

FPGA 簡易マイコンの命令セットシミュレータの開発

Development of Instruction Set Simulator of FPGA Microprocessor

寺町 駿介¹ 山中 秀知² 村岡 道明¹

Syunsuke Teramachi Hidetomo Yamanaka Michiaki Muraoka

高知大学理学部（情報科学コース）¹ 高知大学大学院理学専攻（情報科学分野）²

1. まえがき

従来、8ビットマイコンを対象とした命令セットシミュレータ（ISS：instruction set simulator）はいくつか存在している。しかし、それらはレジスタの内部の変化を理解するには難易度が高くマイコン初学者の学習用には適さない。8ビットマイコンの理解を深めるにあたって、内部処理をわかりやすく出力することが必須である。本研究では、マイコンの学習用教材として、マイコンの初学者の学習に適したISSを開発し、本教材を使用した学生の8割が70%以上の理解度を記すことを目標とする。

2. ISSの概要

FPGA 簡易マイコンの命令セットはH8マイコンの命令セットを基本とし、先行研究のFPGA 簡易マイコンで実装している命令は26種類である。実行方式は一括実行とステップ実行の2種類実装している。学習用に適させた機能としてレジスタとRAMの一括表示を実装し変化した値には赤色に着色するように開発した。

3. ISSの機能

3.1 機能

本ISSはバイナリファイルに記述した実行命令をISSプログラムに読み込み処理を行う。実行結果はテキストファイルおよびCUI上に出力され、処理内容を確認することができる。FPGA 簡易マイコンと同様に命令の一括実行およびステップ実行の機能を持つ。一括実行では、ISSに読み込んだ命令をすべて処理し、実行結果を一括確認することができる。また、ステップ実行では、ISSプログラムに読み込んだ実行命令を一命令毎に処理し、その都度実行結果の確認ができる。

3.2 ISSの結果表示

本ISSの実行結果はCUIで出力される。命令から見えるハードウェアリソースとして16個の8ビット汎用レジスタ、プログラムカウンタ(PC)、インストラクションレジスタ(IR)、スタックポインタ(SP)、イミディエイトデータ(IMM)や、参照先のメモリのアドレス(abs)などが確認でき、命令実行後の各リソースの内容が容易に確認できる。また、出力結果を16進数、10進数、2進数のいずれか任意に指定することができる。

4. ISSの評価結果

4.1 学習用としてISSの適応

本研究では初学者を対象としたマイコンの学習用教材として本ISSを適応させた。学習用としての評価を行うため高知大学理学部応用理学科情報コースの二回生、15人に協力してもらい実習形式で本ISSを使用した。その際、実習の理解度を図るため実習評価シートを10段階で評価し実習受講者に配布し実習開始前、実習1日目終了後、実習終了後、最終課題終了後の4回シートに解答してもらい、その結果の集計し評価した。

4.2 学習用としての性能評価

学習用の環境をいかに示す。

- ・実習回数：90分1回とし、全2回実施
- ・評価対象者：男子13人、女子2人の全15人

表1 評価シート結果

| 実習開始前 | 実習1日目 終了後 | 実習2日目 終了後 | 最終課題 終了後 |
|-------|--------------|--------------|-------------|
| 2.88 | 4.7 | 7.23 | 7.91 |

表1を見てわかるように最終課題終了後には本ISSの使用者が平均で約80%の理解を示す結果となった。これは最終課題の提出と同時に評価シートに解答してもらった結果である。このことから本ISSはマイコン初学者の学習用教材として活用しても初学者の理解度の向上が把握でき、本研究の目標を達成することができたといえる。

5. まとめ

本研究で開発したISSによってFPGAマイコンを使用しなくてもFPGA 簡易マイコンのレジスタやプログラムカウンタなどの内容を理解することができる。また、テキストファイルに命令の動作結果を保存することによりあとでトレースすることができる。これらのことによりISSがあれば大勢の学生が同時に学習することができ、幅広く利用することができる。また今回の学習用の評価実験により、学習用の評価実験により教育教材としても効果が確認できた。今後は、GUI版のISSを作成し、より視覚的にレジスタやプログラムカウンタなどの内容を確認できるISSを作成することにより使用範囲を拡大させより扱いやすいISSを作成する。

参考文献

- [1] 山中 秀知, 松本夏樹, 村岡 道明, “FPGA 簡易マイコンの研究”, TRICK, Vol.6 (2014), 2014年3月