

FPGA とプロセッサを組み合わせたシステム設計教育に関する研究

中村 尚香†

澤田 直‡

†九州産業大学大学院 情報科学研究科

‡九州産業大学 情報科学部

1. はじめに

急速な技術革新が進む現代、組込みシステムの産業規模の拡大は目覚ましく、今後もさらに産業規模は増加傾向にあると言われている。

その一方で、組込みシステムの不具合により広範囲に多大な影響を及ぼすケースが増大している。組込みシステム開発において不具合の発生工程と発見工程を見ると、不具合が発生する工程はシステム要件定義やアーキテクチャ設計など上流工程で発生することが多いのに対し、不具合が発見される工程はシステム結合テスト・総合テストに多い[1]。

組込みシステムには、ハードウェア領域とソフトウェア領域、その境界領域が存在し、どちらか一方だけ、あるいは自分の専門分野だけに特化するのではなく、幅広い視野を持ちシステム全体を把握した設計できる人材の育成が求められている。しかし、近年の若い技術者は生まれた時からブラックボックス化された製品に囲まれて育っており、製品がどのような仕組みで動いているのかを想像できないことも多く、製品の要求仕様を完全に理解しないまま十分な検討を行わずに設計してしまうなどの問題があり人材育成が困難となっている。

本研究では、学習者にとって身近なシステムを題材とし、インタフェース設計や機能分割・仕様書の作成に重点を置いた、システム全体を見て設計できる技術者育成のための教育課題を検討している。

2. システム設計教育課題の検討

システム設計教育課題を検討する上で、以下のことを考慮する。

1. 課題は学習者にとって身近なシステムを題材とすることで、直感的に製品仕様や実現する機能を理解しやすい内容とする。
2. 機能ブロック間のインタフェース設計を重視した課題である。
3. ハードウェアとソフトウェアを組み合わせ、それぞれの特性を理解した上でその境界部分の機能分割を行う課題とする。
4. 課題は実装よりもシステム設計・成果物作成を重視し、要件定義や仕様策定を行う。
5. 各工程毎にレビューを行うことで、成果物の品質を上げる。

これらの内容を実現する課題として次のような FPGA とプロセッサを搭載したプラットフォーム上での実習課題を検討している。

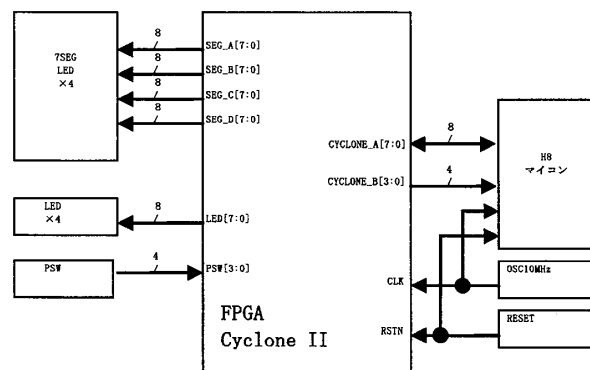


図 1. MU200-EK のアーキテクチャ

三菱マイコンシステム社製 Power Medusa MU200-EK[2] は、H8 マイコンを搭載した FPGA ボードであり、プロセッサを含めた組込みシステム構築の初級者向け演習を想定して設計されている。内部のアーキテクチャのうち、本課題で用いる部分を図 1 に示す。スイッチや LED、7 セグメント LED などの入出力機器は FPGA に接続されており、FPGA と H8 マイコンは 8 ビットの双方向の信号線 (Cyclone_A)

とスイッチの信号を伝える 4 ビットの信号線 (Cyclone_B) で接続されている。このボード上にシステムを実装することを想定して、学習者に機能分割、詳細設計をさせる。H8 マイコンと FPGA の間の信号線のビット幅が限定されているため、インタフェースの仕様や通信プロトコルもしっかり考えないと上手く動作させることは出来ない。実際の開発現場では、常に自由な環境や仕様でシステムを開発できるわけではないので、限定された仕様の中でどのように必要な機能を実現するかを学習者に考えさせることも重要である。

3. 自動販売機的设计課題

教育課題としては、次のようなものを想定する。想定する学習者はハードウェア・ソフトウェアの基礎知識がある大学生から入社数年の若手技術者とする。

課題は学習者が要求仕様や実現する機能を出来るだけ理解しやすいものを設定する。教育課題の例としては、自動販売機的设计を検討している。自動販売機は学習者にとって身近な機器であり、コインの投入・金額の計算・商品購入・おつりなど必要な機能やその仕様がイメージしやすい。

課題の要件定義としては以下のようなものを想定している。

実装環境： H8 マイコン搭載 FPGA ボード
三菱マイコンシステム社製 Power Medusa MU200-EK

设计課題： 自動販売機

入力仕様：

- ・ スイッチ 1~4(100 円・10 円・返金スイッチ・購入スイッチ)負論理入力。複数のスイッチが同時に押されることはない。

出力仕様：

- ・ 7セグメント LED1~3(投入金額表示)
- ・ LED1~3(購入可能ランプ・100 円返金信号・10 円返金信号)

動作仕様：

- ・ 商品は 120 円の缶ジュースのみとする。
- ・ 100 円玉と 10 円玉でのみ入力可能である。
- ・ 投入金額は 120 円を超えると購入可能ランプが点灯し、それ以上は投入不可能とする。
- ・ 購入可能ランプが点灯しているときに購入スイッチを押すと商品落下信号を出力する。
- ・ 返金スイッチを押すと投入金額を出力し返金信号を出力する。

信号仕様：

- ・ 商品落下信号：1ms 以上の幅の正論理パルス信号
- ・ 返金信号：1ms 以上の幅の正論理パルス信号。
次の信号までに 1s 以上間隔を開ける。

機能分割としては、缶の値段の設定や金額計算はソフトウェアで実現し、ハードウェアはボタンの入力や返金の信号の出力などを実現する。機能ブロック間のインタフェースは、H8 マイコンと FPGA は 8 ビットと信号線のビット幅がボードの仕様で限定されているため、相互間通信を実現するためにはシリアル通信を行うなどの工夫が考えられる。

演習は要求仕様分析・基本設計・詳細設計など段階的な工程に従って演習を行い、自動販売機の詳細な設計のみを行う場合、設計から実装までを行う場合など学習者の知識や経験、学習目標に応じた学習目標を柔軟に設定できるカリキュラムを検討している。

課題の要求仕様は教員側が与え、学習者は与えられた仕様を基に、明確な成果物を作成する。成果物は各工程で相互レビュー、または第三者レビューを行う。工程毎にレビューを行うことでそれぞれの工程で作成する成果物の品質を向上させることが目的である。レビューを行う際には、教員側から成果物を評価するためのチェックリストなどを用意する。成果物に不備や誤りはないか、品質を向上させるにはどのような観点で作成すれば良いのかなど、演習をサポートするための教材の検討も行う。

4. おわりに

現在、前述の課題内容を元にした教育カリキュラムの検討を行っている。学習者に与える要求仕様や導き方、仕様書を作成する上での見本となるフォーマット・仕様項目の選定など教材の検討を行い、実際に実験検証を行った上で改善を行う。

参考文献

- [1] 経済産業省, 2008 年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書,
http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/2008software_research.html
- [2] 三菱電機マイコン機器ソフトウェア株式会社, "Power Medusa MU200-EK",
<http://www.mms.co.jp/powermedusa/products/ek.html>