

ゴールモデルを用いたユーザ指向可変性モデリング手法

上田 蓉子^{†1} 山崎 進^{†1}

ソフトウェアプロダクトライン開発では、製品間の可変性 (variability) を明文化し管理する作業が重要である。可変性を明文化するための代表的なモデリング手法として、フィーチャモデルや直交可変性モデルが挙げられる。

可変性モデリングでは、様々なユーザのニーズを満たす開発対象システムの理想像 (to-be) をモデル化し、ユーザニーズの違いを分析することが重要となる。しかし、現状の可変性モデリングは、モデルやコードなどの現状資産 (as-is) をもとに行われるのが一般的であり、ユーザニーズを基に可変性モデルの構築を行うための体系的な方法がとられていない。

そこで本研究では、ユーザニーズを基に可変性モデルを構築する手法を提案する。そのために、ゴール指向要求分析を用いてユーザのニーズを分析する。ゴールモデルでユーザニーズを体系化し、そのモデルからフィーチャモデルと OVM を作成することでユーザニーズの可変性を分析する仕組みを提案する。

User-Oriented Variability Modeling Approach Using Goal Model

YOKO UEDA^{†1} and SUSUMU YAMAZAKI^{†1}

In Software Product Lines Engineering, documenting and managing variability of products is very important action. Its typical tools are Feature Model and Orthogonal Variability Model (OVM).

Now, the variability model is built from existing assets as a model and code by experts only based on their experience. It should be, however, built based on user needs systematic theory.

In this study, we propose an approach to build a variability model based on user needs systematically: analyze user needs using goal-oriented analysis, and convert the goal model into a feature model and OVM.

^{†1} 北九州市立大学
Kitakyushu University

1. はじめに

1.1 本研究の動機

ソフトウェアプロダクトライン開発は、似た製品間の共通性・可変性に着目し、コア資産を戦略的に再利用して製品の構築を図る方法論である⁷⁾。要求が異なる製品を、可変部分をカスタマイズすることで効率良く開発する。そのため、製品間の違い (共通性・可変性) を管理することがプロダクトライン開発の第一歩である。

計画的再利用を行うための必要十分な共通性・可変性分析を行うためには、消費者であるユーザのニーズの共通性・可変性を分析し、製品の理想 (to-be) を明確にする作業が重要となる。しかし現状の可変性分析では、モデルコードなどの現状資産 (as-is) をもとに行われるのが一般的であり、ユーザニーズを基に可変性モデルの構築を行うための体系的な方法がとられていない。

そこで本研究では、ユーザのニーズを基に可変性モデルを構築する手法を提案する。ユーザニーズの体系化を行い、ユーザニーズから可変性を分析する仕組みを考案する。

1.2 本研究のアプローチ

本研究の目的を達成するために、ユーザのニーズを分析し体系化する手法としてゴール指向分析を適用する。ユーザのニーズを体系化したゴールモデルから、可変性モデルであるフィーチャモデルと直交可変性モデルを生成する。

1.3 本論文の構成

第2章では、本研究の位置付けを明確にする。第3章では、可変性の意味と、代表的な可変性モデリング手法であるフィーチャモデルと直交可変性モデルについて説明する。第4章では、本研究のアプローチで適用するゴール指向要求分析について説明する。第5章では、アプローチの実践結果を記述する。電気ポットのケーススタディを用い、ユーザのニーズをゴールモデルで体系化し、フィーチャモデルと直交可変性モデルを作成する過程と結果を説明する。第6章では、アプローチの妥当性を検討し、最終章でまとめと課題を述べる。

2. 本研究の位置付け

我々の研究の全体像を図1に示す。ユーザのニーズを基にした可変性モデルを体系的に構築するために、我々はゴール指向要求分析と品質機能展開という二つの手法を適用することを提案する。ユーザニーズをゴール分析しゴールモデルから可変性モデルを作成することで、ユーザのニーズを基にした可変性モデルが生成可能となる。このプロセスは、ドメイン

エンジニアリングでの共通性・可変性分析に相当する。また、品質機能展開を用いて、顧客セグメントごとの要求優先度を抽出しそれを可変性モデルに反映させることで、個々ユーザのニーズに対応した個々の製品の可変性モデルが生成可能になる。このプロセスは、アプリケーションエンジニアリングでの共通性・可変性分析に相当する。

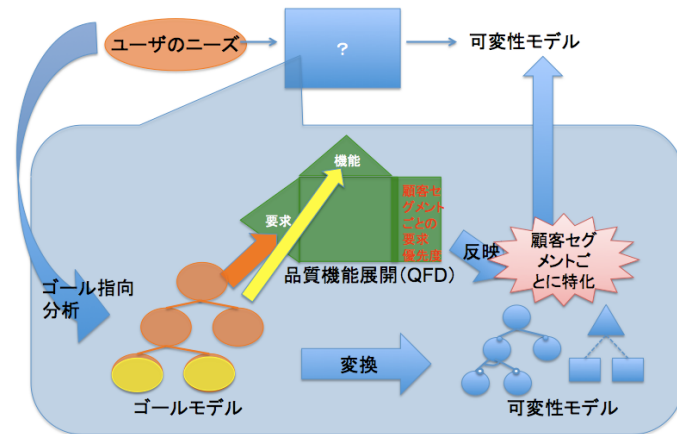


図1 全体像

3. 可変性分析

3.1 共通性・可変性とは

共通性とは、プロダクトライン内で作られるソフトウェア製品およびソフトウェア集約システムで長期的に再利用される可能性の高い性質のことを表している。可変性とは、ソフトウェアシステムあるいはソフトウェア資産が、ある特定のコンテキストでの使用のために拡張/変更/適応/調整されうる能力のことである。端的にいうと、製品間の違いを生む要因のことである⁵⁾⁶⁾。

3.2 可変性モデリング手法

可変性をモデル化する代表的な手法として、フィーチャモデル (Feature Model) と直交可変性モデル (Orthogonal Variability Model:OVM) がある。

3.2.1 フィーチャモデル

プロダクトライン内で再利用可能なシステムの特徴の、全体像を表現している⁶⁾。製品群を構成する共通点可変フィーチャの関係を、ツリー形式のグラフで表現したものである。フィーチャとは、様々なステークホルダから認識可能な、重要かつ特徴的な概念、または特性のことである。フィーチャは、あらゆるレベルで生じるものである。例えば、高レベルのシステム要求、アーキテクチャレベル、サブシステムレベル、コンポーネント、さらには実装単位レベル (オブジェクトや手続きレベル) でフィーチャが存在する。

3.2.2 直交可変性モデル (OVM)

OVM では、資産とは独立に、可変性の情報をモデル化する¹⁾。独立に変更が可能ゆえに、「直交」モデルと言われる。モデルを構成するのは、可変点 (「何が変異するのか?」という、可変性の対象を表す) と、変異体 (「どう変異するのか?」という、可変性の実例を表す)、そして各々の依存関係である。

4. ゴール指向要求分析法

ゴール指向分析 (goal-oriented requirements analysis) とは、開発対象システムの要求が達成すべき目標 (ゴール) を具体的で本質的なゴールに詳細化する分析手法である⁴⁾。このゴール指向分析を用いて要求分析を行うことを、ゴール指向要求分析という。ゴールを分割する方法には、AND 分解あるいは OR 分解を用いる。AND 分解は、すべてのサブゴールによって上位のゴールが達成されることを意味し、OR 分解は、サブゴールのいずれかによって上位のゴールが達成されることを意味する。この分割を繰り返し、抽象的なゴールが詳細化されシステム化可能なサブゴールにまで分解されればそれを要求とする。

5. 実践：電気ポットのケーススタディ

本研究では、電気ポットのプロダクトライン開発を想定し、アプローチの実践を行った。まずは電気ポットに関するユーザのニーズをゴール指向で分析した。次に作成したゴールモデルから、フィーチャモデルと OVM を作成した。

5.1 ユーザニーズを体系化したゴールモデル

基本的な機能を集めた電気ポットのゴールモデルを作成した。図2に示す。このモデルでは、トップのソフトゴール「基本的な電気ポット」を達成するために、「加熱する」「保温する」「湯温を設定する」「給湯する」「お湯の残量を知らせる」「キッチンタイマーで時間を知らせる」の6つのゴールに分解している。各々のゴールからソフトゴールに向けた矢印

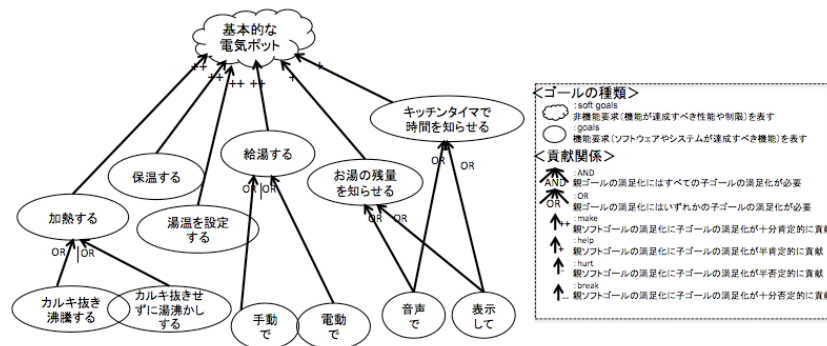


図2 ユーザニーズのゴールモデル

にプラスの貢献が与えられる。この分解は、これら6つのゴールを達成することでソフトゴール「基本的な電気ポット」が達成されることを示している。そしてこれら6つのゴールも、さらにサブゴールへと詳細化されていく。例えば、電気ポットの基本的な機能にはゴール「加熱」があり、加熱はゴール「カルキ抜き沸騰する」か「カルキ抜きなしに湯沸かしする」のどちらか一方を満たすことで達成される。ゴールモデルは通常 AND/OR 分解されるが、OR 分解の間に注釈を付記することで相互排他的なゴールを表現している。ゴール「お湯の残量を知らせる」「キッチンタイマで時間を知らせる」は、ともに「音声」か「表示」ゴールで達成される。

5.2 ゴールモデルから作成したフィーチャモデル

本研究では、ゴールモデルからフィーチャモデルを作成する手順で Yijun Yu らの方法²⁾³⁾を用いた。ゴールモデルもフィーチャモデルも、似た情報を階層構造で表現しているが、各々のモデルもつ意味は全く異なるものである。ゴールモデルは、様々な抽象度の要求を分析し体系化するためのツールである。これと比較してフィーチャモデルは、製品間で共通・可変なアーキテクチャを管理するために適用される。つまり、ゴールモデルで分析された要求をフィーチャモデルで記述するためには、ゴールがプロダクトライン内で長期的に再利用可能であるという分析を別途行う必要がある。しかし本研究では、ゴールモデルで記述された要求はプロダクトライン内で長期的に再利用可能な重要となる要求であると判断されていると仮定する。

図2のゴールモデルを用いて、フィーチャモデルを作成した。図3に示す。上記の仮定

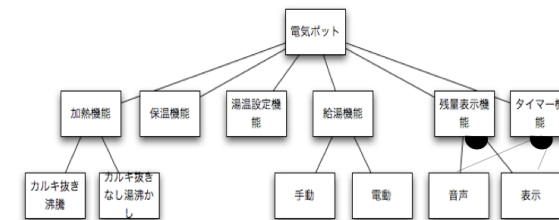


図3 ゴールモデルから作成したフィーチャモデル

より、ゴールモデルをそのままの形でフィーチャモデルに変換した。各々のゴールとフィーチャ、また依存関係はすべて対応している。ここでフィーチャ「音声」「表示」がそれぞれの親フィーチャ「残量表示機能」「タイマー機能」に共通するサブフィーチャとなっている。ゴールモデルをそのままフィーチャモデルに変換すると、フィーチャモデルの記述に矛盾が生じる箇所が発見された。そこで、矛盾を解消するためにフィーチャモデルを洗練させた。図4に示す。矛盾が生じたフィーチャ「音声」と「表示」から、新たにフィーチャ「通知」

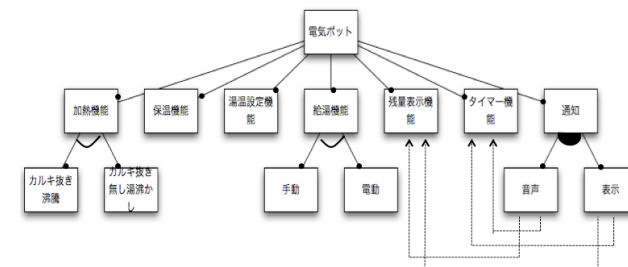


図4 矛盾の改善

を抽出した。そして、フィーチャ「通知」のサブフィーチャ「音声」「表示」と、フィーチャ「残量表示機能」と「タイマー機能」を関連付けることで、各々のフィーチャに関係性を持たせることとした。例えば、電気ポットの機能の中で残量表示機能が選択された場合、このフィーチャは音声または表示機能を選択することになる。

5.3 ゴールモデルから作成した OVM

ゴールモデルから OVM への変換は、1. ゴールに着目する、2. ゴールの可変点と、変異体

を識別する, 3.OVM として, 可変点と変異体を記述する, 4. 依存関係を記述する, といった流れで行う. ゴールモデルから OVM の作成を図 5 に示す. 例えば, ゴールモデル内の

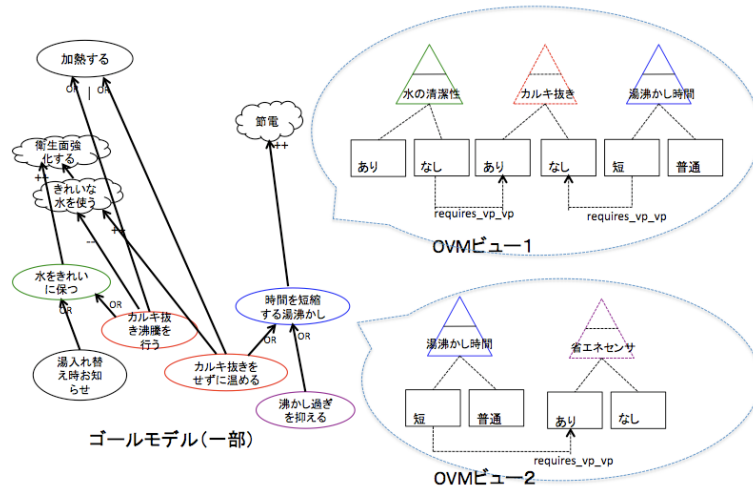


図 5 ゴールモデルから OVM の作成

ゴール「カルキ抜き沸騰を行う」と「カルキ抜きをせずに温める」に着目する. これらのゴールから, 可変点として「カルキ抜き」, 変異体として「カルキ抜きあり, なし」が識別できる. 識別した可変点と変異体を OVM で記述する. それが OVM ビュー 1 の中心に描かれたモデルである. 最後に, 記述した可変点や変異体間の依存関係を記述する. モデルから, 「水の清潔性」が「なし」の場合は「カルキ抜きあり」が選択され, また「湯沸かし時間」が「短」の場合は「カルキ抜きなし」が選択される.

6. アプローチの妥当性検討

アプローチの妥当性を検討するため, まずはフィーチャモデルと OVM の比較を行った. フィーチャモデルでは, プロダクトライン要求の全体が構造化できる. その一方で, 個々の依存関係が複雑で, 視覚的にも見にくい. これはモデルの規模が大きくなるとさらに深刻な課題となる. また, モデルを理解するために図を変更する場合もしばしば生じる. OVM を適用すると, 個々の可変性と依存関係を独立した観点で抽出し分析できるため, 非常に見や

すいし理解しやすい. 例えば, 遠くに記述されたゴール間の可変性も分析しやすい.

次に, ゴールモデルからフィーチャモデルを作成するアプローチと, ゴールモデルから OVM を作成するアプローチを比較した. ゴールモデルからフィーチャモデルを作成する利点としては, ゴールとフィーチャの対応関係がとりやすいことが挙げられる. 構造が同じであるため, フィーチャがユーザのどのニーズを示すのか明確である. 欠点は, ゴールモデルの規模が大きいと, フィーチャモデルが複雑になり矛盾が生じることである. ゴールモデルから OVM を作成する利点は, モデルサイズの縮小や複雑性の緩和が可能なことである. また, 似た情報を似た構造で記述するゴールモデルとフィーチャモデルを作成するアプローチに比べて, 二度手間を防ぐことにもなる. ゴールモデルで要求の構造を表し, OVM で可変性の側面のみを分析することができる. 欠点は, ゴールと可変点・変異体の対応関係を明確に記述しなければ, 可変点・変異体がゴールモデルのどこを指すか分からないことである.

7. おわりに

本研究では, ユーザニーズを基に可変性モデルを構築する仕組みを提案した. 今後の課題は様々なゴール分析法を用いて要求分析を行うことである. ゴールモデルにバリエーションを持たせ, 可変性モデルを作成し比較検討を行いたい.

参考文献

- 1) Klaus Pohl, Andreas Metzger: *Variability Management in Software Product Line Engineering*, ACM (2006).
- 2) Yijun Yu, Alexei Lapouchnian, Julio Cesar Sampaio, John Mylopoulos: *Configuring Feature with Stakeholder Goals*, ACM(2008).
- 3) Yijun Yu, John Mylopoulos, Alexei Lapouchnian, Sotirios Liaskos: *From Stakeholder Goals to High-Variability Software Design*, (2008).
- 4) 山本 修一郎: ゴール指向による !! システム要求管理技法, ソフトリサーチセンター (2007).
- 5) Klaus Pohl, Gunter Bockle, Frank van der Linden: *Software Product Lines Engineering — Foundations, Principles, and Techniques*, (2007).
- 6) Krzysztof Czarnecki, Ulrich W.Eisenecker 著 津田義史, 今関剛, 朝比奈勲 訳: *ジェネレーティブプログラミング*, 翔泳社 (2008).
- 7) Frank van der Linden, Klaus Schmid, Eelco Rommes: *Software Product Lines in Action*, (2007).