

V 프로세스와 국방시물레이션 모델유형을 고려한 RUP 모델 기반의 SBA 효과도 분석

차현주 · 김형종* · 이해영

RUP Model Based SBA Effectiveness Analysis by Considering the V Process and Defense Simulation Hierarchy

HyunJu Cha · Hyung Jong Kim* · Hae Young Lee

ABSTRACT

This paper presents an SBA (simulation-based acquisition) effectiveness analysis environment using the RUP (Relational Unified Process) model. The RUP model has 4 phases which cover the whole development steps such as requirement analysis, design, development and test. By applying the RUP model, SW development can be represented with the iterations of developments for each phase. Such a characteristics of the model would make the model suitable for defense acquisition. In this paper, we show the relation between the RUP model and V process model, which is the foundation for defense acquisition. In order to show how the model could be applied to SBA effectiveness analysis, graphical user interfaces for the analysis are presented at the end of the paper.

Key words : M&S Effectiveness Analysis, RUP Model, V Process, SBA

요 약

본 논문은 RUP (Relational Unified Process) 모델을 사용한 SBA (simulation-based acquisition)의 효과도를 분석하기 위한 환경을 제시하고 있다. RUP 모델이 갖는 4개의 각 단계는 요구사항 분석, 설계, 개발 및 테스트 모든 단계를 포함할 수 있다. RUP 모델을 적용할 경우 소프트웨어 개발을 각 단계에서 반복되는 개발의 형태로 명시할 수 있다. 이러한 모델의 특성은 국방 영역의 획득에 적절하게 활용할 수 있게 한다. 본 논문에서는 RUP 모델과 V프로세스 모델의 관계를 제시하여 국방획득의 적용성을 제시하였다. 특히, 이러한 이론을 기반으로 하여 어떻게 사용자 인터페이스를 개발 운용할 수 있는지를 제시하였다.

주요어 : M&S 효과도분석, RUP 모델, V Process, SBA

1. 서 론

시물레이션 기반 국방자원 획득(simulation-based acquisition; SBA)은 전체 획득 프로세스에, 가상 환경 내에서의 시험·평가를 가능케 하는 모델링 및 시물레이션(modeling and simulation; M&S)을 적용함으로써, 획득비용의 절

감, 위험 요소의 최소화 등을 추구한다^[1]. M&S는 결과 획득을 위한 전(全) 단계에 걸쳐 적용될 수 있으며, 관련 도구를 적용하여, 각 단계에서의 비용, 시간, 인력의 절감과 더불어 생산성, 품질 및 안전성 향상을 도모할 수 있다^[2].

SBA에서의 M&S의 효과도를 알아보기 위해서는, 효과측정에 필요한 구성 요소를 정의하고, 각 단계에서 M&S 적용 효과 측정을 위한 척도를 마련해야 한다. 이러한 M&S 효과도 분석의 구성 요소를 정의하기 전에, 효과도 분석을 위한 적절한 개발 모델을 선택할 필요가 있다. 특히, 무기체계 개발의 각 단계가 시물레이션의 요구사항 분석, 설계, 구현, 성능 예측을 포함하고 있기 때문에 이를 표현할 수 있는 개발 모델의 적용이 요구된다.

*본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다(UD140022PD)

Received: 28 August 2015, **Revised:** 15 September 2015,
Accepted: 16 September 2015

***Corresponding Author:** Hyung Jong Kim
E-mail: hkim@swu.ac.kr
Dept. of Information Security, Seoul Women's University

본 논문에서는 SBA 효과도 분석에 RUP(Rational Unified Process) 방법론^[3]을 적용하는 접근법을 제시한다. RUP는 객체 지향적이며, 반복 개발에 기반을 둔 통합 소프트웨어 개발 프로세스이다. 반복적인 개발 단계를 제안한 것으로 각각의 반복은 요구사항 분석, 설계, 구현 및 테스트 과정을 포함하고 있어 자체로서도 하나의 개발 주기를 이룬다. RUP 모델을 활용하여 무기 체계 개발 절차를 정의하면, 개발 단계가 각 개발 주기(phase)에서 반복되기 때문에, 변경 및 위험관리에 용이하여 개발될 시스템의 품질개선이 가능하며, 국방 무기체계의 대표 모델인 V 프로세스^[4]를 설명할 수 있고, 무기 체계 시뮬레이션 모델^[5]의 계층(hierarchy)과 연관성을 매치시키기에 적절하다.

본 논문에서는 이러한 RUP 모델의 특성을 반영한 SBA 효과도 분석의 적합성을 정의하고, RUP 모델을 이용한 SBA 효과도 예측 시스템을 통해 반복과 변경이 용이한 시스템을 제안한다.

2. 관련 내용

2.1 RUP

RUP^[3]는 반복적이고 점진적인 개발 프로세스 모델이다. 반복의 개념이 고려된 개발 방법론을 제안하고 있으며, 개발 프로세스 각 단계는 요구사항 분석, 설계, 구현, 테스트 과정을 포함하고 있다.

RUP는 프로젝트 구성을 도입(inception), 상세(elaboration), 구축(construction), 이행(transition)의 네 개의 단계로 나누며, 도입 단계에서는 프로젝트 범위를 정의하고, 상세 단계에서는 각 단계에서 몇 번의 반복을 수행할지를 결정하여 프로젝트 일정 계획을 수립하고 근간이 되는 아키텍처를 결정하게 된다. 구축 단계에서는 제품을 개발하고, 이행 단계에서는 제품을 사용자 환경으로 이전하게 된다. 이러한 각 단계에는 개발 프로세스의 전체 사이클이 포함되어 있다.

2.2 V 프로세스

소프트웨어에 대한 테스트의 유형과 프로세스는 소프트웨어 개발 단계와 밀접한 관계가 있다. 테스트 유형이 프로그램에 포함된 단순한 오류뿐만 아니라, 요구사항 분석 및 설계, 개발 단계에서 발생하는 오류에 대한 테스트를 포함하므로, 개발 프로세스와 매핑 시킬 필요가 있다^[4].

이러한 특성을 고려해 개발한 V 프로세스(Fig. 1)는 폭포수(water-fall) 모델의 확장형으로, 폭포수 모델의 개발

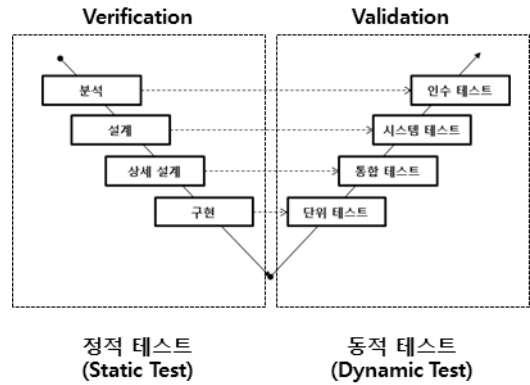


Fig. 1. V Process^[4]

각 단계와 대칭되는 네 가지 단계의 테스트 유형을 정의하여 테스트 절차를 강화한 개발 모델이다^[4]. V 프로세스에서는 개발 및 테스트 단계를 기준으로 개발 모델상의 구현을 수행하는 검증(verification), 개발된 시스템을 테스트하는 확인(validation)으로 나뉜다. 검증은 요구사항 분석, 설계, 개발 단계의 산출물을 대상으로 평가, 검토, 점검하는 프로세스이며, 확인은 소프트웨어 개발 과정에서 생성된 최종 산출물이 요구사항들을 만족하는지를 확인하기 위해 평가하는 프로세스이다.

이러한 프로세스는 국방 M&S의 개발과정에서 필요하며 많은 부분 사용되고 있다. V 프로세스의 핵심적인 역할인 전 주기적 검증 및 확인, 시험을 통한 개발 방법은 국방 M&S VV&A(Verification, Validation and Accreditation) 방식에서도 중요한 요소로 강조되고 있다^[6]. 시뮬레이션 모델, 분산 시뮬레이션 및 관련 데이터에 대한 VV&A는 미국방부에서도 그 중요성을 인식하고 이에 대한 정책과 책임주체를 명시하고 있다^[7-8]에서는 VV&A를 미사일 통합시험 시스템(Missile/Mid surface to air missile Integrated Test System, MITS)에 적용한 예를 볼 수 있다. 국내의 경우 임무 수행과 관련한 전투요소 객체들과 그 행위, 상호작용들의 개념모델에 대하여 소개하고, 이에 대한 VV&A 적용 방법이 연구되기도 하였다^[9].

2.2 국방 무기 체계 시뮬레이션 모델의 계층

국방 M&S의 구성요소를 제안하기 위해서는 우선 국방 시뮬레이션의 특징을 파악할 필요가 있다. 미국 국방부의 M&S 표준모델에는 국방 M&S 범위를 추상화 수준(abstraction level)에 따라 공학(engineering), 교전(engagement), 임무/전투(mission), 전구(campaign)로 구분

Table 1. Weapon System M&S Levels and Purposes

모의 수준	거시적 M&S 목적	모델링 목적
전구급	연합/합동 훈련 및 위게임	전력구조분석 전략, 전력 균형 참모훈련
임무 전투급	부대 훈련	병력배치 대안 무기 통합 전력 평가
교전급	전투 체계 개발	전술 평가 및 대안 체계 효과도 시험 평가 지원
공학급	무기체계 개발	설계 검증, 개발 생산 가능성 판단 무기 성능, 재원

하였으며, M&S의 목적에 따라 훈련(train), 분석(analysis), 획득(acquisition)으로 나누고 있다⁵⁾. 이 중 추상화 계층별 각 모델의 목적은 Table 1과 같다.

공학급 모델의 경우 무기체계 개발을 위한 설계 검증 및 개발 생산 가능성 및 실제 성능 평가가 이루어지며 교전 및 임무 전투급은 전투 훈련, 모의 훈련 전투 체계 분석 및 훈련을 목적으로 한다. 전구급 모델의 경우 주로 군의 연합/합동 훈련 및 위게임을 통해 전력의 구조를 분석하고, 전략이나 전력의 균형을 살펴보거나 참모 훈련이 수행된다.

각 모델의 시물레이션 모의 수준별로 계층이 존재하며, 가장 하위 레벨인 공학급 모델에서 가장 상위레벨인 전구급 모델로 갈수록 추상화된다.

3. RUP 기반 SBA 효과도 분석

3.1 RUP 기반 SBA 효과도 분석 적절성

무기체계 구축에는 많은 비용과 시간이 필요하다. 그만큼 위험요소도 높고 비용과 시간 대비 좋은 제품을 만들기 위해서 많은 사항이 고려된다. 많은 사항을 고려하기에 각 단계별로 한 번에 수행하기 어렵다. 또한, M&S는 특정 목적을 가지고 개발되기 때문에 각 단계마다 필요한 M&S도 다르다. 이러한 여러 상황에 모두 적합할 수 있는 기준이 필요하다.

RUP 기반 효과도 분석은 각 단계마다 반복이 가능하고 여러 가지 모델을 설명할 수 있어 활용도가 높아 다양한 상황에 적합한 기준이 될 수 있다.

3.2 SBA 효과도 분석 단계

RUP 기반 SBA 효과도 분석은 도입, 상세, 구축, 이행의 네 단계로 수행되며, 각 단계에서 수행되는 과정은,

Fig. 2와 같이 V 프로세스로 설명할 수 있다.

3.2.1 도입

프로젝트 자체 목표와 실현 가능성을 설정하는 단계이다. 프로젝트 비용 및 일정, 단계별 상세 견적에 대해 계산하고 대략적인 비용 평가를 통해 프로젝트 개발 여부를 결정한다. Fig. 3과 같이, V 프로세스에서는 분석과 설계 단계에 해당하며, 요구사항 분석이 추가 된다.

3.2.2 상세

구축 단계의 상세 계획을 설정하는 단계이다. 아키텍처를 정교화하고 구축 단계 계획의 정확성 및 상세 여부 확인한다. 또한 시스템의 중요한 기능에 대해 구현하고 평가한다. Fig. 4와 같이, V 프로세스에서는 설계, 상세설계, 구현 단계에 해당하며, 제품에 대한 상세 설계가 완전히 이루어지는 단계이다.

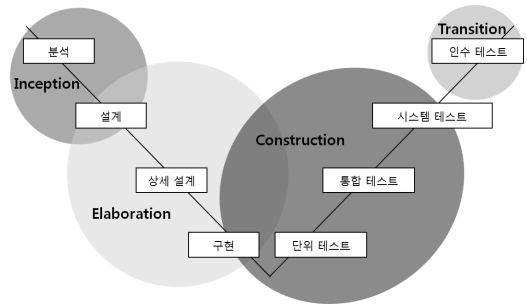


Fig. 2. Mapping V Process Steps with RUP Model Phases

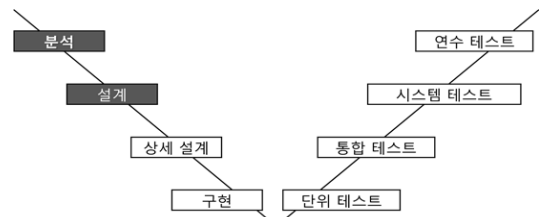


Fig. 3. Inception Phase

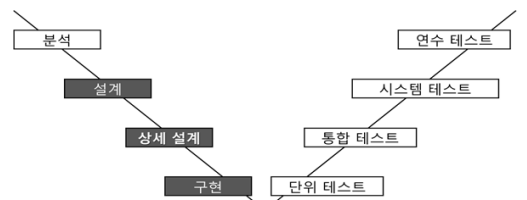


Fig. 4. Elaboration Phase

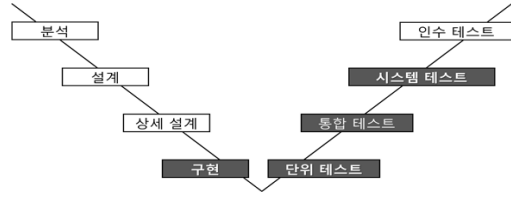


Fig. 5. Construction Phase

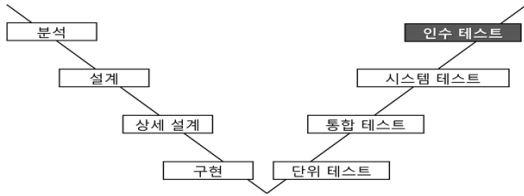


Fig. 6. Transition Phase

3.2.3 구축

시스템을 구축하고 평가하는 단계이다. 자원 관리 및 개발 절차를 최적화하고 컴포넌트 개발 완료 후 테스트 한다. 시스템에 필요한 모든 컴포넌트 및 기능 등이 개발 되고 평가된다. Fig. 5와 같이, V 프로세스에서는 구현과 테스트 단계가 해당된다.

3.2.4 이행

사용자 검수를 거친 최종 제품을 획득하는 단계이다. 사용자 환경에서 인수 테스트 수행하고 오류 수정 및 성능과 활용성을 보강한다. V 프로세스에서는 인수 테스트 단계에 해당된다.

3.3 제안 모델과 무기체계 모델링 계층과의 관계
RUP모델을 활용하여 무기 체계 개발 절차를 정의했을

Table 2. Related RUP Phases for Levels of SBA

단계	목적	국방 모델
Inception	• 프로젝트 자체 목표, 실현 가능성 설정	전구급 임무 전투급
Elaboration	• 구축 단계의 상세 계획설정 • 시스템의 중요한 기능에 대한 구현 및 평가	공학급 교전급
Construction	• 시스템 구축 및 평가	
Transition	• 사용자 환경에서 인수 테스트 수행 • 최종 제품 획득	전구급 임무 전투급

때 무기체계 모델링 계층과 연관성을 매치시키는 것은 각 단계에서 수행되는 시뮬레이션이 갖는 의미를 정의하는 관점에서 의미를 갖는다. 제안 모델과 무기체계 모델링 계층과의 관계는 Table 2와 같이 정리할 수 있다.

4. RUP 기반 SBA 효과도 분석 시스템

제안 방법을 기반으로, RUP 모델을 적용하여 SBA 효과도 분석을 단계별로 반복하고 비교할 수 있는 시스템을 개발하였다. 시스템은 도입, 상세, 구축, 이행 네 개의 단계로 이루어지고 각 단계에서 효과도 분석을 위한 비용 산정을 진행할 수 있다. 또한, 각 단계별로 필요한 시뮬레이션 비용을 입력할 수 있다. SBA 효과도 분석 지표는 투자에 대한 비용 절감이므로 주 입력 내용은 투입인력의 단위 비용(Unit-Wages)과 투입시간(Work-Hour)으로 명시되어 있다.

Fig. 7의 오른쪽을 보면 각 단계가 어느 과정에 해당하는지 V 프로세스의 단계로 표시되고 해당하는 과정을 옵션 박스에서 선택한 후 간단한 입력을 통해 비용 계산된

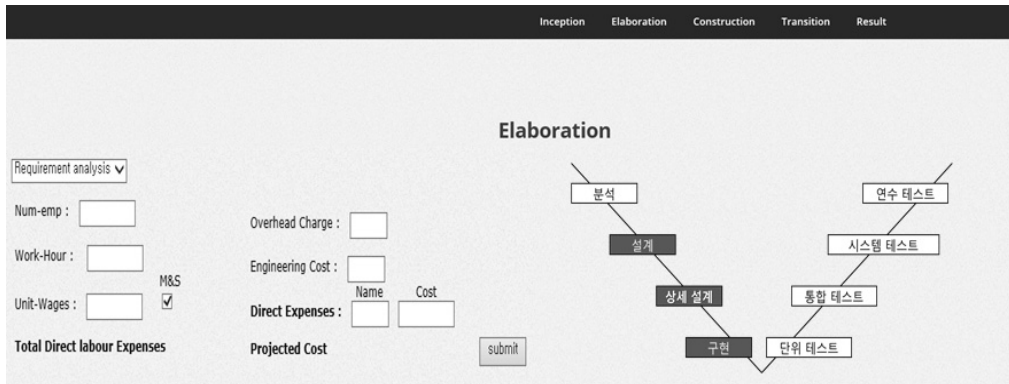


Fig. 7. User Interface for SBA Effectiveness Analysis

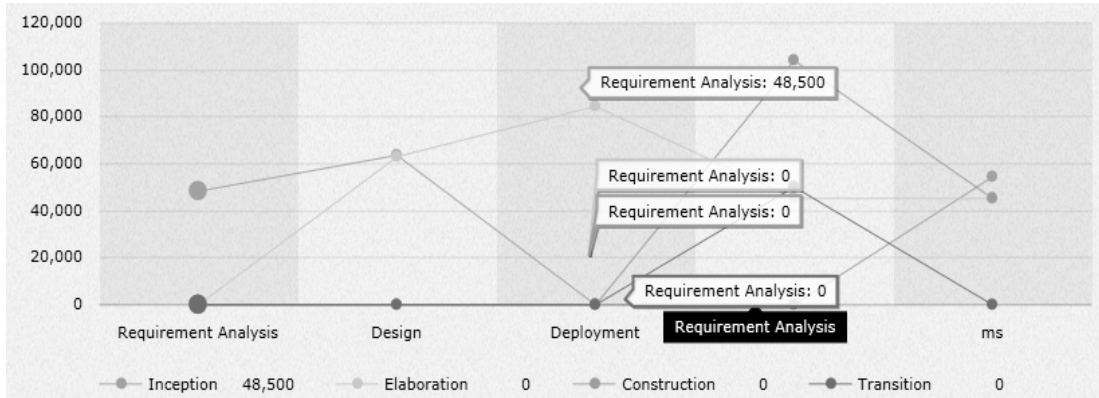


Fig. 8. Graphical Representation of SBA Expenditure

다. 이때 단계별로 선택 옵션은 다르게 나타난다. 비용 계산 후에는 선택에 따라 M&S 비용 산정을 진행할 수 있으며 모든 비용은 그래프와 표로 비교할 수 있다. 이러한 모든 과정은 반복적 프로세스로의 적용이 가능한 RUP 모델 기반 SBA 효과도 분석의 장점이므로, 각 단계 진행된 모든 과정을 표현할 수 있게 된다.

Fig. 8의 그래프를 보면 네 개의 단계가 다른 색깔로 구분되고 각 단계는 다섯 개의 항목으로 구성되어 있다. 각 항목은 각 단계의 요구사항 분석(requirement analysis), 설계(design), 배포(deployment), 테스트(test) 별로 값을 나타내며 마지막 다섯 번째 항목은 해당 단계에 대한 전체 M&S 수행비용의 누적 값이다. 이렇게 그래프를 통해 해당 단계에서 각 과정마다 소요되는 비용을 비교할 수 있고 M&S에 어느 정도 비용이 소요되었는지 명시가 가능하다.

예를 들어 상세의 경우 구축 단계의 설계와 상세계획, 구현이 수행되며 전 단계인 도입에서 대략적으로 수행된 설계의 내용을 참고하여 무기체계의 상세한 설계를 진행하고 설계에 해당하는 상세 인력과 시간, 비용을 입력 후 그래프를 통해 비교하고 필요 시 아래 M&S 버튼을 클릭하여 M&S를 적용할 수 있다. 이와 같은 과정을 반복함으로써 SBA과정에 대한 입력을 완료한다.

5. 결 론

본 논문에서는 M&S의 효과도를 알아보기 위하여, SBA 실행의 각 구성 요소에 대해 정의하고, 각 단계에서 M&S 적용 효과도를 측정하기 위한 기본 데이터 입력 시스템을 제안하였다. 이를 위해 개발 절차 비용의 반복적 입력이

용이하도록 RUP 모델에 기반을 둔 SBA 효과도 분석 방법을 제안하였다.

RUP 모델을 이용하여 무기체계 개발절차를 정의하면, 변경 및 위험관리의 표현이 가능해지고, 국방 무기체계의 모델인 V 프로세스와 국방 시뮬레이션 모델 계층과의 연관성을 매치시키기에 적절하였다. 또한, 이러한 특성을 잘 반영한 사용자 입력과 그래프 기반의 출력 시스템을 제시하였다.

향후 이러한 SBA 효과도 시스템을 통해서 각 단계에서 필요한 과정을 반복 진행 할 수 있고, 간단한 입력을 통하여 SBA를 활용한 경우와 활용하지 않는 경우의 효과도 차이를 정량적으로 비교 분석 할 수 있는 환경으로의 구성이 가능해 질 것이다.

References

1. Sanders Patricia, "Simulation Based Acquisition: An Effective, Affordable Mechanism for Fielding Complex Technologies", OUSD(A&T), 3. 1999.
2. Final Report of M&S Effectiveness Method/Tool Development, ADD, 2008.12.
3. The Unified Software Development Process, Rational Software Corporation, Jacobson, L., Booch, G., and Rumbaugh J., Addison-Wesley, 1999.
4. Brief Description of V-Model - Life Cycle Process Model, IABG Information Technology, 1995.
5. Chang Ho Sung et al, "Interoperation of DEVS Models and Differential Equation Models using HLA/RTI: Hybrid Simulation of Engineering and Engagement Level Models," Spring Simulation Multi Conference, San Diego, CA, USA, Mar., 2009.

6. Junghoon Kim, M&S Verification, "Validation and Accreditation Research Direction Considering the Characteristics of Defense M&S," Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, December 2013.
7. Modeling and Simulation(M&S) Verification, Validation, and Accreditation (VV&A), United States Department of Defense, 2009.
8. Choi, Y. J., "The Study of Process for VV&A on Acquiring the Credibility of M&S," Journal of the Korea Society of Systems Engineering, 2012.
9. Kim, G. S., Lee, J. M., Bae, Y. M., Lee, Y. H., and Pyun, J. J., "The VV&A Process Design for CMMS in Consideration of Korean Mission Space Characteristics," Journal of the Korea Society for Simulation, 2010.



차 현 주 (hyunju93@swu.ac.kr)

2012. 3 ~ 현재 서울여자대학교 정보보호학과 학부생 연구원

관심분야 : 정보보호, 웹취약점 점검, 국방 시뮬레이션



김 형 중 (hkim@swu.ac.kr)

1996 성균관대학교 정보공학과 공학사
1998 성균관대학교 정보공학과 공학석사
2001 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 공학박사
2001 ~ 2007 한국정보보호진흥원 수석연구원
2004 ~ 2006 미국 Carnegie Mellon University CyLab Visiting Scholar
2007 ~ 현재 서울여자대학교 정보보호학과 부교수

관심분야 : 취약점 분석 및 모델링, 이산사건 시뮬레이션 방법론



이 해 영 (haelee@swu.ac.kr)

2003 성균관대학교 정보통신공학부 학사
2009 성균관대학교 컴퓨터공학과 박사
2009 ~ 2013 한국전자통신연구원 CPS연구실 선임연구원
2013 서울여자대학교 정보보호학과 조교수

관심분야 : 모델링 및 시뮬레이션, 가상-물리 시스템, 정형 검증, 무선 센서 네트워크