

# 일관성 및 정확성 검증을 위한 구성요소와 관계로 표현된 UML 메타모델

하일규\*, 강병욱\*\*

\*영남대학교 컴퓨터공학과

\*\*영남대학교 컴퓨터공학과

e-mail : ilkyuha@hanmail.net, bwkang@yu.ac.kr

## UML Meta Model with component and relation for verifying the consistency and correctness

IL-Kyu Ha\*, Byung-Woog Kang\*\*

\*Dept of Computer Engineering, Yeung-Nam University

\*\*Dept of Computer Engineering, Yeung-Nam University

### 요약

본 연구는 UML로 작성된 객체지향 다이어그램의 일관성과 정확성을 검증하기 위한 메타모델에 관한 연구이다. 일관성이란 하나의 요구사항으로 표현된 여러 가지 UML 다이어그램이 통일된 의미로 표현되었는가를 나타내는 성질이고, 정확성은 UML로 작성한 다이어그램이 UML의 표준에 적합하게 작성되었는가를 나타내는 성질이다. 이러한 일관성과 정확성을 검증하기 위해서는 각 다이어그램의 표준모델과 다이어그램간의 관계를 파악할 필요가 있으며 메타모델이 다이어그램간의 관계와 다이어그램 자체의 표준모델을 적절하게 표현하여 주므로 메타모델을 구성하는 작업이 필요하다. 본 연구에서는 기존의 메타모델에 관한 연구를 분석하여 새로운 형태의 구성요소와 관계로 표현된 메타모델을 제시하고 일관성과 정확성을 검증하기 위한 구성요소를 도출한다.

### 1. 서론

객체지향 소프트웨어 시스템의 개발은 일반적으로 요구 분석, 분석 모델링, 설계 모델링, 구현, 검사의 과정을 거쳐 진행된다. 시스템 개발 과정에서는 초기 단계에서부터 오류를 최소화하는 것이 중요한데 그 이유는 초기 요구사항 분석의 오차로 인하여 오류 수정의 비용이 전체 개발 단계별로 막대하게 증가하는 위험성이 있기 때문이다. 한편, 기존의 객체지향 소프트웨어 개발 기법들을 통합하여 객체지향 모델링 언어의 통합표준으로 제안되고 있는 UML(Unified Modeling Language)을 이용한 객체지향 개발방법이 급속하게 확산되고 있어서, 이제 UML은 객체지향 모델링과 분석에 있어서 업계의 표준 모델링 언어로 자리 잡아가고 있다. UML은 시스템 개발 대상을 상세하게 표현할 수 있다는 장점을 가지기는 하지만, 반면에 UML로 작성된 모델에 대한 정확함은 보장되지 않는다는 문제점을 가지고 있다. 따라서 초기 모델링 단계에서부터 모델에 대한 정확함의 검증을 통해 오류를 최소화하는 것이 중요하다. 모델의 정확함은 세 가지로 분류할 수 있다. 즉 완전성(completeness), 일관성(consistency), 정확성(correctness)이다. 각 성질에 대한 정의를 내려보면 다음과 같다.

#### (정의1) 완전성(completeness)

완전성은 사용자 요구사항의 분석에 따라서 당초에 목표한 기능을 제대로 수행할 수 있도록 UML 다이어그램이 설계가 되었는지 즉 사용자의 요구사항을 제대로 반영하였는지를 파악하는 성질이다.

#### (정의2) 일관성(consistency)

일관성은 하나의 사용자 요구사항으로부터 유도된 9가지 UML 다이어그램이 형태는 비록 다르더라도 그 의미하는 바는 같은지를 파악하는 성질이다.

#### (정의3) 정확성(correctness)

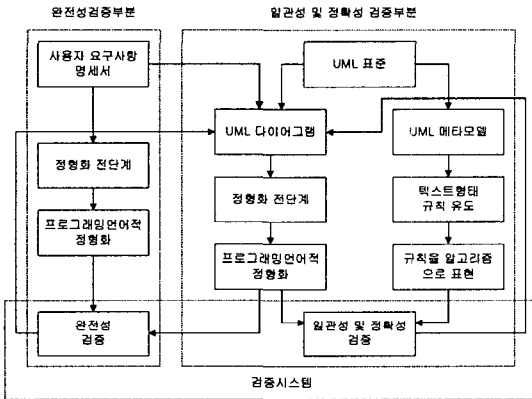
정확성은 사용자 요구사항을 기반으로 작성된 UML 다이어그램이 UML의 표준에 적합하게 작성되었는지를 파악하는 성질이다.

이러한 일관성과 정확성을 검증하기 위해서는 각 다이어그램의 표준모델과 다이어그램간의 관계를 파악할 필요가 있으며 메타모델이 다이어그램간의 관계와 다이어그램 자체의 표준모델을 적절하게 표현하여 줌으로 메타모델을 구성하는 작업이 필요하다. 메타모델은 각 다이어그램의 프로토타입과 같은 것으로 각 다이어그램에 대해서 작성될 수도 있고 다이어그램간의 관계를 표현할 수도 있다. 일반적으로 메타모델은 class 다이어그램 표기법을 이용하여 작성하게 된다. 본 연구에서는 기존의 메타모델에 관한 연구를 분석하여 새로운 형태의 구성요소와 관계로 표현된 메타모델을 제시하고 정확성과 일관성을 검증하기 위

한 구성요소를 도출한다.

2. 일관성 및 정확성과 UML 메타모델의 관계

UML 객체지향 모델은 하나의 의미 즉 하나의 요구사항을 가지고 여러 형태의 다이어그램으로 표현된다. 따라서 여러 형태로 표현된 다이어그램은 하나의 의미를 가지고 있어야 한다. 일관성이란 UML로 작성된 모델이 사용자의 요구사항에 맞게 일관되게 표현이 됨을 의미한다. 일관성 검증은 기본적으로 UML 다이어그램이 같은 요구사항을 표현하는 것임을 검증하는 것이고 이는 결국 모델간의 상호 관련 규칙이 만족되는지를 검증하는 것이다. 상호관련 규칙을 유도하기 위해서는 메타모델(Meta Model)에 대한 이해가 필요하다. 메타 모델은 UML 다이어그램들을 구성하는 요소들 간의 관계를 나타내며 다이어그램간의 관계를 적절히 표현할 수 있다. 따라서 메타모델을 기반으로 하여 일관성과 정확성을 유지하기 위한 규칙을 찾아낼 수 있다. 완전성과 일관성 및 정확성 검증 절차를 보면 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 완전성과 일관성 및 정확성 검증절차

3. 메타모델에 관한 기존 연구

메타모델에 관한 연구는 UML 다이어그램의 완전성과 일관성 검증에 관한 연구[5][6][7][8][10][11]와 더불어 이루어지고 있다. 지금까지의 연구사례를 구분해보면 OMG에서 UML의 문법적 의미를 설명하기 위해 제시하고 있는 메타모델[1]이 있고, UML 다이어그램을 보는 관점(vIEWS)에 따라 설계된 메타모델[8]이 있고, 일관성 검증을 위해 설계된 메타모델[5]이 있고, 다이어그램간 관계성 파악을 위해 설계된 메타모델[9]이 있다.

3.1 OMG의 UML 메타모델

OMG의 UML specification[1]에서는 UML의 문법적 이해를 위해 구성요소간의 의존이나 일반화 관계를 중심으로 모델을 표현하고 있다. 그러나 이러한 모델은 이해하기가 어려울 뿐만 아니라 UML을 사용함으로써 사용자가 최종적으로 만들어내게 되는 9가지 다이어그램에 대한 메타모델은 제시하지 않고 있다.

3.2 관점(view)에 따른 메타모델

[8]에서는 시스템을 바라보는 4+1 관점(vIEWS) 즉, 사용자 관점, 논리 관점, 프로세스 관점, 구현 관점에 따라 9

가지의 UML 다이어그램을 구분하였고 이를 토대로 각 관점별 메타모델을 작성하였다. 아키텍처를 사용함으로써 전체적인 시각에서 UML 다이어그램간의 연관관계를 파악하는데 용이한 반면, 추상적인 각 관점으로부터 UML 다이어그램간의 관계를 파악하여 메타모델을 구성하는 작업이 어려운 면이 있다.

3.3 일관성 검증을 위한 메타모델

[5]에서는 UML 다이어그램의 일관성 검증에 관한 연구의 일부로서 순차도와 클래스도의 메타모델을 제시하고 있다. 전체 다이어그램에 대한 모델은 제시되어있지 않다.

3.4 다이어그램간 변환을 위한 메타모델

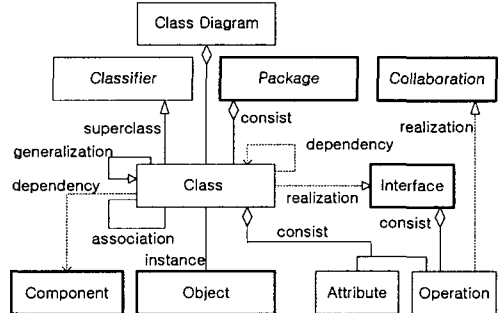
[9]에서는 UML 다이어그램간의 관계에 중점을 두어 Use Case, Sequence, Class, Activity, State 다이어그램간의 연결관계를 메타모델로 표현하고 있다. 제시된 메타모델은 비교적 이해하기 쉽고 자세하지만 구성요소간의 관계 표현이 적다.

메타모델이 UML 표준에 따라 완벽하게 구성되기란 어렵다. 메타모델은 주로 UML의 표기기준에 따라 연구자의 목적에 맞게 주관적인 입장에서 만들어지고 있다.

4. 각 다이어그램의 메타모델 유도

4.1 Class Diagram

Class 다이어그램은 시스템 내 객체 타입과 그들 사이에 존재하는 여러 가지 정적인 관계를 설명한다[2]. Class 다이어그램은 클래스(class)를 중심으로 일반화, 의존, 연관 관계를 가진다. Class의 instance는 object가 되며 class를 실체화한 것이 interface가 된다. Class Diagram의 메타모델은 [그림 2]와 같다.



[그림 2] Class Diagram의 메타모델

메타모델을 기반으로 다른 다이어그램과의 일관성 검증요소를 도출해 보면 [표 1]과 같다.

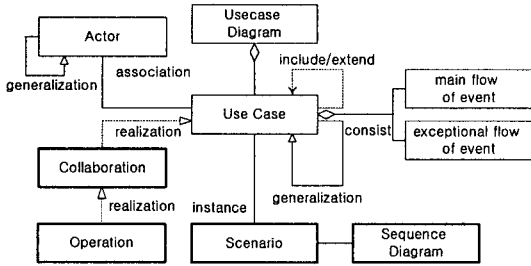
[표 1] Class 다이어그램의 일관성 검증요소

검증요소	관계(요소)	대응요소	대응다이어그램
class	instance	object	object D.
class	realization (interface)	component	component D.
class	dependency	component	component D.
operation	collaboration		use case D.

정확성 검증은 메타모델을 구성하고 있는 구성요소의 포함 여부를 조사하고 구성요소간의 관계가 적합한지를 조사함으로써 이루어질 수 있다. 이하 다이어그램에서도 같은 방법으로 검증한다.

### 4.2 Use Case Diagram

Use Case 다이어그램은 시스템의 동적인 면을 모델링하기 위한 것이다. Use Case 다이어그램은 Use Case를 중심으로 구성되어 있다. Use Case 사이에는 일반화, 포함, 확장 관계를 가진다. Actor는 Use Case를 수행하는 역할을 한다. Use Case의 인스턴스는 시나리오이다. Use Case는 이름, 사건주 흐름, 사건예외흐름으로 구성되어 있다. Use Case 다이어그램의 메타모델은 [그림 3]과 같다.



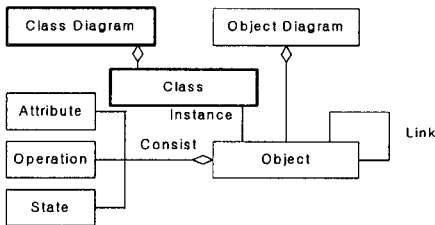
[그림 3] Use case 다이어그램의 메타모델  
일관성 검증요소를 도출하면 [표 2]와 같다.

[표 2] Use case 다이어그램의 일관성 검증요소

검증요소	관계(요소)	대응요소	대응다이어그램
use case	instance (scenario)	.	sequence D.
use case	realization (collaboration)	operation	class D.

### 4.3 Object Diagram

Object Diagram은 어느 특정한 시간에 객체들의 집합과 그 관계를 나타낸 것이다. Object Diagram은 Object 객체를 중심으로 구성되며 객체는 Class의 인스턴스가 된다. Object Diagram은 교류도가 표현하는 동적인 흐름 중에서 하나의 정적인 프레임을 말한다. Object Diagram의 메타모델은 [그림 4]와 같다.



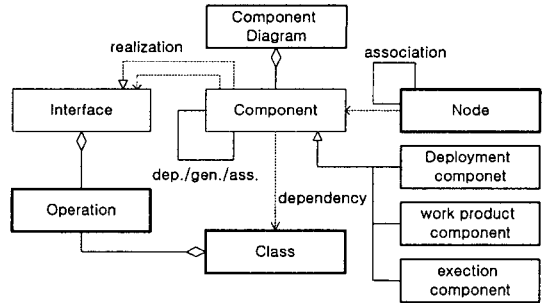
[그림 4] Object Diagram의 메타모델  
메타모델을 통해 도출한 일관성검증요소는 [표 3]과 같다.

[표 3] Object 다이어그램의 일관성 검증요소

검증요소	관계(요소)	대응요소	대응다이어그램
object	instance	class	class D.
object	correspond	object	sequence D.

### 4.4 Component Diagram

Component Diagram은 시스템의 물리적인 관점을 모델링하며 정적인 관점을 가진다. Component Diagram은 시스템의 다양한 컴포넌트들과 그들 사이의 의존관계를 나타낸다. Component Diagram의 메타모델은 [그림 5]와 같다.



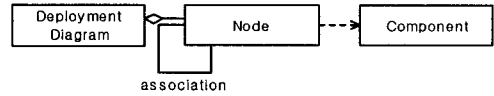
[그림 5] Component Diagram의 메타모델  
일관성 검증요소를 도출하면 [표 4]와 같다.

[표 4] Component 다이어그램의 일관성 검증요소

검증요소	관계(요소)	대응요소	대응다이어그램
component	dependency	class	class D.
component	dependency	node	deployment D.
component	realization (interface)	class	class D.

### 4.5 Deployment Diagram

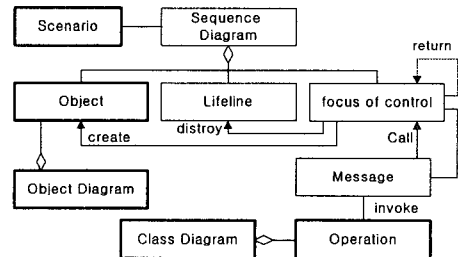
Deployment Diagram은 실행노드와 그 노드에 존재하는 컴포넌트의 구성을 나타내는 다이어그램으로 시스템의 정적인 배치뷰를 모델링한다[2]. Deployment Diagram의 메타모델은 [그림 6]과 같다.



[그림 6] Deployment Diagram의 메타모델  
일관성 검증요소는 [표 4]를 참조한다.

### 4.6 Sequence Diagram

Sequence Diagram은 Collaboration Diagram과 함께 시스템의 동적 측면을 모델링한다. Sequence Diagram은 메시지의 시간 순서를 강조하고, Collaboration Diagram은 메시지를 주고받는 객체조직의 구조를 강조한다. Sequence Diagram의 메타모델은 [그림 7]과 같다.



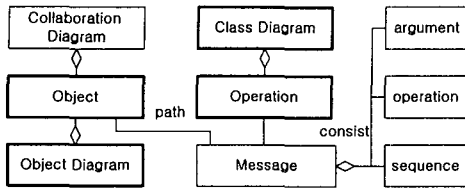
[그림 7] Sequence Diagram의 메타모델  
일관성 검증요소를 도출하면 [표 5]와 같다.

[표 5] Sequence 다이어그램의 일관성 검증요소

검증요소	관계(요소)	대응요소	대응다이어그램
.	(scenario)	use case	use case D.
message	invoke	operation	class D.
object	correspond	object	object D.
message	correspond	message	collaboration D.

### 4.7 Collaboration Diagram

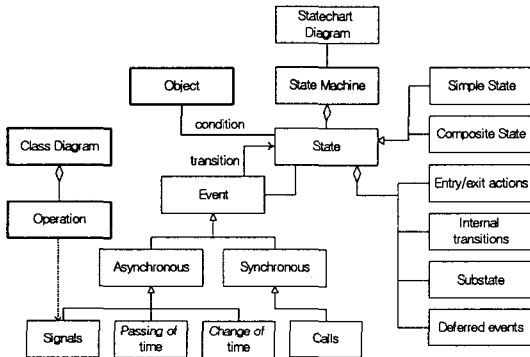
Collaboration Diagram은 Sequence Diagram과 유사하나 경로(path)와 일련번호가 있다. Collaboration Diagram의 메타모델은 [그림 8]과 같다.



[그림 8] Collaboration Diagram의 메타모델  
검증요소는 [표 6]을 참조한다.

### 4.8 Statechart Diagram

Statechart Diagram은 반응(reactive) 객체의 행동을 모델링한다. Statechart Diagram의 메타모델은 [그림 9]와 같다.



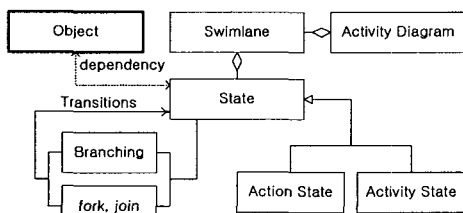
[그림 9] Statechart Diagram의 메타모델  
일관성 검증요소를 도출하면 [표 6]과 같다.

[표 6] Statechart 다이어그램의 일관성 검증요소

검증요소	관계(요소)	대응요소	대응다이어그램
object	condition	state	object D.
signals	dependency	operation	class D.

### 4.9 Activity Diagram

Activity Diagram은 Statechart Diagram의 특별한 경우로서 객체의 행동을 모델링하며 활동상태가 중심이 된다. Activity Diagram은 State를 중심으로 구성된다. State와 State사이에는 전이되거나 분기, 분할, 합류될 수 있다. Activity Diagram에 대한 메타모델은 [그림 10]과 같다.



[그림 10] Activity Diagram의 메타모델

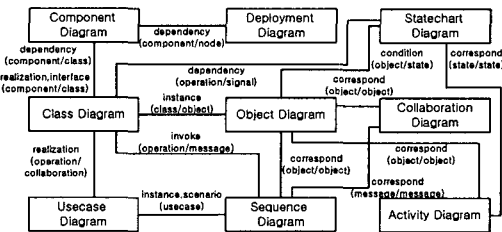
일관성 검증요소를 도출하면 [표 7]과 같다.

[표 7] Activity 다이어그램의 일관성 검증요소

검증요소	관계(요소)	대응요소	대응다이어그램
object	correspond	object	object D.
state	correspond	state	statechart D.

## 5. 결론

각 다이어그램의 일관성 검증을 위한 관계요소를 살펴보면 [그림 11]과 같다. 본 연구에서는 UML 다이어그램의 일관성 및 정확성 검증을 위한 메타모델을 제시하였다. 추후 보다 상세한 메타모델을 도출하여 보다 정확한 일관성 검증요소를 도출하고 나아가 모델에 대한 명세화 기법과 검증의 자동화방법에 대한 연구가 필요하다.



[그림 11] 9개 다이어그램의 일관성검증 관련 요소

## 참고 문헌

- [1] OMG, OMG Unified Modeling Language Specification v1.4, <http://www.rational.com>, 2001.
- [2] Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson, "The Unified Modeling Language User Guide", Addison-Wesley, 1999
- [3] Martin Fowler, Kendall Scott, "UML Distilled", Addison-Wesley, 1999
- [4] 박진호, 김수봉, 류성열, UML 다이어그램들간의 일관성 검증 방법, 한국정보과학회 봄 학술발표논문집 Vol. 25. No. 1. 1998.
- [5] 정기원, 조용선, 권성구, 객체지향 설계방법에서 오류 검출과 일관성 점검기법 연구. 한국정보처리학회 논문지 제6권 제8호. 1999. 8.
- [6] 김도형, 정기원, 객체지향 분석과정에서 오류와 일관성 점검 방법, 정보과학회논문지(B) 제26권 제3호. 1999. 3.
- [7] 김재용, 김진수, 김치수, 황선명, UML 다이어그램간의 일관성과 완전성을 위한 검증 규칙 생성에 관한 연구, 한국멀티미디어학회 논문지, 제3권, 제3호, pp290-298, 2000
- [8] 이선미, 전진옥, 류재철, 객체지향 모형 간 일관성 검증을 지원하는 CASE 도구 설계 및 구현, 한국정보처리학회 논문지 제6권 제11호, 1999. 11.
- [9] 심우혁, 김수봉, UML 다이어그램들간의 관계 표현을 위한 메타 모델, 한국정보과학회 봄 학술발표논문집 Vol. 25. No. 1. 1998.
- [10] 조진형, 배두환, UML 객체지향 분석 모델의 완전성 및 일관성 진단을 위한 시나리오 검증기법, 정보과학회 논문지 제28권 제3호, 2001.
- [11] 김치수, 진영진, 객체지향 분석의 완전성과 일관성 검증을 위한 틀의 설계, 한국정보처리학회 논문지 제4권 제10호, 1997. 10