

組込みシステム技術の実践的修得と課題 -MDD ロボットチャレンジ 2007 の参加を通して-

右立真輝, 照山謙治, 西坂翼, 松村洋輝, 宮本幸太, 佐々野浩二, 堂込一輝,
○汐月哲夫, (熊本大学)

1. はじめに:

日本科学未来館(東京)にて開催された MDD ロボットチャレンジ(2007年10月21日)に参加した成果について報告する。

2. MDD ロボットチャレンジ

このロボット競技会は情報処理学会組込みシステムシンポジウム(ESS2007)の特別企画として例年開催されている小型ヘリウム飛行船の自律飛行の競技会であるが, 主たる目的はソフトウェアの開発手法 MDD (Model Driven Development) の研究である。MDD とは明示的な論理にもとづくソフトウェアモデルの変換を繰返すことにより最終ソフトウェアを生成する開発方式で, よく知られた UML(Unified Model Language)の活用術でもある。具体的な開発対象(ドメイン)として小型ヘリウム飛行船 Haluna-4M を用い, その航法システム開発に競技会形式で取組むことにより組込みソフトウェア開発の基礎を学び, MDD の研究レベルの技術修得をするわけである。

具体的には, 以下のような領域での活動が含まれている。

(1) 研究促進: 組み込みソフトウェアとシステム工学推進のための研究用資料を開発する

- ドメインテーマ (小型飛行船制御)
- ハードウェア (電気, 電子, 機械, 計測など)
- ソフトウェア (制御, 通信, 情報処理など)
- 評価技術 (モデル評価)
- 運営管理技術 (開発プロジェクト運営, 教育イベント運営)

(2) 産業振興: MDD というソフトウェア工学の開発パラダイムを学ぶ機会を提供する

□ UML モデルレイヤーの 1層(実装), 2層(アプリモデリング), 3層(メタモデリング) 開発技術習得

□ 開発したハードウェア, 情報を開示/展示して産業振興に役立てる

(3) 教育実践: 情報技術教育のプラットフォームとしての模型飛行船開発を行う

□ 夢中になれる組込み技術と科学(情報科学, 組込みシステム) → 中高生

□ 工学原理を適用した組込み技術(UML モデリング, MDD 原理) → 大学生

□ 開発技術を高められる組込み技術(MDD の実用) → 社会人

3. 開発対象(ドメイン)

図1は MDD ロボットチャレンジにおける開発対象の全体図である。

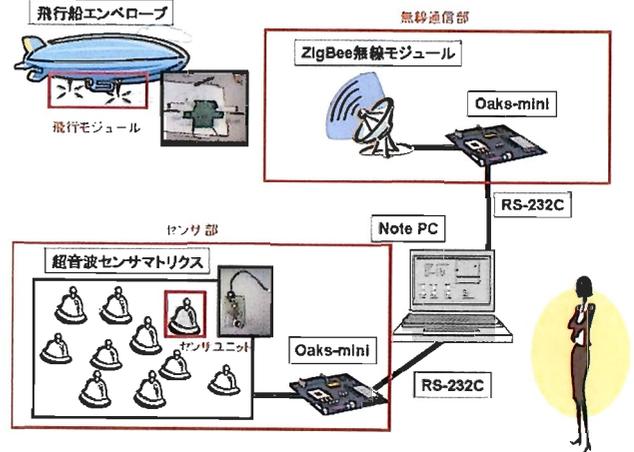


図1. MDD ロボットチャレンジ全体図

容積約180リットルの飛行船エンベロープは室内で飛ばせる小型飛行船で約100グラムの浮力を持つ。搭載している飛行船モジュール(Halna-4M)は, 小型モータドライバ(3ch), 超音波式高度センサ, ヨー角速度センサ, 無線モジュール(2.4GHz, Zigbee)と MPU (M16C:Renesas)で構成されている。高度や方位情報を地上局に送信したり, 地上局の指令に従って3つのプロペラの回転方向や速度を変化させる機能がある。

地上局は, RS232C で接続された無線通信部, センサ部および制御用 PC からなる。無線通信部は飛行船と PC との通信を仲介する。センサ部は床上に配置された超音波センサからの信号を受取り, 制御用 PC に受信センサ ID と受信時刻を送信する。制御用 PC は, 飛行船モジュールおよびセンサ部より届いた情報を元に飛行船の状態を推定し, 競技ルールに従った振舞いを飛行船のモータを使って実現するための指令を計算し, そしてその指令値を通信モジュールを介して飛行船に転送する。さらに, 飛行船や制御器の状態の画面表示機能も担っている。通信部とセンサ部は飛行船モジュールと同じ MPU で構成され, OS なしのモジュールとして ROM にロードされたプログラムで動いている。制御用 PC は Linux を搭載した DOS/V 機で, プログラムは GNU gcc で開発され通常の Linux プログラムとして実行する。

4. スケジュール：

以下のスケジュールで行われた。

- 5月初： 競技ルール決め
- 5月中： 参加募集 締め切り
- 6月初： 組込みプログラミング（講習会）
- 6月中： MDD イニシアティブ参加募集
- 6月下： 飛行船モジュール(Air MPU)貸出,
HW 組立て講習（2名/チーム）
- 7下旬： MDD イニシアティブ（講習会）
- 8月上： フライトエリア公開
- 9月中： 耐空性審査
- 10/5： モデル審査会議
- 10/19： コンテスト本番，ワークショップ
- 10/21： マジカルスプーン（付帯行事）

5. 熊本からの参加チーム

熊本知能システム技術研究会(RIST)のリアルタイム OS 利活用技術検討会のメンバから構成される産学連携チームを結成し，BEARS UNION と命名した（本報告末尾に掲載）．初めての参加なので開発対象を制御用 PC のソフトウェアに限定するソフトウェアチャレンジチームとして参加登録した．飛行船の改造や各種センサに工夫を凝らすシステムチャレンジとあわせて 11 チームの登録があった。

6. 競技の内容と結果

競技はソフトウェア審査と飛行競技の2部門の合計で競われる．モデル審査と飛行コンテストの2部門の合計得点で競われる。

【ソフトウェア審査】

- ① モデリング： 事前提出されたモデルをソフトウェアモデルの視点で審査する
- ② メトリック： 開発中に取得したメトリックの内容と分析レポートを審査する

【飛行競技】

- ① 規定飛行： 垂直，水平，回転，停止など飛行船の基礎的な動作を評価する
- ② 航法飛行： 離陸、自動で航法飛行を行って着陸するまでの応用的動作および経過表示ソフトウェアの動作を審査する

BEARS UNION はソフトウェア部門1位，飛行競技2位，総合2位の審査結果を得た。

7. BEARS UNION の特徴と評価

飛行競技についてはコンテスト当日の機材の状態など不測の要因も多く，我がチームが幸運に恵まれた点もあるので評価は困難であるが，ソフトウェア部門については以下のような取組みが評価に値するとコメントがあった。

1. リアルタイム制御を意識したモデリング
2. PIM と PSM の変換に関するモデル

rotational torque (yawing)

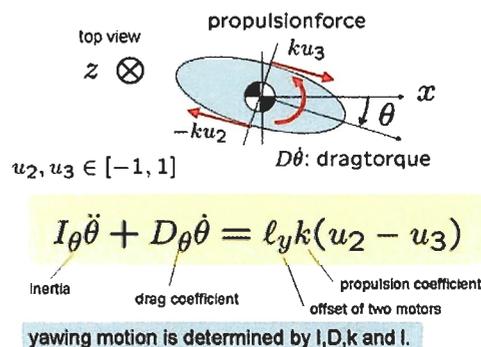


図2： 飛行船の動特性に関するモデル

例えば，図2は飛行船の動特性に関するモデルについて微分方程式を用いて解説している部分である．一般のソフトウェア仕様書にはこのような記述が登場することはまれであるが，実時間性を要する組込みソフトウェア開発においてはこのような動特性の解析とそれにもとづくソフトウェアの設計や実装について触れた点が評価されたと思われる。

7. おわりに

UML については賛否両論があり，組込みシステム開発への有用性についても評価が定まっていない．しかし，ソフトウェアやシステム開発が職人芸的手工業から品質保証可能な製品へと進化するためには分野の異なる専門家の英知を結集するためのモデルが必要なことは確かである．電気工学には回路図，建築や機械には設計図があるようにソフトウェアにも設計図が必要なものであり，その第一候補が UML である．このようなコンテストを通してその改良を重ねることが肝要かと思われる。

参考：

情報処理学会 組込みシステムシンポジウム
<http://www.ertl.jp/ESS2007/mdd/index.html>
 組込みネット：

<http://www.kumikomi.net/article/report/2007/32mdd/01.html>

<http://www.kumikomi.net/article/photo/2007/12mdd/>

BEARS UNION メンバ：

本報告の著者のほか+上田和富（日本アルゴリズム(株)），岡島寛（熊本大学 助教），服部祐一（九州東海大学学生），道野隆二（熊本県産業技術センター），大隈義信，上村直，倉岡幹雄（オオクマ電子(株)），木下和博，上田和富（日本アルゴリズム(株)）

問合せ先： 汐月哲夫（熊本大学）
shio@cs.kumamoto-u.ac.jp