

IEEE 1516 기반의 NTS 개발을 위한 권장요건

박근옥*, 임종태*, 한관호**

Requirements Recommended for Nuclear Training Simulator Development based on IEEE 1516

Geun Ok Park, Jong Tae Lim and Goan Ho Han

Abstract

The latest version of the HLA(High Level Architecture) standard developed by the US Department of Defense was established as an open and internal IEEE 1516 HLA standard in 2000. Commercial applications based on the IEEE 1516 have already developed in the non-defense industry. We participated in several development projects for NTS(Nuclear Training Simulator). Extensive modifications are necessary to make a new and/or upgraded NTS because the previously developed simulation softwares have not two desirable property: reusability and interoperability. We reviewed the IEEE 1516 specifications to develop NTS having the capability of reusability and interoperability. Our review activities were forced on application development process, supporting tools, and software structure of NTS. The primary goal of this review is to identify what are constraints or problems to be resolved when we apply IEEE 1516 to NTS development. In this paper we suggest several recommendations for NTS developers.

Key Words: IEEE 1516, HLA, Nuclear Simulator, Training Simulator, Simulation Facility

* 공주대학교 컴퓨터공학과

** (주)휴먼테크

1. 서론

안전문화(Safety Culture)가 다른 산업분야보다 강조되는 원자력 분야는 다양한 유형의 시뮬레이션 설비를 개발하여 활용하고 있다. 지금까지 이들은 USNRC 표준과 ANSI/ANS 표준에 기반을 두고 개발되었다[1][2]. 전통적인 NTS(Nuclear Training Simulator) 개발은 발전소 설계 특성자료를 바탕으로 한 공정특성의 단순화 모델에 기본을 두고 있다. 최근의 NTS 개발을 위한 새로운 시도는 참고문헌 [3], [4]에서 살펴볼 수 있다. 이 시도는 발전소 설계와 해석에 사용되는 시뮬레이션 코드의 변경을 최소화하면서 이를 NTS 개발에 활용하는 개발사례를 제시하고 있다. 전통적인 개발 방법과 해석코드 재활용을 통한 NTS 개발의 두 가지 방법 모두 시뮬레이션 코드의 재사용과 상호 호환성 측면에서 한계를 갖는다.

본 연구는 미국 DoD(Department of Defense)가 재사용 및 상호 호환성에 역점을 두고 제안한 HLA(High Level Architecture)가 NTS 개발방향에 전환점을 줄 수 있다고 판단하였다. HLA는 2000년에 IEEE 1516의 표준으로 수락되었으므로 이는 원자력 시뮬레이션 영역에도 향후 영향을 줄 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 IEEE 1516을 적용한 NTS 개발 시에 어떤 제약사항 또는 선결조

건이 존재하는지를 인식하는데 연구의 초점을 두었다. 본 논문의 2장에서는 설계해석코드 재활용을 통한 NTS 개발 공정, 개발도구, NTS를 구성하는 응용소프트웨어를 검토한다. 3장에서는 2장의 검토를 바탕으로 IEEE 1516 사양과의 관련성이 밀접한 표준규격을 검토한다. 4장에서는 IEEE 1516을 적용한 NTS 개발 시에 개발자에게 권고되는 사항을 제시하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. NTS의 검토

2.1 NTS 개발공정

<그림 1>은 본 연구가 설계해석코드 재활용을 통한 NTS 개발에 적용하는 개발공정이다. 이 개발공정은 연계요구사항(Interface Requirements) 정의를 초반부에 수행하는 특징을 갖는다. 연계요구사항은 시뮬레이션 모델들 간의 데이터 교환을 위한 규약이다. 즉, 시뮬레이션 모델의 외부로 드러나는 시뮬레이션 변수(공유변수)를 사전에 정의하고 이를 준수하며 각 시뮬레이션 모델을 개발한다.

2.2 NTS 개발도구

설계해석코드(시뮬레이션 엔진)는 발전소 설계자에 의하여 고안되고 Fortran 프로그래

밍 언어로 구현되므로 특별한 상업용 지원도구가 사용되지 않는다. 설계해석코드가 생산하는 공유변수를 사용하여 발전소의 운전상태를 감시 및 제어하는 MMI(Man Machine Interface) 코드는 그래픽 디스플레이 개발에 많은 자원이 소요되므로 GUI(Graphic User Interface) 개발도구가 자주 사용된다. 현재의 상업용 GUI 개발도구는 대부분 C++ 프로그래밍 언어를 사용한다. NTS의 운영을 통제하는 강사작업반(Instructor Station) 코드 개발에도 GUI 개발도구가 사용된다.

2.3 NTS의 응용 소프트웨어 구성

<그림 2>는 NTS를 구성하는 응용소프트웨어 구성을 간략하게 보인 것이다. 본 구성에서 시뮬레이션 엔진은 연계요구사항을 충족한다면 N 개의 엔진이 NTS 환경에서 실행 가능하다. MMI 코드와 강사작업반 코드는 GUI 처리부분과 논리 처리부분으로 구분할 수 있다. 시뮬레이션 엔진, MMI 코드, 강사작업반 코드 간의 데이터 교환은 연계요구사항에서 정의한 공유변수로 제한되며 통신관리자(Communication Manager)에 의해 수행된다.

3. IEEE 1516 관련 사양의 검토

IEEE 1516 표준사양은 HLA Rules, Interface

Specification, OMT(Object Modeling Template)로 구성되어 있다[5][6][7]. 표준사양은 아니지만 패더레이션 개발 시에 권고되는 지침 문서로써 FEDEP (Federation Development and Execution Process)가 있다. IEEE 1516에서 사용하는 용어인 패더레이션(federation)은 개발하려는 최종 목표인 체계로써 NTS의 경우에는 개발 완성된 NTS 전체를 의미한다. 패더레이트(federate)는 패더레이션에 참여하는 시뮬레이션(simulation) 들로써 NTS의 경우에는 시뮬레이션 엔진, MMI 코드, 강사작업반 코드를 의미한다.

3.1 HLA Rules

패더레이션 내의 시뮬레이션들 간의 적절한 상호작용을 달성하기 위한 규칙을 제시하고 있다. 패더레이트를 위한 5 개의 규칙과 패더레이션을 위한 5 개의 규칙으로 총 10개의 준수해야 할 규칙으로 구성되어 있다[5].

3.2 Interface Specification

패더레이트와 패더레이트 간의 상호작용을 위한 서비스로써 federation, declaration, object, ownership, data distribution, time의 관리(management) 등 6 개 관리 그룹으로 구성되어 있다[6]. DoD는 개발자의 편의를 위하

여 Interface Specification을 구현한 RTI (Runtime Infrastructure)를 무료로 제공하고 있다. 따라서 패더레이션 개발자는 Interface Specification 구현의 부담을 덜기 위하여 DoD의 RTI 또는 유료 상용 버전의 RTI를 사용하여 패더레이트와 패더레이트의 상호작용을 통제할 수 있다.

3.3 OMT

OMT는 패더레이션 멤버(member)들 간의 데이터 교환과 협업(coordination)을 지정하는 메커니즘이다. HLA 객체 모델에는 FOM (Federation Object Model), SOM(Simulation Object Model), MOM(Management Object Model)이 있으며, 이들은 모두 OMT의 규약을 준수해야 한다. OMT는 14 개의 테이블로 구성되어 있다[7].

3.4 FEDEP

DoD는 HLA 제안을 위하여 다양한 protofederation 개발을 시도하였다. 그 결과로써 DoD는 표준사양의 일부는 아니지만 패더레이션 개발자들에게 개발 지침으로 활용할 것을 권고하는 FEDEP 문서를 제시하였다[8]. FEDEP는 목표 정의, 개념모델 개발, 패더레이션 설계, 패더레이션 개발, 통합 및 패더레

이션 시험, 패더레이션 실행과 결과분석으로 구성된 6개 하위 공정으로 구성되어 있다. FEDEP 모델에 제시된 각 단계의 활동 내용과 흐름은 패더레이션 개발자들에게 개발착수를 위한 일종의 시발점을 제시하는 것이다. 따라서 특정한 목표를 갖는 어떤 패더레이션을 개발할 경우 개발자는 FEDEP의 모델을 수정하거나 보완하여 프로젝트 개발환경에 적합한 개발공정을 확립할 수 있다.

3.5 패더레이션 개발도구

Protofederation을 개발하는 과정에서 패더레이션의 성공적인 생성, 실행, 유지보수를 위하여 자동화 개발도구가 절실히 필요하다는 사실이 확인되었다. 도구 구조(tool architecture)는 FEDEP로부터 파생되었으며, 일반목적 도구(general purpose tool), M&S 영역 특정 도구(Modeling & Simulation domain specific tool), 패더레이션 개발 및 실행 도구의 3 개 범주로 구분할 수 있다[9].

4. NTS 개발자를 위한 권고사항

4.1 FEDEP 적용 권고사항

NTS를 구성하는 시뮬레이션 엔진이 C++ 같은 객체지향 언어를 사용하여 개발되는 경

우에는 FEDEP를 큰 수정 없이 적용할 수 있다. 그러나 기존의 NTS와 같이 Fortran 언어를 사용하여 시뮬레이션 엔진을 개발하는 경우에는 IEEE 1516 Interface Specification이 Fortran 언어의 사용을 지원하지 않기 때문에 패더레이터 개발과 FEDEP 적용에 어려움이 있다. Fortran 언어의 사용이 피할 수 없다면 FEDEP의 패더레이션 개발 공정단계에서 수행되는 FOM과 SOM 개발이 FEDEP의 초기 공정으로 수행되는 것이 바람직하다. 특히 시뮬레이션 엔진이 엔진 외부로 드러내는 연계 변수의 처리를 위한 SOM의 연동 전략이 신중하게 고려되어야 한다. SOM과의 연동 전략을 확정할 수 없다면 IEEE 1516 기반의 NTS 개발은 기대하기 어렵다.

4.2 개발도구 사용 권고사항

NTS 개발을 위하여 구조적 방법론을 지원하는 CASE(Computer Aided Software Engineering) 도구가 사용되었다. 이 도구는 패더레이션 개발을 위한 도구 중 일반목적 도구에 해당한다. IEEE 1516 적용을 위하여 CASE 도구는 객체지향 방법론을 지원하는 도구로 대체되는 것이 바람직하다. M&S 영역 특정 도구는 요구 공학(requirement engineering)을 지원한다. 따라서 요구명세 개발을 위한 문서화 절차가 잘 정립되어 있는

경우에는 M&S 특정 영역도구의 사용은 선택 사항으로 판단된다.

패더레이션 개발 및 실행도구는 소규모의 패더레이션 개발 시에는 선택사항이지만 중규모 이상의 경우에는 필수로 판단된다. HLA 관련 기술 수준이 미약한 국내의 실정을 감안할 때 도구의 성능 보다는 국내 기술진의 도움이 가능한 개발도구의 사용이 권장된다.

4.3 NTS 응용소프트웨어 구조 권고사항

기존 NTS의 시뮬레이션 엔진의 구조는 순차적 구조(sequential structure)를 갖는다. 이는 실시간 시뮬레이션을 달성하는데 어려움을 가중시키고 있으며 고성능의 컴퓨터 장비를 요구한다. <그림 2>의 구조가 새로운 시뮬레이션 엔진의 추가를 허용하지만 IEEE 1516에 부응하기 위하여 현재의 NTS 시뮬레이션 엔진 그 자체들은 보다 분할된 엔진 구조를 갖도록 수정되어야 하며, 분할된 엔진의 적재 실행은 분산 처리되는 것이 바람직하다. <그림 2>의 통신 관리자는 IEEE 1516의 RTI 서비스를 활용하여 동등한 기능을 유지할 수 있으므로 더 이상 필요하지 않다.

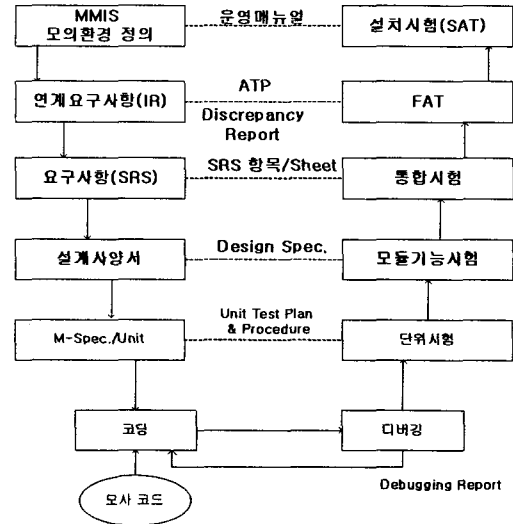
5. 결론

국방산업 분야를 대상으로 개발된 HLA가

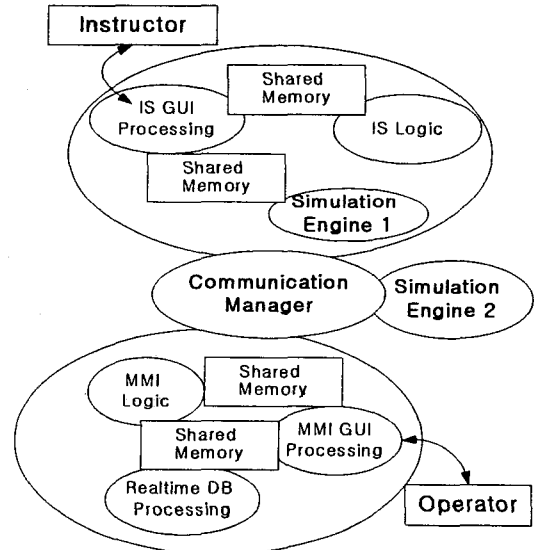
IEEE의 표준이 됨에 따라 이 표준은 원자력 산업 분야의 시뮬레이터 개발에 향후 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다. 본 논문에서는 기존 NTS가 재사용성과 상호 호환성이 없는 문제점을 개선하고자 IEEE 1516 기반으로 새로운 NTS를 개발할 경우에 개발자에게 권장되는 사항을 제시하였다.

참고문헌

- [1] USNRC, "Nuclear power plant simulators for the operator training", Reg. Guide 1.149, 1981.
- [2] ANSI/ANS-3.5-1985, "Nuclear power plant simulators for use in operator training", 1985.
- [3] 박근욱 외 2인, "설계해석코드 기반의 원자력발전소 훈련용 시뮬레이터 개발전략", 대한산업공학회 2000 춘계학술대회.
- [4] 박근욱 외 2인, "공유메모리변수를 사용한 원자력발전소 시뮬레이터 개발", 한국시뮬레이션학회 2001 춘계학술대회논문집.
- [5] IEEE Std 1516-2000, IEEE Standard for M&S HLA - Framework and Rules.
- [6] IEEE Std 1516.1-2000, IEEE Standard for M&S HLA - Federate Interface Specification.
- [7] IEEE Std 1516.2-2000, IEEE Standard for M&S HLA - OMT Specification.
- [8] HLA Federation Development and Execution Process Model, Version 1.5, 1999.
- [9] Roy Scrudder, Robert Lutz and Judith Dahmann, "Automation of the HLA Federation Development and Execution Process", 1998 Fall Simulation Interoperability Workshop.



<그림 1> NTS 응용소프트웨어 개발공정



<그림 2> NTS 응용소프트웨어 구성