

개발 프로젝트의 기술관리 계획 프로세스

유 일 상^{1)*}, 박 영 원²⁾

한국항공우주연구원¹⁾, 아주대학교 대학원 시스템공학과²⁾

Technical Management Planning Process of Engineering Project

Il Sang Yoo^{1)*} and Young Won Park²⁾

^{1)*}Korea Aerospace Research Institute, 45 Eoeun-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-333, Korea

²⁾Department of Systems Engineering, Ajou University, San 5 Wonchun-dong, Yeongtong-gu, Suwon 443-749, Korea

Abstract : This study developed the planning process for technical management of engineering project applying systems engineering process in order to correctly design technical management activities early during the system development projects. The developed process describes a systemic design process of a product to be developed as well as the development process and the personnel team of project organization. As an outcome of the process implemented by a Model-Based Systems Engineering(MBSE) software, a systems engineering management plan(SEMP) and a risk management plan can easily be produced.

Key Words : SEMP(시스템공학관리계획서), Systems Engineering(시스템공학), Project Management(사업관리), Risk Management Plan(위험관리계획서)

1. 서 론

과거 많은 시스템 또는 제품 개발 프로젝트가 수행되었으나 성공보다는 실패한 경우가 더욱 많다. 국제시스템공학회(INCOSE)의 보고서와 미국 에너지부(DOE)의 보고서에 의하면 미국에서 수행된 전체 프로젝트의 16%만이 성공하였고 31%가 부분 성공하였으며 나머지 사업은 실패하였다고 보고되었다. 또한 일반적으로 산업계에서 수행하는 제품 개발 프로젝트의 성공률은 50% 미만이다[1].

개발 프로젝트의 성공은 초기에 수립하는 기술관리계획서에 주된 영향을 받는다. 이는 기술관리계획서가 프로젝트의 수행을 안내하는 로드맵으로써 개발 초기에 수행 활동들을 계획 및 조정하고 개발에 필요한 자원과 일정을 예측하는 데 매우 중요하기 때문이다. 따라서 프로젝트 초기에 개발 제품의 설계와 더불어 개발 프로세스와 인력에 대한 계획 즉 설계를 포함하는 정확한 기술관리계획서의 작성이 필요하다.

1950년대 말부터 다양한 고객의 요구를 반영한 대형복합 시스템을 효율적이고 효과적으로 개발하기 위해 시스템공학이 대두되었고 최근 시스

* 교신저자 : isyoo@kari.re.kr

템공학은 대형복합 개발 프로젝트의 시스템 설계 및 관리에 필수적인 방법론이 되었다. 하지만 시스템공학을 도입한 프로젝트에서도 비용, 일정과 품질 측면에서 실패로 종결되는 상황이 발생한다. 왜냐하면 프로젝트 조직이 시스템공학 프로세스와 개발 인력을 포함하는 관리적인 부분에 대한 구체적인 계획보다는, 제품의 기술적 기능과 성능을 포함하는 기술적인 부분에 대한 구체적인 엔지니어링을 중요시하면서 프로젝트를 진행하였기 때문이다. 따라서 개발 프로젝트를 성공적으로 수행하기 위해서는 초기에 기술적인 부분과 관리적인 부분을 동시에 고려하여 프로젝트를 계획해야 할 필요가 있다.

본 연구는 시스템공학을 도입한 대형복합 개발 프로젝트의 계획 단계에서 기술적 측면인 제품의 설계와 관리적 측면인 프로젝트 조직의 설계를 통합하여 수행하는 개발 프로젝트의 기술관리 계획 프로세스를 제안하고 이를 모델기반시스템공학 소프트웨어 상에 구현함으로써 기술관리계획서인 시스템공학관리계획서(SEMP)를 개발하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 프로젝트 계획 수립의 비통합성

프로젝트를 초기에 정확하게 계획하려는 많은 노력이 있었다. 특히, 많은 문헌들이 제품, 프로세스와 인력을 모두 중요하게 인식하지만 실제로는 특정 부분만을 고려하여 프로젝트를 계획하였다. 개념설계 단계에서 시스템공학은 개발하려는 시스템의 설계에, 통합 제품/프로세스 개발(IPPD)은 시스템과 프로세스의 설계에 초점을 두고 있고, 동시공학은 상세설계 단계에서 제품과 프로세스의 설계에 초점을 두고 있다. 또한 BPR은 업무 프로세스의 설계에, 조직론과 TSP/PSP는 인력과 팀의 설계에 초점을 두고 있다. 특히, 인력 계획의 경우 대부분 시스템 엔지니어나 프로젝트 관리자의 경험과 능력에 맡겨버리거나 또는 프로젝트

조직의 인프라로서 과거의 전례, 기존 조직구조나 정황에 따라 비체계적으로 접근하고 있다.

제품, 프로세스 및 인력을 통합적으로 고려하여 프로젝트를 계획하는 연구는 현재 상당히 부족하다. Loureiro[2]은 제품 계층구조의 모든 수준에서, 시스템공학 프로세스를 통해, 제품, 제품의 수명주기와 수행조직을 동시에 모델링하는 동시 구조적 분석방법을 제안하였다. 하지만 그의 연구는 단지 제품 수준에서의 제품, 프로세스와 인력의 계획에 국한되어 있다.

2.2 시스템공학관리계획서 개발의 문제점

기존 문헌들[3-9]은 시스템공학관리계획서가 시스템공학의 핵심이며 성공적인 시스템 개발의 토대가 된다고 주장하였다. 하지만 이러한 문헌들은 시스템공학관리계획서를 개발하기 위한 방법이나 프로세스를 제시하지 않고 있으며 단지 이에 기술되어야 할 내용을 템플릿 형태로 제공하고 있다. 이러한 템플릿의 내용들은 시스템공학관리계획서를 처음 개발하고자 하는 시스템 엔지니어들에게 상당한 부담을 주고 있다.

국내의 경우 최근 방위 산업과 항공우주 산업에서 시스템 개발 프로젝트를 수행하기 위해 시스템공학의 필요성이 제기되고 있으며 그 결과로 시스템공학의 수행을 위해 가장 기본이라 할 수 있는 시스템공학관리계획서의 수립이 프로젝트 수행 상의 중요한 필요요건으로 부각되고 있다[10].

2.3 시스템공학과 프로젝트 관리의 중복

프로젝트가 성공하기 위해서는 제품 개발의 관리적 부분에 우위가 있는 프로젝트 관리와 기술적 부분에 우위가 있는 시스템공학이 상호보완적으로 수행될 필요가 있다. Mooz[11]은 시스템공학과 프로젝트 관리를 통합하는 통합 프로젝트 관리 프로세스 모델을 제시하였지만 이를 구현하는 구체적인 프로세스를 제시하지 않았다. 또한 Mooz는 두 분야를 통합 지원하는 소프트웨어의 필요성을 주장하였다.

3. 프로젝트 시스템공학 모델

본 연구는 프로젝트를 체계적으로 계획하기 위해 프로젝트를 프로젝트 시스템으로 접근하고자 한다. 이는 시스템공학 프로세스가 제품 시스템을 대상으로 적용되나 본 연구는 프로젝트를 그 대상으로 하기 위해서이다. 본 연구는 제품 시스템을 대상하는 시스템공학 개념을 확장하여 Fig 1 과 같은 프로젝트 시스템공학 모델을 제안한다. 본 모델은 프로젝트 시스템의 설계 및 수행 부분과 통제 부분으로 구성된다. 프로젝트 시스템의 설계 및 수행 부분은 프로젝트 착수 시 고객과 이해관계자의 요구, 요건과 제약조건을 입력으로 받아 프로젝트 시스템을 설계하고 이를 토대로 프로젝트를 수행하는 영역이다. 프로젝트 시스템의 통제 부분은 프로젝트를 수행하는 과정에서 프로젝트 진척도와 예상되는 위험을 파악하여 프로젝트 목표와의 일치 여부를 확인하고 필요시 시정조치를 취하는 영역이다.

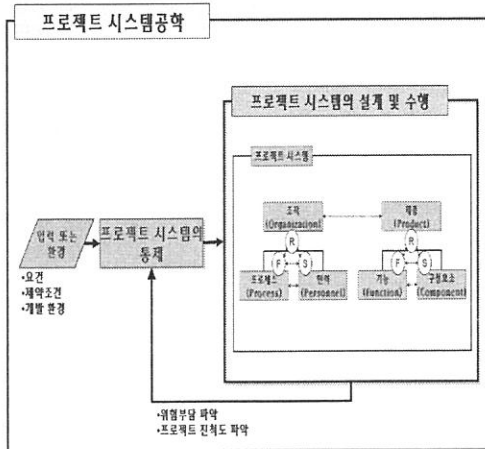


Fig 1. Project Systems Engineering Model

4. 기술관리 계획 프로세스

4.1 기술관리 계획 프로세스

개발 초기에 프로젝트 시스템을 체계적으로

설계하기 위해서는 프로젝트 조직과 개발하려는 제품을 반드시 통합적으로 고려해야 한다. 본 연구는 프로젝트 초기에 체계적인 제품 설계를 목적으로 하는 시스템공학 프로세스를 응용하여 제품의 설계와 동시에 프로세스와 인력으로 구성된 프로젝트 조직의 기술관리 활동을 계획함으로써 프로젝트를 계획할 수 있는 기술관리 계획 프로세스를 Fig 2와 같이 제안한다.

본 연구는 기술관리 계획 프로세스를 제품, 프로세스와 인력을 동시공학적이고 통합적으로 고려하기 위해 제품 요건 분석, 기능 분석과 제품 합성으로 구성되는 제품 설계 하부프로세스와 조직 요건 분석, 프로세스 합성과 인력 합성으로 구성되는 조직 설계 하부프로세스로 구성하였다. 프로세스 합성 단계는 프로세스 모델 즉 프로세스 아키텍처를 개발하기 위해 프로세스 모델 개발, 프로세스 분석과 프로세스 표준화로 구성된다. 프로세스 합성은 반드시 인력 합성과의 루프를 통해 반복적으로 수행되어야 한다. 본 프로세스의 하부 프로세스간의 우선순위는 없으나 제품 설계 하부 프로세스를 수행하여 개발 제품의 이해를 선행하는 것을 권장한다.

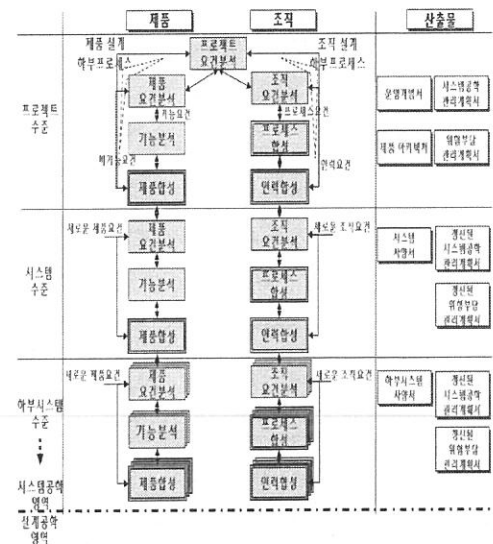


Fig 2. Technical Management Planning Process

기존 시스템공학은 시스템공학 프로세스를 수행하여 제품을 설계하는 데 주로 초점을 두므로 개념설계의 최종산출물은 구체적인 제품 아키텍처와 제품 사양서이다. 반면에 본 모델은 프로젝트 조직의 인력과 프로세스를 설계하고 이들 간의 상호작용을 통해 제품을 개발하는 데 초점을 두므로 개념설계의 최종산출물은 개략적인 제품 아키텍처와 더불어 운영개념서, 프로세스 아키텍처, 인력 아키텍처, 시스템공학관리계획서와 위험관리 계획서이다.

4.2 구현

본 연구가 제안한 프로세스를 현업에서 쉽게 적용할 수 있도록 하기 위해 모델기반시스템공학 소프트웨어인 RDD-100 상에 구현하였다. 이로써 모델기반 접근법의 혜택을 동일하게 얻을 수 있으므로 프로젝트 시스템의 설계에 대한 효과성을 높이고 위험을 최소화할 수 있다. 제안한 프로세스가 구현될 수 있도록 기존 데이터 스키마를 Fig 3 과 같이 확장하였다. Table 1, 2, 3은 확장된 개체형태의 속성을 표현한다.

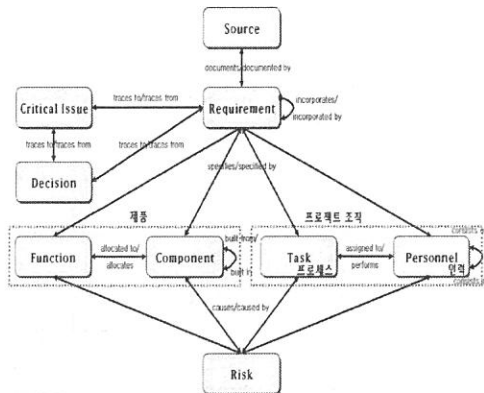


Fig 3. Technical Management Design Schema

Table 1. Task Attributes

속성	설명
Task ID	업무에 대한 ID
Description	업무의 내역
Procedure Ref	업무 수행을 위한 참조문헌이나 준수해야할 표준 등

Event	수행되는 모든 활동(그리고 때로는 중요한 하위활동)
Input	수행하는 데 필요한 모든 입력물.
Output	업무의 모든 산출물.
Execution Or Not	업무의 수행 여부: Execution, Inexecution, Partial Execution, TBD(미결정)
Level	프로세스 계층구조 상에서 업무의 수준: Process, Task, Activity
Resource	업무에 필요한 자원.
Method	업무 수행에 필요한 방법.
Tool	업무 수행에 필요한 도구
Start Date	시작일시
End Date	종료일시
Duration	예상 수행 시간
Cost	예상 수행 비용
Results	업무 수행 결과
Acceptance	업무 수행 결과의 승인 여부: Completed, Uncompleted, Conditionally Completed, TBD

Table 2. Risk Attributes

속성	설명
Description	예상되는 위험의 내역
Probability	위험의 발생 가능성: Improbable(0.1 - 0.4), Probable(0.4 - 0.7), Frequent(0.7 - 1.0), TBD(미결정)
Consequence Severity	예상된 위험이 발생될 경우 그 결과의 심각도: Catastrophic, Critical, Marginal, Negligible, TBD(미결정)
Category	위험의 범주: Technical, Cost, Schedule, Programmatic, TBD(미결정)
Migration Plan	예상된 위험을 경감하기 위한 활동 계획
Result	위험 경감 활동을 수행한 후의 결과 내용
Result Status	위험 경감 활동의 결과로 인해 위험의 해결 여부: Resolved, Unresolved, Pending, TBD(미결정)

Table 3. Personnel Attributes

속성	설명
Knowledge	인력의 지식
Skill	인력의 숙련도
Ability	인력의 능력
Role	인력의 역할
Responsibility	인력의 책임범위
Authority	인력의 권한
Level	인력 조직의 계층구조 상에서 인력의 수준: Organization, Team, Person
cost	인력의 예상 소요 인건비

4.3 효과성 논증

4.3.1 시스템공학과 프로젝트 관리와의 비교 측면

본 연구는 Kauffman[12]이 제시한 PMI-PMBOK와 시스템공학 표준 IEEE 1220 및 EIA 632와의 비교분석한 결과를 토대로 제안한 프로세스를 평가하고 그 결과를 Table 4에 제시하였다. 제안한 프로세스는 시스템공학과 프로젝트 관리의 상위영역과 양립영역을 모두 반영하고 있으므로 기존 시스템공학보다 우위에 있음을 알 수 있다.

또한 본 연구는 제안한 프로세스를 모델기반 시스템공학 소프트웨어에 구현하여 시스템공학과 프로젝트 관리를 적절히 통합 지원할 수 있게 함으로써 기존 시스템공학보다 우위에 있다.

Table 4. Comparison between PM and SE

PMI-PMBOK	비교	IEEE 1220 & EIA 632
■ 통합관리		
프로젝트 계획 개발 프로젝트 계획 이행 실행 범위 통제 변경 관리	→ PM 상위 → PM 상위	특제 / 시스템 분석 및 통제 원상 관리
■ 범위관리		
최수 계약조건 정의 범위 계획 결과물 분석 결과물 분석 결과물 분석 비용/이익 분석 제한 확인 범위 정의 직업 분할 구조	합일 SE 상위 → SE 상위 → 합일 합일 합일	요건 분석 프로젝트 또는 기업 계약조건 정의 요건 분석 기능 분석 추질 시스템 분석/시스템 분석 및 통제 조정 물산의 인증 시스템 분할 구조
■ 품질관리		
품질 계획 체크리스트 개발 품질 통제 검사 검사 검사 검사 검사 검사	합일 SE 상위 → SE 상위 → SE 상위 → 합일 합일 합일	특제/시스템 분석 및 통제 기술적 수평 측정 상태 요건 기준선 입증 기능 입증 물리적 입증 통제 기술적 수평 측정 평가 시스템 분석 평가 시험 데이터 수집
■ 위험관리		
위험 확인 위험 정량화 위험 반응 전개 위험 반응 통제	→ PM 상위 → PM 상위 → PM 상위 → PM 상위	시스템 분석 및 통제 위험 관리 - 위험 확인 시스템 분석 및 통제 위험 관리 - 위험 확인 시스템 분석 및 통제 위험 관리 - 대응 설정 시스템 분석 및 통제 위험 관리 - 위험 기피, 통제, 가용을 위한 행위
■ 일정관리		
일정 순서 일정 개발 일정 통제	→ PM 상위 → PM 상위 → PM 상위	시스템 분석 및 통제 시스템분석 마스터 일정 시스템 분석 및 통제 시스템과학 세부 일정 특제/시스템 분석 및 통제 프로젝트 계획에 대한 수평 측정
■ 의사소통관리		
정보 분배	합일	특제/시스템 분석 및 통제 자료 관리

4.3.2 시스템공학 능력성숙도 측면

본 연구는 시스템공학능력모델(SECM)[13]의 초점영역(FA) 2.1 계획과 조직, 2.5 위험관리, 3.1 프로세스 정의 및 개선을 평가영역으로 선정하여

제안한 프로세스를 Table 5와 같이 평가하였다. 4수준과 5수준의 경우 80%이상의 달성률을 가지나 평가항목이 10개 미만이므로 이 수준을 달성 기준으로 사용할 수 없다. 따라서 본 프로세스의 성숙도는 3수준을 상회하는 것으로 판단할 수 있다. 모델기반시스템공학 소프트웨어인 RDD-100을 본 연구에서 선정된 평가항목으로 평가하였으나 달성되는 항목은 거의 없었다. 따라서 기존의 모델기반시스템공학 소프트웨어에 비해 본 연구에서 제안한 프로세스를 모델기반시스템공학 소프트웨어에 구현한 경우가 보다 우위에 있음을 확인할 수 있다.

Table 5. Evaluation Using SECM

항목	초점영역	성숙도 수준									
		1		2		3		4		5	
		SP 수	실행률	SP 수	실행률	SP 수	실행률	SP 수	실행률	SP 수	실행률
SE	FA 2.1 계획과 조직	9	9	15	15	8	6				
관리	FA 2.5 위험 관리	3	3	4	4	8	7	1	0		
SE	FA 3.1 시스템공학										
환경	프로세스 정의 및 개선	1	1	7	7	22	21	8	8	1	1
총계(개)		13	13	26	26	38	34	9	8	1	1
달성률(%)		100%		100%		83%		89%		100%	

5. 결론

본 연구는 프로젝트를 초기에 체계적으로 계획하기 위해 시스템공학 프로세스를 응용하여 개발 제품과 프로젝트 조직의 개발 프로세스와 인력을 효과적으로 계획하는 기술관리 계획 프로세스를 제안하였다. 본 연구는 제안한 프로세스를 모델기반시스템공학 소프트웨어에 구현하여 시스템공학관리계획서와 위험관리계획서를 쉽게 산출할 수 있게 함으로써 프로젝트의 성공 가능성을 높이는 데 기여한다.

참고문헌

1. 유일상, 조미옥, 서건수, 오범석, 조광래, “시스템공학 기반 위험관리 프로세스”, 2004 한국산업경영시스템학회 추계학술대회, pp 9-12, 2004.
2. Loureiro, G., Leaney P.G., A Systems and Concurrent Engineering Framework for the Integrated Development of Space Products, Acta Astronautica, 2002
3. Blanchard, B. S. and Fabrycky, W. J., Systems Engineering and Analysis(3rd Edition),
4. Martin, J. N., Systems Engineering Guidebook: A Process for Developing Systems and Products, CRC Press, USA, 1996.
5. INCOSE, Systems Engineering Handbook (Ver. 2.0), International Council On Systems Engineering, 2000.
6. James A. Lacy, Systems Engineering Management, McGraw Hill, USA, 1992
7. IEEE, IEEE Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process, USA, January 1999.
8. European Space Agency, Space Engineering, Netherlands, 1996.
9. Shishko, R. and Chamberlain, R. G., NASA Systems Engineering Handbook, September 1992
10. 고등기술연구원, 아주대학교, 체계공학적 방법에 의한 위성통신 시스템 설계, 2000.
11. Mooz, H., Forsberg, K., “Visualizing System Engineering and Project Management as an Integrated Process”, Proceedings of 9th Annual INCOSE Symposium, 1999.
12. Kauffman, D. C., "Project Management and Systems Engineering: Where the Professions Intersect: Generate Synergy Not Conflict", Proceedings of 8th Annual INCOSE Symposium, 1998.
13. EIA, EIA/IS 731 Systems Engineering Capability Model(SECM).