の設計した CPU 未動作時の対応

また、ワンボードマイコン設計上にて、CPU 部分のバージョンアップに伴う FPGA 周辺回路の変更に対応できることも要求される。

3.2 要求への対応

以上の要求に対し、以下のような対応を計った。

3.2.1 BUS・CPU 内部情報の表示および FPGA 周辺回路への対応

- 機能増設用拡張コネクタの設置
ワンボードマイコン上に拡張コネクタを用意

し、このコネクタにBUS表示用ボードの接続を行うことで、BUS内部状態の表示が可能。またその他拡張もこのコネクタにより行うことができる。

- CPU部分の独立
CPUを載せるFPGA部分を独立させ、このFPGAボードをワンボードマイコンに接続するスタイルをとることで、CPUバージョンアップなどの際にFPGAボード自身の変更のみで対応をとることが可能。また、このFPGAボードにCPU内部状態表示用ボードを接続することで、プロセッサの内部状態を表示できる。
- クロックの選択
クロックの一つに手動クロックを用意することで、一命令の実行に対する内部状態の変化をトレースできる。

3.2.2 ボード上からのメモリ操作・表示

- ボードユーザインタフェースの設置
ボード上にキーボード、ディスプレイを配置することで、モニタプログラムを介してメモリの操作や表示を行うことが可能。また、プログラムの実行もキーボードの設置により行うことができる。

3.2.3 演習者の設計したCPU未動作時の対応

- I/O接続部の設置
I/O接続部を介してPCと接続する環境を用意することで、演習者が設計したCPU未動作時にPCからのメモリ強制アクセスが可能。また、この設置により演習者がPC上でCASLプログラムを製作する環境を提供できる。

4 第二段階の演習の流れ

ここで設計したワンボードマイコンによる演習の流れは、以下ようになる。

1. PC上にて製作したCASLプログラムの課題をI/O接続部を介してワンボードマイコンのメモリ上に転送する。

2. ワンボードマイコンのキーボードよりCASLプログラムの実行を行う。
3. プログラムのワンステップ実行を行いながら、BUS状態の変化、CPU内部状態の変化、メモリ内容の変化のトレースを行い、各デバイスの動作の確認を行う。

5 BUS状態表示ボード

バス状態表示を行う環境としてBUS状態表示ボードを設計した。このボードでは、演習者がデバイスを理解する上で最低限必要となるアドレス・データバスの他に、メモリへの読み書き等の動作を理解する手助けとして、READ、WRITEなどの制御信号を表示できる機能も付加した。このボードでは、アドレス・データバスを7セグメントLED、制御信号をLEDにより表示する。

6 BIOS

ワンボードマイコン上のキーボード、ディスプレイの設置に用いたパラレル設定をBIOSにより行う。パラレルポートのキーボードを入力、ディスプレイを出力に設定し、出力する値をメモリ上のワーキングエリアからディスプレイに表示する。またキーボードが押された時の割り込み時にモニタへ制御を移行し、キー内容に応じた後、ディスプレイ表示へ制御を戻す作業を行う。

7 結言

提案されたCOMET互換プロセッサによる演習をより充実した環境にするべく、本研究ではワンボードマイコンを中心とした演習環境の開発を行った。製作したボードやその他PCとのクロス環境により、ハードウェアの基礎を演習者に提供することができる。

8 今後の方針

1. ワンボードマイコン以外に必要なその他ボード群の開発
2. BIOSの完成とその他ツールの開発