

컴포넌트 모델 정제 과정의 행위 일관성 검증을 위한 모델 변환기

장훈, 최윤자
경북대학교 전자전기컴퓨터 학부
e-mail : { billjang, yuchoi76 }@knu.ac.kr

A Model Translator for Behavioral Consistency Checking of Abstract Component

Hoon Jang, Yunja Choi
School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University

요 약

컴포넌트 기반 개발 방법은 컴포넌트의 재사용으로 인한 개발 비용의 절감뿐 아니라, 컴포넌트 분석의 재사용으로 인한 검증비용의 절감과 시스템의 질적 향상을 도모할 수 있는 장점을 지니고 있는 반면, 컴포넌트들간 상호작용의 복잡도의 증대로 인한 결함률이 높아질 수 있다. 본 연구에서는 모델 기반 컴포넌트 개발기법을 근간으로한 컴포넌트 정제 과정에서 정제 전, 후의 추상컴포넌트들 간의 행위 일관성을 정형분석하기 위한 모델 변환기를 개발하였다. 이 모델변환기는 컴포넌트의 정제과정 전 단계에 걸쳐 사용되어 컴포넌트 간의 상호작용으로 인한 잠재적인 결함을 조기에 발견하고 해결하는 데 기여할 수 있다.

1. 서론

컴포넌트기반 개발 방법은 시스템의 복잡도와 질적 향상, 높은 재사용에 기여한다는 장점을 가지고 있으나, 시스템을 구성하는 컴포넌트 간 상호작용의 복잡도로 인하여 행위양식의 불일치 문제를 갖는다. 모델 기반 컴포넌트 개발 방법인 MARMOT 은[1][2] 이러한 문제를 해결하기 위한 체계적인 개발프로세스와 검증기법을 제안하고 있다. 본 연구에서는 상위 컴포넌트의 내부행위 양식과, 하위 컴포넌트의 외부행위 양식의 조합을 정형모델로 변환하여 컴포넌트 정제 사이의 행위 일관성을 검증하는 방법을 제시하고, 이를 자동화하기 위해 컴포넌트의 환경 모델과 행위 모델을 검증 도구인 SPIN[3]에서 사용하는 Promela 라는 모델 명세 언어로 변환하는 모델 변환기를 개발하여 그 효용을 입증하였다.

2. 추상 컴포넌트와 정제 프로세스

MARMOT 은 컴포넌트의 정제를 이용한 체계적인 개발과 개별 컴포넌트 및 컴포넌트 간 행위양식 검사를 제공하는 프레임워크이다. 정제 프로세스 과정에서 시스템의 논리적인 구성요소들을 나타내는 단위 컴포넌트를 추상 컴포넌트라 하고, 추상 컴포넌트들을 잘게 나누어 정제하는 과정을 여러 번 거치면 시스템의 실질적인 설계를 얻을 수 있다.

하나의 추상 컴포넌트는 외부구조와 내부구조, 외부행위와 내부행위를 가진다. 외부구조와 외부행위는 컴포넌트를 블랙박스의 관점으로 기술할 때 그것의

외부 환경과의 연결 구조, 외부 환경으로의 서비스 제공 등을 표현하고, 내부구조와 내부 행위는 외부로 서비스를 제공하기 위해 내부에서 갖추어야 할 내부 컴포넌트 연결구조 및 그것들의 상호작용을 표현한다.

추상 컴포넌트의 내·외부행위는 <표 1>의 상태기계로 정의된다.

표 1. 상태기계의 정의

FSM = (S, Tr, Gd, Ac, T, s0, F)	
S	컴포넌트가 갖는 상태들의 집합
Tr	컴포넌트가 외부에 제공하는 함수 혹은, 처리하는 이벤트의 집합
Gd	전이가 발생할 수 있는 조건들의 집합, 다음과 같은 조건 문법으로 구성된다. GC := GC Op GC Operand Op := '&&' ' ' '=' '<' '>' '<=' '>=' Operand := COMPONENT_VARIABLE CONSTANT
Ac	전이가 발생했을 때 취하는 행동으로 다음과 같은 대입문, 결과값 리턴, 함수 호출 및 시그널 전송의 구문을 갖는다. action := assignment_action send_action call_action return action
T	상태전이로서 다음과 같은 튜플로 구성된다. {(Ss, tr, gd, ac, St) Ss, St ∈ S, tr ∈ Tr, gd ∈ Gd, ac ∈ AC }
s0	컴포넌트의 초기 상태들의 집합
F	종료 상태들의 집합

* 본 연구는 교육과학기술부/한국과학재단 우수연구센터 육성사업의 지원으로 수행되었음. (R11-2008-007-03002-0)

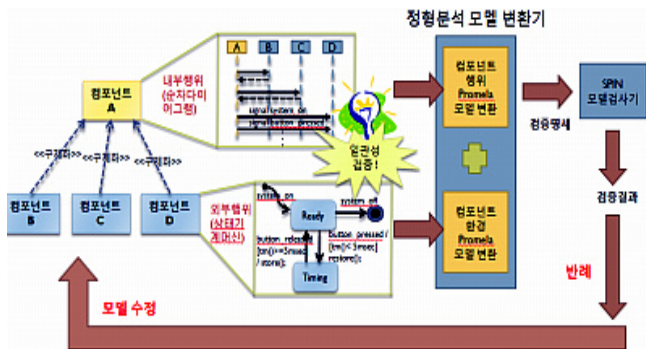
* 본 연구는 2009년도 2 단계 두뇌한국 BK21 사업에 의하여 지원되었음

3. 추상 컴포넌트의 행위일관성 검증

추상 컴포넌트의 행위일관성 검증은 정제 프로세스를 검증한다는 측면에서, 기존의 UML 다이어그램간의 일치성 검증[4]과 컴포넌트 인터페이스의 행위 호환성 검증[5]등과 다른 접근 방식을 요구한다.

본 논문에서 제안하는 추상 컴포넌트의 행위 일관성 검증 방법은 (그림 1)과 같다. 컴포넌트 A 는 컴포넌트 B,C,D 로 구체화되고, 컴포넌트 A 의 서비스가 하위 컴포넌트의 서비스로 구체화되는 관계를 UML 순차다이어그램으로 표현한다. 컴포넌트의 상태기계로 표현된 외부행위는 외부의 서비스 요청이 발생했을 때 컴포넌트가 갖는 행위양식을 나타낸다.

상위 컴포넌트의 서비스가 하위 컴포넌트의 서비스로 잘 정제되었는지를 검증하기 위하여, 컴포넌트 A 의 내부행위를 표현하는 순차다이어그램에서 A 의 생명선(LifeLine)을 투영(Projection)하여 생성한 상태기계 [6]를 환경모델로 변환하고, 컴포넌트 B, C, D 의 외부행위를 조합하여 환경모델과 연결한 일관성 모델을 생성한다. 환경모델로부터의 무한 입력에 조합된 행위양식이 무한이 응대하면 정제 일관성이 만족되는 것이라 정의한다. 이러한 행위 일관성 검증을 SPIN 검사 도구를 이용하여 자동화 하였다.



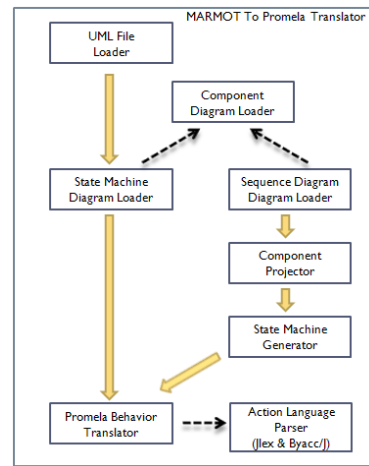
(그림 1) 추상 컴포넌트의 검증 개념

4. 모델 변환기

SPIN 모델검사를 사용하여 행위일관성 검증을 수행하기 위해 UML 로 설계된 컴포넌트 모델을 SPIN 의 입력인 Promela 로 바꾸는 과정이 필요하다. (그림 1)에서와 같이, 모델 변환기는 사용자가 UML 도구를 사용하여 추상 컴포넌트의 개념에 맞게 설계한 모델의 XMI 파일을 입력 받아, 검증하려는 컴포넌트에 대한 Promela 모델을 파일로 출력한다. 변환된 Promela 모델을 SPIN 모델 검사기의 입력으로 하여 추상 컴포넌트의 행위 일관성을 검사할 수 있다.

모델 변환기의 구성은 (그림 2)에서처럼, 행위 모델 변환과 환경 모델 변환 부분으로 나뉘어진다. 검증하려는 컴포넌트의 외부 행위의 검증모델 변환은 상태 행위 변환기에 의해 직접적으로 이루어지고, 환경 모델 변환은 상위 컴포넌트의 순차 다이어그램에서 검증하려는 컴포넌트와 시그널/함수호출의 메시지를 주고 받는 컴포넌트들의 생명선을 투영하여 생성된 상태기계들을 행위 변환기가 변환하는 방식으로 이루어

진다. 행위 변환기는 상태기계를 입력 받아 Promela 모델을 생성한다. 이 과정에서 Jflex 와 Byacc/J 를 사용하여 상태기계의 구문분석을 수행하였다.



(그림 2) 모델 변환기 구성

5. 적용결과

자동차 거울 조정 시스템[2]의 컴포넌트 모델을 대상으로 모델 변환을 수행한 결과, 일부 하위 컴포넌트에서 행위 일관성 문제를 발견할 수 있었다. 상위 컴포넌트에서 하위 컴포넌트로 전달하는 함수의 이름이 실제 외부행위에 정의된 함수이름과 달라 환경과 행위 모델간에 불일치성이 발생한 경우가 그 하나의 예이다.

6. 결론

본 연구에서는 추상 컴포넌트의 정제라는 관점에서 추상 컴포넌트의 행위 및 환경 모델을 검증 모델로 변환하는 기능을 제공함에 따라, 여러 단계에 걸쳐 발생하는 컴포넌트들의 복잡한 정제과정에서 발생 가능한 행위 일관성 문제를 조기에 찾아 낼 수 있었다. 뿐만 아니라, 추상 컴포넌트의 환경을 순차 다이어그램의 투영으로부터 생성함에 따라 모델 검사기로부터의 거짓 오류를 줄이고 사용자 시나리오 기반에 의한 컴포넌트 환경 생성이 자동화 되었다.

참고문헌

- [1] Atkinson, C., et al. "Component-based Product Line Engineering with UML." Addison-Wesley Publishing Company, Reading(2002)
- [2] Yunja Choi, Christian Bunse, "Towards Component-Based Design and Verification of a μ -Controller." CBSE 2008. LNCS, vol. 52822, pp. 196-211.
- [3] G. J. Holzmann . "The Spin Model Checker", Wiley, 2003
- [4] 김호준, 이우진, "UML 상태기계 다이어그램을 이용한 컴포넌트 인터페이스의 행위 호환성 검증 도구", 정보처리학회논문지 D, Vol.16, No.1, pp.65-72
- [5] 박사천, 이태훈, 권기현, "SMT 를 이용한 UML 다이어그램 간의 일치성 검증", 2009 한국소프트웨어 공학기술 합동워크샵
- [6] Tewfic Ziadi, Loic Héluouët, Jean-Marc Jézéquel, "Revisiting Statechart Synthesis with an Algebraic Approach", pp.242-251, ICSE'04