

시스템공학 표준 프로세스에 대한 그래픽 모델화 연구

임용택¹⁾, 이병길²⁾, 이재천²⁾

고등기술연구원¹⁾, 아주대학교²⁾

A Study on Graphical Modeling Methods for Systems Engineering Standard Processes

Yong-Taek Lim¹⁾, Byoung-Gil Lee²⁾ and Jae-Chon Lee²⁾

¹⁾ 633-2, Goan-ri, Baegam-myeon, Yongin-si, Gyeonggi-do, 449-863 Korea

²⁾ Department of Systems Engineering, Ajou University, San 5, Wonchon-dong, Youngtong-gu, Suwon, Korea

Abstract : The emerging standards since 1990's can be classified as 'system standards' (process-oriented standards) and they specify the process of an enterprise and also apply to almost all industries regardless of size, type and products. Notice that the conventional specification-oriented standards present relatively clear criteria even though the structure, performance, and terminology are defined in text-based form. However, the system standards dealing with the processes do not present a coherent guide. Therefore, it is difficult to analyze them with the same viewpoint, thereby resulting in differences in the level of understanding. This study is aimed at graphically modeling the system standards originally described in text-based form. The study has been carried out in the framework of the PMTE (Process, Methods, Tools, and Environment) paradigm. The system standard targeted here is ISO/IEC 15288. Firstly, review of the literature on the systems engineering (SE) standard/process and on the graphic model IDEF0 was done, respectively, for the parts of 'E' and 'M'. Then the SE process of the MIL-STD 499B was applied to ISO/IEC 15288 as 'P'. Finally, the graphical model was generated by AIOWins as 'T'. As a result, the graphical model-based approach can complement the drawbacks of the text-based form.

Key Words : Systems Engineering (시스템공학), Process Modeling (프로세스 모델링), IDEF0

1. 서론

산업혁명 이후 인간보다 기계가 훨씬 높은 생산성으로 재화를 생산할 수 있게 되었고 제품의 표준화 및 생산 공정의 표준화와 상호 연결되어 20세기 산업사회의 성격을 결정짓는 대량생산시대를 가능하게 하였다. 이 시기부터 다자간 국제교역이 본

격적으로 수행되었다. 이에 따라 국제표준의 필요성이 크게 부각되었으며 많은 국제기구들이 만들어지기 시작하였다.

산업자원부에서 발간한 2004기술표준백서에서는 시대별 표준화의 동향을 다음과 같이 정리하고 있다.¹⁾ 종전 후 세계 각 국은 국제협정에 대해 큰 이해관계가 없었으며 국가적 표준화만이 관심사항이었으므로 대부분의 회원국들이 국제표준화가 유용한 것으로 생각했지만 필수불가결한 것으로는 생

* 교신저자 : ytlm@iae.re.kr

2.2 시스템공학 표준들의 차이점

Table. 1 A point of difference of Standards (abstract level)

표준	내용
MIL-STD 499B	중간수준 : 활동수준
EIA/IS 632	499B와 동일
IEEE 1220	499B보다 상세 : 상세화 된 작업수준
EIA 632	이전의 표준보다는 높으나 ISO/IEC 15288보다는 낮음
ISO/IEC 15288	상위수준

Table. 2 A point of difference of Standards (Scope of standard)

표준	내용
MIL-STD 499B	- 국방 시스템 개발을 위한 전체 시스템 접근법 정의 - "수행활동" 사양서
EIA/IS 632	- 시스템 개발을 위한 전체 시스템 접근법 정의 - "수행활동"의 정의 - MIL-STD 499B의 비군사 규격으로 승인되지는 않았으나 광범위하게 산업계와 공군에서 사용
IEEE 1220	- 고객요구, 요건, 제약조건을 시스템 해결방안으로 변환하기 위해 시스템 수명주기를 통한 다학제 업무를 정의 - 시스템공학 프로세스를 위한 요건의 정의와 시스템의 수명주기를 통한 적용
EIA 632	- 시스템을 엔지니어링하기 위한 13개의 프로세스와 34개의 요건 - 정의된 엔지니어링 수명주기 내에서 표준의 요건을 수행하는데 초점을 맞추고 있고 어떠한 기업에도 적용이 가능
ISO/IEC 15288	- 시스템공학과 관리(사업) 프로세스를 목표로 함 - "킵포인트"에 대한 "시스템"에 초점을 둠. ISO/IEC 12207같은 킵포인트 표준이 적용

위의 Table. 1과 같이 시스템공학 표준들은 차이를 보여준다.³⁾

2.3 PMTE 패러다임

시스템공학을 수행할 때 프로세스(Process), 방법론(Methods), 도구(Tools), 환경(Environment)의 균형이 매우 중요하며 요소들 간의 균형이 적절하게 이루어지지 않으면 비용의 증가와 품질의 저하를 가져온다. 프로세스는 특별한 목표를 성취하기 위해 수행되는 작업들의 논리적인 순서로 정의되는데 "무엇을" 하는지를 정의하고 있으며 "어떻게" 각 작업들이 수행되어야 하는지는 나타내지 않는다. 방법론은 작업을 수행(어떻게)하는 기법

들로 구성되어 있다. 도구는 특정한 방법론이 적용되어질 때 작업의 효율을 증대시킬 수 있는 수단으로 정의된다. 환경은 목표, 개인, 그룹의 활동에 영향을 주는 주위에 있는 것, 외부의 목표, 조건 또는 요소 등으로 구성된다. 이러한 조건은 사회적, 문화적, 개인적, 물리적, 조직적, 기능적일 수 있으며 이들 구성요소들 간의 관계는 Fig. 2과 같다.

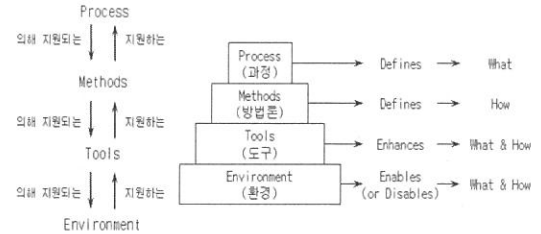


Fig. 2 Relationships of PMTE elements

2.4 IDEF 방법론

1970년대 미 공군은 컴퓨터 기술의 체계적인 접근을 통하여 제조 생산성을 증대시키기 위해 ICAM(Integrated Computer Aided Manufacturing) 프로그램을 수행하였다. 이 프로그램은 제조 생산성을 증대시키기 위해 참여하는 인원들의 기술적인 분석과 의사소통을 보다 원활하게 할 필요에 의해 만들어졌다.

2.4.1 IDEF0 개요

IDEF0는 다음과 같은 체계적인 시스템 엔지니어링 접근방법을 제공한다.⁴⁾

- ① 인원, 기계, 재료, 컴퓨터와 전체 사업, 시스템, 주제영역과 같은 모든 다양한 정보의 구성과 시스템 구성을 위한 모든 수준의 시스템 분석과 설계를 수행한다.
- ② 새로운 시스템의 통합 또는 기존에 존재하는 시스템의 개선을 위한 기본으로써 제공되는 개발 참조 문서를 생성한다.
- ③ 분석가, 설계가, 사용자, 관리자간의 의사소통을 원활하게 한다.
- ④ 분석팀 내부에서 공통적인 이해로부터 얻어지는 의견에 대한 일치를 가능하게 한다.
- ⑤ 개발과정의 정성적인 측정을 이용하여 대형-복합 프로젝트를 관리한다.
- ⑥ 경영분석, 정보공학, 자원관리를 위한 참조

아키텍처를 제공한다.

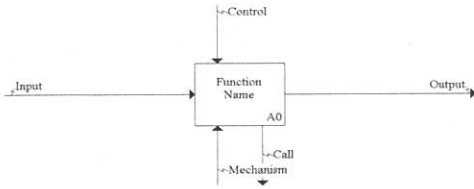


Fig. 3 IDEF0 Syntax

IDEF0는 Fig. 3과 같이 기능박스, 화살표, 규칙, 다이어그램으로 구성이 된다. 기능박스는 활동, 프로세스, 변화로 정의된 기능을 나타낸다. 화살표는 기능과 관련된 데이터 또는 개체를 표현한다. 규칙은 구성요소들이 어떻게 이용되었는지를 정의하며 다이어그램은 말과 그래픽으로 표현된 모델의 형식을 제공한다.

Table. 3 ICOM Concept

구분	개념
입력 (Inputs)	기능박스의 왼쪽으로부터 들어가는 화살표로서 기능을 수행하는데 필요한 개체 혹은 데이터로 기능이 수행됨에 의하여 소모되거나 변형되는 것을 표현한다.
출력 (Outputs)	기능박스의 오른쪽으로 나오는 화살표로 표현되며 기능이나 활동의 결과로 산출되는 산출물을 말한다.
제어 (Controls)	기능박스로 위쪽에서부터 들어가는 형태로 표현되며 기능을 통제, 제어하는 제약조건, 가이드 혹은 출력을 결정하는데 필요한 제약조건 등으로 기능의 수행을 통제하거나 시작하게 한다.
메커니즘 (Mechanisms)	기능박스로 밑에서부터 들어가는 형태로 표현되며 기능을 수행하는 사람 또는 개체로서 무엇에 의해 그 기능이 수행 되는가 혹은 기능의 수행에 어떠한 자원이 사용되는가를 나타낸다.
호출 (Call Arrow)	기능박스의 밑으로 나오는 형태로 표현되며 활동의 수행과 관련된 보다 상세한 기술을 위하여 관련된 다이어그램을 호출하기 위하여 표현한다. Call arrow는 동일한 리포지토리에 있는 모델에서 일어나는 다른 활동을 참조하게 한다.

Table. 3는 IDEF0를 구성하는 요소들(입력, 출력, 제어, 메커니즘, 호출)을 설명한 내용으로 IDEF0를 작성하기 위해서는 ICOM을 식별해야 한다.

3. 표준프로세스 모델링

3.1 ISO/IEC 15288 표현 배경

ISO/IEC 15288은 시스템에 정의되어진 수명주기내의 시스템 개발, 사용, 관리와 관련하여 시스템 획득자와 공급자간의 계약을 성립하고 실행하는 일반적인 프레임워크를 제공하여 상호작용을 촉진하며 조직, 기업, 프로젝트에 적용되어질 수 있다. 조직이 개별적인 시스템에 표준을 적용할 때 이 시스템은 관심 있는 시스템(System-of-Interest)이 된다.

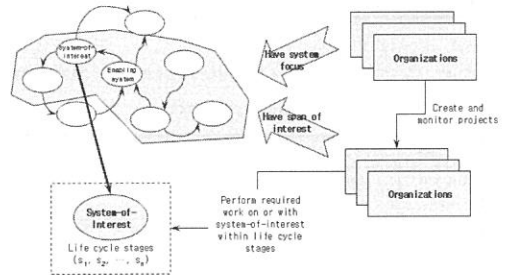


Fig. 4 Background of ISO/IEC 15288

ISO/IEC 15288은 시스템 수명주기를 다루고 있으며 4개의 프로세스 범주와 25개의 프로세스로 이루어져 있다. Fig. 4는 프로세스 범주의 역할과 관계를 나타낸다.

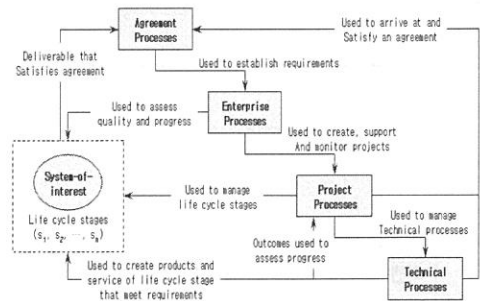


Fig. 5 The role of process

3.1.1 초기 모델링 수행

문자로 표현된 시스템 표준의 동일한 관점으로 프로세스를 이해할 수 있도록 시스템 표준을 IDEF0를 이용하여 모델링을 한다.

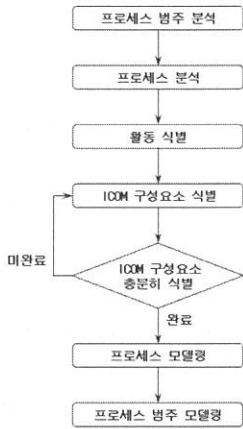


Fig. 6 Process activity procedure

표준 프로세스 모델링의 수행절차는 Fig. 6과 같은 절차로 모델링을 수행하였다.

Table. 4 Identify activity of acquisite process

활동 ID	활동	대표 활동
a	획득이 어떻게 수행되어야 하는지에 대한 계획을 수립한다.	획득계획을 수립
b	제품 또는 서비스의 공급 요구서를 준비한다.	공급요구서를 준비
c	식별된 공급자들에게 제품 또는 서비스 공급 요구서를 전달한다.	공급요구서를 전달
d	공급자를 선정한다.	공급자를 선정
e	공급자와 합의를 협상한다.	공급자와 합의를 협상
f	합의의 이행을 평가한다.	합의이행을 평가
g	전달된 제품 또는 서비스가 합의를 만족하는지 확인한다.	합의만족을 확인
h	공급자에게 공급된 제품 또는 서비스에 대한 대금을 지급하거나 다른 동의된 보상을 제공한다.	대금지급, 보상을 제공

Table. 4는 ISO/IEC 15288의 합의, 엔터프라이즈, 프로젝트, 기술의 범주중에서 합의의 범주에 있는 획득 프로세스의 활동과 대표활동을 식별한 내용이다.

IDEF0 모델링을 위하여 Table관 같이 초기 ICOM 식별을 하였다.

Table. 5 Initial identify ICOM of acquisite process

활동 ID	Inputs	Controls	Outputs	Mechanism s
a			획득계획	
b			공급요구서	
c	공급요구서		전달된 공급요구서	
d			선정된 공급자 정보	
e			합의협상정보	
f			합의평가결과	
g	제품, 서비스		합의만족결과	
h			대금, 다른 동의된 보상	

ICOM 구성요소에 대한 추가 식별 작업 역시 시스템공학 엔지니어링 프로세스를 적용하여 수행하였으며 획득프로세스에 대한 ICOM 구성요소의 추가적인 식별작업 결과는 Table. 6과 같다. Table. 6에 밑줄이 쳐진 ICOM 구성요소가 추가적으로 식별된 ICOM 구성요소이다.

3.1.2 ICOM구성요소 추가 식별 작업

초기 ICOM식별된 모델링 작업으로 ICOM을 진행 할 수 없었고, ICOM 추가 식별을 위해 Fig. 7 과 같이 ICOM 구성요소를 충분히 식별하는 프로세스를 추가하였다.

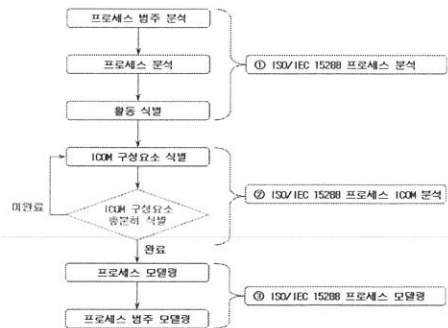


Fig. 7 Change activity of modeling

Table. 6 Additional identify ICOM of acquisite process

활동 ID	Inputs	Controls	Outputs	Mechanisms
a	획득자 요건		획득계획	
b	획득계획	획득자 요건	공급요구서	
c	공급요구서		전달된 공급요구서	
d	전달된 공급요구서	공급제안서	선정된 공급자 정보	
e	전달된 공급요구서	공급제안서	합의협상정보	
f	합의협상정보		합의평가결과	
g	제품, 서비스	합의협상정보	합의만족결과	
h	제품, 서비스	합의협상정보	대금, 다른 동의된 보상	

Table. 5를 보면 Table. 4에서 식별되지 않은 요소들이 식별되었다. 밑줄이 쳐진 ICOM 구성요소가 추가적으로 식별된 것이다.

3.2 ISO/IEC 15288 프로세스 모델링

ISO/IEC 15288의 각 프로세스의 ICOM 분석 결과를 통하여 IDEF0 다이어그램을 작성하였다. IDEF0의 모델링 도구로는 KBSI사의 AIOWin 6.0을 사용하여 모델링하였다.

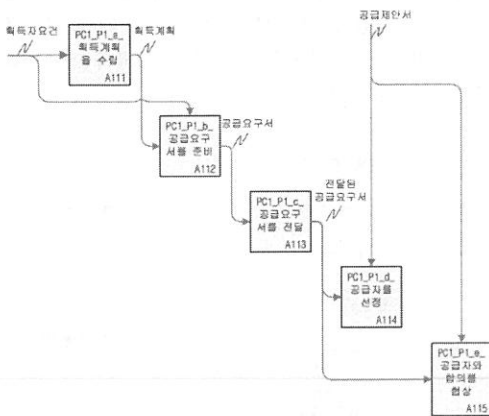


Fig. 8 Acquisite process diagram

Fig. 8은 획득 프로세스를 모델링 한 내용이다.

4. 결론

본 연구에서는 문자로 표현된 ISO/IEC 15288 프로세스를 상세화하여 ICOM분석을 하였고 이 결과를 통해 IDEF0를 작성하였다.

일반적으로 구조, 성능, 시험방법 및 용어만을 규정하고 있는 표준들은 명확한 기준을 제시하고 있으므로 이에 대한 만족을 시키기가 용이하나 시스템표준들은 만족하기 위한 통일된 지침을 표준에서 제시하고 있지 못하다. 더군다나 대부분의 표준들은 문자로써 표현이 되어있으며 문서기반으로 배포가 되고 있다. 구조, 성능, 시험방법 및 용어만을 규정하고 있는 표준들은 문자로 표현이 되어있어도 이해하는데 큰 어려움이 없으나 시스템표준은 프로세스를 다루고 있기 때문에 문자로만 표현이 되어있으면 직관적으로 이해하는데 어려움이 따른다. 이러한 어려움을 해결하기 위한 방법으로 시스템표준의 프로세스를 모델로 표현하는 것이 하나의 대안이 될 수 있다는 가정하에 본 연구를 수행하였으며 기존에 문자로 표현된 프로세스의 문제점을 부각시키려는 것이 목적이 아니라 기존에 문자로 표현된 프로세스의 이해를 위해 보완할 수 있다는 것을 나타내려고 하였다.

참고문헌

1. 기술표준원, 2004기술표준백서, 산업자원부, pp.54-56. 2005.
2. INCOSE SE Handbook Working Group, Systems Engineering Handbook Version 2a, INCOSE 2.2004.
3. Sarah A. Sheard, Jerome G. Lake, Systems Engineering Standards and Models Compared, Proceeding of the 8th Annual INCOSE Symposium. 1998.
4. Federal Information Processing Standards Publications, Announcing the Standard for Integration Definition for Function Modeling (IDEF0), National Institute of Standard and Technology, pp.7-8, 1993.