

FPGA 簡易マイコンの研究

A Study of FPGA Microcontroller

山中 秀知 松本夏樹 村岡 道明

Hidetomo Yamanaka Natsuki Matsumoto Michiaki Muraoka

高知大学理学部 情報科学コース 村岡研究室

1 まえがき

8ビットマイコンをFPGAに実装し、簡易に使用できるFPGAマイコンを作成した。本マイコンは、学生の8ビットマイコン学習教材や8ビットマイコンの応用製品のプロトタイプ開発としての利用を考える。本FPGAマイコンは、ホスト側で記述した命令コードをFPGAマイコンに転送し命令の実行を行う。そして、本マイコンは2つのデバッグモードを持ち、実行処理結果はホスト側に転送され、参照、解析ができる構成である。

2. FPGA マイコンの構成

FPGAマイコンの構成を図1に示す。本マイコンは、ホストPCとFPGAボードで構成され、FPGAボードはRS232C、Control-Line、8ビットマイコン、RAM、debug、LEDの6つのモジュールで構成され、8ビットマイコンはPC、ALU、デコーダ、レジスタで構成される。

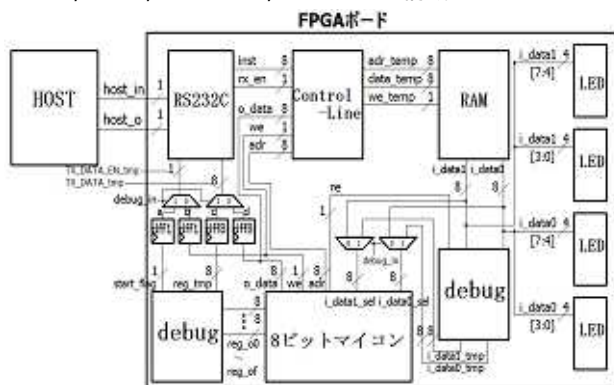


図1 FPGAマイコンの構成

3. FPGA マイコンの各モジュールの機能

RS232C ホストより転送されたシリアル命令コードを8ビットに変換し、命令コード、書き込みフラグを出力する。また、8ビットマイコンからの出力値をシリアルに変換後、ホストに転送する。

Control-Line マイコンの実行前には、RS232Cから命令コード、書き込みフラグ、本ブロックで作成した格納先のアドレスをRAMに転送する。マイコンが実行を開始すると、マイコンからの出力値、アドレス、書き込みフラグをRAMに転送する。

8ビットマイコン 実行すべき命令データをRAMからマイコンに読み込み、実行する。処理終了後に出力値(演算結果など)、アドレス、書き込みフラグ、読み込みフラグを出力し、RS232CとControl-Line(RAM)に転送する。

RAM 書き込みフラグおよび読み込み(読出し)フラグの値

に対応して、アドレスが示す場所にデータの読み書きを行う。2ポートメモリとして使用される。

debug デバッグモードに設定した場合、8ビットマイコンが命令を実行する前に一度8ビットマイコンを停止させ内部のレジスタ値をRS232Cブロックを通してホストPCに順に出力する。内部レジスタの値をすべてホストPCに出力できたら8ビットマイコンの停止を解除する。

入出力 ホスト側でバイナリファイルに書き込まれた命令コードは、ファイル転送ソフトを用いてFPGAマイコンに転送される。8ビットマイコンでの、命令の実行結果の出力値はRS232Cでシリアル変換し、ホストに転送されバイナリファイルに書き込まれる。

4. FPGA マイコンの3モードの説明

通常モード RAMに格納された命令をすべて実行し、ホストPCへの出力命令が実行されたときのみホストPCへ演算結果を出力する。内部処理は出力しない。

デバッグモード(オール実行) RAMに格納された命令をすべて実行し、1命令が実行されるたびに8ビットマイコン内部のレジスタ値と次に実行される命令のオペレーションコードを出力する。

デバッグモード(ステップ実行) オール実行モードとの違いは、RAMに格納された命令を1命令実行し、FPGA上のリスタートボタンを押すことで次の命令を実行する。

5. FPGA 実装および評価結果

今回提案するFPGAマイコンをFPGA上で実装した結果、約40~50MHzで動作することが確認できた。本8ビットマイコンのLSI [1]の最高動作周波数が5~20MHzであることを考えると、提案するFPGA版は2~10倍の性能であることが確認できた。

6. 結論

FPGAを使用した8ビットマイコンを作成した。本マイコンは、ホスト側で命令コードを記述し、それをFPGAに転送する。FPGAマイコンはその命令を実行し、実行結果をホスト側に転送する。また、デバッグモード時には8ビットマイコンの内部レジスタの状態と、オペレーションコードの確認もできるので、学生の教育教材として有用であると考えられる。今後は本成果を活かし、16/32ビットマイコン版のFPGAマイコンの開発を検討したい。

参考文献

[1] ルネサスエレクトロニクス社のホームページ

<http://japan.renesas.com/>