

SR DEVS에서 숨겨진 상속에 대한 결정확률 함수의 연구

박 상준*, 이 중찬*

A study of determination probability function to the hidden inheritance in SR DEVS

Sang-Joon Park *, Jong-Chan Lee *

요 약

SR DEVS 모델링에 의한 객체 상속은 일부 자산에 대한 숨겨진 상속이 가능하다. 부모 객체로부터 넘겨받은 자산에 대해 자식 객체는 넘겨받은 자산의 일부 혹은 전부를 각각의 지정된 함수에 의해 수행할 수도 수행하지 않을 수도 있다. 자산 수행에 대한 숨겨진 상속은 자식 객체가 해당 자산에 대해 자원은 보유하고 있더라도 그것에 대한 수행은 하지 않는 것이다. 상속된 자산은 자식 객체의 자산 수행 전체에 나타나지 않을 수도 있으며, 특정한 시스템 상태에 따라 자산 수행을 할 수 있다. 여기서 자산 수행 전체라 함은 자식 객체가 생성되어 소멸될 때까지의 시간적 요소도 포함된다. 본 논문에서는 부모 객체로부터 상속받은 자산에 대해 숨겨진 상속 결정에 대한 확률 방안을 기술한다. 결정확률 함수에 의해 상속 자산이 숨겨진 상속이 될지 정상 상속이 될지 결정되는 것이다.

▶ Keywords : SR DEVS, 숨겨진 상속, 결정확률 함수

Abstract

In the object inheritance of SR DEVS, partial or overall asset inheritance can be possible. To a asset inherited from parent object, by respective dedicated function a child object can implement partial or whole asset, or not. Even though a child has a inherited asset, if the asset is the hidden property its implementation will not be provided. A inherited asset cannot be showed in whole asset implementation, or it can be implemented by special system state. Here, the whole asset implementation means may include time parameter. In this paper, we describe a determination probability scheme for partial or whole asset inherited from the parent object to determine the hidden inheritance. By the determination probability function it is decided that the inherited asset will be hidden or normal asset.

▶ Keywords : SR DEVS, hidden inheritance, determination probability function

•제1저자 : 박상준 •교신저자 : 이종찬

•투고일 : 2014. 9. 19. 심사일 : 2014. 10. 16. 게재확정일 : 2014. 11. 26.

* 국립군산대학교 컴퓨터정보공학과(Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University)

I. 서론

Discrete Event System Specification (DEVS) 모델링은 시뮬레이션 수행을 위한 대표적인 모델링 방안이다 [1]. *atomic* DEVS는 원초적인 객체 모델링으로 일차원적인 단순한 기능을 수행하는 객체에 대한 모델링이며, *coupled* DEVS는 이들 *atomic* DEVS의 집합체를 기반으로 시뮬레이션을 설계하는 모델링이다. DEVS 모델링은 초기 모델이 제안된 이후에 지속적으로 후속 모델링 방안이 제공되고 있다 [2]. *parallel* DEVS 방안은 초기 DEVS 모델의 기능 수행에서 순차적인 기능 수행에 대한 한계를 극복하기 위하여 병렬적 기능 수행 방안을 제공하였다 [3]. *Dynamic* DEVS의 경우 시간의 흐름의 따라 시스템의 구조가 변경될 수 있는 특성을 반영하여 설계된 모델링 방안이다 [4][7]. 모델링 및 시뮬레이션에서 주요한 세 가지 요소 중 하나인 분석 대상 시스템은 단순히 어느 시점에서 분석하는 방법도 존재할 수 있지만 시뮬레이션 방안이 복잡해지고 다양화되면서 분석하는 범위가 지속적으로 넓어지고 있다. 따라서 시간의 흐름에 따라 분석 대상 시스템의 구조 혹은 기능이 지속적으로 동일한 기능성을 보이지 않고 변화할 수 있는 특성이 모델링에 반영된 것이다. *Self-Reproducible* DEVS (SR DEVS)는 자식 객체를 생산할 수 있는 부모 객체에 대한 모델링 방안으로, 본 논문에서는 SR DEVS를 기반으로 상속에 대한 기능을 고려한다 [5].

자식 객체는 부모로부터 자산을 상속 받을 수 있으며, 상속받은 자산은 그 기능에 따라 시스템의 내부 및 외부에 기행위를 수행할 수 있다. 자식 객체는 부모로부터 전체 혹은 일부의 자산을 상속받는다. 숨겨진 상속의 경우 부모로부터 받은 자산은 자식 객체에서 숨겨진 상태로 전달되는 것으로 자식 객체는 숨겨진 상속 자산에 대해 소유상태이지만 기능 수행은 하지 않게 된다 [6]. 본 논문에서는 자식 객체가 부모로부터 받은 숨겨진 상속에 대한 결정확률 함수에 대해 기술한다. 확률 함수에 의해 숨겨진 상속이 결정되며, 이를 통하여 숨겨진 상속에 대한 특성을 분석한다. 부모 객체에서는 정상 행위를 수행한 자산일지라도 상속 시 결정확률 함수에 의해 자식 객체에서는 숨겨진 상속이 될 수 있다. 부모 객체로부터 자식 객체에 대한 재생산이 이루어질 경우 결정확률 함수에 의해 숨겨진 상속이 결정된 상속 자산은 자식 객체에서 정상적인 자산 기능을 수행하지 않는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장은 SR DEVS와 숨겨진 상속에 대한 특성을 기술한다. 제 3장은 숨겨진 상

속에 대한 결정확률 함수에 대해 기술한다. 또한 이러한 결정확률 함수를 통하여 자식 객체의 특성이 어떻게 변화하는지 나타내며, 제 4장에서는 결론을 맺는다.

II. DEVS 모델링 및 숨겨진 상속

atomic DEVS 및 *coupled* DEVS의 출현 이후로 많은 DEVS 모델링 방안이 제안되었다. 우선 *atomic* DEVS 모델링의 요소를 보면 다음과 같다.

$$A_d = (i, o, s, I_{tr}, E_{tr}, O_f, ta)$$

여기서 i 는 입력 사건의 집합, o 는 출력 사건의 집합이며, s 는 시스템 상태 집합이다. 그리고 I_{tr} 은 내부 상태전이 함수, E_{tr} 은 외부 상태전이 함수이며, O_f 는 외부 출력 함수이다. 또한 ta 는 상태 전이 이후로부터 흘러간 시간이다.

coupled DEVS는 *atomic* DEVS 요소로 구성된 구조적 DEVS 모델링으로 다음과 같이 나타낸다.

$$C_d = (i, o, S_d, \{M_A | A \in S_d\}, EIC, EOC, IC, SELECT)$$

여기서 i 는 입력 포트의 집합으로 $i = \{(p, v) | p \in IPorts, v \in i_p\}$ 로 나타내며, o 는 출력 포트의 집합으로 $o = \{(p, v) | p \in OPorts, v \in o_p\}$ 로 나타낸다. S_d 는 DEVS 구성요소의 집합을 나타내며, M_A 는 하나의 DEVS 요소로 $i_d = \{(p, v) | p \in IPorts_d, v \in i_p\}$ 와 $o_d = \{(p, v) | p \in OPorts_d, v \in o_p\}$ 를 통하여 $M_A = (i_d, o_d, s, I_{tr}, E_{tr}, O_f, ta)$ 를 의미한다. EIC 는 시스템과 구성 요소에 대한 외부 입력으로 $EIC \subseteq \{((C_d, im_c), (d, im_d)) | im_c \in IPorts, im_d \in IPorts_d\}$ 로 나타내며, EOC 는 시스템과 구성 요소에 대한 외부 출력으로 $EOC \subseteq \{((d, ou_c), (C_d, ou_d)) | ou_c \in OPorts, ou_d \in OPorts_d\}$ 로 나타낸다. 또한 IC 는 내부 구성 요소 간의 입출력으로 $IC \subseteq \{((a, ou_a), (b, im_b)) | a \in S_d, ou_p \in Oports, b \in S_d, im_p \in Iports\}$ 로 나타내며, $SELECT$ 는

선택함수이다.

SR DEVS의 경우 부모 객체가 자식 객체를 생산할 경우 상속 기능을 통하여 자신의 자산을 자식 객체에게 전달할 수 있으며, 다음과 같이 나타낸다.

$$P_d = (i, o, s, cn, I_{tr}, E_{tr}, O_f, ta)$$

여기서 cn 은 자식 객체와의 커넥터이며, 다음과 같이 나타낸다.

$$cn = (P_d, \{ch_s | ch_s \in *P_d\}, INH, CON)$$

여기서 ch_s 는 자식 객체 집합이며, $\in *$ 는 부모 객체와 자식 객체와의 상속 관계성이다. 또한 INH 는 부모 객체로부터 자식 객체로의 상속 함수를 나타내며, CON 은 부모 객체와 자식 객체의 연결 집합이다.

자식 객체는 부모 객체로부터 자산을 상속받는다. 자산을 상속 받을 때에 각 자산은 상속에 대해 숨겨진 상속으로 전달될지 혹은 정상적인 상속으로 이루어질지에 대한 결정을 결정함수에 의해 결정된다. 만약 결정함수에 의해 히든 강도가 0일 경우 부모로부터 상속되는 모든 자산은 자식 객체에서 정상적인 기능을 수행하겠지만 그렇지 않은 경우에는 상속의 상황에 따라 다르게 된다. 만일 자식 객체가 특정 자산에 대해 숨겨진 상속을 받게 되면, 비록 자식 객체가 상속받은 자산을 보유하고 있더라도 상속된 자산은 정상적인 기능을 수행하지 않을 수 있다. 또한 숨겨진 상속의 경우 자식 객체의 존속 시간 동안 지속적으로 숨겨진 상태로 있을 수 있으며, 그렇지 않을 수도 있다. 따라서 부모 객체가 정상적인 자산을 보유하고 있다하더라도 상속 시 결정함수에 의해 자식 객체에서는 숨겨진 자산이 될 수 있다. 여기서 숨겨진 자산은 숨겨진 상속에 의해 결정되는 것이다. 또한 자산의 숨겨진 상속에 대한 결정은 부모 객체에서 상속이 결정되는 즉시 이루어지며, 상속에 대한 상태를 결정하기 위하여 결정함수가 수행되게 된다.

III. 결정확률 함수

부모 객체는 재생산 시에 자신이 보유한 자산을 자식 객체에 상속할 있다. 자산의 상속이 결정되면, 숨겨진 상속에 대한 결정함수가 수행된다. 본 논문에서는 atomic과 coupled SR DEVS 모델링에서 숨겨진 상속을 위해 지수

분포에 의한 결정확률 함수에 대해 고려한다. 우선 하나의 atomic SR DEVS 모델링의 상속 함수인 INH^* 에 대해 다음과 같이 나타낸다고 가정한다.

$$INH^* = (ch_a, ih, oh, sh, hi_{tr}, ho_{tr}, \lambda h, h_s)$$

여기서 ch_a 는 상속을 받는 자식 객체이다. 또한 각각의 상속함수는 다음과 같이 나타내며, 완전상속을 가정한다.

$$ih = \{[iha_1]^*, [iha_2]^*, \dots, [iha_m]^*\},$$

$$oh = \{[oha_1]^*, [oha_2]^*, \dots, [oha_m]^*\},$$

$$sh = \{[sha_1]^*, [sha_2]^*, \dots, [sha_m]^*\},$$

$$hi_{tr} = \{[hia_1]^*, [hia_2]^*, \dots, [hia_m]^*\},$$

$$ho_{tr} = \{[hoa_1]^*, [hoa_2]^*, \dots, [hoa_m]^*\},$$

$$h\lambda_{tr} = \{[h\lambda a_1]^*, [h\lambda a_2]^*, \dots, [h\lambda a_m]^*\}, \text{ 그리고}$$

$$h_s = [w_1, w_2, \dots, w_m].$$

여기서 상속 결정확률 함수가 지수분포를 보인다고 가정하면, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$h_s = [\lambda_1 e^{-\lambda_1 \delta_1}, \lambda_2 e^{-\lambda_2 \delta_2}, \dots, \lambda_m e^{-\lambda_m \delta_m}] \quad (1)$$

여기서 λ 는 숨겨진 상속을 위한 기준이며, δ 는 숨겨진 상속에 대한 생성값으로 재생산의 특성에 따라 결정될 수 있다.

[그림 1]은 식 (1)에 의해 지수분포에 의한 결정확률 함수의 숨겨진 상속에 대한 예이다. 각 외부출력에 대한 입력력과 상태천이는 단일화되었다고 가정하며, 단일 SR DEVS의 전체 집합의 크기는 5로 가정한다.

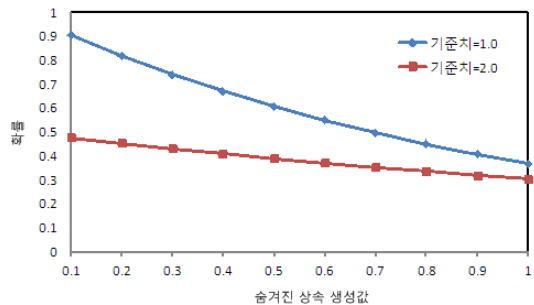


그림 1. 지수분포에 의한 숨겨진 상속 (I)
Fig. 1. Hidden inheritance by the exponential distribution (I)

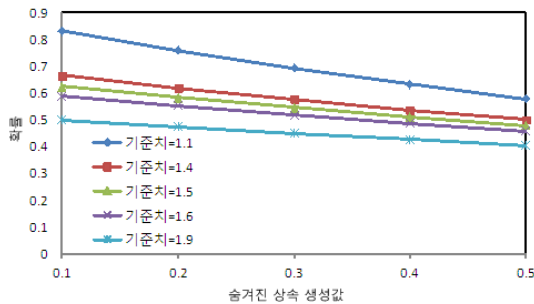


그림 2. 지수분포에 의한 숨겨진 상속 II
Fig. 2. Hidden inheritance by the exponential distribution (II)

[그림 1]의 경우 각각의 자산의 기능에 대해 숨겨진 상속을 위한 결정 기준치 값을 $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5$ 로 동일하게 하였다. 여기서 기준치는 단위 값에 대해 나타낸다고 가정한다. 그림에서 보면 결정 기준치가 1.0일 경우 숨겨진 상속의 확률이 기준치가 2.0인 경우 보다 높은 것을 보이고 있다. 즉, 기준치가 1.0일 때에 숨겨진 상속 생성값이 낮으면 숨겨진 상속의 확률이 높아지는 것을 알 수 있다. 또한 이러한 경우 상속 생성값이 높아질수록 숨겨진 상속이 급격히 줄어드는 것을 보이고 있다. 기준치가 2.0인 경우 부모 객체의 각 자산 기능에 대해 숨겨진 상속의 확률값이 생성값에 의해 급격한 변화를 보이지 않고 다소 완만한 변화를 보이고 있다. [그림 2]는 각각의 자산의 기능에 대해 숨겨진 상속을 위한 결정 기준치 값이 각기 다른 경우를 보이고 있다 ($\lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \lambda_3 \neq \lambda_4 \neq \lambda_5$). 우선 결정 기준치가 다르게 되면 각각의 자산 기능에 대한 숨겨진 결정이 다르게 된다. 숨겨진 결정 기준치 값이 같을 경우 각 자산의 숨겨진 상속에 대한 결정 확률이 같을 경우를 보이겠지만 기준치 값이 다르게 되면 결정 확률이 달라져 지식 객체의 생성에서 각기 서로 다른 숨겨진 상속에 대한 특성을 보일 수 있다. 본 논문에서는 숨겨진 상속에 대해 완전한 상태를 가정하였으며, 기준치 값이 다르게 되면, 각 자산 기능의 상속 결정에 변화가 발생할 수 있기 때문에 상속 후 지식 객체의 자산 기능도 각기 다르게 될 수 있기 때문이다.

[그림 3]은 coupled SR DEVS의 모델링의 예를 보이고 있다. 숨겨진 상속에 대한 것은 각 자산 기능에 대해서 적용할 수 있으며, coupled 모델에서 각 요소 전체에 적용할 수 있다.

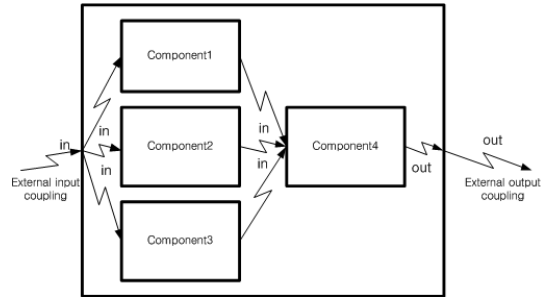


그림 3. a coupled SR DEVS 모델
Fig. 3. A coupled SR DEVS model

각 구성 요소와 구성요소 간의 연결 커플링은 $Ar_d = \{component1, component2, component3, component4\}$ 이며, $EIC = \{(Ar, in), (component1, in), (component2, in), (component3, in)\}$, $IC = \{((component1, out), (component4, in)), ((component2, out), (component4, in)), ((component3, out), (component4, in))\}$ 이다. 그리고 $EOC = \{((component4, out), (Ar, out))\}$ 이다. 앞서 설명한 바와 같이 coupled SR DEVS에서는 각 구성요소에 대한 숨겨진 상속이 가능하며, 숨겨진 상속이 적용된 구성요소는 지식 객체에서 정상적인 기능을 수행하지 않는다.

[그림 4]와 [그림 5]는 하나의 coupled SR DEVS에서 각각의 구성요소의 숨겨진 상속에 대한 결과를 나타내고 있다. 우선 부모 객체에 대한 지식 객체 생성은 시간의 흐름에 따라 발생한다고 가정한다. 정해진 시간 이내에 부모 객체는 지식 객체를 생성하며, 지식 객체는 부모로부터 자산을 넘겨받을 수 있다. [그림 4]에서는 시간 T 세그먼트에서 숨겨진 상속을 생성할 확률을 보이고 있다. 만일 숨겨진 상속의 생성이 평균 $1/\lambda$ 를 가지는 지수분포를 보인다고 가정하면, 시간 T 세그먼트에서 숨겨진 상속을 생성할 확률은 $\int_0^T \lambda e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda T}$ 가 된다. [그림 4]에서 보면 숨겨진 상속의 결과도 [그림 1]에서와 마찬가지로 지수분포의 결정확률 함수의 값이 급격히 떨어지는 것을 나타내고 있다.

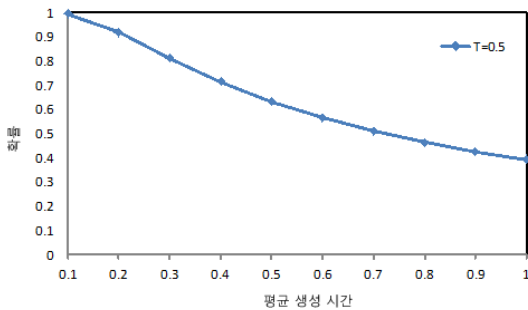


그림 4. a coupled SR DEVS의 숨겨진 상속 (I)
Fig. 4 Hidden inheritance of a coupled SR DEVS model (I)

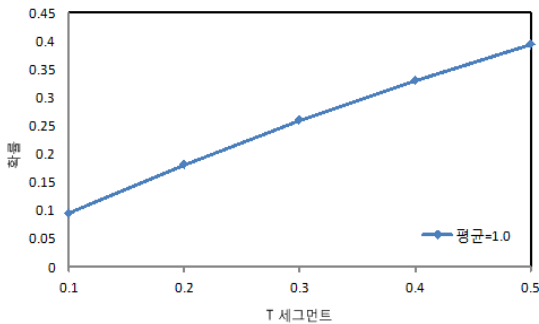


그림 5. a coupled SR DEVS의 숨겨진 상속 (II)
Fig. 5 Hidden inheritance of a coupled SR DEVS model (II)

그림에서 보면 시간 T 세그먼트가 0.5로 고정되어 있고 평균 생성 시간이 늘어날수록 확률이 감소하는 것을 보이고 있다. [그림 5]는 시간 T 세그먼트의 길이에 따른 숨겨진 상속의 확률을 보이고 있다. 그림에서는 T 세그먼트가 길어 질수록 숨겨진 상속 확률이 증가하는 것을 보이고 있다. coupled SR DEVS 모델에서는 단일한 기능뿐만 아니라 구성요소 전체의 숨겨진 상속이 가능하다. 따라서 그림에서와 같이 지수분포에 의한 생성확률을 통하여 자식 객체의 숨겨진 상속의 특성을 나타낼 수 있다. 구성 요소 전체가 숨겨진 상속이 될 경우에는 해당 구성요소 자식 coupled 모델 객체에 존재는 하지만 여전히 그 기능을 수행하지 않는 것이다.

IV. 결론

DEVS 모델링은 시뮬레이션 구축 시 정형화 모델링을 위한 방안이다. SR DEVS의 경우 부모 객체가 자식 객체

를 생성할 수 있는 방안을 제공하며, 자식 객체는 부모 객체로부터 자산을 넘겨받을 수 있다. 이에 자식이 객체가 넘겨받는 자산은 정상적인 형태로 유전될 수 있지만, 그렇지 않을 경우도 있다. 정상적인 상속이 아닐 경우에는 대표적으로 숨겨진 상속이 존재할 수 있다. 숨겨진 상속은 자식 객체가 부모 객체로부터 넘겨받은 자산에 대해 소유는 하지만 정상적인 기능을 수행하지 못하는 경우를 의미한다. 본 논문에서는 부모 객체로부터 상속 시에 숨겨진 상속에 대한 결정을 확률함수에 의한 분석을 수행하였다. 확률에 의한 숨겨진 상속 결정은 시뮬레이션 구성에서 설계될 수 있는 방안으로 기대되며, 숨겨진 상속 결정 방안의 다양화가 소모될 수 있다.

참고문헌

- [1] B. P. Zeigler, H. Praehofer and T. G. Kim, Theory of Modeling and Simulation, Academic Press, 2000.
- [2] S. G. Jin and D. Qiao, "Numerical Analysis of The Power Saving in 3GPP LTE Advanced Wireless Networks," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 61, no.4, pp. 1779-1785, April 2012.
- [3] A. C. Chow, B. P. Zeigler and Doo Hwan Kim, "Abstract Simulator for the Parallel DEVS Formalism," *In Proc. of IEEE AI, Simulation and Planning in High Autonomy Systems*, pp.157-163, Dec., 1994.
- [4] F. J. Barros, "Modeling Formalism for Dynamic Structure Systems," *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, vol.7, no.4, pp.501-515, Oct., 1997.
- [5] Sangjoon Park and Byunggi Kim, "Self-Reproducible DEVS Formalism," *Journal of Parallel and Distributed Computing*, vol. 65, no.11, pp.1329-1336, Nov, 2005.
- [6] Sangjoon Park and Seongmoo Yoo, "Extended Self-Reproducible DEVS Formalism Using Hidden Inheritance," accepted paper to *Information Science*, 2014.
- [7] F. J. Barros, "Dynamic Structure Multiparadigm Modeling and Simulation," ACM

Transactions on Modeling and Computer Simulation, vol.13, no.3, pp.259-275, July, 2003.

저 자 소 개



박 상 준

2002 : 숭실대학교 컴퓨터학과 공학박사

현 재 : 국립군산대학교

컴퓨터정보공학과 교수

관심분야 : 센서 네트워크,

시뮬레이션 모델링,

인터넷 망 분석

Email : lubimi@hanmail.net



이 종 찬

2000 : 숭실대학교 컴퓨터학과 공학박사

현 재 : 국립군산대학교

컴퓨터정보공학과 교수

관심분야 : 이동체 추적,

무선 멀티미디어

Email : chan20@kunsan.ac.kr