

# UML モデルカタログの組み込みシステムにおける実践研究

新村 祐太<sup>†</sup> 齋藤 理<sup>†</sup> 本間 洋光<sup>†</sup> 力武 克彰<sup>†</sup>

仙台高等専門学校情報工学科<sup>†</sup>

## 1. はじめに

モデルベース開発とは、実現するシステムを UML 等のモデリング言語を用いてモデル化し、それを検証しながら開発を進めていく手法であり、近年、仕様や要求の明確化や開発チーム内のコミュニケーションの円滑化などの利点から、多くの企業がモデルベース開発を導入している

しかし、モデリング能力が身に付いていない、あるいは技術は学習しているが組み込みシステム開発における能力が充分でない技術者が多い現状から、モデリングの教育が求められている[1].

この問題を改善するために、UMTP Japan (特定非営利活動法人 UML モデリング推進協議会) は 2009 年から UML モデルカタログ (以下、モデルカタログ) の作成を行なっている[2].

モデルカタログとは、組み込みシステム開発の現場においてそのまま使える、あるいは手本となるようなモデルとその作り方をカタログ化したものであり、要求仕様、分析モデル、PIM (プラットフォーム非依存モデル) が掲載されている。2012 年発表の第二版では、孔版印刷機等の 5 種類のモデルが発表された。

しかし、発表以降モデルカタログを利用した開発事例の報告は無く、実際の開発においてカタログが有効なのかどうか明らかになっていないために信用度が低い。

また、組み込みシステム開発ではプラットフォームの特性に左右される領域が多く、PIM を PSM (プラットフォーム依存モデル) へ書き換える過程が重要となるが、現状のモデルカタログでは PSM が示されていないため、参考にすることが出来ない。

そこで、本研究ではモデルカタログを導入した組み込みシステムのモデルベース開発を行ない、PSM の作成を含む開発事例を示すことでモデルカタログが有効である事を示すと共に、利用価値を高める事を目的とする。

### Practical Study of UML Model Catalog in Embedded Systems

Yuta NIIMURA<sup>†</sup>, Osamu SAITO<sup>†</sup>, Hiromitsu HONMA<sup>†</sup>,  
Yoshiaki RIKITAKE<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Dept. of Information, Sendai National College of Technology<sup>†</sup>

## 2. 研究対象

現在公開されているモデルカタログの内、目標制御システムを本研究の対象として PSM の作成を含めた開発を行う。

目標制御とは制御対象の計測値が目標値となるように制御する仕組みであり、エアコンの温度調節等の数多くの製品に用いられている。

なお、モデルが有効であることを示すため、特に以下の事項について検証を行う。

- 妥当性

要求に対してモデルが適切かどうか。

- 再利用性

類似したシステムを開発する際に使い回す事が可能か。

なお、妥当性の検証に関しては別の研究として行っており、本学会のセクション 1N-6 で発表を行う。

## 3. 実装対象

LEGO MINDSTORMS NXT (以下、NXT) は、マイコンを内蔵したインテリジェントブロック、光センサ等の各種センサ、左右車輪等を駆動するモータから構成される教育用ロボット教材である。

本研究では、この NXT を実装対象とした組み込みシステムの開発を行う。NXT では C/C++環境の nxtOSEK と Java 環境の leJOS-NXJ が OS として利用可能であるため、再利用性の検証として両方の OS に対して同じ機能を持つ制御システムを開発する。

## 4. 実装内容

組み込みシステムは基本的に複数のモジュールによって構成される。本研究では複数の目標制御システムを開発し、それらをモジュールとした一つの組み込みシステムを開発する。

開発する組み込みシステムは、白地に引かれた黒線上を NXT に走行させる、ライントレース走行システムとする。このシステムのモジュールとなる制御システムを以下に示す。これらを並行して駆動させる事でライントレース走行シ

テムを実現することが出来る。

● 輝度値制御

NXT 下部の光センサから路面輝度値を計測し、その値を元に両車輪を操作して旋回させる事で路面輝度値を目標輝度値へ近づける。

● 尻尾角度制御

NXT 後部の尻尾及びモータの角度を計測し、その値を元にモータを操作することで尻尾角度を目標角度へ近づける。

● 速度制御

両車輪の回転数から走行速度を計測し、その値を元に両車輪を操作することで走行速度を目標速度へ近づける。

た一つの PIM から、二種類の OS と三種類の制御システムに合わせた六種類の PSM を導出した。導出した PSM から、1eJOS-NXJ 用の尻尾角度制御システムの PSM を図 2 に示す。

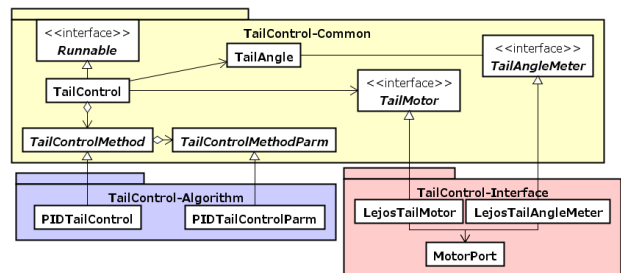


図 2 尻尾角度制御の PSM (クラス図)

5. 開発工程

5.1. 要求仕様, 分析モデル

まずモジュールとなる各制御システムの開発を行う。モデルカタログに掲載されている目標制御システムの構成を元にして、制御対象やそれに対する計測器や操作器、計測値や操作量等を定義付ける。モデルカタログに掲載された要求図と分析モデルは、本来は新たに作成する必要があるが、既存の物として扱い変更は加えない。

5.2. PIM 設計

本来の開発では、プラットフォームの特性 (OS やセンサ, モータ等のインターフェースの仕様等) の影響を受けない範囲で分析モデルを具体的にしていく必要があるが、この段階でもモデルカタログに掲載された PIM (図 1) を既存の物として扱い、変更を加えずに利用する。

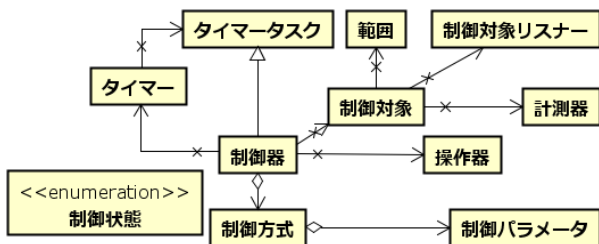


図 1 目標制御の PIM (クラス図)

5.3. PSM 設計

PIM をプラットフォームの特性に合わせて書き換え、PSM を導出する。インターフェースの仕様に合わせてデータ型の変更や、制御システムの周期動作を担うタイマーの方式、インターフェースとの関連等のプラットフォームに依存する領域を PIM に反映させる。

そのようにして、モデルカタログに掲載され

5.4. 実装, ライントレースシステムの開発

作成した PSM を元にプログラムを作成し、実装を行う。実装は特に問題無く完了し、各制御システムを実現することが出来た。

次に各制御システムをモジュールとして結合することでライントレースシステムの開発を行う。現在、nxtOSEK 用のシステムについては開発が完了し、ライントレース走行システムを実現することが出来た。1eJOS-NXJ 用のシステムについてはモジュールの結合を進めている段階である。

なお、結合を行うにあたり、一つのインターフェースに対して複数のモジュールがアクセスするような構造になったため、排他制御の実装が必要となったが、他には特に問題無く実現することが出来た。

6. おわりに

目標制御システムのモデルカタログを用いて、モジュールとなる制御システムとそれらによって構成される NXT 用のライントレース走行システムを開発した。開発工程で、1つの PIM から 6 種類の PSM を導出した。しかし、モデルが有効であるかの検証は不完全であるため、今後は 1eJOS-NXJ 用のライントレース走行システムの開発を完了させ、モデルが有効かどうかの検証を行うと共に、開発事例として提供するために開発工程の資料化を行う。

【参考文献】

[1]独立行政法人 情報処理推進機構(2012)  
「組込みシステムの先進的モデルベース開発実態調査」  
[2]UMTP 日本モデリング部会(2012)  
「組込み分野のための UML モデルカタログ」