

# 메시지 흐름을 이용한 서비스의 테스트 케이스 생성 기법

이승훈\*, 강동수\*, 송치양\*\*, 백두권\*

\*고려대학교 컴퓨터전파통신공학과

\*\*경북대학교 소프트웨어공학과

e-mail : \*{neatnesh, 2008010372, baikdk}@korea.ac.kr, \*\*cysong@knu.ac.kr

## Test Case Generation Method of a Service using Message Flow

SeungHoon Lee\*, DongSu Kang\*, Chee-Yang Song\*\*, Doo-Kwon Baik\*

\* Department of Computer and Radio Communications Engineering, Korea University

\*\* Department of Software Engineering, Kyungpook National University

### 요 약

SOA 는 최근 급부상한 패러다임으로 개발단위의 상태 변화가 사라지고, 데이터 흐름 중심이 아닌 메시지 흐름 중심으로 변하는 등의 기존 전통적 개발방법들과 차이점을 가지고 있다. 이러한 변화는 상태 변화를 포기하는 FSM(Finite State Machine)을 사용할 수 없다는 문제점을 가져왔고, 따라서 새로운 테스트 케이스 생성방법이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 메시지 흐름을 이용하여 서비스의 테스트 케이스를 생성하는 기법을 제안한다. BPM(Business Process Modeling)을 사용하여 단순한 그래프로 만들고 기존의 단순 비순환 그래프를 만드는 기법을 적용하여 테스트 시퀀스를 만든다. 그리고 테스트 시퀀스마다 순차 다이어그램을 만들고 메시지 흐름을 추출하여 테스트 케이스를 완성한다. 이 기법을 통해 웹서비스 뿐만 아니라 일반적인 서비스에 대한 테스트 케이스 생성을 가능하게 하며, 모델링 재사용을 통해 테스트 케이스 생성에 소요되는 추가 비용을 감소 시킬 수 있다.

### 1. 서론

SOA 는 최근 급부상한 패러다임으로 아직도 많은 표준확립과 체계적인 절차 정립이 필요하다. 특히 전통적 개발방법인 객체지향 혹은 컴포넌트 기반 방법론들과 차이점이 발생하면서 SOA 에 적합한 새로운 기법들이 요구 되고 있다.

기존 컴포넌트 기반의 소프트웨어는 데이터 흐름 위주의 방법론이며, 컴포넌트 혹은 객체는 데이터 흐름에 따라 상태가 변화하게 된다. 따라서 컴포넌트 기반 개발에서 사용되는 단위들은 테스트 케이스 생성을 위해서 FSM(Finite State Machine)을 많이 사용하여 왔다. 하지만 SOA 는 데이터가 아닌 메시지 교환 형태를 가지는 아키텍처이며 SOA 의 기본단위인 서비스는 상태가 없다(stateless)[1]. 따라서 SOA 에서는 서비스를 FSM 으로 표현할 수 없어 FSM 을 사용할 수 없으며, 기존의 FSM 을 사용하던 기법들을 그대로 적용할 수 없는 문제가 발생한다.

테스트는 비용과 관련하여 중요성이 커지고 있는 분야이며 SOA 를 적용한 환경에서도 마찬가지이다[2]. 하지만 위에 언급한 대로 전통적인 개발 방법과의 차이가 발생 하였고, 이를 극복할 수 있는 새로운 테스트 케이스 생성방법이 필요하다.

SOA 환경에 알맞은 테스트 기법을 위해서 본 논문에서는 메시지 흐름 관점의 서비스 테스트 케이스 생성기법을 제안한다. 서비스의 특징인 메시지 교환에 주안점을 두고 서비스 시스템의 테스트 케이스를 생성한다. 이를 위해 Business Process Modeling(BPM)을 이용한다. 모든 서비스는 워크플로우로 나타낼 수 있고, 워크플로우를 통해서 상태가 없는 서비스의 움직임을 알 수 있다. BPM 의 각 노드는 표현 범위에 따라 서비스나 컴포넌트를 의미한다. 그리고 각 화살표는 메시지의 이동이다. 즉, BPM 으로 메시지 흐름(Message flow)을 파악하는 것이 가능하다. SOA 개발 단계 중 모델링 단계에서 만들어진 BPM 을 다시 한번 사용하기 때문에 추가 비용을 줄일 수 있다. 더불어 SOA 의 특성에 맞는 테스트 케이스 생성을 통해 테스트의 효율을 높일 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 관련 연구를 살펴보고 기존의 기법들의 문제점을 알고, 제안 기법의 원천이 되는 기술을 이해한다. 3 장에서는 메시지 흐름을 이용한 서비스의 테스트케이스 생성 기법을 소개한다. 4 장에서는 제안 기법을 적용한 사례를 통해 제안 기법을 검증한 후, 5 장에서 결론으로 마무리 한다.

\* 이 연구에 참여한 연구자는 '2 단계 BK21 사업' 의 지원을 받았다.

## 2. 관련연구

### 2.1 SOA 에서의 테스트 기법

“서비스는 인간의 삶을 보조함으로써 제공자와 수혜자를 위하여 가치를 창조하는 사용자 수준의 워크플로우이다.” [3]라는 기존의 정의도 있듯, 서비스는 워크플로우로 표현 할 수 있다. 또한 비즈니스 프로세스는 하나 이상의 비즈니스 서비스로 구성되며 BPM 이나 ESB 에 의해 관리 가능하다. 여기서 비즈니스 서비스는 독립적으로 단위 업무 수행, 제공하는 서비스를 말한다[4]. 위의 정의를 통해 워크플로우를 BPM 으로 표현하고 관리 할 수 있음을 알 수 있다.

전통적인 개방방법론은 객체지향개발, 컴포넌트 기반 개발과 같은 기존의 개발방법론들을 말한다. 이러한 방법론들은 분석, 디자인, 구현 그리고 테스트로 이어지는 전형적인 개발 방식을 많이 사용해 왔다. 반면 SOA 에서는 모델링을 거쳐, 컴포넌트나 서비스를 합치는 조립단계를 통해 새로운 서비스를 만든다. 그리고 이를 테스트하고, 동작하는 것을 모니터링 하면서 이를 다시 모델링에 반영하는 개발 방식을 사용한다[5]. 또한 SOA 는 서비스간에 느슨한 결합을 한다는 중요한 특징을 가지고 있다. 이 때문에 각 서비스에 주고 받는 메시지가 테스트의 주요 목표가 되며, 하나의 복합 서비스에서 사용되는 원자(atomic) 서비스나 컴포넌트는 블랙박스 간주하여 하나의 부품처럼 사용한다.

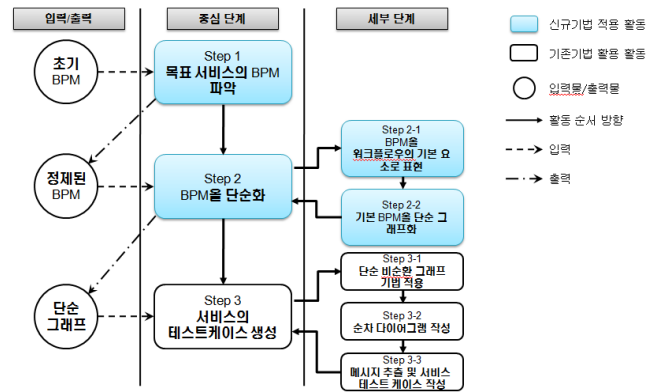
기존의 SOA 를 위한 테스트 기법들은 Data perturbation 을 이용한 서비스의 종단간 메시지 교환에 집중한 연구[6], WSDL 명세서 기반의 테스트 케이스 생성[7], CV&V Framework 를 통한 복합 서비스 테스트[8]와 같은 연구들이 존재한다. 서로 테스트의 목표가 되는 서비스의 범위나 방법에서 차이를 보이고 있지만 공통적으로 XML 기반으로 작성된 언어를 통해서 테스트 케이스를 생성한다. 이는 적용할 수 있는 환경이 Web service 로 한정된다는 문제점을 가진다.

### 2.2 BPMN(Business Process Modeling Notation)

OMG(Object Management Group)에서 비즈니스 프로세스 모델에 관한 업계표준을 위해 만든 것이 BPMN 이다. BPMN 은 엔지니어와 실무자들의 원활한 의사소통과 비즈니스 프로세스를 제대로 디자인하기 위해 표준화된 그래픽 표기법을 사용하였다. UML 의 Activity Diagram 과도 많은 비교가 되지만 다른 어떠한 비즈니스 프로세스 모델링 표기법보다 많은 기능과 확장성을 갖고 있다. 특히 서비스를 구현하는 언어인 BPEL(Business Process Execution Language)로 직접적인 변환이 가능하여 SOA 환경에서는 최적의 BPM 으로 평가된다. BPMN 은 Flow object, Connecting, Swim lanes, Artifacts 의 네 가지 구성 요소를 가지고 있다. 하지만 WfMC(Workflow Management Coalition)에서는 Flow object 에서는 AND gateway 와 XOR gateway 를, Connecting 중에서 Sequence flow 를, 그리고 추가로 특정 조건을 만족할 때까지 특정 범위를 반복 수행하는 Cycle 만을 워크플로우의 기본 구성 요소로 정의하고 있다[9].

## 3. 메시지 흐름을 이용한 테스트케이스 생성 기법

3장에서는 메시지 흐름을 이용한 서비스의 테스트 케이스 생성 기법을 서술한다. 다음의 그 1은 제안 기법의 절차이다. 신규기법 적용은 서비스의 테스트를 위하여 새롭게 제안한 부분을 말하며 기존기법 활용은 기존 연구를 통해 알려진 기법을 본 연구에 알맞게 변경하여 사용한 것을 말한다.



(그림 1) 메시지 흐름을 이용한 테스트 케이스 생성 기법

먼저 테스트를 원하는 서비스의 BPM 을 확인한다. Step3의 알고리즘을 적용하기 원활하게 만들기 위해 Step2에서 BPM 을 단순화시킨다. Step3는 기존의 단순 비순환 그래프를 만드는 기법을 적용하여 테스트 시퀀스를 생성한다. 마지막으로 추출된 테스트 시퀀스마다 순차 다이어그램을 만들어 서비스 테스트 케이스를 생성한다. 다음을 통해 각 Step 에 관해 자세히 설명한다.

### 3.1 목표 서비스의 BPM 파악

본 Step 은 모델링 단계와 조립 단계 후의 테스트 단계에 위치한 서비스를 테스트의 목표로 선정하는 것이다. 서비스는 조립이 완료되어 사용자에게 실제로 업무를 제공하는 단일 서비스, 혹은 복합 서비스를 말한다. 서비스는 사용자와 컨텍스트에 따라 다양한 워크플로우를 가진다. 이러한 워크플로우를 표기한 BPM 은 SOA 개발 초기의 모델링 단계에서 최초로 만들어진다. 그리고 테스트 단계에서 이 BPM 을 재사용하는 것이다. Step1에서 파악된 워크플로우는 비즈니스 프로세스를 사용한 어떤 것이던 상관 없으나 본 연구에서는 BPMN 표준 표기법을 따른다. 이는 BPMN 이 비즈니스 프로세스를 표현하는데 있어서 가장 풍부한 지원을 해주며, BPEL 로 직접적인 변환이 가능하여 SOA 환경에서의 효율을 높여주기 때문이다[5].

테스트 목표로 지정한 서비스의 BPM 은 각 노드들이 최소 Component 단위 수준의 표현 이어야 한다. 이 때에 2가지 경우가 나타나며 첫 번째 경우인 Case A 는 하나의 노드가 다수의 컴포넌트를 포함하는 경우이다. 이 경우 하나의 노드를 원자 서비스로 볼 수 있다. 여기서 노드란 BPM 으로

표현되는 하나의 활동을 말하며 BPM 에서는 하나의 사각형으로 표현된다. 두 번째 경우인 Case B 는 하나의 노드가 하나의 컴포넌트와 같을 경우이다. 본 연구에서는 노드의 최소의 단위를 Component 로 한정한다. Step1에서는 테스트를 원하는 단위의 크기에 따라서 노드의 범위를 수정한다. 원자 서비스를 테스트 할 경우엔 모든 노드가 Case B 의 상태가 되어야 하며, 복합 서비스일 경우엔 Case A 와 Case B 를 혼용하여도 괜찮다.

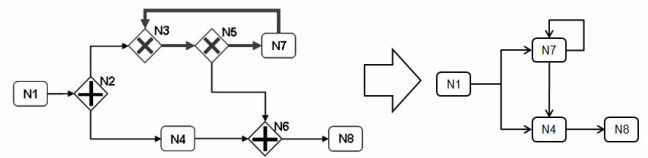
### 3.2 파악된 BPM 을 단순화

Step1 에서 파악된 BPM 을 단순화하는 단계이다. 이는 FSM 에 적용되던 기법들을 사용하기 위하여, 상태전이 그래프와 같은 노드와 방향선만으로 이루어지는 그래프로 변환하는 것이다. 먼저 워크플로우를 이루는 기본 요소[9]로만 구성되도록 BPM 을 변환한다. 본 연구에서 사용하는 BPMN 의 경우에는 Flow Object 와 Connecting Object 만으로 구성되도록 변경한다. Flow Object 의 경우 모든 Gateway 는 AND gateway 와 XOR gateway 만으로 표현한다. Event 는 전부 연결선으로 바꾼다. Activity 는 그대로 노드가 되어 유지된다. Connecting Object 는 Sequence Flow 만으로 표현하도록 한다.

다음 활동은 기본 요소로만 표현된 BPMN 을 단순 그래프로 바꾸어 주는 것이다. 이는 Step3 에서 기존의 알고리즘을 적용하기 위한 준비이다. XOR gateway 는 단순한 분기 화살표로 변경해주면 되나 AND gateway 는 상황에 따라 다양하게 변경해야 한다. 다음은 변환 규칙이다.

AND gateway 변환 규칙	
AND-Join 과 AND-Split 이 함께 쓰였을 경우	
■	AND-Join 과 AND-Split 사이의 모든 분기 절차 (Process)를 하나의 연결선으로 변경
■	이때 각 절차내의 노드 순서만 지켜진다면, 각 분기 절차간의 일렬화 순서는 상관 없음
AND-Join 만 쓰였을 경우	
■	AND-Join 이전의 모든 분기 절차를 하나의 연결선으로 변경
■	이때 각 절차내의 노드 순서만 지켜진다면, 각 분기 절차간의 일렬화 순서는 상관 없음
AND-Split 만 쓰였을 경우	
■	AND-Split 이후의 분기 절차는 절차 합류 지점에서 AND-Join 이 사용되도록 변경, 이는 BPMN 을 명료하게 만들기 위함
■	이후 과정은 AND-Join 과 AND-Split 이 함께 쓰였을 경우와 동일

그림 2 는 이러한 변환의 예로 BPMN 그래프를 워크플로우의 기본 요소로만 표현한 왼쪽 그래프를 노드와 연결선만으로 나타내지는 단순 그래프로 변경한 모습이다.



(그림 2) BPMN 그래프를 단순화

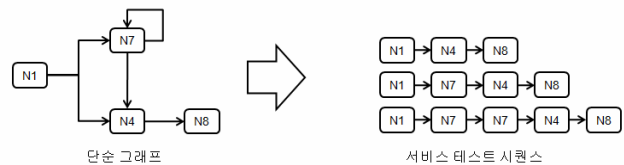
### 3.3 서비스의 테스트 케이스 생성

Step2 에서 만들어진 단순 그래프를 최단거리, 최소 중복의 경로로 이루어진 단순 비순환 그래프로 바꾸는 단계이다. 기존의 알고리즘들[10]을 정용하며 순서는 다음 표 3 을 참고한다.

<표 3> 단순 비순환 그래프 기법[10]

단계	설명
1	비순환 경로 생성 1. SCC(strongly connected components) 검색 2. DAG(directed acyclic graph) 작성 3. DAG 에 PATHS-IN-DAG 알고리즘 적용
2	단순 사이클 생성: Next-Transition-Tree 작성
3	비순환 경로들과 단순 사이클들을 결합
4	Adequate-Coverage 알고리즘 적용

알고리즘을 적용하면 여러 개의 단순 비순환 그래프가 생성되며 이를 서비스 테스트 시퀀스(Service Test Sequence)라 부른다. 그림 3 은 단순 그래프를 서비스 테스트 시퀀스들로 만든 그림이다.



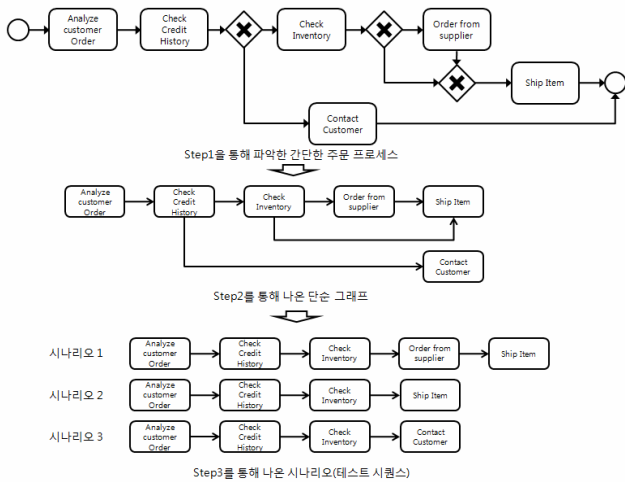
(그림 3) 서비스 테스트 시퀀스 생성

이렇게 만들어진 서비스 테스트 시퀀스들은 테스트 목표 서비스에서 벌어질 수 있는 시나리오들을 뜻한다. 하나의 시나리오에서 하나의 테스트 케이스가 생성되며, 이를 위해선 각 서비스 테스트 시퀀스 마다 순차 다이어그램을 그린다. 만들어진 순차 다이어그램의 메시지 이동을 추출하여 열거한 것이 하나의 메시지 흐름을 이용한 서비스 테스트 케이스가 된다.

## 4. 사례적용

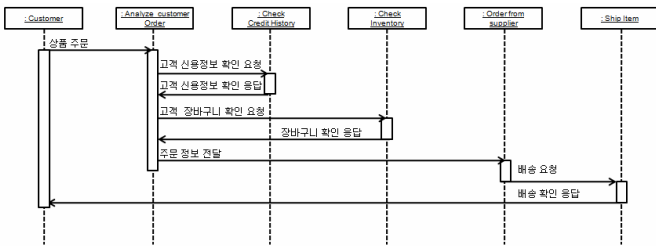
본 논문의 실효성을 확인하기 위해 간단한 주문 프로세스에 적용시켜 보았다. 주문 프로세스는 온라인 뿐 아니라 오프라인까지 포함하는 다양한 플랫폼에 적용 될 수 있는 사례이다. 그림 4 는 워크플로우의 기본요소로만 이루어진 BPMN 을 제안 기법의 Step1 과 Step2 를 적용하여 서비스 테스트 시퀀스까지 생성

한 모습이다. 3 개의 서비스 테스트 시퀀스가 생성되었고, 각각에 번호를 붙여 첫 번째 서비스 테스트 시퀀스를 서비스 시나리오 1로 칭한다.



(그림 4) 주문 프로세스에 적용

서비스 시나리오 1의 순차 다이어그램을 그린 것이 그림 4에 표현되었다.



(그림 5) 서비스 시나리오 1의 순차 다이어그램

그림 5의 순차 다이어그램의 메시지들을 추출하여 순서에 따라 열거하면 시나리오 1의 테스트 케이스 TC1 = {상품 주문,

- 고객 신용정보 확인 요청,
- 고객 신용정보 확인 응답,
- 고객 장바구니 확인 요청,
- 장바구니 확인 응답,
- 주문 정보 전달,
- 배송 요청,
- 배송 확인 응답;

가 만들어진다. 이것은 사용자가 상품 주문 확인 버튼을 누름과 동시에 상품 주문이라는 메시지가 'Analyze customer Order' 서비스에게 전달되고 이후 다른 서비스들과 메시지를 교환하여 최종적으로 주문이 완료되어 배송 확인 응답이 사용자에게 전달되는 과정이다.

### 5. 결론 및 향후 연구

본 논문은 서비스의 특성을 반영 할 수 있는 비즈니스 워크플로우와 메시지 흐름을 사용하여 테스트 케이스를 생성하였다. 이는 모델링 단계에서 만들어

진 BPMN 을 재사용하여 테스트 케이스 생성에서 발생하는 추가적인 비용 소모를 감소시켰음에 의의가 있다. 비즈니스 관점에서 운영되어 더욱 부각되는 비용 감소를 이루어내 SOA의 목적에 부합한다.

메시지 흐름을 이용한 테스트 케이스 생성을 통해서 웹서비스뿐 아니라 SOA를 적용한 다양한 플랫폼에 사용 가능한 기법으로 만들어 졌다. 또한 워크플로우를 사용하기 때문에 서비스의 테스트를 단위의 크기에 상관 없이 통합적으로 행할 수 있다. 이는 노드의 표현 범위에 따라서 원자(Atomic) 서비스는 물론 동적으로 조합되는 서비스 테스트까지 포함할 수 있는 기법임을 의미 한다.

향후 연구로는 기본요소만 갖춘 BPMN이 아닌 복잡한 BPMN을 테스트 시퀀스로 변환하는 방법, BPEL에서 테스트 케이스를 생성하는 방법이 요구된다. 또한 자동화 구현과 정량적, 정성적 평가를 통한 효율성 증명이 필요하다.

### 참고문헌

- [1] Erl, Thomas, Service-oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design, Prentice Hall PTR, 2005.
- [2] 이승훈, 강동수, 송치양, 백두권, "SOA를 위한 테스트케이스 생성 기법", 제 30회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회, pp. 527-530, 2008.11
- [3] 전원영, 장수호, 김수동, "소프트웨어 시스템과 서비스 시스템의 유사성에 기반한 서비스 시스템 개발을 위한 체계적 설계 기법", 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 34 권 제 5 호, pp. 407-418, 2007.5
- [4] 삼성 SDS, "SOA 방법론 - 서비스 식별 기법", 웹서비스/SOA 사업단, 2006.8
- [5] Matjaz B. Juric, Kapil Pant, "Business Process Driven SOA using BPMN and BPEL", Packt Publishing, Aug. 2008
- [6] Jeff Offutt, Wuzhi Xu, "Generating Test Cases for Web Services Using Data Perturbation", ACM SIGSOFT Software Engineering Notes archive, Vol. 29, no. 5, pp 1-10, Sep. 2004
- [7] Xiaoying Bai, Wenli Dong, Wei-Tek Tsai, Yinong Chen, "WSDL-Based Automatic Test Case Generation for Web Services Testing", Proceedings of the IEEE International Workshop, pp 207-212, Oct. 2005
- [8] Hai Huang, Wei-Tek Tsai, Raymond Paul, Yinong Chen, "Automated Model Checking and Testing for Composite Web Services", Proceedings of the Eighth IEEE International Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing, pp 300-307, 2005
- [9] WfMC, "Workflow management coalition terminology & glossary"(WFMC-TC-1011, Issue3.0), Workflow Management Coalition, Feb. 1999
- [10] 이지현, 노혜민, 유철중, 장옥배, 이준욱, "상호 운용성 테스트를 위한 테스트케이스 생성 기법", 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 33 권 제 1 호, pp. 44-58, 2006.1