

# 액티비티 다이어그램 기반의 워크플로우 모델링을 위한

## ASM 시멘틱 표현

고은정<sup>o</sup> 이상영 유철중 장옥배  
전북대학교 컴퓨터정보학과

{ejuko<sup>o</sup>, leesy}@cs.chonbuk.ac.kr {cjyoo, okjang}@moak.chonbuk.ac.kr

### Expression of ASM Semantics for Workflow Modeling Based on Activity Diagram

Eun-jung Ko<sup>o</sup> Sang-Young Lee Cheol-Jung Yoo Ok-Bae Chang  
Dept. of Computer and Information, Chonbuk National University

#### 요 약

UML(Unified Modeling Language) 액티비티 다이어그램은 시스템의 동적인 측면을 표현하는데 적합하기 때문에 비즈니스 프로세스와 워크플로우를 모델링 하는데 유용하게 사용된다. 워크플로우 모델링은 이해하기 쉽고, 작업하기 쉬운 보편성을 갖고 있도록 개발되어야 한다. 또한 모델링을 하는 기법 자체에는 정형적인 의미를 내포하고 있어야 하며 분석이 가능해야 한다. 이에 본 논문에서는 워크플로우 시스템의 특성에 맞도록 ASM(Abstract State Machine) 시멘틱을 이용하여 액티비티 다이어그램 기반의 워크플로우 모델링에 대한 시멘틱 표현을 제안한다. 이와 같은 ASM 시멘틱을 기반으로 하는 정형적인 시멘틱 표현을 통하여 보다 효율적인 워크플로우 모델링이 가능하다.

키워드 : 워크플로우 모델링, 시멘틱, 액티비티 다이어그램

#### 1. 서 론

모델은 복잡한 시스템을 수학적으로 분석하고 시스템과 사용자들 간의 의사전달 및 시스템 자체의 시뮬레이션 연구를 이해하고 개발하는 데 있어서 유용하게 이용되고 있다. 그리고 워크플로우 모델링은 조직이나 작업그룹에서의 업무 환경과 프로세스를 적절히 표현하는 것을 말한다.

UML(Unified Modeling Language)은 소프트웨어 모델링에 대한 OMG(Object Management Group)의 표준으로, 여기서 제공하는 다이어그램들 중 액티비티 다이어그램(activity diagram)은 시스템의 동적인 행위를 묘사하는데 유용하게 사용된다. 또한 비즈니스 프로세스를 포함하는 워크플로우를 모델링 하는데 액티비티 다이어그램을 사용하면 효율적이다.

워크플로우 모델링은 반드시 전문가가 아니더라도 이해할 수 있고 작업하기 쉬운 보편성을 갖고 있도록 개발되어야 한다. 또한 모델링을 하는 기법 자체에는 정형적인 의미를 내포하고 있어야 하며 분석이 가능해야 한다[1]. 즉 액티비티 다이어그램을 사용하여 워크플로우 모델링을 하는데 있어서 시멘틱으로 표현을 한다면 보다 정형적으로 표현할 수 있으며, 분석이 가능해진다.

이에 본 논문에서는 UML 액티비티 다이어그램을 기반으로 하는 워크플로우 모델링에서의 ASM 시멘틱 표현을 목적으로 한다. 즉 워크플로우 시스템의 특성에 맞게 액티비티 다이어그램을 확장하고 이를 시멘틱으로 표현한다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. 2장은 관련 연구를 제시하고, 3장에서는 워크플로우 모델링에서의 ASM 시멘틱 표현에 대해서 언급하고, 4장에서는 사례연구를 통해 평가하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

#### 2. 관련연구

워크플로우 명세는 어떻게 워크플로우 시스템이 행동하는가를 묘사한다. 그러므로 워크플로우 시스템의 명세와 관련하여 액티비티 다이어그램의 시멘틱을 정의하고 의미를 부여할 필요가 있다. 지금까지 액티비티 다이어그램을 정형화하기 위한 다양한 시멘틱 방법들이 제안되었다. 이와 같은 액티비티 다이어그램의 시멘틱을 표현하기 위한 방법에는 OCL(Object Constraint Language)[2], pi-calculus[3], FSP(Finite State Processes)[4], ASM(Abstract State Machine)[5] 등이 있다.

본 논문에서 적용하는 시멘틱 방법인 ASM은 십여 년전에 제안된 이래 많은 소프트웨어 시스템을 명세하고 검증하는데 효율적으로 사용되어 왔다[6]. ASM 이론은 어느 알고리즘이든 지 적절한 ASM에 의하여 적합한 추상 레벨에서의 모델링이 가능하다는 장점을 가진다[7]. ASM은 잘 이해되고 정확한 모델인 수학적 구조를 사용하므로 명확해지는 장점이 있다. 또한 단순한 구문(syntax)의 사용을 통해 읽고 쓰기 쉬운 이해성을 증진시켜 준다. 또한 기존의 방법들 대부분이 특정 도메인에서만 유용하지만, ASM은 여러 도메인에서 모두 유용한 보편성을 갖는다.

이에 본 연구에서는 이와 같은 장점을 가지고 시멘틱 정의에 대해 정형화에 기초를 제공하는 ASM을 사용하여 액티비티 다이어그램 기반의 워크플로우 모델링에 대한 시멘틱을 정의한다.

#### 3. 워크플로우 모델링에서 ASM 시멘틱 표현

##### 3.1 UML 액티비티 다이어그램의 확장

기존의 워크플로우 시스템의 형태만으로는 시기적절성을 수반하는 시스템의 카테고리를 모델링 하는데 적합하지 않으며, 현대의 비즈니스 프로세스를 모델링 하는데도 적합하지 않다. 특히 실시간 비동기적 시스템을 모델링하려면 다음 사항들을 모델링하기 위한 능력이 필요하다[8]. 즉 환경에서 예기된 변경과 예외, 동적인 변경사항, 전체 워크플로우 모델을 개발하기 위해 속박된 워크플로우의 양 그리고 시간적 조절(timing) 요인 등이 모델링 되어야 한다. 또한 액티비티들이 임의의 방법으로 실행될 수 없기 때문에 워크플로우 모델은 조건 또는 제약사항 등을 포함한다. 즉 사전 조건과 사후 조건의 두 가지 형태로 워크플로우 모델에 적용될 수 있다.

또한 워크플로우 모델링에서는 적격의 사용자 또는 애플리케이션 기능에 대한 액티비티의 할당을 통하여 액티비티를 누가 제어 하는가, 액티비티의 입력 및 출력, 작업 수행에 대하여 요구된 데이터와 제어 정보 및 어떤 액티비티들이 액티비티를 완료하기 위해서 요구되는지 등에 대한 정보가 필요하다.

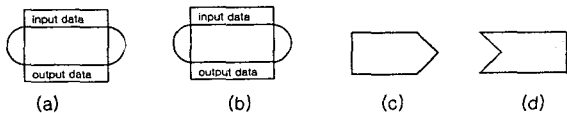
[표 1]은 이와 같은 워크플로우의 특성을 바탕으로 워크플로우 모델링에서의 필요한 정보를 나타낸다.

[표 1] 워크플로우 특성과 정의

요소	정의
데이터	데이터는 액션에서 생산되거나 사용될 데이터플 표현
조건	조건은 액션의 조건을 표현
자원	활동을 수행하기 위해 요구되는 것들을 표현
참여자	작업을 수행하는 참여자는 누가 활동을 수행하는가를 표현
액션	액션은 단 하나의 나눌 수 없는 작업으로 액터에 의하여 수행됨
타이밍	타이밍은 워크플로우의 액션이 수행되는 동안의 시간이나 데드라인 등의 시간적인 요인을 표현

[표 1]과 같은 워크플로우 특성을 기반으로 하여 액티비티 다이어그램을 확장한다. 먼저 액션 노드의 확장된 부분들을 나타내는 액티비티 다이어그램의 표기법은 [그림 1]과 같다.

일단 액션 타입이 수동인지 자동인지를 구별하기 위하여 [그림 1]에서 살펴보면 (a)와 같이 수동인 경우에는 색이 채워진 액션 노드로, (b)와 같이 자동인 경우에는 색이 채워지지 않은 노드로 표현한다. 액션 노드에 필요한 입력 데이터와 액션 노드로부터 나오는 출력 데이터는 위아래의 사각형 부분에 각각 입력 데이터와 출력 데이터를 나타낸다. 또한 시간에 대한 항목을 액션 속성으로 지정할 수 있도록 하며, 가시적으로 노테이션을 확장하지는 않는다. 액션을 표기하는데 도움을 주는 사전 조건과 사후 조건의 표기법은 각각 [그림 1]의 (c)와 (d)로 표현된다. 즉 (a)는 수동액션, (b)는 자동액션, (c)는 사전조건 그리고 (d)는 사후조건을 나타낸다.



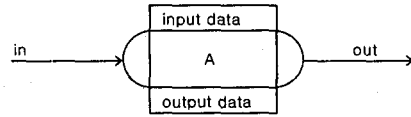
[그림 1] 확장된 노드들

이렇게 확장된 표기법은 워크플로우를 모델링 하는데 좀더 유연성을 가지도록 도와주며, 워크플로우 시스템의 특성을 좀

더 부각시킬 수 있는 장점이 있다.

3.2 ASM 시멘틱 표현

앞에서 제시한 액티비티 다이어그램의 확장된 요소들을 워크플로우 모델링에서의 ASM 시멘틱으로 표현한다. [그림 2]는 확장된 액션 노드에 대한 표기법으로, 이에 대한 시멘틱은 [표 2]와 같다.



[그림 2] 액션 노드

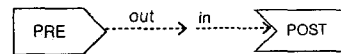
[표 2] 액션노드에 대한 ASM 시멘틱 표현

```

if currTarget is node(in, in_data, A, out, out_data,
isDynamic, dynArgs, dynMult, action_type, time)
then if ¬isDynamic then A
    elseif [dynArgs]= dynMult then
        for all  $L_i \in dynArgs$ 
             $A(L_i)$ 
    elseif time ≥ deadline then
        active = exit()
    elseif action_type is manual then
        active = participaint
    active := → out
    
```

여기서 파라미터 in과 out은 입력과 출력 전이를 나타내며, A는 원자의 액션 노드를 나타낸다. 이러한 액션 노드는 이외에도 isDynamic, dynArgs 및 dynMult 파라미터를 갖는다. 먼저 만일 A가 dynMult에 해당하는 시간에 실행된다면 원자의 액션 A는 isDynamic하다고 말할 수 있다. 또한 각각의 시간은  $L_i$ 의 독립변수를 가지며, 이는 객체  $\{L_1, \dots, L_n\}$ 의 연속인 dynArgs의 집합으로부터 얻은 것이다. 출력 데이터는 액션 노드 A가 수행된 후에 생성 되어야 한다. action\_type의 파라미터는 액션의 수행 형태가 수동으로 수행되는지 자동으로 수행되는지를 나타내는 것으로, 만일 이것이 수동으로 수행되어진다면 이는 참여자를 반드시 수반하여야 한다. 마지막으로 time 파라미터는 만일 시간이 데드라인을 초과한다면 바로 종료하도록 한다.

[그림 3]은 확장된 사전, 사후조건 노드에 대한 표기법으로, 이에 대한 시멘틱은 [표 3]과 [표 4]와 같다.



[그림 3] 사전조건, 사후조건 노드

[표 3] 사전조건 노드에 대한 ASM 시멘틱 표현

```

if currTarget is node(PRE, out, isExistent)
then if isExistent then PRE
    elseif PRE = true then
        active := → out
    
```

사전 조건이 있는 경우에 사전 조건을 수행하며, 사전조건이 참이라면 out 전이를 활성화 시키게 된다. 액션을 수행하기 전에 사전 조건을 만족하는 경우만 액션 노드를 실행할 수 있다.

[표 4] 사후조건 노드에 대한 ASM 시멘틱 표현

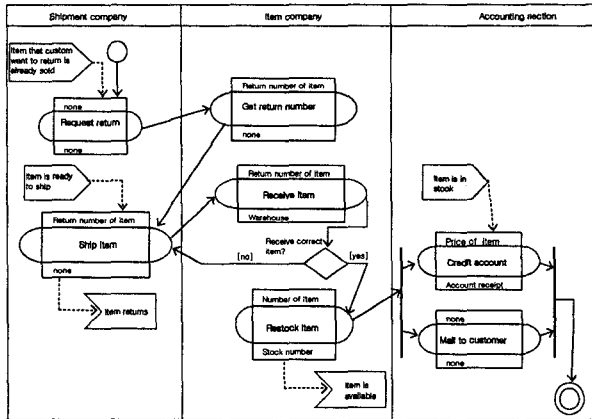
```

if currTarget is node(in, POST, isExistent)
then if isExistent then POST
    elseif POST = true then
        active := nextnode(in, in_data, A, out, out_data,
            isDynamic, DynArgs, dynMult, action_type, time)
    
```

그리고 사후 조건은 활동의 종료 시 만족되어야만 하는 조건이다. 액션을 실행한 후에 사후 조건이 있는 경우에 사후 조건을 수행하며, 만일 사후 조건이 참이라면 다음 액션 노드를 실행할 수 있도록 한다.

4. 사례연구 및 평가

본 논문에서는 상품을 주문하고 구매하는 처리절차의 종류인 소매상의 일부분에 대한 워크플로우를 정의한다. 다양한 자동화된 시스템과 인간 시스템이 협력하는 업무 프로세스는 액티비티 다이어그램을 이용하여 모델링 한다. 사례연구로 선택회사가 고객이 우편 주문했던 상품을 반품하는 워크플로우의 사례를 적용해보도록 한다.



[그림 4] 반품처리에 대한 워크플로우 모델링

본 논문에서 제안한 기법은 UML 액티비티 다이어그램을 기반으로 하는 워크플로우 모델링에 대해 ASM 시멘틱으로 표현하는 것이다. 기존의 pi-calculus, FSP 등의 시멘틱을 적용한 액티비티 다이어그램 기법들은 UML 액티비티 다이어그램 자체만을 시멘틱으로 표현했을 뿐 워크플로우 특성을 고려하여 확장된 모델링 기법이 아니다.

먼저 OCL의 경우 액티비티 다이어그램 모델 요소 사이의 제약사항 등을 정의하는데 도움을 준다. 그러나 동적인 행위적인 모델을 표현하기에 너무 다변적이고 비즈니스 프로세스 특성을 모델 하는데 필요한 제어 흐름의 측면을 표현하지 못한다[2].

pi-calculus의 경우 동시에 발생하는 시스템을 표현하는 것에 대한 컴퓨팅 모델의 종류로 프로세스 사이의 상호작용을 표현한다. 그러나 pi-calculus가 적용하기 어려운 까닭은 매우 유용할 수 있는 프로세스의 우선순위나 예외처리 등이 쉽게 정형화 되지 못한다는 데 있다.

5. 결론

UML(Unified Modeling Language) 액티비티 다이어그램은 시스템의 동적인 측면을 표현하는데 적합하기 때문에 비즈니스 프로세스와 워크플로우를 모델링 하는데 유용하게 사용된다. 본 논문에서는 워크플로우 시스템의 특성에 맞도록 ASM(Abstract State Machine) 시멘틱을 이용하여 액티비티 다이어그램 기반의 워크플로우 모델링에 대한 시멘틱 표현을 제안한다.

이와 같은 ASM 시멘틱을 기반으로 하는 정형적인 시멘틱 표현을 통하여 보다 효율적으로 워크플로우를 모델링 할 수 있게 된다. 또한 본 논문의 방법을 사용하면 반드시 전문가가 아니더라도 이해할 수 있고 작업하기 쉬운 보편성을 갖고 있어 더욱 용이하고 유용하게 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 워크플로우 수행 중에 발생 가능한 예외사항과 다양한 변화에 대처가능하게 된다. 앞으로 향후 연구로는 워크플로우 모델링을 하기 위한 모델링 도구를 개발하는 것으로 본 연구에서 제시된 ASM 시멘틱을 기반으로 하는 확장된 액티비티 다이어그램의 표기법을 사용하여 워크플로우를 모델링 할 수 있는 도구를 구현해 보는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 진훈, 김학성, 김광훈, 백수기, "자바기반 ICN모델링 도구의 설계 및 구현," 26권 2호, 한국정보과학회 가을학기 학술발표지, 1999.
- [2] Martin Gogolla and Mark Richters, "Expressing UML Class Diagrams Properties with OCL," LNCS 2263, pp. 85-96, 2002.
- [3] Yang Dong and Zhang ShenSheng, "Using pi-calculus to Formalize UML Activity Diagram for Business Process Modeling," IEEE ECBS, 2003.
- [4] Roberto W. S. Rodrigues, "formalising UML Activity Diagrams using Finite State Processes," UML2000 Workshop, 2000.
- [5] E. Borger, A. Cavarra, and E. Riccobene, "An ASM Semantics for UML Activity Diagram," In: T. Rust(Ed.), Proc. AMAST 2000, LNCS, Vol. 1816, pp. 292-308, 2000.
- [6] Wuwei Shen, Kevin Compton, and James K. Huggins, "A Toolset for Supporting UML Static and Dynamic Model Checking," 26th International Computer Software and Applications Conference(COMPSAC 2002), IEEE Computer Society 2002, pp. 147-152, 2002.
- [7] D. Hammer, K. Hanish, and T. S. Dillon, "Modeling behavior and dependability of object-oriented real-time systems," Journal of Computer Systems Science and Engineering, Vol. 13(3), pp. 139-150, 1998.
- [8] Y. Han, A. Sheth, C. Blussler, "A Taxonomy of Adaptive Workflow Management," Proceedings of the CSCW-98 Workshop Towards Adaptive Workflow Systems, 1998.