

OTS 소프트웨어 개발 프로젝트의 제안 평가요소

Evaluation Criteria of the Proposals for OTS Software Development Project

박근옥, 서용석, 구인수

Geun-Ok Park, Yong-Suk Suh, In-Soo Koo

한국원자력연구소

초 록

OTS(Operator Training Simulator) 소프트웨어는 원자력발전소, 화력발전소 또는 화학공장 등과 같은 플랜트의 동적 특성을 실제의 플랜트와 같게 컴퓨터 환경을 이용하여 모의하는 기능을 수행한다. OTS 소프트웨어는 개발 규모가 방대하고 개발에 소요되는 시간과 비용부담이 큰 특징을 갖는다. 또한 플랜트 공정제어와 감시에 대한 전문지식이 요구된다. 따라서 OTS 소프트웨어 개발은 정부투자기관이나 연구기관의 자체인력을 활용하여 개발되어 왔다. 그러나, 최근에는 아웃소싱이 보편화됨에 따라 OTS 소프트웨어 개발 또한 외주개발 형태를 띠게 되었다. OTS 소프트웨어 외주개발은 소프트웨어 개발회사들에게 동등한 기회를 부여하기 위하여 일반적으로 2 단계 공개경쟁 형태로 프로젝트가 수행된다. 즉, 기술규격경쟁과 가격경쟁의 결과에 따라 외주개발 회사가 선정된다. 국내 소프트웨어 개발회사들의 경우에 OTS 소프트웨어 개발경험이 적으므로 OTS 소프트웨어 개발 프로젝트 수주를 위한 첫 번째 장벽은 발주자의 제안요청서에 합당하는 기술제안서를 작성하여 OTS 소프트웨어를 개발할 수 있는 기술적 사업적 능력이 충분함을 입증하는 일이다. 본 연구에서는 OTS의 유형과 특징, 프로젝트의 기술제안서 평가요소를 고찰하고 OTS 소프트웨어 개발에 참여하려고 개발회사가 제안서를 작성 제출할 경우에 기술규격 경쟁에서 우위를 점할 수 있는 기술제안서 작성방안을 토의한다.

1. 서론

OTS(Operator Training Simulator)는 컴퓨터 환경에서 응용 소프트웨어를 실행시킴으로써 실제의 원자력발전소가 갖는 기능과 속성을 모의하는 설비로써 원자력발전소를 안전하고 효율적으로 운영할 수 있도록 원자력 관련 종사자를 교육훈련 시키는 데 일반적으로 사용되는 도구이다. 시뮬레이터는 컴퓨터 환경을 이용하여 각종 발전설비의 과도현상, 정상 및 비정상 운전상태를 실제의 원자력발전소와 동등한 수준으로 모의한다[1][2][3].

국내 원자력 산업계는 연구기관을 중심으로 시뮬레이터 개발을 추진해 왔으나 개발기술이 성숙됨에 따라 최근에는 일반 산업계를 참여시키고 있다. 국내 소프트웨어 개발회사들의 경우에 OTS 소프트웨어 개발경험이 적으므로 OTS 소프트웨어 개발 프로젝트 수주를 위한 첫 번째 장벽은 발주자의 제안요청서에 합당하는 기술제안서를 작성하여 OTS 소프트웨어를 개발할 수 있는 기술적 사업적 능력이 충분함을 입증하는 일이다. 본 연구는 최근에 국내 소프트웨어 개발회사를 대상으로 3 개의 OTS 소프트웨어 외주개발 프로젝트를 발주하였다. 다수의 국내 소프트웨어 개발회사들이 이 프로젝트 수주를 위하여 기술제안서를 작성 제출하였으나 기술규격경쟁에서 대부분 탈락하여 가격경쟁의 기회마저 갖지 못하는 결과를 보여주었다.

본 연구는 이러한 결과의 주요 원인이 OTS 소프트웨어 개발 프로젝트에서의 제안 평가요소를 국내 소프트웨어 개발회사들이 충분히 이해하고 있지 못한 데에 있다고 판단하였다. 따라서 본 논문에서는 OTS 소프트웨어 개발 프로젝트와 관련하여 OTS의 유형과 특징, 프로젝트 제안서의 제안 평가요소를 고찰한다. 그리고 OTS 소프트웨어 개발에 참여하려고 개발회사가 제안서를 작성 제출할 경우에 고려해야할 사항을 기술제안서 목차구성과 내용을 통하여 제시한다.

2. 원자력발전소용 OTS 유형과 특징

다양한 유형의 OTS가 있으나 이들은 크게 NPA(Nuclear Plant Analyzer), CNS(Compact Nuclear Simulator), 전 규모 훈련용 시뮬레이터(Full Scope Simulator)의 세 가지로 구분할 수 있다. 표 1은 NPA와 전 규모 훈련용 시뮬레이터의 특징을 비교한 것이다. CNS는 NPA와 전 규모 훈련용 시뮬레이터의 중간 영역을 차지한다. NPA는 시스템 설계와 해석에 주로 사용되며, CNS는 원자력발전소를 구성하는 각 계통의 기본교육에 사용된다. 전 규모 훈련용 시뮬레이터는 원자력발전소를 직접 운전하는 운전원의 숙련도 향상 훈련에 사용됨과 동시에 각종 연구개발 활동에 이용된다[4][5][6]. 최근에는 보다 경제적이고 안전한 새로운 원자력발전소의 개발, 설계의 타당성 검증, 운전작업 성능을 높일 수 있는 각종 운전작업 지원 시스템 개발, 설계에 내포된 인적요인(human factor)의 연구 등을 위하여 실정에 적합한 OTS가 계속 개발되고 있다[7].

OTS를 구성하는 응용 소프트웨어는 동특성 모사 코드, 강사작업반 소프트웨어, 인간기계연계 소프트웨어로 구분할 수 있다. 동특성 모사 코드는 원자력발전소를 구성하는 각 계통의 물리적, 열수력학적, 기계적, 전기적 동적 특성을 수치방정식으로 표현한 프로그램이다. 동특성 모사 코드는 발전소 계통 설계자에 의하여 개발되거나 특별한 시뮬레이션 모델링 도구를 이용하여 응용 소프트웨어 개발자에 의해 개발된다. 강사작업반 소프트웨어는 동특성 모사코드를 컴퓨터에 적재 실행시키고 시뮬레이션이 실시간, 고속 또는 저속으로 진행될 수 있도록 통제하는 기능을 담당한다. 또한, 강사(Instructor)가 다양한 유형의 오동작(Malfunction)을 주입시켜 원자력발전소에 고장이 발생한 것처럼 시뮬레이션이 진행될 수 있게 하는 응용 소프트웨어이다. 인간기계연계 소프트웨어는 OTS 사용자(예 : 운전원)가 원자력발전소의 각 계통에 대한 운전상태를 감시, 진단, 제어할 수 있는 수단과 방법을 제공한다. 즉, 동특성 모사 코드로부터 플랜트 변수 값의 실시간 취득, 운전상태 감시 정보처리, 경보처리, 플랜트 데이터의 저장과 재생 기능을 수행하는 응용 소프트웨어이다.

표 1 원자력발전소 OTS의 유형과 특징

비 교 항 목	Nuclear Plant Analyzer	Full Scope Simulator
개발전략	계통설계자가 보유하고 있는 실시간 모사 코드들을 사용하여 플랜트의 동특성 시뮬레이션 데이터를 생성한다.	시뮬레이션 Modeling Tool을 사용하여 플랜트의 동특성을 모사할 시뮬레이션 코드를 만들고, 이 코드를 실행시켜 플랜트 데이터를 생성한다.
동특성의 제공범위	원자로계통 동특성 모사 코드가 제공하는 기능의 범위 이내로 제한된다.	개발한 시뮬레이션 코드가 제공하는 기능의 범위 이내로 제한된다.
수치연산의 정교성	수치연산의 정확도가 매우 높다.	수치연산을 최대한 단순화시켜 연산부하를 줄인다.
강사작업반 소프트웨어 기능범위	전 규모 시뮬레이터 보다 기능이 축소된다. 즉, 훈련의 목적을 갖는 기능은 매우 제한적이다.	훈련의 효과를 높이기 위한 다양한 부가 기능을 갖는다.
실시간 제어기능	동특성 모사 코드를 구성하는 소프트웨어 모듈의 실행을 실시간 제어한다. 모사 코드 자체는 실시간 실행 속성을 지원한다.	시뮬레이션 코드가 실시간 제어 가능하도록 매우 작은 모듈들로 분할하여 개발하고, 세부 모듈을 실시간 제어한다.
오 동작(malfunction) 제공 유형	모사코드의 능력 이내로 제한된다.	최대한 다양한 오 동작 유형을 제공한다.
인간기계연계 소프트웨어 기능범위	필수적인 감시 및 제어작업 수행을 위한 MMI 만을 갖는다.	운전원에게 할당된 운전감시 및 제어작업을 전 규모로 수행할 수 있는 MMI를 제공한다.

3. OTS 소프트웨어 개발 프로젝트의 제안 평가요소

본 연구에서 적용하고 있는 OTS 소프트웨어 개발 프로젝트 제안서의 제안 평가요소는 표 2와 같다. 외주 개발하려는 OTS 소프트웨어의 개발규모, 비용, 중요도에 따라 프로젝트 개발 책임자가 지정하는 3 ~ 5인의 평가자가 표 2의 각 항목에 대하여 소프트웨어 외주개발 회사가 제출하는 소프트웨어 개발 기술제안서를 평가한다. 평가결과 일정 수준의 점수를 획득한 외주개발 회사만이 기술경쟁 합격자로 선정된다. 표 2의 배점점수는 외주 개발하려는 OTS 소프트웨어의 기술적 난이도, 중요도, 요구되는 품질수준에 따라 프로젝트 발주자에 의하여 결정된다. 제안 평가요소는 총 20개 항목으로 구성되어 있다. 기술제안서 평가자는 자신의 지식과 경험, 관련 정보를 바탕으로 평가점수를 부여하되 객관적인 제 3자의 입장에서 평가를 수행한다. 각 요소의 평가내용은 다음과 같다.

표 2 기술규격 제안 평가요소

일반요건 평가기준	배정점수	평가점수
제안서 작성기준과의 일치성		
기술규격과의 적합성		
유사 소프트웨어 개발경험 사례		
사업수행 능력 및 전략		
개발목표 및 내용에 대한 이해도		
추진일정 준수도		
소프트웨어개발 생명주기 준수도		
소프트웨어 개발조직의 운영 계획		
소프트웨어 개발문서 생산 계획		
소프트웨어 품질보증 계획		
소프트웨어 형상관리 계획		
소프트웨어 버전관리 계획		
소프트웨어 시험 계획		
소프트웨어 확인 및 검증 계획		
투입인력의 질적 수준 및 투입계획		
개발인력 교육훈련 계획		
소프트웨어 개발기술 경험의 전수 가능성		
관련 Code & Standard 적용 계획		
하자보증 계획		
기밀유지 계획		
일반요건 평가점수 합계		
평가자 이름 :	서명 :	
평가대상 업체 이름 :	일시 :	

(1) 제안서 작성기준과의 일치성

발주자가 요구하는 체계에 따라 기술제안서가 작성되었는지 평가한다.

(2) 기술규격과의 적합성

기술제안서의 내용이 발주자가 제공하는 제안요청서(소프트웨어 기술규격서)의 내용과 일치하는 정도를 평가한다.

(3) 유사 소프트웨어 개발경험 사례

평가대상 업체가 유사한 소프트웨어 개발경험을 보유하고 있는지 평가한다. 또한 SEI(Software Engineering Institute)에서 제안한 CMM(Capability Maturity Model)의 제 2단

계 이상 수준의 능력을 보유한 업체인지 평가한다.

(4) 사업수행 능력 및 전략

전반적인 측면에서 외주개발을 성공적으로 수행할 수 있는 능력과 합리적 전략을 갖고 있는지 평가한다. 특히, SEI CMM의 소프트웨어 프로젝트 추적(Tracking and Oversight) 개념을 반영하고 있는지 평가한다.

(5) 개발목표 및 내용에 대한 이해도

최종 산출물의 목표와 개발하려는 소프트웨어의 내용을 충분히 이해하고 있는지 평가한다.

(6) 추진일정 준수도

발주자가 계획하고 있는 소프트웨어 개발 추진일정의 부합 정도를 평가한다.

(7) 소프트웨어개발 생명주기 준수도

ISO/IEC 12207에 상응하는 개발 생명주기를 유지할 수 있는지 평가한다.

(8) 소프트웨어 개발조직의 운영 계획

소프트웨어 외주개발 수행을 위한 별도의 조직을 계획하고 있으며 해당 조직에 대한 운영계획을 가지고 있는지 평가한다.

(9) 소프트웨어 개발문서 생산계획

소프트웨어개발 생명주기의 각 단계에서 요구되는 문서를 생산할 계획을 갖고 있는지 평가한다.

(10) 소프트웨어 품질보증 계획

ISO 9000-3 또는 ANSI/IEEE Std 730-1984에 상응하는 품질보증 계획을 갖는지 평가한다.

(11) 소프트웨어 형상관리 계획

ANSI/IEEE Std 828-1983에 상응하는 형상관리 계획을 갖는지 평가한다.

(12) 소프트웨어 버전관리 계획

소프트웨어 버전관리를 체계적으로 수행할 계획을 갖고 있는지 평가한다.

(13) 소프트웨어 시험 계획

소프트웨어 시험(단위시험 및 통합시험)을 위한 전략과 시험 능력을 갖고 있는지 평가한다.

(14) 소프트웨어 확인 및 검증 계획

IEEE 1012에 상응하는 확인 및 검증계획을 갖고 있는지 평가한다.

(15) 투입인력의 질적 수준 및 투입계획

소프트웨어개발 생명주기의 각 단계에서 고급인력, 중급인력, 저급인력을 적절하게 투입할 합리적인 계획을 갖고 있는지 평가한다.

(16) 개발인력 교육훈련 계획

개발에 사용되는 도구(GUI, CASE, SCADA 등)의 사용법에 대한 교육훈련이 적절하게 계획되어 있는지 평가한다.

(17) 소프트웨어 개발기술 경험의 전수 가능성

외주업체가 보유하고 있는 소프트웨어 개발기술과 경험을 발주자에게 전수하고, 새로운 기술을 개발하려는 의지와 계획을 갖고 있는지 평가한다.

(18) 관련 Code & Standard 적용 계획

관련 Code와 Standard를 이해하고 있으며, 이들을 소프트웨어 개발에 적용할 계획을 갖고 있는지 평가한다.

(19) 하자보증 계획

소프트웨어 개발을 진행하는 과정과 개발완료 후에 대한 신뢰할만한 수준의 하자보증 계획을 갖고 있는지 평가한다.

(20) 기밀유지 계획

신뢰할만한 수준의 기밀유지 계획과 체계를 갖고 있는지 평가한다.

4. 소프트웨어 개발 기술제안서 작성시의 고려사항

본 연구의 경험을 통하여 국내 대기업의 경우에는 소프트웨어 외주개발 참여를 위한 기술제안서 작성기술이 어느 정도의 수준에 이르렀으나 중소기업 규모의 경우에는 많은 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다. 표 3은 OTS 소프트웨어 기술제안서 작성 시에 권고되는 제안서 목차에 대한 일례를 제시한 것이다.

표 3 OTS 소프트웨어 개발 프로젝트의 기술제안서 목차 일례

제안서 목차 항목	주요 구성 내용
사업개요	제안서 제출 회사의 일반정보(인력, 자산, 조직 등)를 기술한다. 회사소개 유인물이 있을 경우, 이를 첨부한다.
소프트웨어 외주개발 현황	최근의 외주개발 실적과 개발내용을 목록형태로 작성한다. 특히 현재 수행 중인 외주개발 현황은 인력투입, 기간, 예산 등을 포함하여 자세하게 기술한다.
소프트웨어 개발기술 전수 현황	소프트웨어 개발과 관련한 자체 기술연구소의 운영, 타 업체에 대한 기술전수 사례, 기술자문, 타 업체와의 공동연구 현황, 회사가 추구하는 주력 기술분야 등을 기술한다. 특히 원자력발전소 또는 동등한 수준의 일반산업체에 대한 기술전수인 경우에는 자세하게 기술한다.
기술 장애요인 극복전략	OTS 소프트웨어를 개발하는 과정에서 쉽게 해결하기 어려운 기술적 장애요인에 직면할 경우에 대한 해결방안과 추구하는 전략을 기술한다.
소프트웨어 개발조직과의 인터페이스 해결전략	OTS 소프트웨어 개발에 다수의 개발조직 또는 인력이 참여하게 될 경우에 개발범위와 기술적 문제해결에 대한 분쟁이 발생할 수 있다. 이러한 경우에 대한 해결전략을 기술한다.
소프트웨어 개발 생명주기 관련 기술 능력	소프트웨어 개발 생명주기와 관련한 업체의 기술확보 수준을 기술한다. 관련 기술능력 입증에 위하여 이미 해당업체가 보유하고 있거나 적용 중인 문서 또는 자료의 표본을 첨부자료로 제출한다. 인증서가 있을 경우에는 사본을 첨부한다.
소프트웨어기술개발 능력 인증 자료	소프트웨어 기술개발과 관련된 인증된 자료를 첨부한다. 인증된 자료란 정보통신부 등록증, 포상 실적, ISO 인증서 등 업체의 기술적 능력을 보여주는 제반 자료를 포함한다.
별첨(세부 기술규격)	표 2의 내용을 충족시킬 수 있는 상세한 수준의 소프트웨어 기술규격 및 개발계획에 대한 내용을 기술하여 별첨으로 첨부한다.

소프트웨어 개발 프로젝트에 있어서 기술제안서 작성은 프로젝트 수주를 위한 가장 기본적인 행위이다. 충분한 개발인력과 풍부한 개발경험, 고급기술을 보유하고 있다고 할 지라도 이를 기술 제안서라는 체계화된 문서를 통하여 발주자에게 소프트웨어 개발 참여의사와 능력을 입증시키지 못하면 소프트웨어 개발 프로젝트 수주 기회는 주어지지 않는다. OTS 소프트웨어 개발 프로젝트를 위한 기술제안서 작성 시에는 최소한 표 3과 같은 각 항목이 신중히 검토되어야 하며, 기술제안서 제출 시에 발주자가 공감할 수 있는 수준의 내용으로 기술되어야 한다.

5. 국내 기업의 당면과제

공공기관에서 발주하는 소프트웨어 개발 프로젝트는 경쟁의 공정성과 투명성을 위하여 기술규격경쟁, 가격경쟁이라는 2 단계의 절차를 통하여 외주개발 회사를 선정하는 것이 일반적이다. 본 연구의 경험에 비추어 볼 때 OTS 소프트웨어 개발 프로젝트에 참여하려는 국내 기업들의 시급한 당면과제는 수준 있는 기술제안서를 작성하여 소프트웨어 개발 발주자에게 제출하는 일이다. 불과 몇 년 전에만 해도 회사의 명성, 규모, 경험만으로도 소프트웨어 개발 수주가 가능하였었다. 그러나, 무한경쟁 시대에 있어서 과거와 같은 방식으로는 더 이상 소프트웨어 개발 프로젝트 수주가 가능하지 않은 현실에 직면해 있다.

OTS 소프트웨어 외주개발에 참여하려는 기업은 OTS를 구성하는 소프트웨어의 개발요구사항을 면밀히 분석하고 이를 바탕으로 본 연구에서 제시한 평가요소에 부합되는 기술제안서를 작성 제출해야 한다. 이는 소프트웨어 개발 회사들에게 시간과 비용부담을 증가시킨다. 그러나 소프트웨어 개발 발주자의 입장에서는 체계화되어 있으며 수준 있는 기술제안서를 작성할 수 있는 능력을 가진 회사에게 소프트웨어 개발 수주를 주는 것은 당연하다. 따라서 국내 기업들은 소프트웨어 기술제안서 작성 자체 또한 소프트웨어 개발기술의 중요한 일부임을 인식하고 기술제안서 작성에 시간과 인력을 충분히 투입하는 풍토를 조성해야 한다.

후 기

본 연구는 과학기술부에서 시행하는 원자력연구개발사업으로 수행되었음.

참고문헌

- [1]. USNRC, "Nuclear power plant simulators for the operator training", Regulatory Guide 1.149, 1981.
- [2]. ANSI/ANS-3.1-1981, "Selection, qualification and training of personnel for nuclear power plant", 1981.
- [3]. ANSI/ANS-3.5-1985, "Nuclear power plant simulators for use in operator training", 1985.
- [4]. NUREG/CR-2353, "Specification and verification of nuclear power plant training simulator response characteristics".

- [5]. 박재창 외, “Compact Nuclear Simulator 성능향상 기술개발”, 한국원자력학회 1999 추계학술 발표논문집.
- [6]. 정재준 외, “고리 원자력발전소 1, 2 호기 원전분석기 개발”, 한국원자력학회 1999 추계학술 발표논문집
- [7]. 심봉식 외, “Development of a full scope Human Machine Simulator for Human Factors Experiments”, 한국원자력학회 1997년 춘계학술대회논문집.
- [8] 박근옥 외 “설계해석코드 기반의 원자력발전소 훈련용 시뮬레이터 개발전략” 2000 대한산업공학회/한국경영과학회 2000 춘계공동학술회의 논문집