

センサやデバイスに着目した要求分析方法の提案

A study of requirements analysis method that focuses on sensors and devices

下山 直起[†]

Naoki Shimoyama

松野 裕[†]

Yutaka Matsuno

平山 雅之[†]

Masayuki Hirayama

1. はじめに

組込みシステム開発において、センサやアクチュエータ、出力装置、マイコンなどのハードウェアデバイス（以下、デバイスと表記）は、組込みシステムの実現形を決めるうえで極めて重要である。開発初期にはこれらのデバイス選定をしながら、並行して要求モデルを推敲していく必要がある。しかし SysML に代表される従来のモデル記述では、システムで利用するデバイスの決定方法は言及されておらず、モデル推敲の過程でデバイス関連情報をどのように抽出整理してモデルに反映していくかが十分に議論されていない。このため我々は、組込みシステムを対象としたデバイスの決定方法と要求モデルへの反映方法を研究している。

本稿では、実際の組込みシステムを題材に SysML によるモデリングを行い、SysML の各図にデバイス関連情報をどのように織り込んでいくかについてタイミングや考え方を検討し、そこから得られたデバイス決定のための指針について報告する。

2. 関連研究

既存のシステムに対してモデルを作成し、システムの評価を行う研究は多く行われている[3]。これらの研究では作成したモデルの利用方法について言及しているが、一方で、ユーザ要求からどのようにモデルを作るかという点や、その過程でどのようにデバイスを決めていくかという点については十分な議論がされていない。

岡田らの研究では、デバイスの要件を UML と SysML から分析している[4]。しかし、この研究ではデバイスがある程度決定していることが前提とされているため、どのようなデバイス構成にするのかという点については考えられていない。そのためシステムで利用するデバイスを決めるための指針が必要である。

3. 要求分析手順

3.1 提案手法の概要

本研究の提案手法では、SysML をモデル記述言語とする。ここでは我々が検討に利用した「自転車事故防止システム (BAAS: Bike Accident Avoidance System)」を例に、SysML モデリングにデバイス選定プロセスを織り込んだ事例を紹介する。提案する要求分析手法では、モデリングを前半・後半に分ける。

前半のモデリングでは①ユーザ要求を基にラフなレベルのモデルを作成し、②センサ、出力デバイスの候補を検討し、③これらの候補の中から採用するものを決定する。

後半のモデリングでは前半で作成したセンサなどのデバイス情報を含めたモデルをもとに、①使用するデバイスに求められる精度・性能などの条件を明確にし、②これらの

条件を考慮して利用するマイコンの選定を行う。

なお提案手法における SysML 分析ではパッケージ図以外の 8 つの図を用いて要求分析を行う。これは、パッケージ図とブロック定義図に表現する内容が類似しており、パッケージ図を描くにはブロック定義図を先に描く必要があるため、どちらか一方が良いと判断したためである。

3.2 モデリング前半

Step1: ラフなモデルの作成

モデリング前半の最初の段階では (i) 要求図, (ii) ユースケース図, (iii) ブロック定義図を順次作成していく。この段階ではユーザ要求を中心に精査し、センサを始めとするデバイス類の検討は行わない。

Step2: デバイス候補の抽出

上記で作成した 3 つの図を参考に、まずシステム機能の実現の観点から、システムへ情報やデータのを入力をするセンサなどのデバイスや、アクチュエータなどの出力先デバイスの候補を挙げる。

例えば BAAS の場合、システムに求められる機能として「走行状況検知」をすることが求められる。ここでは「走行状況」という一般的な要求について、「who=自転車運転者」が「what=自車の走行の危険度」を「where=走行中」に「how=数値で把握できる」という形で解釈し、そのために「速度」「ハンドル角」などをセンサで検出するというシステム機能の実現形態を検討する。「速度」をセンシングする場合、利用可能なセンサ方式として、ホールセンサ・加速度センサ・リードスイッチの 3 つを考えることができる。

Step3: デバイスの決定

次に上記の候補の中から、使用するデバイスを決定する。ここではセンサと出力デバイス共にコスト・性能・技術的難易度などを基にして候補の絞り込みを行う。

具体的には、図 1 に示すように横軸にコスト、縦軸に精度を取ったマトリクス状の図を作り、各センサを該当する場所にプロットしていく。さらに、システムで許容できる範囲に色を付けることで、どのセンサを選べば良いか一目で判断することができるようにしている。例えば BAAS の「速度」計測用センサとしては、図 1 のように精度とコストの点からホールセンサとリードスイッチが選択肢となる。この例のように許容範囲内に 2 つ以上センサがあった場合や、精度やコストに大きな振幅があり、大きな円が出来てしまった場合には、更に導入の容易さ、物理的な大きさなどの観点を考慮する。BAAS の場合は導入の容易さを重視して考えたため、リードスイッチが最有力な候補となる。

3.3 モデリング後半

Step1: システム動作に関するモデルの作成

モデリング後半では、(iv) ブロック図, (v) シーケンス図, (vi) ステートマシン図, (vii) アクティビティ図,

[†] 日本大学大学院理工学研究科,

Graduate School of Science and Technology, Nihon University

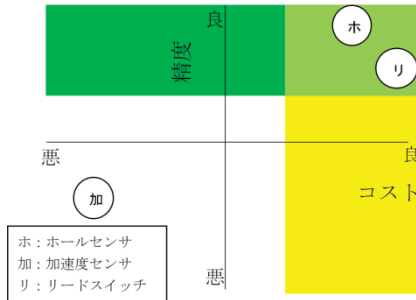


図1 精度・コストマトリクス

(viii) パラメトリック図を順次記述する。この中でデバイスの選定に直接関係する図はパラメトリック図のみだが、要求分析を厳密に行うために他の図も作成する。

この段階で作成した図は、前半で作った図も含めて見直し、矛盾点などが無いか推敲する。

Step2: デバイス精度などの条件決定

モデリング前半で選定したデバイスについて精度などの詳細な条件を決定する。条件を決める際には、パラメトリック図を参考に制約条件を検討する。パラメトリック図からは、消費電力・応答速度などのセンサが必要な条件が得られる。BAASのリードスイッチでは、耐久力と応答速度の観点からケース入りの、動作時間0.5ミリ秒、復旧時間0.3秒のものを採用するセンサとして選定した。

Step3: マイコンの選定

センサデバイスの仕様明确了後に利用するマイコンの選定を行う。具体的には、センサやデバイスによって必要なマイコン内蔵機能やピン数が異なるため、その機能を満たすマイコンを選定する。この時考える必要のある項目は①CPUの処理能力、②メモリの大きさ及び種類、③内蔵されている周辺機能、である。項目を満たすマイコンが複数ある場合は、モデリング前半のStep3と同様にコストや電気的特性等の条件をマトリクスにして評価し選定する。BAASのケースでは、マルチセンサ方式であることや、センサを多重にして使用していることから、データI/O用ピン数とRAMを重視し、それぞれ30ピン以上、2kB以上のマイコンを選定した。さらにその中でモータ制御用にPWM制御機能を複数持っているものを選択した。

4. デバイスとSysML(モデリング前半)の関係

BAASのリードスイッチを例にとって、前述のモデリング前半におけるデバイスとSysML各図の関係を図2に示す。SysMLの各図にどのようにデバイス情報が関わっているか示している。図中の①~⑤が以下の①~⑤に対応する。

Step1

- 要求図から機能を抜き出し、ユースケース図に記述する(①)。
- 要求図とユースケース図から情報を抽出しブロック図を記述する。

Step2

- センサなどのデバイスによる実現が必要なブロックを選び出す(②)。

Step3

- 上記ブロックで利用するセンサなどの候補について、精度・コストマトリクスを作成参照してデバイス決定を行う(③)。
- ブロック定義図に追記する(④)。

- 要求図にデバイスを記述する(⑤)。

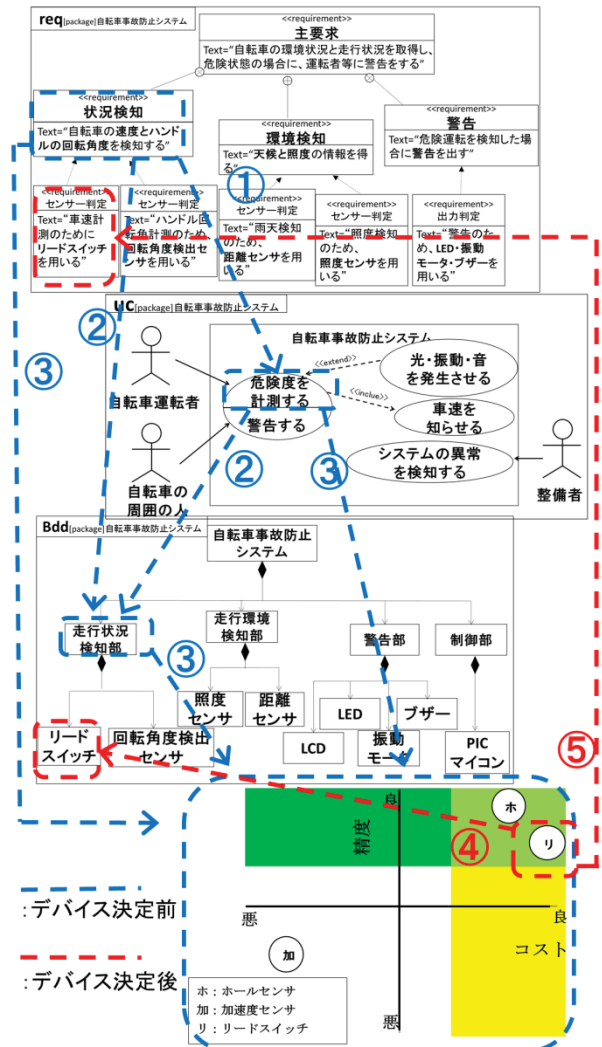


図2 デバイスとSysMLの関係(リードスイッチ)

5. まとめ

今回、BAASを題材にSysMLを記述したことで、デバイス選定プロセスをSysMLに織り込む方法やそのタイミングを示すことができた。今後はこの指針を基に要求分析を行うことにより、提案手法の評価を行う予定である。

参考文献

[1] 一般社団法人情報サービス産業協会 REBOK 企画 WG “要求工学知識体系(REBOK)” 近代科学社(2011)
 [2] 山本 修一郎 “～要求を可視化するための～要求定義・要求仕様書の作り方” ソフト・リサーチ・センター(2008)
 [3] 鈴木 辰昇,古川 覚,上田 賀一,中島 震“ハードウェア性能に対する組込みシステムモデルの影響分析手法の提案” 研究報告ソフトウェア工学 (SE) 2012-SE-175(19), 1-8, (2012)
 [4] 岡田 康治,松浦 佐江子”組込みソフトウェア開発におけるハードウェア要件の分析と検証”, 全国大会講演論文集,2012(1), 391-393 (2012)