

画像認識型ライントレーサの HW/SW 同時開発を題材とする PBL の実践・評価

橋本 浩二†, 馬場 明也‡, モシニャガ ワシリー†, 森元 逞†, 佐藤 寿倫†

主に中間層人材育成を担うレベルの高等教育機関においては、深みのある専門技術分野＋広く浅い技術知識を能動的に習得する技術者を育成する仕組み作りが重要になっている。そこで CMOS イメージセンサ, FPGA, マイコン, モータ駆動回路で構成される画像認識型ライントレーサを開発するという題材を設定し、システム全体仕様検討から開発・デモまで取り組む、チャレンジングな PBL を試行的に実施した。また、その教育的効果を検証した。

Trial PBL on HW/SW Co-Development of Line-Tracer with Image-Recognition Capability

Koji Hashimoto†, Hiroya Baba‡, Vasily G. Moshnyaga†, Tsuyoshi Morimoto† and Toshinori Sato†

1. はじめに

高度な専門性を有する ICT 技術者の不足は、日本において大きな課題となっている。そこで、高度 ICT 技術者を国内において体系的に育成するべく、文部科学省の「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」では情報系大学院修士課程において PBL 演習を行うことで、高度 ICT 技術者育成に一定の成果を上げてきた。くわえて昨今、組込みシステム分野において、システム対象領域の広範囲化・高度化が進んでいるため、組込みシステムの主にソフトウェア開発を PBL 演習テーマの一つとして設定して取り組む動きが活発化している。だが、高度な組込みシステムを実現するためには、ソフトウェア技術とデジタル・ハードウェア技術とが密接に関連しあうことが必須である。アプリケーション、OS、ミドルウェアからファームウェアへ、さらにはデジタル・ハードウェア、システム LSI 開発設計へと、ソフトウェア・ハードウェア技術領域の垣根を越えて連携しなければならない。すなわち、複数の領域にまたがった開発能力を有し、高度なレベルでのソフトウェア／ハードウェア技術の摺合せが可能で、しかも短期間で開発サイクルを回していくことが可能な研究・開発人材を輩出することが求められている。特に、国内向けの中間層レベルの人材育

成を担っている、本学のような高等教育機関においては、学生のときにシステム全体を構成する技術的範囲を見極める能力を培い、また、ある程度深みのある専門技術分野＋広く浅い技術知識を、社会に出てからも持続的・能動的に習得し続ける技術者を育成する仕組みをどう構築するか、という視点が重要である。

一方で、PBL に取り組む修士課程の学生にとっては、所属する研究室の研究テーマと PBL の技術的内容との関係性は重要であり、またそれは、PBL を学科・専攻内部で円滑に進めていくためにも重要な要素である。

そこで我々は 2010 年度より、デジタル・ハードウェア領域の開発を行う、またはシステムのソフトウェアとハードウェアを総合的に開発する、研究開発の業務請負的な要素を加えた、新たな PBL 演習プログラムの開発・実践に取り組んでいる[1,2]。同時に、それらの教育的効果を検証している。2012 年度後期において、CMOS イメージセンサ, FPGA, マイコン, モータ駆動回路で構成される画像認識型ライントレーサを開発するという題材を設定し、システム全体仕様検討から開発・デモまで取り組むという PBL を試行的に実施したので報告する。

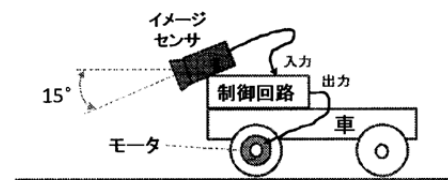


図 1 顧客が提示した走行体システムイメージ図

†福岡大学 工学部 電子情報工学科
Department of Electronics Engineering and Computer
Science, Faculty of Engineering, Fukuoka University
‡福岡大学 大学院工学研究科 電子情報工学専攻
Department of Electronics and Computer Science, Graduate
School of Science, Fukuoka University

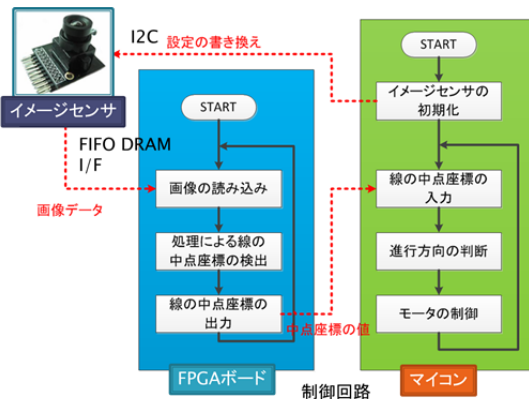


図 3 システム内部処理フローの概要

2. PBL の概要

2.1. PBL の目的・特徴・体制

本 PBL の目的は、ソフトウェアとハードウェアの両方を用いた開発を経験させ、その過程の中で、機能要求を満たすための最適な手法を提案・検証・実装に取り組み、また今後の発展・将来性を考えることである。研究開発型プロジェクトであるものとし、研究テーマとして発展性が見込まれる開発・実装が顧客から求められるものとした。顧客(1名の教員)が要求するテーマを「イメージセンサを用いたラインレーサの研究開発」と設定し、具体的には白線のトレースに CMOS イメージセンサを用い、取得した動画を FPGA ボード上で処理し、その処理結果をもとにマイコンが走行を制御するという、小型走行体システムの開発(図 1)を要求した。

PBL のチームは計算機工学系の研究室の修士 1 年生 4 名で構成され、技術サポート(技術部長)および上司(社長)役としてそれぞれ 1 名の教員を割り当てた。実施期間は 9 月中旬から翌年 1 月中旬までの 4 か月とした。1 月末に学科内の成果発表会を行い、3 月に学外での成果発表会に参加し、学生自ら発表した。

2.2. 開発工程

PBL チームメンバーは顧客からの要求を受け、まず、その要求をもとに要件定義を策定し、並行して、実装に必要な技術の調査を行った。検討の結果、実装を二段階に分けて実施することが学生から提案された。第 1 段階は単純な直線・緩やかな曲線上を走行するものを試作し、第 2 段階では複雑な白線上(鋭角のターン、交差、細線、破線)の走行を実現する、というものであった。その理由として、新規開発要素が多いにもかかわらずメンバーの開発経験が少ないために、複雑な機能を実装するには不安材料が多く、開発工程で手戻りが頻発する恐れがあったためである。

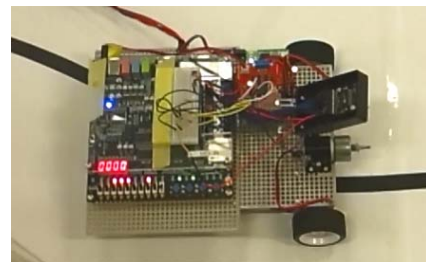


図 2 走行体の全体写真(走行テスト時)

2.3. システムの構成

走行体システム内部の制御回路(FPGA ボード+8ビットマイコン)の処理フローを図 2 に示す。FPGA ボードは定価 2 万円弱の教育用良品(Altera CycloneII EP2C20F484 ベース)を、マイコンは Arduino 改造品を用いた。車体は A4 程度の大きさで重量は 1kg となった。前輪左右それぞれにマブチモータ RE-260 とギアボックスを配置し、モータ 2 個をマイコン併設の駆動回路で PWM 制御するものとした。電源は、開発段階は電源装置を、デモ走行時はリチウム一次電池を用いた。

3. PBL の検証

今回の試行 PBL では開発着手前の技術調査および開発途中段階で、学生にとっては想定範囲外のところで問題が頻発し、作業遅延の原因となった。つまり経験不足による工程見積に重大な問題があった。また、デバッグ(不具合の原因箇所の特定制業)が効率よく進まず試行錯誤の連続であった。最終的には、第 2 段階すべての実装までには至ることはできなかった。

教員側からみると、技術的トラブルの多くは想定範囲内であったが、部品手配の遅延が課題として残った。また第 1 段階間際で、技術部長が積極的に介入したために、メンバーの一部に依存心が無意識に発生した可能性がある。PBL 終了時点で、メンバー全員からいずれも高い自己達成感・成長感の評価を得られたものの、テーマとしてはやや過重だとの意見もあり、今後のテーマ設定に反映させたい。

参考文献

- [1] 橋本 浩二, 前田 佐嘉志, 森元 暉: 人の動線情報収集システムを題材としたソフトウェア・ハードウェア同時設計による研究開発型 PBL の評価, FIT2012 第 11 回情報科学技術フォーラム, 2012
- [2] 山本 竜也, 橋本 浩二, モシニヤガ ワシリー: デジタル・ハードウェア研究開発を題材とする PBL への取り組み, ESS2011 組込みシステムシンポジウム 2011, 2011