

일관성을 보장하는 UML 특성모델 편집기

*임용섭, 김지홍

경원대학교 전자계산학과

e-mail:{*yslim, wiskjh}@ku.kyungwon.ac.kr

UML Feature Model Editor For Consistency

Yong-Sub Lim, Ji-Hong Kim

Dept of Computer Science, Kyungwon University

요 약

소프트웨어 프로덕트 라인 공학은 공통성과 가변성 식별을 통해 소프트웨어 재사용을 극대화시키는 접근방법으로 이를 지원하는 특성모델 작성도구에 대한 연구가 다수 진행되고 있다. 하지만 FODA 방식의 특성다이어그램을 지원하는 도구들은 특성다이어그램과 추가적인 특성제약사항을 분리하여 명세하기 때문에, 특성모델의 이해와 두 명세 사이의 일관성 보장이 어렵다.

따라서 본 논문에서는 UML을 이용하여 특성다이어그램에 추가적인 특성제약사항을 함께 표현함으로써 특성모델의 이해를 돕고, UML 특성다이어그램의 작성규칙 검사를 통하여 일관성을 보장하는 도구를 제안한다. 이를 기반으로 한 UML 특성모델 편집기를 통하여 개발자는 보다 쉽게 특성모델링을 수행하고, 일관성 있는 특성모델을 작성할 수 있다.

1. 서론

최근 소프트웨어 프로덕트 집합에서 공통성과 가변성을 식별하고 공통적인 자산을 공유함으로써 재사용의 단위와 효과를 극대화하고자 하는 소프트웨어 프로덕트 라인에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 소프트웨어 프로덕트 라인에서는 각 프로덕트들 간의 공통성과 가변성을 체계적으로 식별, 명세, 관리하며 이를 위한 방법으로 프로덕트의 특성을 중심으로 한 모델링 방법인 FODA(Feature-Oriented domain analysis)[1]를 많이 이용하고 있다.

도메인 공학에서 FODA는 이러한 특성들을 모델링하는 방법으로 특성을 트리구조로 조직화한 특성모델을 소개하였고, 현재 이러한 특성모델링을 보다 쉽고 시스템적으로 수행할 수 있도록 지원하는 도구에 대한 연구가 다수 진행되고 있다[2,3,4,5].

하지만, FODA의 특성다이어그램을 지원하는 도구들은 특성다이어그램과 추가적인 특성제약사항을 분리하여 명세하고 있다. 이렇게 분리된 특성모델의 명세는 특성모델의 이해에 어려움을 주며, 의미적인

충돌을 가진 모델을 작성할 가능성을 가지고 있어, 두 명세 사이의 일관성을 보장하기 어렵다.

UML은 표준화된 표현요소와 다이어그램을 통하여 산업적으로 많이 이용되고 있다. UML은 여러 가지 다양한 표현요소를 가지고 있어 특성모델을 보다 자세하고 명확하게 표현할 수 있으며, 객체제약언어(Object Constraint Language)[6]를 통하여 비주얼한 다이어그램이 가지는 표현의 제한을 벗어나, 모델을 보다 자세하고 명확하게 명세할 수 있는 보완기능을 갖추고 있다. 또한, 이러한 객체제약언어 구문은 시스템적으로 이해하고 해석되어, 작성도구가 작성된 모델을 시스템적으로 검사할 수 있는 기반을 제공한다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 UML을 이용하여 특성다이어그램에 특성제약사항을 함께 표현하고, 이에 대한 작성규칙을 객체제약언어로 구현·검사함으로써, 일관성을 보장하는 도구를 제안한다. 또한, 이러한 방법의 도구 지원기능을 설명하고 UML 특성모델 편집기를 소개한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 특성모델과 일관성 및 특성 다이어그램에 대하여 설명하고, 3장에서 UML 특성모델 편집기의 일관성 검사 방법을 설명한다. 4장에서는 UML 특성모델 편집기의 구현과 실행에 대하여 이야기하고, 5장에서는 결론 및 향후연구를 설명한다.

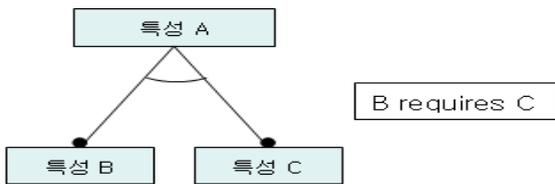
2. 관련연구

2.1 특성모델과 일관성

특성모델이란 프로덕트 라인에서 각 프로덕트들이 가질 수 있는 공통성과 가변성을 제품특성의 단위로 구조화 시킨 것으로, 비순환적 그래프 형태를 가지고 있다[7]. 이러한 특성모델은 프로덕트 라인에서 생산해 낼 수 있는 모든 프로덕트의 특성들을 표현하고 있으므로, 프로덕트 라인이 만족시킬 수 있는 프로덕트 요구사항을 단적으로 표현해준다.

특성제약사항이란 특성모델에서 각 특성이 가질 수 있는 제약사항을 말한다. 일반적으로 특성제약사항은 특성의 선택과 밀접한 관계를 가진다. 예를 들어, 특성그룹의 카디널리티에 의한 선택가능 특성의 수 제한이나 특정한 두 특성이 같은 프로덕트에 존재해야 하는 제약, 반대로 두 특성이 같은 프로덕트에 존재해서는 안 되는 제약 등이 있을 수 있다.

특성 다이어그램의 작성방법에는 작성규칙이 포함되어 있다. 여기서 작성규칙이란 특성 다이어그램 작성과 제약사항 명세 시 지켜야할 규칙을 말한다. 예를 들어, 그림1과 같은 특성모델에서 제약사항 “B requires C”는 하나만을 선택할 수 있는 택일특성그룹과 논리적인 불일치를 가져온다.



(그림 1) 일관성 문제를 가진 특성모델의 예

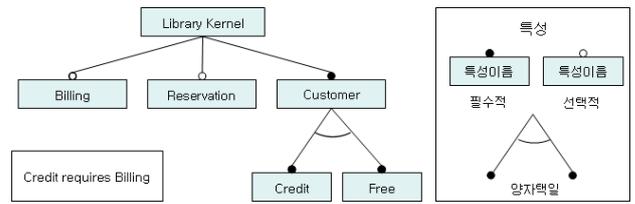
작성규칙은 이와 같은 잘못된 명세를 방지하기 위한 규칙으로, 특성모델이 논리적인 모순 없이 일관성 있게 작성되도록 돕는 지침이 되며, 다이어그램의 일관성을 검사할 수 있는 기준이 된다.

2.2 특성 다이어그램

특성 다이어그램은 특성모델을 표현한 것으로, 본 논문에서는 특성모델의 예로서, 그림2와 같은 도서관 프로덕트 라인을 설명한다. 그림2는 FODA의 특

성 다이어그램으로 명세된 도서관 특성모델로, LibraryKernel은 Billing특성과 Reservation특성, Customer특성을 가진다. 여기서 Customer특성은 대출시 요금을 지불하는가에 따라 Credit특성과 Free 특성으로 나누어지며, 두 특성중 하나만 프로덕트에 참여할 수 있다. 또한, Billing특성과 Reservation특성은 선택적으로 사용된다.

FODA의 특성 다이어그램은 추가적인 특성 제약사항을 문장으로 명세하며, 그림2에서는 “Credit특성은 Billing특성을 요구한다.”라는 특성 제약사항을 명세하고 있다.



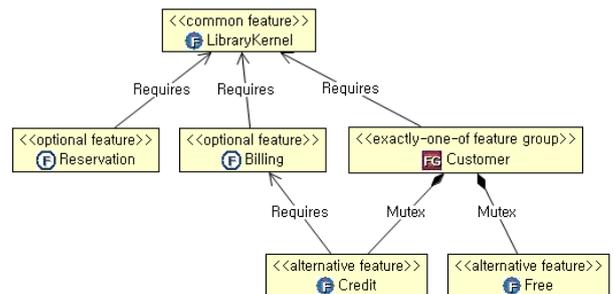
(그림 2) FODA의 특성 다이어그램의 예

3. UML 특성모델 편집기의 일관성 검사

본 장에서는 UML 특성모델 편집기의 UML 특성 다이어그램과 명세된 특성모델의 일관성 검사에 대하여 설명한다.

3.1 UML 특성 다이어그램

본 논문에서는 특성 다이어그램과 추가적인 제약사항을 함께 명세하는 PLUS(Product Line-UML based Software)[8]의 방법을 기반으로 그림2에서 표현된 특성모델을 그림3과 같은 UML 특성 다이어그램으로 명세하였다. FODA에서 채워진 원과 비어있는 원이 필수특성과 선택특성을 의미하는 것과 같이, 속이 채워진 특성아이콘과 비어있는 특성아이콘을 표현함으로써, 스테레오타입만으로 각 특성들의 특징을 구분해야하는 PLUS의 단점을 보완하였다.

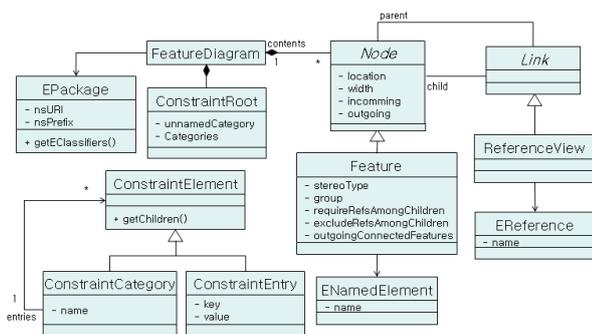


(그림 3) 도서관 프로덕트 라인을 위한 UML 특성 다이어그램의 예

3.2 UML 특성 다이어그램을 위한 메타모델

특성모델의 저장 및 관리를 위한 메타모델은 그림 4와 같다. 특성 다이어그램은 여러 개의 노드와 링크, 제약사항을 가진다. 여기서 특성은 일종의 노드로서 존재하며 각 특성과 관계는 그래프 구조를 가진다. 이것은 FODA의 특성 다이어그램이 위에서 아래로 확장되는 트리형태로 특성을 표현하는 것과는 달리, UML이 캔버스위에 자유롭게 각 모델을 표현하는 것을 반영한 것으로, 특성들을 상황에 따라 이해하기 쉬운 형태로 재배치할 수 있는 기반을 제공한다.

FeatureDiagram은 특성 제약사항을 위하여 ConstraintRoot를 가지며, ConstraintRoot는 콤포지트 패턴을 이용하여 여러 개의 ConstraintEntry를 트리형태로 가진다. 이때, 각 ConstraintEntry는 적용규칙의 이름과, 규칙을 실제적으로 검사할 수 있는 형식적 검사구문을 가지며 특성모델의 일관성 검사에 이용된다.



(그림 4) UML 특성 다이어그램을 위한 메타모델

3.3 객체제약언어를 이용한 작성규칙 검사

특성모델의 일관성을 보장하기 위해서 본 논문에서는 객체제약언어를 이용하여 각각의 작성규칙을 검사하여 일관성을 검사한다. 즉, 작성된 특성모델이 모든 작성규칙을 준수한다면, 이러한 특성모델은 일관성을 가지고 있다고 볼 수 있다.

특성모델의 간단한 작성규칙 중 하나는 2.1에서 소개된 바와 같이, “택일선택그룹에 속한 특성들 간에는 require나 exclude관계가 존재하지 않는다.”이다. 이러한 작성규칙은 다음과 같이 객체제약언어로 구체화시켜 표현할 수 있다.

```

context FeatureModel::Feature
inv:
  (self.stereoType='《zero-or-one-of feature group》'
  or self.stereoType='《exactly-one-of feature group》')
implies
  (self.requireRefsAmongChildren->isEmpty and
  self.excludeRefsAmongChildren->isEmpty)

```

이와 비슷한 방법으로 “공통특성은 가변특성의 의미적 자식노드가 될 수 없다.”는 작성규칙 또한, 객체제약언어로 다음과 같이 표현할 수 있다.

```

context FeatureModel::Feature
inv:
  self.stereoType = '《common feature》'
implies
  self.outgoingConnectedFeatures->reject(f:Feature |
  f.stereoType = '《common feature》')->isEmpty

```

이러한 구문들은 사용자가 특성이나 특성그룹을 작성하려할 때에, 그 특성이나 특성그룹과 관련하여 자동으로 생성되어 ConstraintEntry에 저장된다.

4. UML 특성모델 편집기

본 장에서는 위와 같은 내용을 구현한 UML 특성모델 편집기를 설명한다. 편집기는 UML을 기반으로 특성모델을 명세할 수 있는 기능을 제공한다. 사용자는 그림5와 같이 왼쪽 팔레트에 준비된 특성 아이콘과 관계아이콘을 선택한 후 캔버스의 적절한 위치를 클릭함으로써, 특성을 표현하고 특성간의 관계를 표현할 수 있다.

이러한 UML 특성모델 편집기에서 작성된 특성모델은, 특정한 프로젝트에 참여하는 특성들을 구성하고 명세할 수 있는 특성구성기에 이용되고, 최종적으로 요구사항에 따라 다른 프로젝트의 조립을 수행할 수 있는 기반정보가 된다.

4.1 구현환경

UML 특성모델 편집기는 Eclipse[9] 3.1 버전의 플러그인으로 개발되었다. 특성모델 편집부분에는 Graphical Editor Framework[10]가 이용되었고, 특성모델의 저장과 관리에는 Eclipse Modeling Framework[11]가 이용되었다. 또한 객체제약언어를 이용한 특성모델의 작성규칙 검사에는 Kent OCL Library[12]가 이용되었다.

4.2 일관성 검사기능의 적용

UML 특성모델 편집기에서의 일관성 검사기능 지원은 시간에 따라 런타임과 저장타임으로 나뉜다.

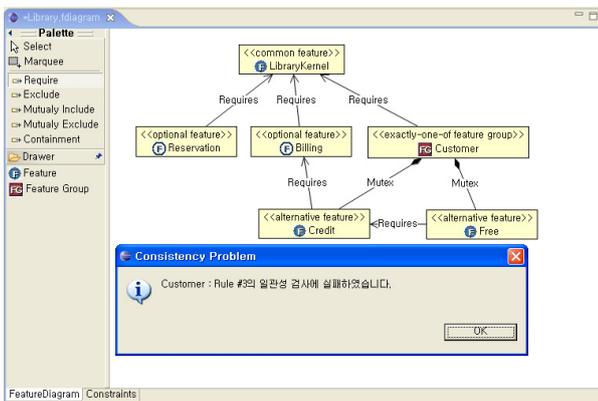
런타임에는 특성 다이어그램에 특성이나 특성 제약사항이 추가되거나 변경될 때마다, 관련된 작성규칙을 구체화한 객체제약언어 구문을 자동 생성하여 저장, 관리하고 검사를 수행한다. 만약, 특성모델의 일관성에 문제가 있을 때에는 관련메시지의 전달과 함

게 실행을 자동적으로 취소하여 사용자가 일관성 없는 특성모델을 작성하지 않도록 방지해 준다.

사용자가 특성 다이어그램을 저장하려고 할 때에는 최종적으로 전체적인 일관성을 검사한 이후에 저장을 수행함으로써, 향후 저장된 특성모델 정보를 이용하는 특성구성기가 유효한 입력을 받을 수 있도록 돕는다.

4.3 실행 화면

그림5는 Customer 택일선택 특성그룹에 속한 특성들 간에 require 특성제약사항을 명세하려 했을 때의 화면이다. UML 특성모델 편집기는 작성규칙 검사를 통하여 일관성의 문제를 인식하고, 적절한 메시지를 전달한 뒤, 사용자의 명령을 취소하여 UML 특성 다이어그램을 이전상태로 되돌린다.



(그림 5) 일관성 검사에 실패한 화면

5. 결론 및 향후연구

기존의 FODA방식의 특성 다이어그램을 지원하는 도구들은 특성 다이어그램과 추가적인 특성제약사항을 분리하여 명세하기 때문에, 특성모델의 이해가 어렵고, 특성모델의 일관성을 보장하지 못하였다.

따라서 본 논문에서는 UML을 이용하여 특성 다이어그램에 추가적인 특성제약사항을 함께 명세하여 특성모델의 이해를 돕고, 특성 다이어그램의 작성규칙을 객체제약언어 구문으로 표현하여 특성모델의 일관성을 검사할 수 있는 UML 특성모델 편집기를 제안하였다. 이러한 UML 특성모델 편집기는 일관성 검사기능을 통하여 프로덕트 라인 개발자의 특성 다이어그램 작성을 돕고, 특정 프로덕트에 참여하는 특성들을 정의하는 특성구성기로 하여금 유효한 특성모델 데이터를 입력받을 수 있도록 돕는다.

UML 특성모델 편집기의 향후연구로는 특성구성

의 유효성 검사와 프로덕트 라인 아키텍처 명세의 지원 등이 있다.

참고문헌

- [1] K. Kang, et. al, "Feature-Oriented domain analysis feasibility study. Technical Report CMU/SEI-90TR-21", Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1990.
- [2] M. Selbig, AmiEddi, 2000-2004. Tool available at <http://www.generative-programming.org>
- [3] Olaf Spinczyk, Danilo Beuche, "Modeling and Building Software Product Lines with Eclipse", Companion to the 19th annual ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming systems, languages and applications, pp.18-19, 2004
- [4] M. Antkiewicz, K Czarnecki, "FeaturePlugin: Feature Modeling Plug-In for Eclipse", OOPSLA'04 Eclipse Technology eXchange (ETX) Workshop, 2004
- [5] Charly Wilhelm, "Feature and Application Model Editor", ETH-Zentrum Diploma Project 2004, available at <http://control.ee.ethz.ch/~ceg/charly>
- [6] UML2.0 OCL Specification, available at <http://www.omg.org/docs/ptc/03-10-14.pdf>
- [7] 이관우, "특성 지향의 제품계열분석 모델의 정형적 정의와 일관성 분석", 한국정보과학회 논문지 B - 소프트웨어 및 응용, VOL.32 NO.02 pp.119~127, 2005
- [8] Hassan Gomma, "Designing Software Product Lines with UML", Addison Wesley, 2004
- [9] Eclipse.org, available at <http://www.eclipse.org>
- [10] Graphical Editing Framework Project, available at <http://www.eclipse.org/gef>
- [11] Eclipse Modeling Framework Project, available at <http://www.eclipse.org/emf>
- [12] Object Constraint Language Library Project, available at, <http://www.cs.kent.ac.uk/projects/ocl>