

## 組込みエンジニアの実践教育の経験と考察

御村武生<sup>†</sup> 松下真悟<sup>†</sup> 磯貝太郎<sup>†</sup> 大山将城<sup>††</sup> Khamphong Khongsomboon<sup>††</sup> 清水尚彦<sup>†</sup>

東海大学電子情報学部コミュニケーション工学科<sup>†</sup>

東海大学大学院工学研究科<sup>††</sup>

### 1 はじめに

現代の高機能工業製品において組込み技術は必要不可欠である。しかし、組込み技術者の学習環境は十分とは言えない。

サーベイヤ計画は、組込みシステムとソフトウェアの開発技術向上を目指して学習環境と教材を作り上げるために考案された。この計画は、「Hamana-1」[1]、「MDD ロボットチャレンジ」[2]で構成され現在も継続中である。

我々はこの計画の中の「Hamana-1」と「MDD ロボットチャレンジ」に参加した。本稿では、開発経験と教育的効果について考察する。

### 2 企画説明

#### 2.1 Hamana-1

Hamana-1 プロジェクトは、小型モデルロケット:Hamana-1 に GPS ユニット, GPS データロガー, 電源を搭載し打ち上げ、小型モデルロケットの打ち上げ軌道の記録・解析を行うプロジェクトである。[3]

この開発は、産学共同での分散開発で行った。我々はこの計画の中でデータロガーの開発を担当した。

開発するデータロガーは、以下に示す要求仕様がある。

- 重量制限 (40g 以下)
- サイズ制限 (30 × 30mm)
- 防水
- 耐衝撃
- GPS から送られる位置データの保存

#### 2.2 MDD ロボットチャレンジ

MDD ロボットチャレンジは、上昇・下降、左右旋回が行える小型軟式飛行船 (以下飛行船) を用いて基地局から目的地までメッセージを運ぶ自律飛行システムの開発を行う企画である。

自律飛行システムを実現するために赤外線 (以下 Ir)/超音波 (以下 US) 送受信機を用いて通信を行う。

開発するシステムには、以下の示す要求仕様がある。

- Ir/US 送受信機を用いた通信
- ヘリウムガス 400L 以下の浮力を用いる

EXPERIENCE AND CONSIDERATION OF EMBEDDED ENGINEER'S PRACTICAL

Takeo Mimura Shingo Matusita Taro Isogai Masashiro Oyama Khamphong Khongsomboon Nahiko Shimizu

<sup>†</sup>Department of Communications Engineering, School of Information Technology and Electronics, Tokai University.

<sup>††</sup>Graduate School of Engineering, Tokai University.

### 3 開発

#### 3.1 Hamana-1

ロケットに搭載するスペースは狭く、高度を上げるために重量制限とサイズ制限がある。また、打ち上げは浜名湖畔で行ったためにデータロガーには防水する必要がある。さらに、パラシュートを開くときの逆噴射の衝撃に耐えられる設計・実装を行わなければならない。

重量制限とサイズ制限を満たすため、CAD ツール EAGLE [4] を用いて両面感光基板で回路設計を行った。設計した回路に実装するデバイスを全て表面実装することでサイズを縮小した。回路には、GPS からのデータを EEPROM に書き込むためのマイコン、GPS のデータを保存する EEPROM、昇圧回路、ラジオビーコンを搭載した。

GPS は 3.3V の安定した電圧を必要とする。容積と重量の制限から電池を 2 つ以上を用いることができなかったため、昇圧回路を用いリチウム電池の電圧を 3.3V に昇圧した。

GPS の特性として、使用衛星数が 3 個以下であると高度情報が欠落する。そのため、安全を見込み、使用衛星数が 5 個になってから打ち上げることにした。使用衛星数の確認手段として、使用衛星数に応じ変調されたラジオビーコンの電波をレシーバで受信し、音による識別を行った。

防水・耐衝撃の要求を満たすためにフィルムケースを用いた。また、35mm カメラフィルムケースにフロートを付けることで着水時に沈まないようにした。

この計画は、約 3 ヶ月の期間で開発を行なった (図 1)。短期間の中で、ロケット打ち上げ実験や逆噴射実験などの実験を多く行うことで机上では味わえない実働システム開発を経験した。

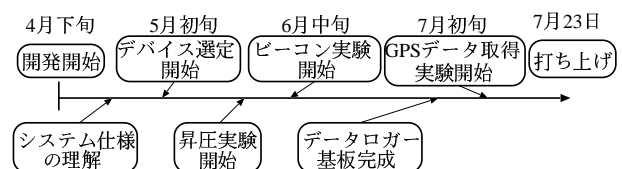


図 1 Hamana-1 開発工程

#### 3.2 MDD ロボットチャレンジ

我々はモデリングを行う前に、自律飛行システムに要求される機能の分析を行った。自律飛行システムは多くの機能を有するので、ハードウェアで実現する機能を列挙し必要なデバイスとの関係を明らかにした。次に、ハードウェア (以下 HW) とソフトウェア (以下 SW) で

実現する機能の分割を行った。このように、HW/SWの切り分けをすることでモデリングし易くした。

次に UML [5][6] を用いて要求分析モデル、概念モデル、設計モデルを作成した。我々は要求分析モデルにはユースケース図を用い、自律飛行システムの例外を抽出した。設計モデルを作成時に例外を考慮したシステムの設計モデルを作成した。

Hamana-1 プロジェクトを経験したことで、少ないメンバーであったが短い期間で HW/SW 両方の開発を行った。(図 2)

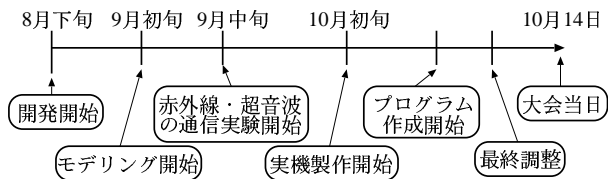


図 2 MDD ロボットチャレンジ開発工程

## 4 開発結果

### 4.1 Hamana-1

データロガーの重量は、フィルムケース、電池、GPS、データロガー、フロートを含め 38g、回路基板のサイズは 28 × 30mm となり、2.1 節で示した要求仕様を満たした開発が行えた (図 3)。

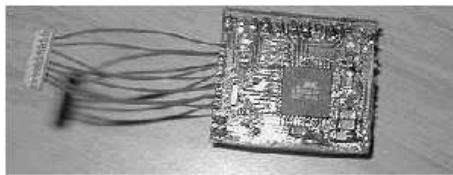


図 3 開発したデータロガー

### 4.2 MDD ロボットチャレンジ

大会当日、ハードウェアの配線によるトラブルで飛行を行えなかった。しかしながら、モデリング結果を認められ優秀学生賞を受賞した。(図 4)



図 4 飛行船回路基板

## 5 まとめ

我々は「Hamana-1」と「MDD ロボットチャレンジ」を通じ以下のことを学習・経験することができた。

- スケジュールング

- 短期間で開発を行なわなければならないため、スケジュール管理を念入りに行った。

- UML によるモデリング

- モデルを作成する前にインターフェースを決めることで、他の機能の開発をブラックボックスとして扱い、モデリングを行い易くした。

- デバイスの仕様書の読み方

- 両計画の開発において、多くのデバイスの中から最適なデバイスを選択し、要求仕様を満たした。

- 基板作成

- 大学の講義では、あらかじめ実験器具、実験方法、などが用意され、受講者はマニュアルに従い実験・考察を行う。それに対し、我々が行ったことは、実験の環境の実験環境の整備、開発マニュアルなどが用意されておらず、ゼロからの開発を行った。

- SW の知識・技術

- C 言語によるコーディングを行い、マイコンの制御を行った。

実践開発を行うことで、大学で学んだ知識を深く理解できる。また、「要求仕様分析・設計を行う」「例外シナリオの想定・解決策の検討を行う」などは実践の開発を行わなければ経験・学習をすることは出来ない。2つのプロジェクトに参加したことでこれら多くのことが経験でき、短期間で組込みシステム開発の技術・知識が向上した。以上より、実践開発を行うことは教育的効果が高いと考える。

## 参考文献

- [1] SWEST, "小型飛翔探査体 ハマナ 1 開発計画"
- [2] 情報処理学会ソフトウェア研究会, "MDD ロボットチャレンジ MDD を学び開発方法を改善しよう"
- [3] 森 孝夫, 二上 貴夫, 清水 尚彦, 岩橋 正実, 岸田 昌己, "教育用飛行探査体「Hamana-1」開発の経験と知見", 組込みソフトウェアシンポジウム 2004 論文集, pp78-pp85, 2004
- [4] EAGLE home page <http://www.cadsoft.de>
- [5] 渡辺 博之, 堀松 和人, 渡辺 政彦, 渡守武 和記, "組み込み UML-eUML によるオブジェクト指向組み込みシステム開発", 翔泳社, 2002 年.
- [6] ジェームズ・ランボー, イヴァー・ヤコブソン, グラディ・ブーチ, "UML リファレンスマニュアル", ピアソン・エデュケーション, 2002 年.