

**NATIONAL
STRATEGIC
SMART CITY
PROGRAM**

스마트시티 프로젝트 SE 적용방안

스마트시티
혁신성장동력 프로젝트

[1-4세부과제]

주관구기관-한국건설기술연구원
공동연구기관-미래안보산업전략연구원

목차

제1장	연구 배경 및 목적	15
	1. 연구배경	17
	2. 연구목적	19

제2장	SE 개념 검토	21
	1. SE 개요	23
	1. 시스템 정의	24
	2. SE 정의	28
	3. SE 표준 및 변천	28
	2. SE 프로세스	30
	1. 기술관리 프로세스	31
	2. 기술 프로세스	38
	3. 조직의 프로젝트지원 프로세스	65
	3. SE기반 기술검토회	69
	1. 시스템요구조건검토(SRR)	73
	2. 시스템기능검토(SFR)	73
	3. 기본설계검토(PDR)	74
	4. 상세설계검토(CDR)	75
	5. 시험준비상태검토(TRR)	75
	6. 기능적형상확인(FCA)	76
	7. 물리적형상확인(PCA)	76
	4. SE 적용 사례 및 효과	77
	1. SE 적용 사례	77
	2. SE 적용 효과	80
	5. SE 테일러링 방안	82
	1. 테일러링 프로세스	82
	2. SE와 PM 비교	83

스마트시티 SE 적응방향	85
1. 스마트시티 프로젝트의 사례검토	87
1. 네덜란드 암스테르담의 “도시문제 해결을 위한 오픈 플랫폼”	87
2. 캐나다 밴쿠버	88
3. 영국 글래스고	88
4. 핀란드 칼라사마타	89
5. 독일 함부르크	89
6. 스페인 스마트산탄데르	90
7. 프랑스 니스	90
8. 미국 산호세	91
9. 에스토니아 탈린밸리	91
10. 스페인 바로셀로나	92
11. 프랑스 파리	92
12. 일본 요코하마의 “건물 에너지 수급의 최적화”	93
13. 오스트리아 비엔나	93
14. 인도 아마라바티	94
15. 스마트네이션 싱가포르	95
2. 스마트시티 사업의 특성	96
1. 도시 구조	96
2. 도시 운용	96
3. 서비스	97
3. 스마트시티 사업특성을 고려한 적응방안	98
1. 목표 및 방향 설정	98
2. 제공 서비스	99
3. 수행 주체	100
4. 적용 기술	101

제4장

스마트시티 SE 적용방안	103
1. SE적용의 방향	105
1. 적용원칙	105
2. 적용 SE Method	106
3. SE 적용분야 선정	107
2. 스마트시티 V-Model Task 선별	110
1. SE 프로세스 적용범위	111
2. 표준적인 V-Model	115
3. 스마트시티 사업특성의 반영	115
4. 세부 SE분야의 특성 반영	117
5. 스마트시티 사업 V-Model	118
3. 스마트시티 V-Model 적용방안	119
1. PPP Level별 적용	119
2. SoS SE 적용	120
3. V-Model의 적용을 위한 사전 준비	121
4. SE 기술검토회의	122
1. 적용 기술검토회의 종류	122
2. 기준선(Baseline)	123
3. 기술검토회의 실시 시점	124
5. 스마트시티 사업의 SE 표준프로세스	125
1. 사업 및 임무분석 프로세스	127
2. 이해관계자 요구사항 정의 프로세스	128
3. 시스템 요구사항 정의 프로세스	129
4. 아키텍처 정의 프로세스	130
5. 설계 프로세스	132
6. 시스템 분석 프로세스	133
7. 구현 프로세스	134
8. 통합 프로세스	135
9. 검증 프로세스	136
10. 전환 프로세스	137

11. 확인 프로세스	138
12. 운용 프로세스	139
6. SE 적용 지원방안	140
1. 프로세스 측면의 적용	141
2. People 측면의 적용	148
3. SE 적용 지원 Tool	153

[참고문헌]	157
[부록]	157

표 차례

[표 1] SE 개념 참고문헌	23
[표 2] 시스템 수명주기	26
[표 3] 수명주기 접근법의 종류	27
[표 4] SE 표준의 주요 기원 및 연표	29
[표 5] SE의 기술관리 프로세스 구성	32
[표 6] 프로젝트 계획 프로세스 흐름도	33
[표 7] 프로젝트 평가 및 통제 프로세스 흐름도	33
[표 8] 의사결정 프로세스 흐름도	34
[표 9] 위험관리 프로세스 흐름도	34
[표 10] 형상 관리 프로세스 흐름도	35
[표 11] 정보 관리 프로세스 흐름도	35
[표 12] 성과측정 프로세스 흐름도	36
[표 13] 품질보증 프로세스 흐름도	36
[표 14] 획득계약 프로세스 흐름도	37
[표 15] 공급계약 프로세스 흐름도	37
[표 16] 니즈와 요구사항의 비교	39
[표 17] SE의 기술 프로세스 구성	40
[표 18] 사업 및 임무 분석 프로세스 흐름도	41
[표 19] 운용개념과 운영개념 차이	42
[표 20] 이해관계자 요구사항 정의 프로세스 흐름도	43
[표 21] 시스템 요구사항 정의 프로세스 흐름도	44
[표 22] 아키텍처 정의 프로세스 흐름도	46
[표 23] 설계 정의 프로세스 흐름도	49
[표 24] 시스템 분석 프로세스 흐름도	51
[표 25] 구현 프로세스 흐름도	52
[표 26] 통합 프로세스 흐름도	54
[표 27] 검증 프로세스 흐름도	55
[표 28] 전환 프로세스 흐름도	57

[표 29] 확인 프로세스 흐름도	59
[표 30] 운영 프로세스 흐름도	61
[표 31] 유지보수 프로세스 흐름도	62
[표 32] 폐기 프로세스 흐름도	64
[표 33] SE의 조직의 프로젝트지원 프로세스 구성	65
[표 34] 수명주기모델관리 프로세스 흐름도	66
[표 35] 기반구조관리 프로세스 흐름도	66
[표 36] 포트폴리오관리 프로세스 흐름도	67
[표 37] 인적자원관리 프로세스 흐름도	67
[표 38] 품질관리 프로세스 흐름도	68
[표 39] 지식관리 프로세스 흐름도	68
[표 40] 기술검토회 절차	70
[표 41] 기술검토회 종류	71
[표 42] 시스템요구조건검토(SRR) 흐름도	73
[표 43] 시스템기능검토(SFR) 흐름도	74
[표 44] 기본설계검토(PDR) 흐름도	74
[표 45] 상세설계검토(CDR) 흐름도	75
[표 46] 시험준비상태검토(TRR) 흐름도	75
[표 47] 기능적형상확인(FCA) 흐름도	76
[표 48] 물리적형상확인(FCA) 흐름도	76
[표 49] 테일러링 프로세스 흐름도	82
[표 50] 도시 변화 유형별 고려사항	99
[표 51] SE 적용원칙	105
[표 52] SE Method	106
[표 53] 서비스 SE 적용관점	107
[표 54] SoS 적용 고려사항	109
[표 55] PM과 SE 비교	112
[표 56] 스마트시티 사업 특성 반영사항	116
[표 57] 세부 SE분야 특성 반영사항	117
[표 58] V-Model 적용을 위한 준비 요소	121
[표 59] 기술검토회 종류	123

[표 60] 스마트시티 사업의 SE 표준프로세스	125
[표 61] 체계공학계획서(SEP) 핵심 내용	142
[표 62] SE 표준 프로세스 관리 방안	143
[표 63] 테일러링 종류	145
[표 64] SE 표준 프로세스 지속 개선 방안	147
[표 65] PPP Level별 이해관계자 식별	148
[표 66] 이해관계자 분류	149
[표 67] PPP Level별 역할 정의	151
[표 68] INCOSE 자격 인증제도	152
[표 69] KCOSE 자격 인증제도	153

그림 차례

[그림 1] 일반시스템 구성 예시	24
[그림 2] 복합시스템 구성 예시	24
[그림 3] 일반 수명주기(ISO/IEC/IEEE 15288:2015)	25
[그림 4] 반복과 재귀적 방법의 수명주기 접근법(예시)	27
[그림 5] SE 표준 기원과 변천	29
[그림 6] 니즈의 시스템 요구사항 변환 흐름	38
[그림 7] 요구사항, 아키텍처, 설계의 하향식 전개	48
[그림 8] 단계 전환 판정을 위한 기술검토	69
[그림 9] 기술검토회 프로세스	70
[그림 10] 기술검토회 실시 시점	72
[그림 11] 기술검토회 및 대상산출물	72
[그림 12] 스마트 콜럼버스 프레임워크	79
[그림 13] SE 적용 경제적 효과	80
[그림 14] 시간경과에 따른 수명주기 비용 누적률	81
[그림 15] 사업관리와 공학 영역	83
[그림 16] PM BoK프로젝트관리와 SE BoK 기술관리	84
[그림 17] 스마트시티사업 적용 V-Model	110
[그림 18] SE 프로세스 구성	111
[그림 19] SE 프로세스와 PM과의 관계	113
[그림 20] SE 기술 프로세스와 PM의 적용방안	114
[그림 21] 표준 V-Model	115
[그림 22] 스마트시티 사업 V-Model	118
[그림 23] PPP Level별 V-Model 적용 방안	119
[그림 24] 스마트시티 사업 기술검토회의 시점	124
[그림 25] SE 적용 지원 방안	140
[그림 26] 프로세스 측면의 SE 적용 절차	141
[그림 27] SE 테일러링 프로세스	144

[그림 28] SE 표준 프로세스 개선 중장기 로드맵	146
[그림 29] PPP Level별 PMS 기능	154
[그림 30] PAL(Project Asset Library 관리체계	156

제1장

연구 배경 및 목적

1

1

연구배경

현재 추진중인 스마트시티 혁신성장동력 프로젝트는 복합적 성격을 지닌 대형 사업으로서 여타 프로젝트보다 체계적이고 정밀한 관리가 요구된다고 할 수 있으며, 더 나아가 대부분의 스마트시티 관련 사업들은 해당 사업의 성패에 대한 여파가 크고 넓은 관계로 체계적인 관리 방법의 기초를 갖추고 그를 발전시켜 나아가야 할 필요성이 있다.

- 스마트시티 사업은 Delivery가 적용되는 분야가 다양한 사업으로서, 단일 프로젝트 관리 기술로는 한계가 있음.
- 스마트시티 사업은 대부분 대형의 SoS사업으로 PPP(Portfolio-Program-Project) 계층구조를 아우르고 동시에 관리할 수 있는 수준의 체계적 사업관리기술이 필요함
- 또한, 스마트시티는 다양한 이해관계자그룹(중앙정부, 지방정부, 공공기관, 민간기업, 대학, 연구소, 비영리기관, 시민단체 등)이 도시운영에 관여하는 통합 가상 집합체로서 도시모형과 시스템적으로 연계-구현하는 것이 필요함

스마트시티 사업에서 관련 서비스의 성공적 제공 기반을 마련하기 위하여, 시스템 간의 연계 및 통합을 위해 요구되는 기술의 성능 수준과 요구조건들을 보다 명확히 정의하고, 각 구성 요소 간 상호관계를 정밀하게 모형화하여 실행할 필요가 있으므로 그에 적절한 관리체계로서 SoS(System of Systems) 시스템 엔지니어링 기법의 적용이 필요하다 할 수 있다.

데이터기반의 개방형 스마트시티 모델을 개발하는 스마트시티혁신성장동력프로젝트 사업단(이하 ‘사업단’)의 서비스들과 여타의 스마트시티 사업의 서비스들은 복잡도가 높고 규모가 큰 시스템결합형(System of Systems) 과제이므로 기존 프로젝트관리기법과 더불어 시스템엔지니어링 기법을 적용하여 시스템을 구성하는 요소들의 유기적 통합 및 연계, 상호작용 등을 확인하고 최적화된 시스템의 성능을 검증하여 사업의 성공적인 실현에 접근할 수 있을 것으로 판단한다.

Standish Group의 조사 결과에 따르면 IT 프로젝트의 74%가 실패한다고 하며 주요 요인으로는 “부정확한 요구사항”, “사용자 환경에 대한 이해 부족”, “불충분한 자원”, “비현실적인 사용자의 기대치”, “불충분한 프로젝트 계획” 등이 있다.

이에, 프로젝트를 효과적으로 관리하고 성공률을 극대화하기 위해서는 “요구사항(requirement)의 구체화”, “사용자 환경 정밀분석”, “연계도 구체화” 등이 필요하며, 이를 시스템적으로 정밀하게 관리할 필요가 있다.

시스템엔지니어링(System Engineering : SE)은 복잡한 시스템을 개발함에 있어, 고객의 요구를 만족시키는 통합된(Integrated), 수명주기(life cycle)적 균형설계조합을 구성하고 검증하기 위한 기술적 접근방법으로 스마트시티 사업에 유효한 관리수단이다.

2

연구목적

스마트시티 사업의 서비스 개발환경은 여러 분야 기술이 통합된 매우 복잡한 복합 시스템으로 개발 기간이 매우 길고 엄청난 비용이 투자되는 대형 SoS 상황의 프로젝트 형태를 띠고 있으므로 시스템 개발에 따른 위험이 매우 높아졌다.

또한, 기술의 변화가 매우 빠르며 정보통신 기술의 발전으로 변화된 기술은 쉽게 전파되어 시장에서의 경쟁은 심화 되었으며, 소프트웨어 중심 시스템 개발의 복잡성과 통합단계의 검증의 불확실성을 초래하게 되었다. 이러한 개발환경의 변화는 다분야의 또는 분야 간의 효과적 융합, 통합적인 사고와, 시스템 수명주기를 고려한 균형 잡힌 시스템 개발을 요구하는 시스템엔지니어링(SE, Systems Engineering) 프로세스의 적용에 의한 체계적인 관리절차 없이는 성공적인 시스템 개발이 어렵게 되었다. (Stevens et al., 1998)

시스템엔지니어링은 ‘고객의 필요를 만족하는 통합된 시스템 생명주기의 균형 잡힌 시스템의 해결책을 개발하고 검증하는 학제간 프로세스이며, 문제정의, 대안조사, 아키텍팅, 시스템 모델, 통합, 시스템 개발 및 성능평가를 하향식, 포괄적이며 반복적으로 문제를 풀어나가는 프로세스이며, 다학제 및 학제간의 다양한 지식과 실질적인 경험을 바탕으로 진화해온 특수 전공분야로서 대형 복합시스템의 개발에 필수적인 분야이다.

따라서 이 연구의 목적은 스마트시티 사업 분야에 체계적이고 정밀한 관리를 위하여 SE를 적용하는 방안을 도출하여 장기적인 정착을 위한 방안들을 제시하는 것이다.

이를 위하여 연구를 통하여 SE의 개념을 검토하고 해외 스마트시티 사업들을 검토하여 스마트시티 사업의 특징을 정의하고 그를 수용하기 위한 SE적용 방안을 도출한다. 세부적으로는 SE적용을 위하여 V-Model, SE 기술검토회의 적용과 스마트시티 사업에 적용할 표준 프로세스, 적용지원방안을 제시하는 것을 목표로 한다.

- 스마트시티 사업에 적절한 표준 프로세스 제시
- 대형의 복합시스템(SoS) 상황을 고려한 적용방안 도출
- PPP(Portfolio-Program-Project) 레벨을 고려한 체계적 기술관리 체계의 도입
- PM (Project Management Methology)과 SE를 어찌 조화하여야 하는지에 대하여 제시
- 장기적으로 스마트시티 사업분야에 SE를 발전/정착하는 방안에 대한 검토

제2장
SE 개념 검토

2

1

SE 개요

스마트시티 사업에 대한 시스템엔지니어링 적용방안을 도출하기에 앞서 시스템엔지니어링(SE, System Engineering)의 기본적인 개념을 먼저 고찰해보기로 한다.

SE에 관한 모든 내용을 담기보다는 실무적으로 활용하는데 필요한 “프로세스”와 후속 단계로 진행할 준비가 되었는지 점검을 통해 위험요소를 조기에 식별하고 계획을 조정함으로써 시간과 비용의 낭비를 방지하는데 유용한 ”기술검토회“를 중심으로 살펴보기로 한다.

시스템 및 소프트웨어 수명주기 프로세스 표준인 ISO/IEC/IEEE15288:2015를 제시하는 INCOSE에서 발간한 “Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), version 2.3“과 “Systems Engineering Handbook 4th Edition”을 기본으로 참고하고, “시스템엔지니어링 가이드북 version 1.0(2007, 방위사업청)”, “SE기반 기술검토회의 가이드북(2017, 방위사업청)”, “방위사업에 적용 가능한 체계공학(SE) 표준 및 절차연구(2015, 방위사업청)”를 보조적으로 참고하여 최대한 이해하기 쉬운 내용으로 정리하였다.

[표 1] SE 개념 참고문헌

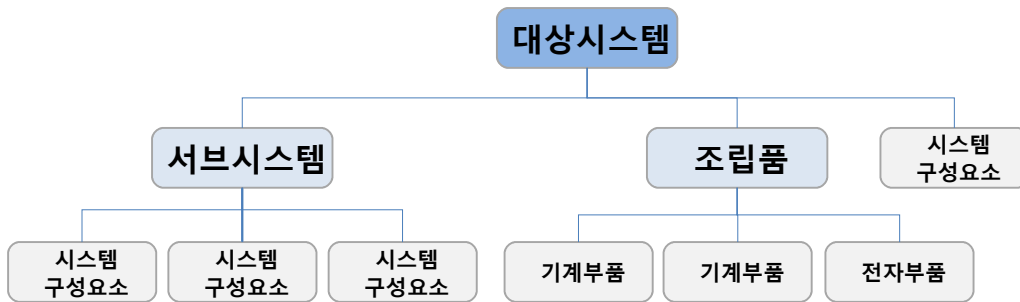
문헌	발행처	발행년도
Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), version 2.3	INCOSE ¹⁾	2015
Systems Engineering Handbook 4th Edition	INCOSE	2015
시스템엔지니어링 가이드북 version 1.0	방위사업청	2007
SE기반 기술검토회의 가이드북	방위사업청	2017
방위사업에 적용 가능한 체계공학(SE) 표준 및 절차연구	방위사업청	2015

1) the International Council on Systems Engineering()

1. 시스템 정의

1) 일반시스템 정의

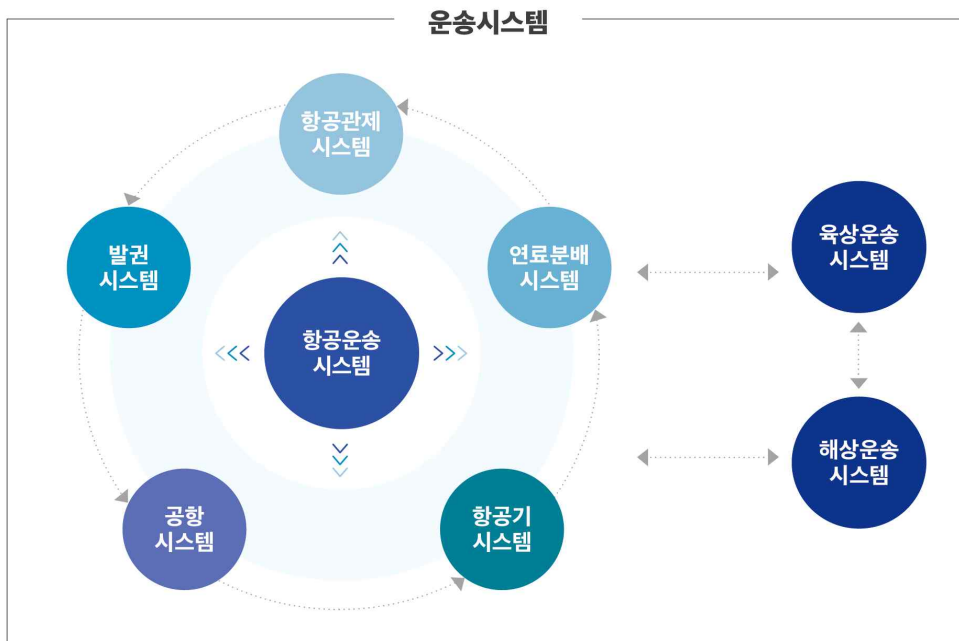
시스템은 명시된 목표를 달성하는 구성요소, 하부 시스템, 또는 조립품이 하나로 통합된 집합체를 의미하며, 구성요소로는 제품(하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어), 프로세스, 사람, 정보, 기술, 설비, 서비스, 기타 지원 요소 등이 있다. 하나 혹은 여러 가지 목표를 달성하도록 상호작용하는 구성요소의 조합이다(ISO/IEC/IEEE 15288).



[그림 1] 일반시스템 구성 예시

2) 복합시스템(SoS) 정의²⁾

복합시스템(SoS, System of Systems)은 운영 혹은 관리를 위해 여러 개의 시스템으로 구성된 시스템을 말하며, 구성된 여러 가지 시스템들이 서로 연계되고 통합되어서 운영되고 관리된다.



[그림 2] 복합시스템 구성 예시

2) INCOSE Systems Engineering Handbook(4th Edition), 2015

3) 수명주기 정의

시스템 수명주기는 시스템의 개발, 생산, 이용, 지원, 더 나아가서 퇴출에 이르는 일련의 단계들로 정의된다. 시스템 수명주기를 정의하는 목적은 전체 수명주기에

서 이해관계자들의 필요를 효율적이고 체계적으로 충족하기 위한 프레임워크를 구축하기 위함이다. 각 수명주기 단계 말에 다음 단계로 이행할 준비가 되었는지를 판단하기 위한 의사결정 게이트 (Decision Gate)를 활용하기 위해 시스템 수명주기를 정의한다. 시스템 수명주기는 해당 시스템의 특성, 목적, 용도, 환경에 따라 다양하게 나누어진다.

아래는 가장 일반적인 시스템 수명주기이며 개념 단계, 개발 단계, 생산 단계, 이용 단계, 지원 단계, 퇴출 단계의 6개 수명주기 단계로 구분한 예시이다. 각 수명주기 단계마다 의사결정 게이트가 존재한다.

수명주기	개념 단계	개발 단계	생산 단계	이용 단계	퇴출 단계
				지원 단계	
의사결정 게이트(예시)	▲ 개념승인	▲ 개발승인	▲ 생산승인	▲ 운영승인	▲ 퇴출승인

[그림 3] 일반 수명주기(ISO/IEC/IEEE 15288:2015)

개념단계, 개발단계, 생산단계, 이용 단계, 지원 단계, 퇴출 단계 등 수명주기 단계에서 수행하는 주요 활동은 다음과 같다.

[표 2] 시스템 수명주기

수명주기	주요 활동
개념 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템의 신규개발이나 개선 필요성 인식 • 탐색연구활동을 통해 새로운 아이디어나 인에이블링 기술과 수행 능력 연구 : 상위 예비개념을 정의하여 기술성숙도 평가하고 비용 및 일정 추정치 제시 • 복수의 시스템 개념을 도출하여 평가를 통해 개념을 선택함 : mock-up³⁾ 혹은 prototype 개발, modeling & simulation, 시제품 제작 등을 활용함 • 시스템 개념과 핵심 구성요소 및 아키텍처를 정의하고 통합·검증·확인(IV&V) 계획을 수립
개발 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 이해관계자 요구사항을 충족시키고 생산·이용·지원·퇴출이 가능한 대상시스템을 정의하고 구현 • 이해관계자 요구사항과 함께 사업 및 임무 요구를 시스템 요구사항으로 상세화 • 시스템 요구사항을 충족하고 제약사항을 고려하도록 아키텍처를 정의하고 설계를 수행함 • 하드웨어 및 소프트웨어 구성요소를 제작하거나 코딩함 • 통합·검증·확인(IV&V) 계획 수립하여 실행함
생산 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템을 생산하거나 제조함 • 생산 상의 문제 해결이나 생산비 절감, 제품·시스템 수행능력 향상을 위해 제품 수정이 필요할 수도 있음
이용 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템을 사전에 정의된 환경에서 운영하고 서비스를 제공함 • 필요 시 시스템 수행능력 향상을 위해 업그레이드를 실시함
지원 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템의 지속적인 운영이 가능한 서비스를 제공함 • 필요 시 지원 문제 해결, 운영비 절감, 수명 연장을 위해 시스템 수정을 실시함
퇴출 단계	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템과 관련 서비스를 폐기하는 단계이며, 개념 단계에서 시스템을 정의할 때 퇴출 계획을 함께 수립함

4) 수명주기 접근법

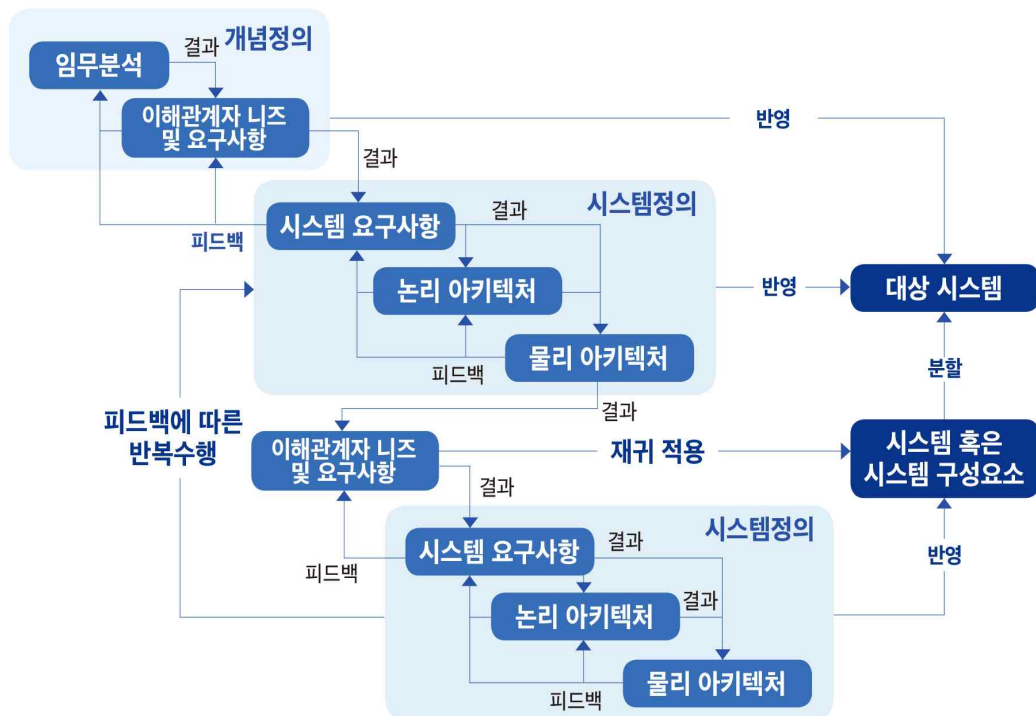
수명주기 접근법에는 반복과 재귀적 방법, 순차적 방법, 점증·반복적 방법 등이 존재한다.

3) 크기의 모형

[표 3] 수명주기 접근법의 종류

수명주기 접근법	주요 특징
반복과 재귀적 방법	<ul style="list-style-type: none"> 수명주기 프로세스에 피드백 루프를 적절하게 추가하여 반복(iteration)과 재귀(recursion)을 적용을 통해 추가적인 분석이나 프로세스 적용을 통한 학습 결과가 축적되고 기술적인 해결 방안이 발전되면 업무 혹은 사업 니즈를 효과적이면서 효율적으로 충족할 수 있음.
순차적 방법	<ul style="list-style-type: none"> 요구사항 정의에서 설계를 거쳐 최종 제품에 이르기까지 시스템이 정해진 절차에 따라 프로세스를 수행함. 문서화의 완전성, 요구사항 추적성 및 사후 검증성에 중점을 두는 방법으로 V 모델이 대표적임.
점증·반복적 방법	<ul style="list-style-type: none"> 어떤 프로젝트의 초기능력을 제시하고 이어서 연속적으로 납품하면서 원하는 대상 시스템에 진화적으로 도달하는 접근법임. 신속한 가치 창출과 대응성을 높이는데 중점을 두는 방법으로 진화적 개발로 불리는 IID 방법론, 점증적 이행 나선형 모델 등이 있음.

수명주기 다이어그램은 대체로 순차적인 접근법으로 표현하지만 각 단계의 세부 활동들은 반복과 재귀적 방법, 점증·반복적 방법이 내포되어 있으며, 이 가운데 반복과 재귀적 방법의 수명주기 접근법⁴⁾은 다음 그림과 같다.



[그림 4] 반복과 재귀적 방법의 수명주기 접근법(예시)

4) Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), version 2.3 Part 3, 2020, INCOSE

- 임무분석을 통해서 이해관계자 니즈 및 요구사항을 도출하면서 역으로 임무분석에 반영할 사항을 피드백하여 임무분석의 완성도를 높인다.
- 이해관계자 니즈 및 요구사항을 구현하기 위해서 2개의 시스템으로 나누어야 한다면, 이해관계자 니즈 및 요구사항도 시스템별로 구분하여 할당하고 후속 단계는 시스템 단위로 진행한다.
- 첫 번째 시스템의 이해관계자 니즈 및 요구사항을 시스템 요구사항으로 구체화하고 역으로 이해관계자 니즈 및 요구사항에 반영할 사항을 피드백하여 이해관계자 니즈 및 요구사항 분석의 완성도를 높인다. 시스템 요구사항은 이를 충족하는 논리적 아키텍처와 물리적 아키텍처로 정의하고 그 과정에서 시스템 요구사항에서 누락되거나 요구사항을 구체화해야 할 사항은 역으로 시스템 요구사항으로 피드백하여 반영한다.
- 두 번째 시스템의 요구사항의 구체화와 아키텍처 정의도 첫 번째 시스템과 동일한 프로세스를 재귀적으로 적용한다.
- 아키텍처 정의를 통해 하위 요소(서브시스템 혹은 시스템 구성요소)로 나누어진다면 위의 프로세스를 모든 하위 요소에 대해 재귀적으로 적용한다.

2. SE 정의

시스템엔지니어링(SE, Systems Engineering)의 목적은 사용자 니즈를 충족하는 양질의 제품이나 서비스 제공하는 것이다. SE는 모든 고객의 기술적 니즈는 물론 사업적 니즈까지 고려하여, 다양한 분야의 전문가들을 하나의 팀으로 통합하여 전체 수명주기(개념 정의, 개발, 생산, 운영, 지원, 폐기)에 걸쳐 구조화된 프로세스를 적용하여 성공적인 시스템의 실현을 달성하는 활동이다(INCOSE, 2004).

3. SE 표준 및 변천

SE는 미 국방표준인 MIL-STD-499를 제정하여 발전하였으며 냉전 시대가 종식과 함께 폐기하였다. 이후, 미국 민간부문에서 표준 제정의 필요성이 제기되어 전자산업협회(EIA)⁵⁾에서는 EIA632를, 전기전자공학협회(IEEE)⁶⁾는 IEEE 1220이라는 민간 표준을 제정하였다.

국제 시스템엔지니어링 표준은 2002년 IEEE 1220을 준용하여 ISO/IEC 15288이 제정되었고, 2003년 에 ISO규격에 IEEE가 통합되어 ISO/IEC/IEEE 15288이 제정되었다.

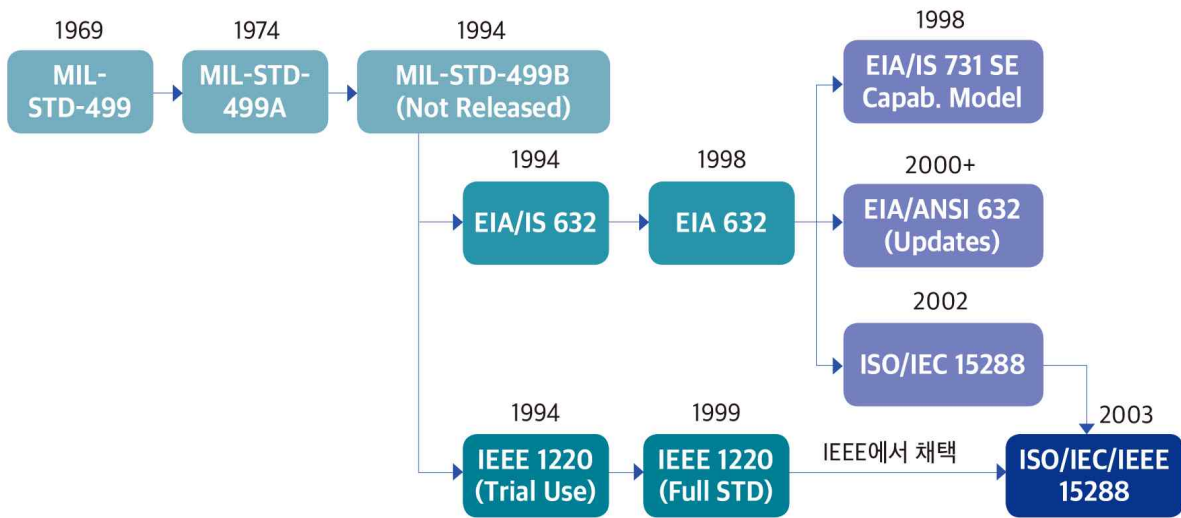
5) : EIA, Electronic Industries Association

6) 전기전자공학협회: IEEE, the Institute of Electrical and Electronic Engineers

[표 4] SE 표준의 주요 기원 및 연표

1969	MIL-STD-499
1994	EIA 632 IS(잠정 표준)과 IEEE 1220(시험판) 발표되어 MIL-STD-499 대체
1998	EIA 632 발표
1999	IEEE 1220 발표
2002	ISO/IEC 15288 발표
2003	IEEE에서 ISO/IEC 15288 채택하여 ISO/IEC/IEEE 15288 제정

SE는 군사적인 목적으로 MIL-STD-499에서 출발하여 MIL-STD-499A로 발전하였고 MIL-STD-499B로 개정되었으나 발표되지 못하고 냉전 시대가 종식과 함께 폐기되었다. 이후, 미국 민간부문에서 MIL-STD-499B를 활용하여 EIA632과 IEEE 1220이라는 민간 표준을 제정하였고, 2002년 IEEE 1220을 준용하여 국제 시스템엔지니어링 표준인 ISO/IEC 15288이 제정되어 ISO규격에 IEEE가 통합됨으로써 ISO/IEC/IEEE 15288이 제정되었다.



[그림 5] SE 표준 기원과 변천

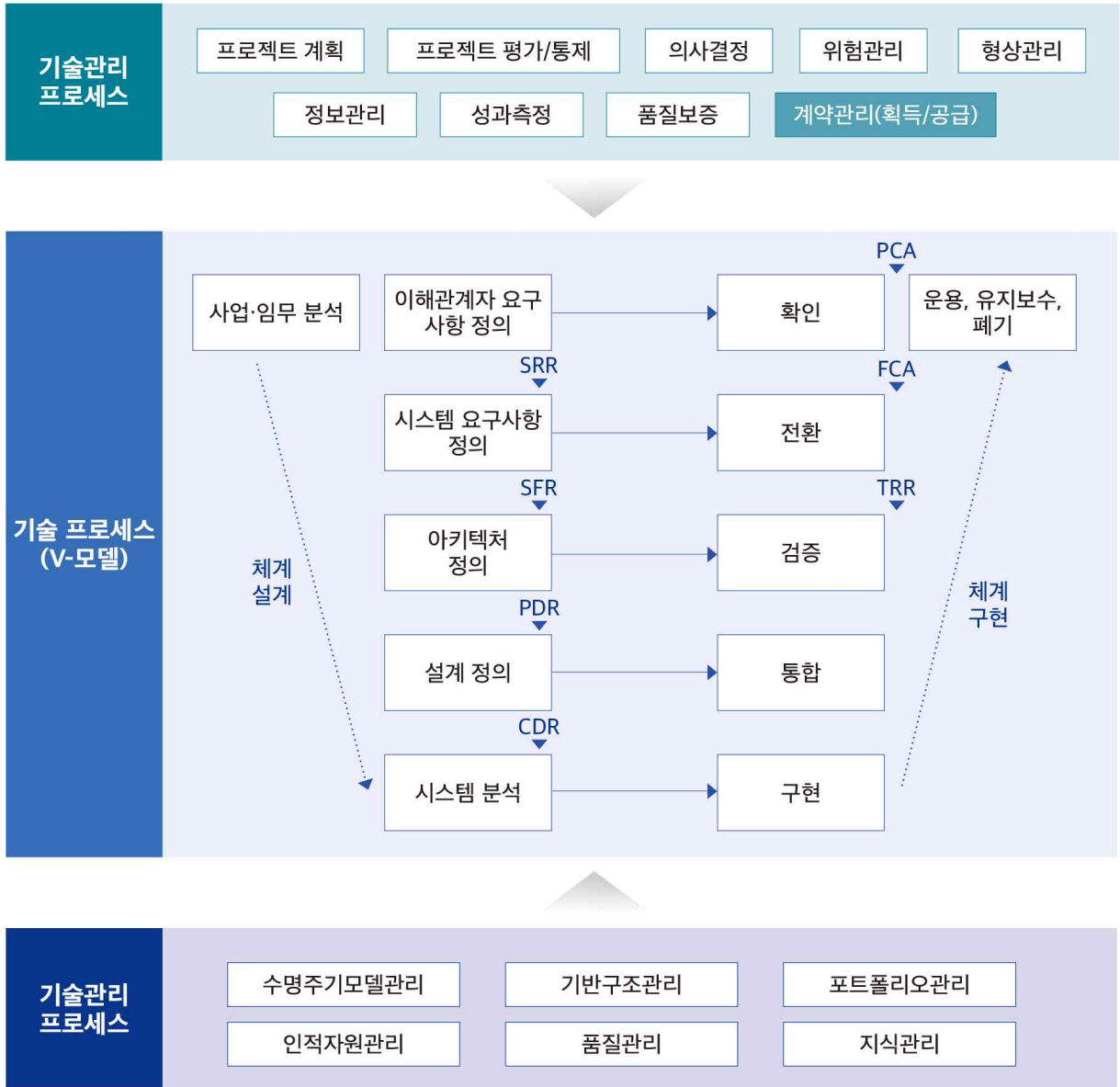
2

SE 프로세스

- ISO/IEC/IEEE 15288 기준의 SE(시스템엔지니어링) 프로세스는 크게 3가지 프로세스 그룹으로 구성된다.

프로세스 그룹	설명
기술관리 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> • 사업 계획을 수립하고 계획 대비 실적을 평가하고, 사업이 종료될 때까지 사업을 모니터링하고 통제함 • ※ SE Handbook에서는 계약관리 프로세스 그룹이 별도로 분리되어 있으나 본 연구보고서에서는 기술관리 프로세스 그룹에 포함 시킴
기술 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 요구사항을 정의하고 요구사항을 제품 및 서비스로 효과적으로 구현하고 검증하며, 필요한 경우 제품을 일관되게 재생산할 수 있게 함
조직의 프로젝트지원 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 및 서비스를 획득하거나 공급할 수 있도록 조직 차원에서 지원하는 활동이며, 이해관계자들의 요구와 기대를 충족하는데 필요한 자원 및 인프라를 제공하고, 품질척도를 설정하여 감독함

- 위의 SE 프로세스를 전체적으로 도식화하면 다음과 같다.



1. 기술관리 프로세스

- ISO/IEC/IEEE 15288에서 기술관리 프로세스(Technical Management Processes)는 프로젝트 계획의 수립 및 변경, 계획 실행, 계획 대비 실적과 진도 평가, 실행 통제를 통해 프로젝트 계획을 이행하기 위해 사용한다.
- 계약관리 프로세스(Agreement Management Process)는 ISO/IEC/IEEE 15288에서 별도의 프로세스 그룹으로 제시되어 있지만 프로젝트지원에 해당하는 프로세스여서 본 연구보고서에서는 기술관리 프로세스에 포함시킨다.

- 따라서, 기술관리 프로세스에는 프로젝트 계획 수립, 프로젝트 평가 및 통제, 의사결정관리, 위험관리, 형상관리, 정보관리, 성과측정, 품질보증(QA), 획득계약, 공급계약 등 10개의 프로세스로 구성된다.

[표 5] SE의 기술관리 프로세스 구성

프로세스	설명
프로젝트 계획	효과적으로 수행할 수 있는 프로젝트를 계획하도록 관리함
프로젝트 평가 및 통제	프로젝트 목표를 달성하기 위하여 계획에 따라 예산한도 내에서 수행되고 있는지 평가하고 통제하도록 관리함
의사결정	프로젝트 수행 중 직면한 문제에 대한 여러 대안이 존재할 때 프로젝트를 위한 최선의 수행 방안을 선택할 수 있게 관리함
위험관리	품질, 비용, 일정 또는 기술적 성능에 변화를 초래할 수 있는 불확실한 상황에 의한 영향을 감소하도록 관리함
형상관리	프로젝트 또는 프로세스의 식별된 결과물의 완전성을 정립 및 유지하여 관련 당사자들이 가용하도록 함
정보관리	시스템 수명주기 동안 또는 그 후에 완전하고 가치 있는 자료(비밀 정보 포함)를 적시에 지정된 당사자들에게 제공함
성과측정	제품을 목적에 적합하게 가시화하고, 프로세스의 효과적인 관리를 지원함
품질보증	조직의 효과적인 프로젝트 품질관리 절차의 적용을 보장하도록 관리함
획득계약	획득자의 요구사항에 따라 제품 또는 서비스를 확보함
공급계약	계약에 맞는 제품 또는 서비스를 획득자에게 제공함

1) 프로젝트 계획 프로세스

프로젝트 계획 프로세스는 효과적으로 수행할 수 있는 프로젝트를 계획하고 이를 조정하는 데 있으며, 주요 활동으로는 프로젝트 정의, 프로젝트 및 기술관리 계획수립, 프로젝트 착수로 구분된다.

[표 6] 프로젝트 계획 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 조직 비전/전략 프로젝트 포트폴리오 수명주기 모델 프로젝트 방침 프로젝트 테일러링전략 프로젝트 Lessons Learned 품질보증계획 문서표준 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 정의 프로젝트 및 기술관리 계획 프로젝트 착수 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템엔지니어링 관리계획서 (SEMP) 프로젝트 제약사항 프로젝트 인프라 니즈 프로젝트 인적자원 니즈 업무분해구조(WBS) 프로젝트 일정 프로젝트 예산 획득 니즈 프로젝트 계획 기록

2) 프로젝트 평가 및 통제 프로세스

프로젝트 평가 및 통제 프로세스의 목적은 프로젝트가 기술 목표를 만족시키기 위하여 예산한도 내에서 계획 및 일정에 따라 수행되고 있는지 평가하고 통제하는 데 있으며, 주요 활동으로는 프로젝트 평가·통제 계획, 프로젝트 평가, 프로젝트 통제로 구분된다.

[표 7] 프로젝트 평가 및 통제 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 업무분해구조(WBS) 프로젝트 일정 프로젝트 예산 절차서 보고서 형상 기준선 정보 저장소 측정 저장소 품질관리 시정조치 품질보증 평가보고 확인된 요구사항 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 평가통제 계획 프로젝트 평가 프로젝트 통제 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 평가통제 전략 프로젝트 성과 측정지표 니즈 프로젝트 성과 측정지표 데이터 프로젝트 상태 보고 프로젝트 통제 요청 프로젝트 변경 요청 프로젝트 경험적 교훈 프로젝트 평가통제 기록

3) 의사결정 프로세스

의사결정 관리 프로세스의 목적은 프로젝트 수행 중 직면한 문제에 대한 여러 대안이 존재할 때 프로젝트를 위한 최선의 수행 방안을 선택하는 데 있으며, 주요 활동으로는 의사결정 계획 및 정의, 의사결정 정보 분석, 의사결정 수행 및 관리로 구분된다.

[표 8] 의사결정 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정 상황 	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정 계획 및 정의 • 의사결정 정보 분석 • 의사결정 수행 및 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정 관리 전략 • 의사결정 보고 • 의사결정 기록

4) 위험관리 프로세스

위험관리 프로세스의 목적은 품질, 비용, 일정 또는 기술적 성능에 변화를 초래할 수 있는 불확실한 상황에 의한 영향을 감소시키는 데 있으며, 주요 활동으로는 위험관리 계획, 위험 프로파일 관리, 위험 분석, 위험 처리, 위험 감시로 구분된다.

[표 9] 위험관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 후보 위험 및 기회 	<ul style="list-style-type: none"> • 위험관리 계획 • 위험 프로파일 관리 • 위험 분석 • 위험 처리 • 위험 감시 	<ul style="list-style-type: none"> • 위험관리 전략 • 위험 보고 • 위험 기록

5) 형상 관리 프로세스

형상 관리 프로세스의 목적은 프로젝트 또는 프로세스의 식별된 결과물의 완전성을 정립하고 유지하여 관련 당사자들이 사용할 수 있게 하는데 있으며, 주요 활동으로는 형상 관리 계획, 형상 식별, 형상 변경 관리, 형상 현황 보고, 형상 평가, 배포 통제로 구분된다.

[표 10] 형상 관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 후보 형상 항목 프로젝트 변경 요청 	<ul style="list-style-type: none"> 형상 관리 계획 형상 식별 형상 변경 관리 형상 현황 보고 형상 평가 배포 통제 	<ul style="list-style-type: none"> 형상 관리 전략 형상 기준선 형상 관리 보고 형상 관리 기록

6) 정보관리 프로세스

정보관리 프로세스의 목적은 시스템 수명주기 동안이나 이후에 정해진 당사자들에게 완전하고 가치 있는 정보(필요 시, 비밀 정보 포함)를 적시에 제공하는 데 있으며, 주요 활동으로는 정보관리 계획, 정보관리로 구분된다.

[표 11] 정보 관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 후보 정보 항목 프로젝트 변경 요청 	<ul style="list-style-type: none"> 정보관리 계획 정보관리 	<ul style="list-style-type: none"> 정보 관리 전략 정보 저장소 정보 관리 보고 정보 관리 기록

7) 성과측정 프로세스

성과측정 프로세스의 목적은 제품을 목적에 적합하게 가시화하고, 프로세스의 효과적인 관리를 지원하는 데 있으며, 조직 내에서 개발·이행된 프로세스와 관련된 데이터를 수집·분석·보고하는 데 목적이 있으며, 주요 활동으로 성과측정 계획과 성과측정으로 구분된다.

[표 12] 성과측정 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 성과측정 니즈 성과측정 데이터 	<ul style="list-style-type: none"> 성과측정 계획 성과측정 	<ul style="list-style-type: none"> 성과측정 전략 성과측정 저장소 성과측정 보고 성과측정 기록

8) 품질보증 프로세스

품질보증 프로세스의 목적은 조직의 효과적인 프로젝트 품질관리 절차의 적용을 보장하는 데 있으며, 주요 활동으로는 품질보증 계획, 제품·서비스 평가, 프로세스 평가, 품질보증 기록 및 보고 관리, 사건 및 문제 처리로 구분된다.

[표 13] 품질보증 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 품질관리 지치 품질관리 계획 품질관리 보고 품질관리 시정조치 	<ul style="list-style-type: none"> 품질보증 계획 제품 서비스 평가 프로세스 평가 품질보증 기록 및 보고 관리 사건 및 문제 처리 	<ul style="list-style-type: none"> 품질보증 계획 품질보증 보고 품질보증 평가 보고 품질보증 기록

9) 획득계약 프로세스

획득계약 프로세스의 목적은 획득자의 요구사항에 따라 제품 또는 서비스를 확보하는 데 있으며, 주요 활동으로는 획득 계획, 획득 공고 및 공급자 선정, 획득 계약 체결 및 유지, 획득계약 감시, 제품·서비스 수락으로 구분된다.

[표 14] 획득계약 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 조직 전략 계획 • 획득 니즈 • 인에이블링⁷⁾ 시스템 요구사항 • 획득 응답 • 획득된 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 획득 계획 • 획득 공고 및 공급자 선정 • 획득계약 체결 및 유지 • 획득계약 감시 • 제품·서비스 수락 	<ul style="list-style-type: none"> • 획득 전략 • 공급 요청 • 획득 계약 • 수락된 시스템 및 시스템 구성요소 • 획득 대금지급 • 획득 보고 • 획득 기록

10) 공급계약 프로세스

공급계약 프로세스의 목적은 계약에 맞는 제품 또는 서비스를 획득자에게 제공하는 데 있으며, 주요 활동으로는 공급 계획, 응찰(제안서 작성 및 제출), 공급계약 체결 및 유지, 공급계약 이행, 제품·서비스 인도 및 지원으로 구분된다.

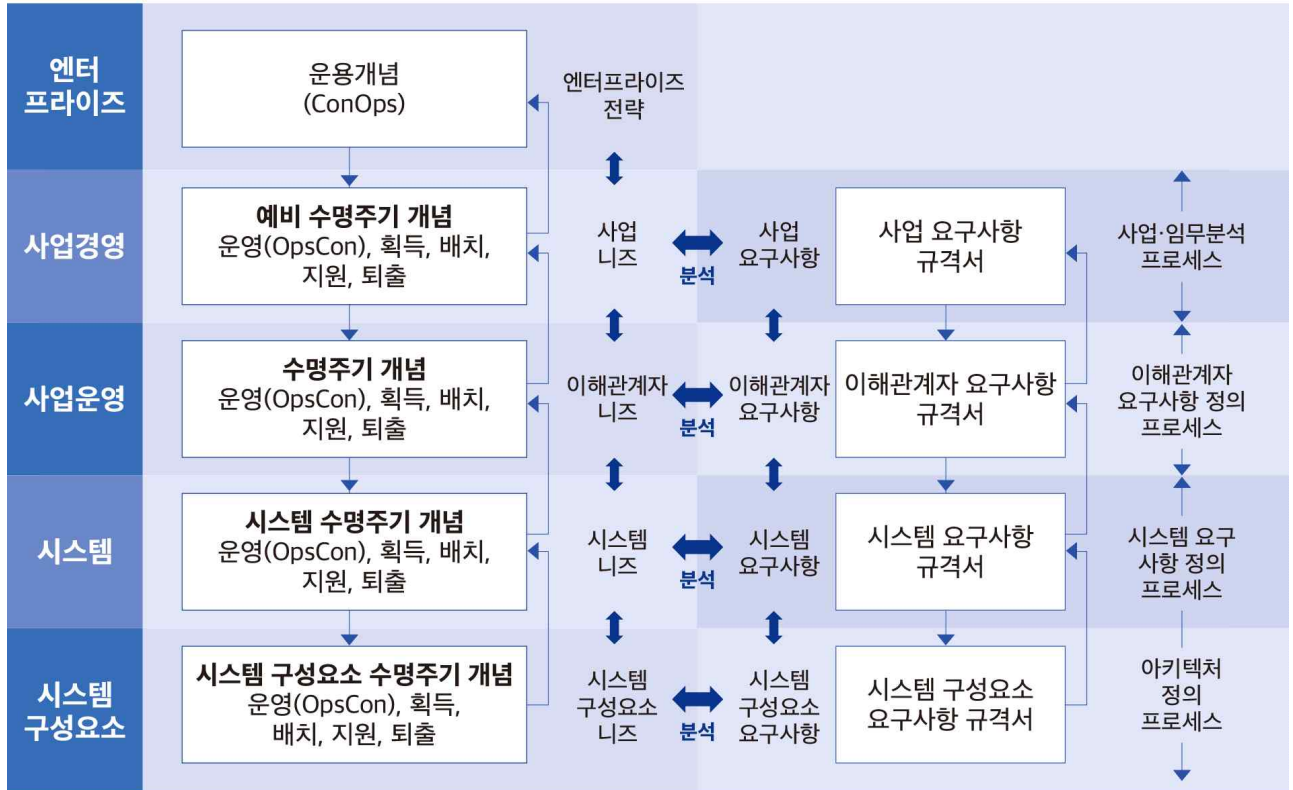
[표 15] 공급계약 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 조직 전략 계획 • 공급 요청 • 공급 지불 • 확인된 시스템 • 폐기된 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 공급 계획 • 응찰 • 공급계약 체결 및 유지 • 공급계약 이행 • 제품·서비스 인도 및 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 공급 전략 • 공급 응답 • 공급 계약 • 공급된 시스템 • 공급 보고 • 공급 기록

7) : 메인이 되는 것이 목적을 달성하도록 지원하는 것을 의미함

2. 기술 프로세스

- ISO/IEC/IEEE 15288에서 기술 프로세스는 니즈를 변환하여 시스템 요구사항으로 정의하고, 요구사항을 유효한 제품으로 전환하며, 필요한 경우 해당 제품을 일관되게 반복하여 재생산하고, 생산된 제품을 이용하여 요구 서비스를 제공하도록 운용 및 유지보수를 하며, 서비스 제공이 끝나면 제품을 폐기하기 위해 활용된다.



[그림 6] 니즈의 시스템 요구사항 변환 흐름

- 기술 프로세스는 니즈를 분석하여 검증 및 확인 가능한 정형화된 형태의 요구사항으로 변환하는 것이 중요하며 니즈와 요구사항은 아래와 같이 구분된다.

[표 16] 니즈와 요구사항의 비교

구분	설명
니즈 (Needs)	시스템 니즈는 한명 이상의 이해관계자가 원하거나 바라지만 아직 실현되지 않는 능력이나 물건을 의미
요구사항 (Requirements)	요구사항은 검증하거나 확인이 가능하도록 정형화된 진술문(Statements)

- 기술 프로세스에는 사업·임무 분석, 이해관계자 요구사항 정의, 시스템 요구사항 정의, 아키텍처 정의, 설계 정의, 시스템 분석, 구현, 통합, 검증, 전환, 운용, 유지보수, 폐기 등 14개의 프로세스로 구성된다.

[표 17] SE의 기술 프로세스 구성

프로세스	설명
사업·임무분석 프로세스	조직이나 엔터프라이즈의 사업 비전, 운용개념(ConOps), 사업부문의 사업 니즈를 정의함
이해관계자 요구사항 정의 프로세스	대상 엔터프라이즈의 운용개념에서 이해관계자 니즈를 도출하고 이를 공식적인 이해관계자 요구사항으로 변환함
시스템 요구사항 정의 프로세스	이해관계자 요구사항을 시스템 요구사항으로 변환함
아키텍처 정의 프로세스	복수의 시스템 아키텍처 대안을 정의하고 그 중 하나를 선정함
설계 정의 프로세스	시스템 아키텍처 구현이 가능한 수준의 시스템 구성요소를 정의함
시스템 분석 프로세스	수학적 해석, 모델링, 시뮬레이션 등을 이용하여 다른 기술 프로세스를 지원함
구현 프로세스	시스템 요구사항, 아키텍처, 설계를 충족하는 시스템 구성요소로 구현함
통합 프로세스	시스템 구성요소를 결합하여 하나의 시스템으로 구현함
검증 프로세스	시스템, 시스템 구성요소, 수명주기 중 산출물에 명시된 요구사항을 충족한다는 증거를 제시함
전환 프로세스	시스템을 계획적이면서 질서정연하게 운영환경으로 이관함
확인 프로세스	시스템과 시스템 구성요소, 수명주기 중 산출물에서 명시된 운영환경 내에서 의도에 맞게 활용된다는 증거를 제시함
운용 프로세스	업무수행을 위해 시스템을 사용함
유지보수 프로세스	운영 중인 시스템을 유지하고 관리함
폐기 프로세스	시스템이나 시스템 구성요소를 비활성화하거나 분해하여 운영에서 제거함

1) 사업 및 임무 분석 프로세스

사업 및 임무분석 프로세스의 목적은 임무 또는 기회를 정의하고, 문제를 해결하거나 기회를 활용할 수 있는 잠재적인 방안을 분석하는 데 있으며, 주요 활동으로는 사업 및 임무 분석 준비, 문제와 기회 정의, 잠재적 해결방안 검토, 해결대안 평가, 사업 및 임무 분석 관리로 구분된다.

[표 18] 사업 및 임무 분석 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 조직 비전/전략 • 운용개념서(ConOps) • 수명주기 및 프로젝트 제약사항 • 이해관계자 요구사항 추적성 	<ul style="list-style-type: none"> • 사업·임무 분석 준비 • 문제·기회 정의 • 잠재적 해결방안 검토 • 해결 대안 평가 • 사업·임무 분석 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 사업·임무 분석 전략 • 주요 이해관계자 식별 • 문제·기회 기술 • 해결 대안 유형 • 사업 요구사항 • 예비 확인 기준 • 사업·임무 분석 기록

가) 사업 및 임무 분석 준비

① 각종 인에이블링(지원) 시스템, 제품, 서비스에 관한 소요나 요구사항을 포함하여 사업 및 임무 분석 전략을 수립한다.

나) 문제 및 기회 정의

- ① 조직 목적 혹은 목표와 부합되지 않은 갭을 검토한다.
- ② 갭 발생 배후에 잠재된 문제나 기회를 서술한다.
- ③ 문제나 기회에 대해 검토를 통해 합의를 도출한다.

다) 잠재적 해결방안 검토

- ① 주요 이해관계자를 선정한다.
- ② 예비 운영개념(OpsCon)을 정의한다. 운영개념은 운영자 관점에서 보는 시스템 운영방안을 설명하고, 예비 운영개념은 시스템 사용자와 운영자 공동체의 니즈, 목적, 특성을 기술하고 시스템 컨텍스트와 시스템 인터페이스도 식별한다.
- ③ 다른 예비 수명주기 개념을 정의한다. 해결방안의 획득, 배치, 지원, 퇴출 중 원하는 범위에 해당하는 예비 수명주기 개념을 식별한다.
- ④ 포괄적인 해결 대안 유형 목록을 작성한다.

라) 해결 대안 평가

- ① 해결 대안 유형 목록을 평가하고 선호하는 유형을 선택한다. 모델링, 시뮬레이션, 분석 기법을 해결 대안의 평가에 활용한다.
- ② 선호하는 해결 대안 유형을 해당 사업 및 임무 전략에 해당하는지 확인한다.

마) 사업 및 임무 분석 관리

- ① 분석 결과에 대한 추적성을 수립하고 유지한다.
- ② 형상관리를 위한 기준선에 대한 정보를 제공한다.

※ 운용개념과 운영개념은 용어가 유사해 보이지만 각자 용도가 따로 있고 사용 목적에도 차이가 존재하며 차이점을 비교하면 다음과 같다⁸⁾.

[표 19] 운용개념과 운영개념 차이

구분	설명
운용개념 (ConOps, Concept of Operations)	조직 차원에서 조직의 목적과 목표 달성을 위해 다수의 시스템을 블랙박스로 활용하는 것을 의미하는 것으로, 기존 시스템, 개발 예정 시스템, 개발 가능성이 있는 시스템을 이용하여 사업의 전체적인 운영이나 일련의 운영과 관련된 조직의 가정이나 의도를 기술한다.
운영개념 (OpsCon, Operational Concept)	시스템에 국한하여 사용자 관점에서 시스템이 수행할 일과 근거를 기술한다.

2) 이해관계자 요구사항 정의 프로세스

이해관계자 요구사항 정의 프로세스의 목적은 정의된 환경 조건에서 사용자 및 이해관계자들이 필요로 하는 업무수행을 위한 요구사항을 정의하는 데 있으며, 주요 활동으로는 이해관계자 요구사항 정의 준비, 이해관계자 니즈 정의, 운용개념 및 수명주기 관련 기타개념 개발, 이해관계자 요구사항 변환, 이해관계자 요구사항 분석, 이해관계자 요구사항 관리로 구분된다.

8) ISO/IEC/IEEE 29148

[표 20] 이해관계자 요구사항 정의 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 제약사항 주요 이해관계자 식별 문제-기회 기술 사업 요구사항 해결 대안 유형 이해관계자 니즈 예비 확인 기준 시스템 요구사항 추적성 	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 요구사항 정의 준비 이해관계자 니즈 정의 운동개념 및 기타 수명주기 개념 개발 이해관계자 요구사항 변환 이해관계자 요구사항 분석 이해관계자 요구사항 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 요구사항 정의 전략 수명주기 개념 시스템 기능 식별 이해관계자 요구사항 확인 기준 MOE⁹⁾ 니즈/데이터 이해관계자 요구사항 추적성 이해관계자 요구사항 정의 기록

가) 이해관계자 요구사항 정의 준비

- ① 전 수명주기 단계에 참여할 이해관계자를 결정하여 운동개념에 기록한다.
- ② 인에이블링(지원) 시스템, 제품, 서비스의 니즈와 요구사항을 결정한다.

나) 이해관계자 니즈 정의

- ① 이해관계자 니즈의 우선순위를 결정한다.
- ② 이해관계자 니즈의 정의를 기술한다.

※ 이해관계자를 식별 및 선정하는 일은 시스템 개발에 매우 중요한 사안이다. 고객 및 최종 사용자에게 추가하여 시스템의 영향을 받는 중요한 이해당사자를 식별하여 요구사항을 수집해야 한다. 상호운용되는 시스템과 인에이블링(지원) 시스템의 이해관계자 뿐만 아니라 미래 세대를 대변하는 당사자도 식별해야 한다.

다) 운동개념 및 기타 수명주기 개념 개발

- ① 시스템 및 해결방안에 대한 복수의 예상 운영 시나리오와 관련 시스템의 능력 및 예상결과를 파악하고 운영을 포함한 수명주기 전반(획득, 배치, 운영, 지원, 퇴출)에 걸친 환경을 파악한다.
- ② 시스템 및 해결방안과 사용자 간의 상호작용, 운영 및 지원 환경을 파악한다.

9) MOE: 측정지표 (Measure of Effectiveness)

라) 이해관계자 요구사항 변환

- ① 해결방안에 대한 제약사항을 파악한다.
- ② 중요 특성과 관련된 이해관계자 요구사항 및 기능을 정리한다.
- ③ 시나리오, 상호작용, 제약 사항, 중요 특성에 부합하는 이해관계자 요구사항을 정리한다.

마) 이해관계자 요구사항 분석

- ① 이해관계자 요구사항 확인(입증) 기준을 정의한다. 효과성 측정지표(MOE), 성능 측정지표(MOP) 등 운영 상 성공지표 등이 포함된다.
- ② 요구사항의 명확성, 완전성, 일관성을 분석한다. 관련 이해관계자를 분석결과 검토에 참여시켜 니즈와 기대가 요구사항에 잘 반영되었는지 확인한다.
- ③ 비현실적인 요구사항은 협의를 거쳐 수정한다.

바) 이해관계자 요구사항 관리

- ① 요구사항이 정확하게 표현되었는지 이해관계자들에게 확인한다.
- ② 요구사항은 시스템 수명주기 종료 시점까지 유지관리할 수 있는 양식으로 기록한다.
- ③ 수명주기 전체에 걸쳐 이해관계자 니즈와 요구사항의 추적성을 정립하고 유지한다.
- ④ 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다.

3) 시스템 요구사항 정의 프로세스

시스템 요구사항 정의 프로세스의 목적은 이해관계자의 요구사항을 시스템에 대한 기술적 요구사항으로 변환하는 데 있으며, 주요 활동으로는 시스템 요구사항 정의 준비, 시스템 요구사항 정의, 시스템 요구사항 분석, 시스템 요구사항 관리로 구분된다

[표 21] 시스템 요구사항 정의 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 수명주기 개념 • 시스템 기능 식별 • 이해관계자 요구사항 • 이해관계자 요구사항 추적성 • 아키텍처 추적성 • 수명주기 제약사항 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 요구사항 정의 준비 • 시스템 요구사항 정의 • 시스템 요구사항 분석 • 시스템 요구사항 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 요구사항 정의 전략 • 시스템 기능 정의 • 시스템 요구사항 • 시스템 기능 인터페이스 식별 • 검증 기준 • MOP¹⁰⁾ 니즈/데이터 • 시스템 요구사항 추적성 • 시스템 요구사항 정의 기록

가) 시스템 요구사항 정의 준비

- ① 시스템 요구사항을 정의하는 방법과 도구, 기타 필요사항을 정한다.
- ② 아키텍처 정의 프로세스와 함께 운영시나리오와 시스템 경계(인터페이스 포함)를 정하고 외부시스템과의 예상 상호작용을 식별한다.

나) 시스템 요구사항 정의

- ① 시스템 필수 기능을 식별하고 정의한다.
- ② 시스템 제약사항을 식별한다.
- ③ 관련된 주요 품질 특성(안전성, 보안성, 신뢰성, 지원성 등)을 식별한다.
- ④ 시스템 요구사항에서 감안해야 할 기술적 리스크를 식별한다.
- ⑤ 이해관계자 요구사항, 기능적 경계, 기능, 제약사항, 주요 성능지표, 중요 품질 특성, 리스크에 따라 시스템 요구사항 규격을 작성한다.

다) 시스템 요구사항 분석

- ① 시스템 요구사항의 무결성을 분석한다.
- ② 관련 이해관계자들의 검토의견을 반영한다.
- ③ 발견된 이슈는 이해관계자와 협의하여 정리한다.
- ④ MOP, TPM¹¹⁾ 등 주요 성능 측정 지표인 검증 기준을 정의한다.

라) 시스템 요구사항 관리

- ① 주요 이해관계자 간 합의를 통해 이해관계자들의 의도를 요구사항에 적절히 반영한다.
- ② 시스템 요구사항과 관련 시스템 정의 요소(이해관계자 요구사항, 아키텍처 구성요소, 인터페이스 정의, 분석 결과, 검증 방법 및 기법, 할당·분해·파생 요구사항 등) 간의 추적성을 정립하고 유지한다.
- ③ 형상 관리 기준선 정보를 제공한다.

10) MOP: 측정지표 (Measure of Performance)

11) TPM: Technical Performance Measure

4) 아키텍처 정의 프로세스

아키텍처 정의 프로세스의 목적은 시스템 요구사항에 대해 아키텍처를 갖는 하나 이상의 대안을 선택하는 데 있으며, 주요 활동으로는 아키텍처 정의 준비, 아키텍처 개발, 아키텍처 모델 및 뷰 개발, 아키텍처와 설계 연계, 아키텍처 후보 평가, 선정된 아키텍처 관리로 구분된다.

[표 22] 아키텍처 정의 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 수명주기 개념 시스템 기능 식별 시스템 요구사항 시스템 기능 인터페이스 식별 시스템 요구사항 추적성 설계 추적성 인터페이스 정의 업데이트 식별 수명주기 제약사항 	<ul style="list-style-type: none"> 아키텍처 정의 준비 아키텍처 관점 개발 후보 아키텍처 모델 및 뷰 개발 아키텍처와 설계 연계 아키텍처 후보 평가 선정된 아키텍처 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 아키텍처 정의 전략 시스템 아키텍처 설명/근거 문서화 구조도 아키텍처 추적성 아키텍처 정의 기록

가) 아키텍처 정의 준비

- ① 아키텍처 뷰와 모델 개발에 필요한 정보(시장, 산업, 이해관계자, 조직, 사업, 운용, 임무, 법률 정보 등)를 식별하고 분석한다.
- ② 시스템 요구사항을 상세하게 분석하고 비기능적 요구사항을 구분되게 표기한다.
- ③ 아키텍처와 관련된 이해관계자 관심 사항을 수집한다.
- ④ 아키텍처 정의 방법을 정한다. 아키텍처 로드맵, 전략, 방법, 모델링 기법, 사용도구, 인에이블링 (지원) 시스템/제품/서비스 니즈, 프로세스 요구사항, 검토/평가 기준 등
- ⑤ 조직 차원의 지원 필요 사항을 식별한다.

나) 아키텍처 관점 개발

- ① 이해관계자 관심사항을 기초로 관련된 아키텍처 관점과 이러한 관점을 분석하고 이해하도록 도와주는 모델을 정의하고 식별한다.
- ② 이러한 모델과 뷰(View)의 개발을 지원하는 아키텍처 프레임워크를 정의하거나 식별한다.

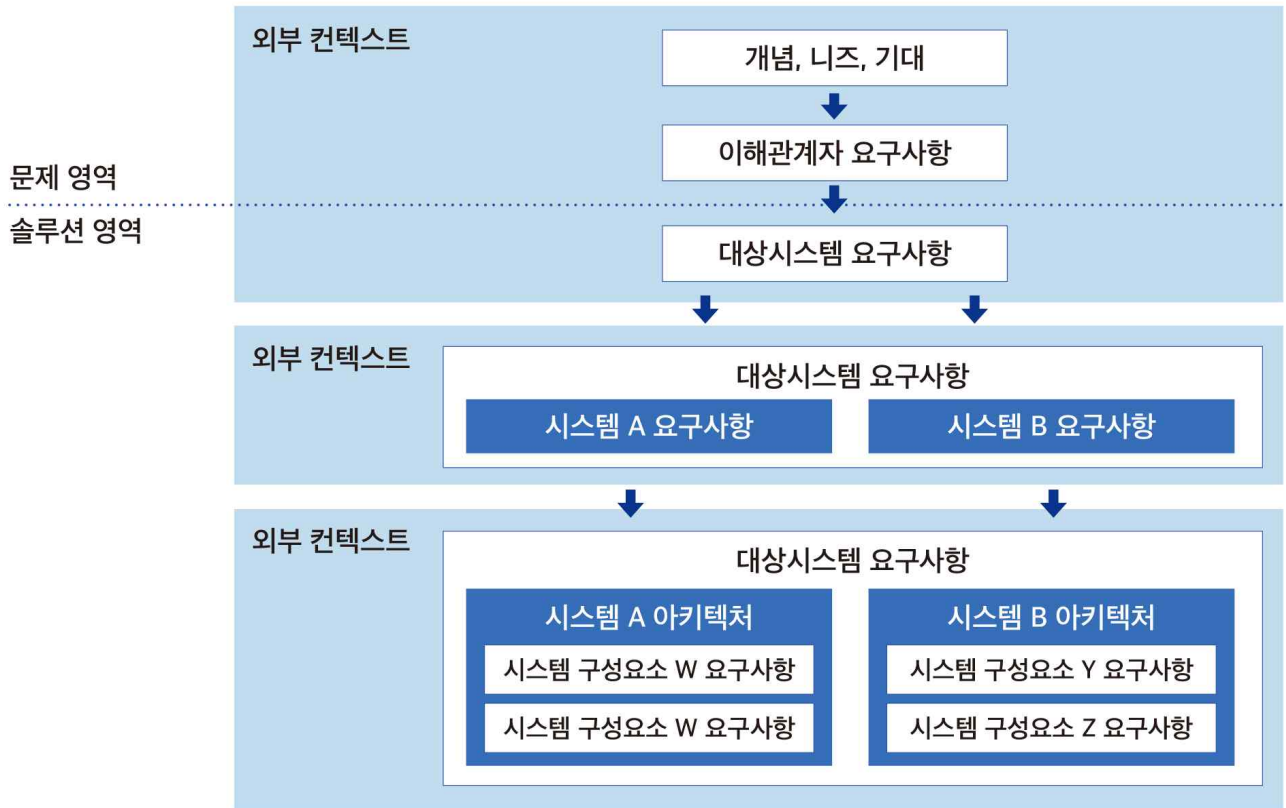
다) 후보 아키텍처 모델 및 뷰 개발

- ① 지원 모델링 기법과 도구를 선정하거나 개발한다.
- ② 시스템 요구사항 정의 프로세스와 병행하여 운영 시나리오와 시스템 예상 거동을 반영하는 시스템 컨텍스트와 시스템 경계를 결정한다. 시스템 경계를 기준으로 외부 시스템 혹은 개체들 간에 예상되는 상호작용도 식별한다.
- ③ 우선순위가 가장 높은 요구사항을 해결할 아키텍처 개체를 결정한다. 시스템 개체에는 기능, 입력/출력 흐름, 시스템 구성요소, 물리적 인터페이스, 아키텍처 특성, 정보/데이터 구성요소, 컨테이너, 노드, 링크, 통신 자원 등이 해당된다.
- ④ 아키텍처 결정에 중요한 개념, 속성, 특성, 거동, 기능, 제약사항을 시스템 개체에 할당한다.
- ⑤ 후보 시스템 아키텍처 모델을 선정(논리 모델, 물리 모델 등)하여 적용하거나 개발한다.
- ⑥ 필요에 따라 추가된 아키텍처 개체로 인해 파생되는 요구사항의 필요성을 판단한다.
- ⑦ 후보 아키텍처 모델에서 뷰를 구성하고 이해관계자 관심사항과 요구사항을 적절히 처리한다.
- ⑧ 시스템의 구성요소에 아키텍처 개체와 시스템 요구사항을 분할하고 정렬하여 할당하는 것과 관련된 요구사항을 개발한다.
- ⑨ 아키텍처 모델과 뷰의 일관성을 분석하여 앞서 식별된 이슈를 해결한다.
- ⑩ 운영개념(OpsCon)의 추적매트릭스를 가지고 모델링 기법과 도구를 활용하여 실행이나 시뮬레이션을 통해 모델을 검증하고 확인한다. 가능하다면 설계 도구를 이용하여 모델의 타당성과 유효성을 확인한다. 필요 시 부분 실물모형이나 시제품을 구현하거나 실행가능한 아키텍처 시제품이나 시뮬레이터를 활용한다.

라) 아키텍처와 설계 연계

- ① 아키텍처 개체를 반영한 시스템 구성요소를 결정한다. 아키텍처 개체와 시스템 요구사항을 분할하고 정렬하여 시스템 구성요소에 할당한다. 아래 그림은 하향식 전개로 요구사항을 충족하기 위한 아키텍처를 정의하는 흐름을 보여준다¹²⁾.

12) SE BoK version 2.3, 2020



[그림 7] 요구사항, 아키텍처, 설계의 하향식 전개

- ② 아키텍처 개체 간 할당 매트릭스를 개발한다.
- ③ 아키텍처 이해에 필요한 인터페이스를 정의한다. 시스템 구성요소 간 내부 인터페이스 뿐만 아니라 타 시스템과의 외부 인터페이스까지 정의한다.
- ④ 시스템 구성요소와 아키텍처 개체와 관계를 나타내는 설계 특성을 결정한다.
- ⑤ 추가된 아키텍처 개체와 구조적 속성에 의해 파생된 시스템 요구사항의 필요 여부를 결정한다.
- ⑥ 부모 시스템의 구성요소에 아키텍처 개체와 시스템 요구사항을 분할하고 정렬하여 할당하는 것과 관련된 요구사항을 개발한다.

마) 아키텍처 후보 평가

- ① 시스템 분석, 성과측정, 위험관리 프로세스를 적용하여 아키텍처 평가 기준을 활용한 후보 아키텍처 평가를 실시한다.
- ② 의사결정 프로세스를 적용하여 선호 아키텍처를 선정한다.

바) 선정된 아키텍처 관리

- ① 복수 대안 중에서 선택한 근거와 아키텍처 프레임워크, 관점, 모델 종류, 아키텍처 모델 관련 의사결정을 모두 기록하고 유지한다.

- ② 아키텍처에 대한 유지보수와 진화를 관리한다. 각종 아키텍처 변경 근거를 기록하고 영향 분석을 위해서 할당 및 추적 매트릭스를 사용한다.
- ③ 거버넌스 방안을 정립한다. 역할, 책임, 권한, 기타 통제 기능 등이 거버넌스에 해당한다.
- ④ 아키텍처 검토회의를 통해 이해관계자 합의를 도출한다.

- 아키텍처 정의 프로세스는 이해관계자 요구사항과 시스템 요구사항에 부합하는 아키텍처를 제시하는 것으로 복수 개의 후보 아키텍처를 정의하여 분석, 평가, 비교를 통해 가장 적합한 안을 선택한다.
- 아키텍처 정의 활동에는 아키텍처 특성과 수용 가능한 리스크 사이의 균형을 확보하기 위한 최적화가 포함되며, 이를 위해 성능, 효율성, 유지보수성, 비용 등에 대한 분석이 필요하다. 이러한 분석은 시스템 분석 프로세스를 통해 특수공학 활동으로 수행된다.
- 아키텍처 정의 과정에서 모델링, 시뮬레이션, 시제품 제작 등의 시스템 분석 기법을 활용한다.

5) 설계 정의 프로세스

설계 정의 프로세스의 목적은 아키텍처 정의에서 표현된 내용과 일치하는 구현이 이루어지도록 상세 데이터와 정보를 제공하는 데 있으며, 주요 활동으로는 설계 정의 준비, 설계 특성 정의, 시스템 구성요소 획득 대안 평가, 설계 관리로 구분된다.

[표 23] 설계 정의 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 수명주기 개념 • 시스템 기능 정의 • 시스템 요구사항 • 시스템 기능 인터페이스 식별 • 시스템 아키텍처 설명/근거 • 아키텍처 추적성 • 인터페이스 정의 업데이트 식별 • 구현 추적성 • 수명주기 제약사항 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계 정의 준비 • 설계 특성 정의 • 시스템 구성요소 획득 대안 평가 • 설계 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계 정의 전략 • 시스템 설계 기술 • 시스템 설계 근거 • 인터페이스 정의 • 데이터 추적성 • 시스템 구성요소 설명 • 설계 정의 기록

가) 설계 정의 준비

- ① 기술관리 계획을 세우고 시스템과 시스템 구성요소에 대한 설계 목표 달성에 필요한 기술을 식별한다. 단종 리스크가 있는 기술과 구성요소를 파악하여 기술대체 계호기를 세운다.
- ② 적용되는 기술을 고려하여 각 시스템 구성요소에 적용할 수 있는 설계특성을 식별한다. 설계 특성을 주기적으로 평가하여 시스템 아키텍처 진화에 맞게 조정한다.
- ③ 설계 정의 전략을 규정하여 문서화한다. 인에이블링 시스템, 제품, 서비스에 대한 필요성과 요구사항이 포함된다.

나) 설계 특성 정의

- ① 아키텍처 정의 프로세스에서 아직 할당되지 않고 남은 잔여 요구사항을 시스템 구성요소에 맞게 할당한다.
- ② 아키텍처 개체에 대해 아키텍처 특성과 관련된 설계 특성을 정의하고 설계 특성의 타당성을 정리한다. 설계 특성을 정하기 어려운 것은 대안 평가를 통해 다른 요소와 Trade-off한다.
- ③ 각 시스템 구성요소의 설계 특성을 규정한다.
- ④ 주요 구현 옵션과 구현 도구를 선택한 이유와 근거를 제시한다.

다) 시스템 구성요소 획득 대안 평가

- ① 기 구현된 시스템 구성요소를 파악한다. 상용품(COTS), 재사용, 비개발 시스템 구성요소 등이 이에 해당한다. 신규 개발이 필요한 시스템 구성요소는 신규 개발 외 다른 대안이 없는지 파악한다.
- ② 설계 특성에서 도출한 선택 기준에 따라 상용품, 재사용, 신규 개발 구성요소 등에 대한 옵션을 평가한다.
- ③ 최적 대안을 선정한다.
- ④ 신규 개발이 필요한 시스템 구성요소는 구현 프로세스를 이용하고, 상용품을 구매하거나 재사용하는 시스템 구성요소는 획득 프로세스를 이용한다.

라) 설계관리

- ① 여러 대안 중에서 결정된 사항에 대해서는 모든 근거를 기록하고 유지한다.
- ② 설계의 유지보수와 진화를 관리한다.
- ③ 설계 특성과 아키텍처 개체 사이의 양방향 추적성을 확립하고 유지한다.
- ④ 설계에 대한 형상관리를 위한 기준선을 제공한다.
- ⑤ 설계 기준선과 설계 정의 전략을 유지한다.

6) 시스템 분석 프로세스

시스템 분석 프로세스의 목적은 수명주기 동안 기술적 이해에 필요한 데이터와 정보를 제공하여 의사결정을 지원하는 데 있으며 비용 분석, 경제성 분석, 기술적 리스크 분석, 타당성 분석, 효과성 분석, 기타 중요 품질 특성 등에 대한 분석을 기초로 정량적 평가와 추정을 수행한다. 주요 활동으로는 시스템 분석 준비, 시스템 분석 수행, 시스템 분석 관리로 구분된다.

[표 24] 시스템 분석 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 수명주기 개념 분석 상황 수명주기 제약사항 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 분석 준비 시스템 분석 수행 시스템 분석 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 분석 전략 시스템 분석 보고 시스템 분석 기록

가) 시스템 분석 준비

- ① 범위, 유형, 목표, 필수 분석의 정확도 수준과 시스템 이해관계자에 대한 중요도를 정의한다.
- ② 평가 기준을 정의하거나 선정한다.
- ③ 분석 대상 구성요소와 사용 방법 및 절차, 타당성 판단 항목을 정한다.
- ④ 대상시스템 분석에 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스를 식별하여 필요 권한을 확보한다.
- ⑤ 모델, 엔지니어링 데이터(운영개념, 사업모델, 이해관계자 요구사항, 시스템 요구사항, 설계 특성, 검증 조치, 확인 조치 등), 전문인력 등과 분석 절차를 고려하여 분석 일정계획을 수립한다.
- ⑥ 대상 시스템 분석 전략을 문서화한다.

나) 시스템 분석 수행

- ① 분석에 필요한 데이터와 정보를 수집하고 모든 가정 사항을 선정한다. 모델도 포함된다.
 - 물리적 현상을 모의할 수 있는 분야별 특유의 물리 모델
 - 시스템 혹은 시스템 구성요소의 동작특성을 모의하는 표현 모델
 - 시스템 혹은 시스템 구성요소의 실제 운영 추정치를 설정하는 분석 모델
- ② 비용, 리스크, 효과성, 가정의 유효성 확인 방법과 절차를 사용하여 계획 일정에 따라 분석을 수행한다.
- ③ 분야별 전문가와 함께 동료 검토를 실시하여 시스템 유효성, 품질, 이해관계자 목표, 선행 분석과의 일치성을 평가한다. 중간 검토 결과를 기록하고 보고한다.

다) 시스템 분석 관리

- ① 형상관리 프로세스에 따라 분석 결과나 보고서의 기준선을 설정한다.
- ② 이해관계자 니즈 정의에서 시스템 퇴출에 이르기까지 시스템 엔지니어링 이력을 유지관리한다.

7) 구현 프로세스

구현 프로세스의 목적은 적절한 기술적 전문성이나 규칙들을 이용하여 아키텍처 설계를 제품화하도록 실현하는 데 있으며, 주요 활동으로는 구현 준비, 구현 수행, 구현 결과 관리로 구분된다.

[표 25] 구현 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none">• 수명주기 개념• 시스템 아키텍처 근거/설명• 시스템 설계 설명/근거• 인터페이스 정의• 설계 추적성• 시스템 구성요소 설명	<ul style="list-style-type: none">• 구현 준비• 구현 수행• 구현 결과 관리	<ul style="list-style-type: none">• 구현 전략• 구현 지원 시스템 요구사항• 구현 제약사항• 시스템 구성요소 및 문서• 운영자/유지보수자 훈련자료• 구현 추적성• 구현 보고• 구현 기록

가) 구현 준비

- ① 제작 혹은 코딩절차, 공구와 장비, 구현 공차, 설계문서 대비 구현결과에 대한 형상 감사 도구와 기준을 정의한다.
- ② 이해관계자, 개발자, 팀원들로부터 구현 상의 제약 사항을 식별하여 기록한다.
- ③ 구현 과정에 필요한 자원의 획득이나 접근 권한의 확보 계획과 인에이블링 시스템 요구사항 및 인터페이스를 식별하여 문서화한다.

나) 구현 수행

- ① 구현 품에 대한 적절하고 안전한 운영 및 유지보수 절차를 사용자에게 교육하기 위한 데이터를 개발한다.
- ② 세부적인 제품·프로세스·자재 규격서 작성과 관련 분석을 완료한다.
- ③ 제품·프로세스·자재 규격에 따라 시스템 구성요소를 구현하고 구현 결과가 규격에 부합한다는 증

빙 문서를 작성한다.

- 동료 검토와 시험 실시: 소프트웨어가 올바른 기능을 발휘하는지 검사 및 검증, 화이트박스 시험 실시
- 하드웨어 적합성 감사 실시: 타 구성요소와 통합하기 전에 각 구성요소가 상세 규격을 준수하는지 도면과 비교

- ④ 초기 훈련에 필요한 능력을 준비하고 훈련 문서 초안을 작성한다.
- ⑤ 위험물이 있으면 위험물관리대장을 작성한다.
- ⑥ 시스템 구성요소의 포장과 저장에 관한 요구사항을 정한다.

다) 구현 결과 관리

- ① 구현 결과를 식별하여 기록한다.
- ② 구현 상의 특이사항을 기록하고 품질보증 프로세스에 따라 분석 및 해결한다.
- ③ 구현 시스템의 시스템 구성요소, 시스템 아키텍처, 설계 및 구현에 필요한 시스템 및 인터페이스 요구사항 사이의 추적성을 수립하고 유지한다.
- ④ 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다.

구현 프로세스의 전형적인 4가지 시스템 구성요소는 다음과 같다.

- 하드웨어/물리적 구성요소 : 제작 또는 개조된 하드웨어 또는 물리적 구성요소가 결과물임
- 소프트웨어: 소프트웨어 코드와 실행 가능한 이미지가 결과물임
- 운영 자원: 운영을 위한 절차와 훈련이 결과물이며 시스템 요구사항과 운영개념(OpsCon) 부합성 검증 필요
- 서비스: 명시된 서비스이며, 하나 혹은 여러 개의 하드웨어나 소프트웨어 혹은 운영 요소의 결과물일 수 있음

8) 통합 프로세스

통합 프로세스의 목적은 아키텍처 설계를 활용하여 시스템 요구사항을 충족하도록 시스템 구성요소들을 조립하거나 연결하는 데 있으며, 주요 활동으로는 통합 준비와 통합 수행, 통합 결과 관리로 구분된다.

[표 26] 통합 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 수명주기 개념 시스템 아키텍처 근거/설명 시스템 설계 설명/근거 인터페이스 정의 설계 추적성 시스템 구성요소 설명 	<ul style="list-style-type: none"> 통합 준비 통합 수행 통합 결과 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 통합 전략 통합 지원 시스템 요구사항 통합 제약사항 통합 절차 통합된 시스템 및 시스템 구성요소 인터페이스 정의 업데이트 식별 통합 보고 통합 기록

가) 통합 준비

- ① 시스템 구성요소 인터페이스와 기능의 올바른 동작과 운영을 보장하기 위한 주요 점검사항을 규정한다.
- ② 통합 소요 시간·비용·리스크를 최소화하는 통합 전략을 수립한다.
 - 시스템 아키텍처 정의와 적절한 통합 접근법 및 기법들을 기반으로 시스템 구성요소들로 구성된 집합체의 최적 조립 순서를 정의한다.
 - 구축 및 검증할 집합체 형상을 정의한다.
 - 조립 절차와 관련 인에이블러를 정의한다.
- ③ 통합 전략에서 발생하는 통합 상의 제약사항을 식별하여 시스템 요구사항, 아키텍처, 설계(접근성, 통합작업자 안전성 관련 요구사항 등)에 반영한다.
- ④ 통합 인에이블러(공구나 설비 등)는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등 다양한 방식으로 획득한다.

나) 통합 수행

- ① 검증 및 확인된 시스템 구성요소를 정해진 조립 절차, 통합 인에이블링 시스템, 인터페이스 통제 정의 등을 활용하여 조립한다.
- ② 필요 시 시스템 확인 및 검증(V&V: Validation and Verification) 절차에 따라 아키텍처 특성 및 설계 속성의 구현 여부를 점검하고 개별 시스템 구성요소가 의도된 기능을 제공하는지 확인한다.

다) 통합 결과 관리

- ① 통합 결과를 식별하여 기록한다. 통합 시스템 구성요소, 시스템 아키텍처, 설계, 시스템 및 인터페이스 요구사항 등이 업데이트되면 관련된 양방향 추적성도 유지관리한다.
- ② 통합 프로세스 수행 상 문제는 기록하고 품질보증 프로세스에 따라 해결한다.
- ③ 프로젝트 진도에 따라 통합 전략과 일정을 갱신한다. 예상하지 못한 상황이 발생하면 시스템 구성요소 조립 순서를 조정하거나 일정을 변경한다.
- ④ 통합 활동 시 일정계획, 인에이블러 획득, 인력변동 등 관련 사항은 프로젝트 관리자와 조정하고, 아키텍처, 오류, 결함, 부적합 보고 관련 사항은 아키텍트나 설계자와 조정하고, 제출 구성요소, 아키텍처 및 설계기준선, 인에이블러, 조립 절차 등 버전 관련 사항은 형상 관리자와 조정한다.

9) 검증 프로세스

검증 프로세스의 목적은 시스템이 제시된 설계 요구사항(규격서)을 만족하는지 확인하는 데 있으며, 주요 활동으로는 검증 준비와 검증 수행, 검증 결과 관리로 구분된다.

[표 27] 검증 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 수명주기 개념 • 시스템 요구사항 • 통합된 시스템 및 시스템 구성요소 • 통합 보고 • 검증 기준 	<ul style="list-style-type: none"> • 검증 준비 • 검증 수행 • 검증 결과 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 검증 전략 • 검증 지원 시스템 요구사항 • 검증 제약사항 • 검증 절차 • 검증된 시스템 • 검증 보고 • 검증 기록

가) 검증 준비

- ① 요구사항, 아키텍처 특성, 설계 속성 등 검증 항목을 목록화하고, 각 항목에 적합한 검증 활동, 검증 기준, 제약사항, 검증 방법이나 기법(검사, 분석, 시연, 시험 등), 검증 범위 등을 정리한다.
- ② 검증 절차를 개발한다.
- ③ 시스템이나 시스템 구성요소의 검증 제약사항을 식별한다. 성능 특성, 접근성, 인터페이스 특성 등이 전형적인 제약사항이며 시스템 요구사항 정의 프로세스, 아키텍처 정의 프로세스, 설계정의 프로세스에서 고려할 수 있도록 제약사항 정보를 제공한다.
- ④ 검증 활동에 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스를 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.

나) 검증 수행

- ① 수립된 검증계획에 따라 실행한다. 검증계획에는 다음이 포함되어야 한다.
 - 검증 항목, 예상결과, 성공기준
 - 검증 방법 또는 기법
 - 필요 데이터
 - 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스
- ② 검증 절차에 따라 실행하고 결과를 기록한다.
- ③ 미리 정한 합격 기준에 따라 검증 결과를 분석하여 구성요소의 적합 여부를 판단한다.

다) 검증 결과 관리

- ① 검증 결과를 식별 및 기록하고 요구사항 추적 매트릭스에 데이터를 기록한다.
- ② 검증 프로세스 수행 중 발견된 문제는 품질보증 프로세스에 따라 해결한다.
- ③ 검증된 시스템 구성요소와 검증에 필요한 시스템 아키텍처, 설계, 시스템 및 인터페이스 요구사항 사이의 양방향 추적성을 유지관리한다.
- ④ 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다.
- ⑤ 프로젝트 진도에 따라 검증 전략과 일정을 갱신하고 계획된 검증 활동을 필요에 따라 새롭게 정의하거나 일정을 조정한다.
- ⑥ 검증 활동 시 일정계획, 인에이블러 획득, 인력변동 등 관련 사항은 프로젝트 관리자와 조정하고, 아키텍처, 오류, 결함, 부적합 보고 관련 사항은 아키텍트나 설계자와 조정하고, 제출 구성요소, 아키텍처 및 설계기준선, 인에이블러, 조립 절차 등 버전 관련 사항은 형상 관리자와 조정한다.

검증 기법

- 검사(Inspection) : 관측이나 간단한 측정에 의해 검증함 (색상 확인, 문서 검토, 무게 측정 등)
- 분석(Analysis) : 정해진 조건 하의 수학적·확률적 계산, 논리적 추론, 모델링, 시뮬레이션을 사용하여 얻은 분석적 증거를 바탕으로 이론적 부합성을 검증함
- 시연(Demonstration): 관찰을 통해 운영 특성을 기준으로 제출된 구성요소의 정상 작동을 확인
- 시험(Test): 제출된 구성요소를 대상으로 통제 조건 하에 기능적 특성, 측정 가능 특성, 운영성, 지원성, 수행 능력을 정량적으로 검증함. 필요 시 정확한 계량을 위해 특수 검사 장비나 계측기 사용
- 유추(Analogy) 혹은 유사(Similarity): 제출된 구성요소와 비슷한 구성요소의 증거나 경험 피드백을 활용하여 검증함
- 시뮬레이션(Simulation): 모델이나 실물 모형을 대상으로 특성 요소와 성능이 설계와 같음을 검증함
- 샘플링(Sampling): 표본하여 이용하여 특성을 검증함

10) 전환 프로세스

전환 프로세스의 목적은 사용자의 운용환경에서 이해관계자의 요구에서 제시된 임무를 완수하는 시스템 능력을 갖추는 데 있으며, 주요 활동으로는 전환 준비, 전환수행, 전환결과 관리로 구분된다.

[표 28] 전환 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none">• 수명주기 개념• 운영자/유지보수자 훈련 자료• 검증된 시스템• 검증 보고	<ul style="list-style-type: none">• 전환 준비• 전환 수행• 전환 결과 관리	<ul style="list-style-type: none">• 전환 전략• 전환 지원 시스템 요구사항• 전환 제약사항• 설치 절차• 설치된 시스템• 훈련된 운영자/유지보수자• 전환 보고• 전환 기록

가) 전환 준비

- ① 시스템 전환 전략을 수립한다. 운영자 훈련, 물류 지원, 인도 전략, 문제 수정/해결 전략이 포함된다.
- ② 설치 절차를 개발한다.
- ③ 전환에 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스를 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.

나) 전환 수행

- ① 설치 절차에 따라 시스템을 설치한다.
- ② 사용자 매뉴얼, 운영 및 유지보수 매뉴얼을 준비하고 교육을 실시한다.
- ③ 설치 시스템이 요구 기능을 제공하고 인에이블링 시스템 및 서비스로 유지될 수 있다는 최종 확인을 받는다. 시스템이 적절하게 설치 및 검증되고 모든 이슈와 조치 사항이 해결되었으며 운영 유지가 가능한 시스템이 인도되었다는 공식적인 서면 인정으로 처리된다.
- ④ 운영 현장에서 기능성 입증과 운영 준비 상태에 대한 검토가 완료되면 시스템을 서비스에 투입할 수 있다.

다) 전환 결과 관리

- ① 구현 후 문제가 발견되면 수정 조치를 하거나 요구사항을 변경할 수 있다. 전환 프로세스 수행 중 문제는 품질보증 프로세스에 따라 처리한다.
- ② 전환 프로세스 중 문제가 발견되면 기록한다. 프로젝트 평가 및 통제 프로세스를 통해 이상 현상을 분석하고 필요한 조치를 결정한다.
- ③ 전환된 시스템 구성요소와 전환 전략, 시스템 아키텍처, 설계, 시스템 및 인터페이스 요구사항 사이의 양방향 추적성을 유지관리한다.
- ④ 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다.

11) 확인 프로세스

확인 프로세스의 목적은 시스템이 의도된 사용자의 운용환경에서 사용 목적을 달성함으로써, 이해관계자 요구사항 만족을 객관적으로 입증하는 데 있으며, 주요 활동으로는 확인 준비, 확인 수행으로 구분된다.

[표 29] 확인 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 수명주기 개념 • 이해관계자 요구사항 • 설치된 시스템 • 전환 보고 • 확인 기준 	<ul style="list-style-type: none"> • 확인 준비 • 확인 수행 • 확인 결과 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 확인 전략 • 확인 지원 시스템 요구사항 • 확인 제약사항 • 확인 절차 • 확인된 요구사항 • 확인된 시스템 • 확인 보고 • 확인 기록

가) 확인 준비

① 시스템 확인 전략을 수립한다.

- 확인 활동 참여할 이해관계자(획득자, 공급자, 제3자 대표)를 식별하여 역할과 책임을 정한다.
- 확인 계획의 범위는 수명주기 단계와 단계 내 진도에 따라 정한다.
- 확인 제약사항 목록을 작성한다.
- 제약사항을 고려하여 수명주기 단계에 적합한 확인 방법(검사, 분석, 시연, 시험 등)을 선택한다.
- 확인 활동의 우선순위를 설정한다.
- 확인에서 발견된 차이(gap)이 존재한다면 수용 가능한 신뢰 수준인지 판단한다.
- 프로젝트 계획 수립 프로세스에 따라 적절한 일정을 수립한다.
- 확인 활동을 위해 제출되는 항목의 형상을 정의한다.

② 확인 전략에서 도출된 확인 제약 사항 가운데 이해관계자 요구사항의 제약사항에 포함할 대상을 식별한다.

③ 확인에 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스를 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.

나) 확인 수행

① 시스템 확인 절차를 개발한다.

② 시스템 확인에 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스를 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.

③ 절차에 따라 확인 활동을 수행한다. 확인 활동은 반드시 운영환경이나 최대한 그에 가까운 환경에서 수행해야 한다. 확인활동을 수행하면서 확인 결과를 기록한다.

다) 확인 결과 관리

- ① 검증 결과를 식별 및 기록하고 필요 시 요구사항 추적 매트릭스에 데이터를 기록한다.
- ② 확인 프로세스 수행 중 발견된 문제는 품질보증 프로세스에 따라 해결한다.
 - 프로젝트 평가 및 통제 프로세스에 따라 결과의 이상 현상, 부적합 사항을 분석한다.
 - 실제 결과와 기대 결과를 비교하여 수용 가능한 수준인지 결정한다.
 - 품질보증 프로세스와 프로젝트 평가 및 통제 프로세스를 통해 문제 해결 조치를 수행한다.
- ③ 획득자로부터 확인 결과에 대한 수락을 득한다.
- ④ 확인된 시스템 구성요소와 확인 전략, 사업·임무분석, 이해관계자 요구사항, 시스템 아키텍처, 설계, 시스템 요구사항 사이의 양방향 추적성을 유지관리한다.
- ⑤ 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다.
- ⑥ 프로젝트 진도에 따라 확인 전략과 일정을 갱신하고 계획된 확인 활동을 필요에 따라 다시 정의하거나 일정을 조정한다.

확인 기법

- 수락(Acceptance) : 전환 전에 수행하는 활동으로 해당 시스템이 소유권을 공급자에서 획득자에게로 이전할 준비가 되어 있는지 판단함. 보통 일련의 운용 확인 활동을 수행하게 되는데, 확인 결과에 대한 체계적인 검토로 대체하기도 함
- 인증(Certification) : 어떤 제품이나 품목이 법정 기준이나 산업 표준(항공기 등)에 따라 개발되어 부여된 기능을 수행할 수 있다는 서면 보증임. 인증은 개발 검토, 검증 결과, 확인 결과를 근거로 부여되지만 보통 외부 기관에 의해 요구사항 검증 방법에 대한 지침없이 수행됨. 유럽의 CE(Conformité Européene) 인증 혹은 미국의 UL(Underwriters Laboratories) 인증이 대표적임.
- 사용준비상태 평가 (Readiness for Use) : 확인 결과 분석의 일환으로 시스템이 사용 준비가 되었는지 입증함. 초도 인도, 생산완료(복수 시스템 생산 시), 후속 유지보수 활동 시 수명주기 내에서 수 차례 수행됨.
- 적합성 평가 (Qualification) : 모든 검증·확인 활동이 성공적으로 이루어졌음을 증명함. 대상 시스템 자체만이 아니라 외부 인터페이스까지 평가 대상임.

12) 운영 프로세스

운영 프로세스의 목적은 납품된 시스템을 사용하여 요구하는 기능과 성능을 제공하는 데 있으며, 주요 활동으로는 운영 준비, 운영 수행, 운용 결과 관리, 고객 지원으로 구분된다.

[표 30] 운영 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 수명주기 개념 • 운영자/유지보수자 훈련 자료 • 훈련된 운영자/유지보수자 • 확인된 시스템 • 확인 보고 • 유지보수 보고 	<ul style="list-style-type: none"> • 운영 준비 • 운영 수행 • 운영 결과 관리 • 고객 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 운영 전략 • 운영 지원 시스템 요구사항 • 운영 제약사항 • 운영 보고 • 운영 기록

가) 운영 준비

- ① 운영전략 개발을 포함하여 운영 계획을 수립한다.
 - 장비, 서비스, 인력, 성능 추적 시스템의 가용성 수준을 정의
 - 인력과 설비 일정의 유효성 확인
 - 기존 및 개선 서비스 유지를 위한 시스템 수정 및 관련 업무규칙 정의
 - 운영개념(OpsCon)과 환경 전략 실행
 - 운영 성능 측정지표, 임계치, 기준 검토
 - 전 인원의 해당 시스템 안전 훈련 이수 여부 검증
- ② 시스템이나 시스템 구성요소의 운영 제약사항이 있다면 프드백을 통해 시스템 요구사항 정의 프로세스, 아키텍처 정의 프로세스, 설계 정의 프로세스에 반영한다.
- ③ 운영에 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스를 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.
- ④ 운영자에게 필요한 스킬을 식별하여 운영 훈련을 실시한다.

나) 운영 수행

- ① 운영개념(OpsCon)에 따라 시스템을 운영한다.
- ② 시스템 성능을 추적하고 운영 가용성을 고려한다. 시스템의 안전한 운영과 시스템 부적합 여부 판단을 위한 운영분석이 이에 해당한다.
- ③ 비정상적인 운영 조건에 해당하면 계획된 비상 조치를 취한다.

다) 운영 결과 관리

- ① 운영결과를 문서로 정리한다.
- ② 품질보증 프로세스에 따라 확인 프로세스에서 발견된 문제를 기록하고 분석하여 해결한다. 운영 요소, 운영 전략, 사업·임무분석, 운용개념(ConOps), 운영개념(OpsCon), 이해관계자 요구사항 사이에 양방향 추적성을 유지관리한다.

라) 고객 지원

- ① 고객 요청사항을 처리에 필요한 업무를 수행한다.

13) 유지보수 프로세스

유지관리 프로세스의 목적은 납품된 시스템이 기능과 성능을 제공할 수 있도록 지속적으로 유지하는 데 있으며, 주요 활동으로는 유지보수 준비, 유지보수 수행, 물류지원 수행, 유지보수 및 물류지원 결과관리로 구분된다.

[표 31] 유지보수 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none">• 수명주기 개념• 운영자/유지보수자 훈련 자료• 훈련된 운영자/유지보수자• 확인된 시스템• 확인 보고• 운영 보고	<ul style="list-style-type: none">• 유지보수 준비• 유지보수 수행• 물류지원 수행• 유지보수 및 물류지원 결과 관리	<ul style="list-style-type: none">• 유지보수 전략• 유지보수 지원 시스템 요구사항• 유지보수 제약사항• 유지보수 절차• 유지보수 보고• 유지보수 기록

가) 유지보수 준비

- ① 유지보수 전략 개발을 포함하는 유지보수 계획을 수립한다.
 - 고객 요구사항 충족과 고객 만족 달성을 위한 전 수명주기 간 서비스 유지보수 조치 유형과 유지보수 수준
 - 운영 정지시간을 최소화하는 사후 유지보수(고장이나 문제해결 목적), 적응 유지보수(시스템 진화 수용을 위한 변경 목적), 완전 유지보수(기능 개선 대응 목적), 계획 예방 유지보수(고장 예방을 위한 정기 정비 목적) 등 다양한 유형의 유지보수 조치
 - 수명주기 전반에 걸친 물류 니즈 대응방안
 - 예비부품이나 수리부속, 시스템 구성요소 관리방안

- 위변조방지 방안
 - 유지보수 지원에 필요한 기술 정보, 훈련 제공자 식별 및 정의
 - 유지보수에 필요한 기술, 훈련, 자격, 인원수를 식별하고 규정함
- ② 시스템이나 시스템 구성요소의 유지보수 제약사항이 있다면 피드백을 통해 시스템 요구사항 정의의 프로세스, 아키텍처 정의 프로세스, 설계 정의 프로세스에 반영한다.
 - ③ 시스템 분석 프로세스를 통하여 유지보수 전략 및 방안 관련 Trade-off를 지원하여 시스템 유지보수의 경제성, 타당성, 지원성, 지속가능성을 확보한다.
 - 유지보수에 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스를 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.
 - 훈련받은 유자격 인원을 유지보수자로 임명한다.

나) 유지보수 수행

- ① 예방 및 사후 유지보수 절차를 개발한다.
- ② 시스템 이상 현상을 식별, 기록, 해결한다.
- ③ 고장 후 시스템 가동을 복구한다.
- ④ 이상 현상 보고의 검토 및 분석을 통해 미래 유지보수 계획을 수립한다.
- ⑤ 미탐지된 설계 오류를 해결하기 위한 분석과 시정 조치를 실시한다.
- ⑥ 사전에 수립한 일정과 정해진 절차에 따라 예방 유지보수 활동을 수행한다.

다) 물류지원 수행

- ① 획득 물류지원 활동을 전수명주기에 걸쳐 시스템을 가장 경제적으로 계획하고 전략을 수립하여 실행한다.
- ② 운영 물류지원 활동은 시스템 능력의 효과적·효율적 제공을 위해 운영 수명기간 동안 대상시스템과 인에이블링 시스템 양자를 동시에 조정하여 실행한다.

라) 유지보수 및 물류지원 결과 관리

- ① 유지보수 프로세스의 수행결과를 문서화한다.
- ② 유지보수 프로세스 수행 중 발견된 문제는 품질보증 프로세스에 따라 해결하고, 유지보수 및 물류 활동의 추세를 식별하고 기록한다.
- ③ 유지보수 활동과 관련된 시스템 구성요소 산출물 및 시스템 정의 산출물 간의 양방향 추적성을 유지관리한다.
- ④ 유지보수 및 물류지원에 대한 고객 만족도 파악을 위해 고객 피드백을 확보한다.

14) 폐기 프로세스

폐기 프로세스의 목적은 시스템의 사용을 종료하고, 처리하는 데 있으며, 주요 활동으로는 폐기 준비, 폐기 수행, 폐기 완료로 구분된다.

[표 32] 폐기 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 수명주기 개념 • 확인된 시스템 • 운영 보고 • 유지보수 보고 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기 준비 • 폐기 수행 • 폐기 완료 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기 전략 • 폐기 지원 시스템 요구사항 • 폐기 제약사항 • 폐기 절차 • 폐기된 시스템 • 폐기 보고 • 폐기 기록

가) 폐기 준비

- ① 폐기 중 환경에 부정적인 영향을 주는 요소를 포함한 폐기 전략 개발을 포함하여 폐기 계획을 수립한다.
- ② 시스템 요구사항에 관련 제약사항을 설정한다.
- ③ 폐기에 필요한 인에이블링 시스템·제품·서비스를 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.
- ④ 재사용 가능하거나 불가능한 구성요소를 파악한다.
- ⑤ 저장하는 시스템은 저장 공간, 검사 기준, 저장 기간을 명시한다.

나) 폐기 수행

- ① 가동을 중단할 시스템 구성요소를 해체한다.
- ② 구성요소를 취급이 쉽도록 분해한다.
- ③ 불필요한 구성요소와 폐기물을 추출한다.
- ④ 폐기 절차에 따라 비활성화된 시스템 구성요소를 폐기한다.
- ⑤ 폐기의 영향을 받는 인력을 철수하고, 미래 필요를 위해 암묵적 지식을 확보한다.

다) 폐기 완료

- ① 폐기 활동으로 부작용이 초래되지 않았고 환경이 원상태로 복원되었음을 확인한다.
- ② 모든 폐기 활동과 잔여 위험원에 관한 문서 기록을 유지한다.

3. 조직의 프로젝트지원 프로세스

- ISO/IEC/IEEE 152888의 조직의 프로젝트 지원 프로세스는 해당 사업을 담당하는 조직이 수행하는 것으로, 프로젝트의 착수·지원·통제를 통해 조직이 제품이나 서비스를 획득하고 공급할 수 있는 능력을 확보하도록 한다. 이 프로세스는 프로젝트를 지원하는데 필요한 자원과 인프라를 제공한다.
- 조직의 프로젝트지원 프로세스에 수명주기모델관리, 기반구조관리, 포트폴리오관리, 인적자원관리, 품질(QM)관리, 지식관리(KM) 등 6개가 존재하며, 조직의 전략과 목표에 맞도록 이들 프로세스를 변경, 추가, 삭제 등으로 테일러링하여 시스템 프로젝트를 지원한다.

[표 33] SE의 조직의 프로젝트지원 프로세스 구성

프로세스	설명
수명주기모델관리	조직이 제품 및 서비스를 획득하거나 공급하기 위한 정책 및 절차를 확립하고 유지하고, 이러한 정책 및 절차를 달성하기 위해 전체 프로젝트 및 시스템의 수명주기 모델과 수명주기 프로세스를 정의하고 유지관리함
기반구조관리	조직과 수명주기 전체에 걸친 사업 목표를 지원하기 위해 기반구조 및 서비스를 제공함
포트폴리오관리	조직의 전략적 목표를 달성하는데 적합한 프로젝트를 시작하고 유지관리함
인적자원관리	사업의 요구에 필요한 인적자원을 제공하고, 인적자원의 역량을 유지관리함
품질관리	제품과 서비스 및 수명주기 프로세스의 이행이 조직의 품질 목표와 고객만족을 달성하도록 보장하도록 관리함
지식관리	기존에 획득된 지식을 다른 사업에 적용하기 위해 조직의 자원과 능력을 개발하도록 관리함

1) 수명주기모델관리 프로세스

수명주기 모델관리 프로세스의 목적은 조직이 제품 및 서비스를 획득하거나 공급하기 위한 정책 및 절차를 확립하고 유지하고, 이러한 정책 및 절차를 달성하기 위해 전체 프로젝트 및 시스템의 수명주기 모델과 수명주기 프로세스를 정의하고 유지관리하는 데 있으며, 주요 활동으로는 프로세스 확립, 프로세스 평가, 프로세스 개선으로 구분된다.

[표 34] 수명주기모델관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 조직 전략계획 조직 테일러링 전략 품질관리 평가보고 품질관리 시정조치 	<ul style="list-style-type: none"> 프로세스 확립 프로세스 평가 프로세스 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 수명주기모델관리 계획 조직 정책·절차자산 수명주기 모델 조직 프로세스 성능 측정지표 니즈 조직 프로세스 성능 측정지표 데이터 수명주기 모델 관리 보고 수명주기 모델 관리 기록

2) 기반구조관리 프로세스

기반구조관리 프로세스의 목적은 조직과 수명주기 전체에 걸친 사업 목표를 지원하기 위해 기반구조 및 서비스를 제공하는 데 있으며, 주요 활동으로는 인프라 구축, 인프라 유지로 구분된다.

[표 35] 기반구조관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 조직 전략계획 조직 인프라 니즈 프로젝트 인프라 니즈 	<ul style="list-style-type: none"> 인프라 구축 인프라 유지 	<ul style="list-style-type: none"> 인프라 관리 계획 조직 인프라 프로젝트 인프라 인프라 관리 보고 인프라 관리 기록

3) 포트폴리오관리 프로세스

포트폴리오관리 프로세스의 목적은 조직의 전략적 목표를 달성하는데 적합한 프로젝트를 시작하고 유지관리하는 데 있으며, 주요 활동으로는 프로젝트 정의 및 승인, 프로젝트 포트폴리오 평가, 프로젝트 종료로 구분된다.

[표 36] 포트폴리오관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 조직 전략계획 조직 포트폴리오 방침 및 제약사항 공급 전략 프로젝트 상태 보고 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 정의 및 승인 프로젝트 포트폴리오 평가 프로젝트 종료 	<ul style="list-style-type: none"> 포트폴리오 관리 계획 조직 인프라 니즈 프로젝트 방침 프로젝트 포트폴리오 조직 경험적 교훈 포트폴리오 관리 보고 포트폴리오 관리 기록

4) 인적자원관리 프로세스

인적자원 관리 프로세스의 목적은 사업의 요구에 필요한 인적자원을 제공하고, 인적자원의 역량을 유지관리하는 데 있으며, 주요 활동으로는 스킬 식별, 스킬 개발, 스킬 획득 및 제공으로 구분된다.

[표 37] 인적자원관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 조직 전략계획 프로젝트 포트폴리오 프로젝트 인적자원 니즈 	<ul style="list-style-type: none"> 스킬 식별 스킬 개발 스킬 획득 및 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 인적자원관리 계획 자격 갖춘 인력 인적자원 관리 보고 인적자원 관리 기록

5) 품질관리 프로세스

품질관리 프로세스의 목적은 제품과 서비스 및 수명주기 프로세스의 이행이 조직의 품질 목표와 고객만족을 달성하도록 보장하는 데 있으며, 주요 활동으로는 품질관리 계획, 품질관리 평가 및 품질 관리 시정조치 및 예방조치로 구분된다.

[표 38] 품질관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 조직 전략 계획 • 품질보증 계획 • 품질보증 보고 • 품질보증 평가 보고 • 고객 만족 의견 	<ul style="list-style-type: none"> • 품질관리 계획 • 품질관리 평가 • 품질관리 시정조치 및 예방 조치 	<ul style="list-style-type: none"> • 품질관리 계획 • 품질관리 지침 • 품질관리 시정조치 • 품질관리 보고 • 품질관리 평가보고 • 품질관리 기록

6) 지식관리 프로세스

지식관리 프로세스의 목적은 기존에 획득된 지식을 다른 사업에 적용하기 위해 조직의 자원과 능력을 개발하기 위함에 있으며, 주요 활동으로는 지식관리 계획, 조직의 지식과 기술 및 지식자산의 공유, 지식·기술·지식자산 관리로 구분된다.

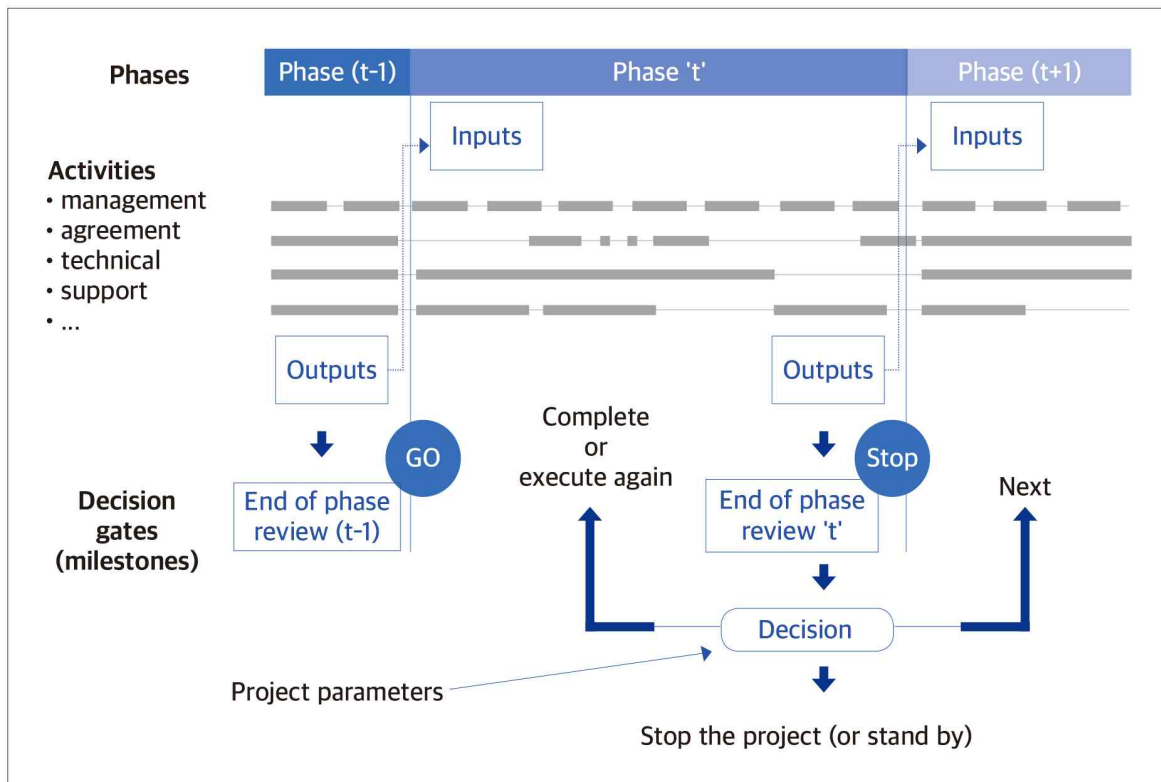
[표 39] 지식관리 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 조직 전략 계획 • 조직 경험적 교훈 • 프로젝트 경험적 교훈 • 자료 생성 	<ul style="list-style-type: none"> • 지식관리 계획 • 조직 내 지식 및 스킬 공유 • 조직 내 지식 자산 공유 • 지식·기술·지식자산 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 지식관리 계획 • 지식관리 시스템 • 지식관리 보고

3 SE기반 기술검토회¹³⁾

기술검토회 정의 및 목적

기술검토회란 사업 관련 이해관계자들이 연구개발 진행 간 “공식적인 기술검토 시점”에 해당 시점까지의 수행 결과물이 정해진 검토기준과 비교·분석하여 분야별 완성도를 검토하기 위한 회의이다. “공식적인 기술검토 시점”은 연구개발 단계별 완성도에 따른 공식기술검토회를 실시하는 시점을 의미한다. 기술검토회의 목적은 현재 단계의 활동을 종료하고 후속 단계 진입 여부 판정(Decision Gate)¹⁴⁾하기 위함이다.



[그림 8] 단계 전환 판정을 위한 기술검토

13) SE 기술검토회의 가이드북, 2017.06.30., 방위사업청

14) SE BoK version 2.3, 2015

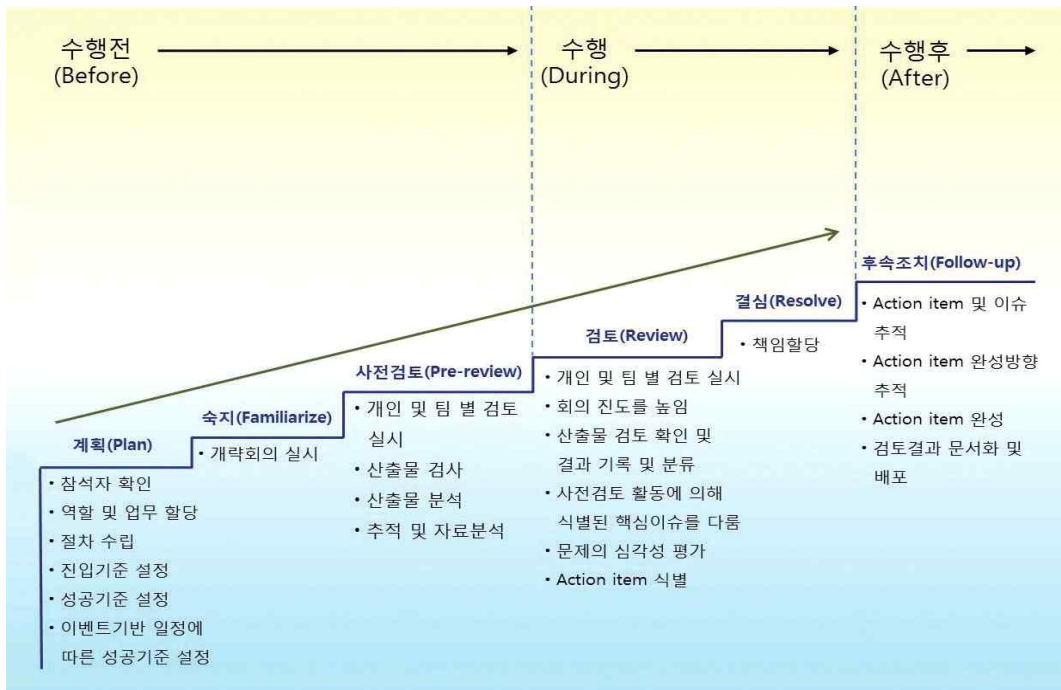
기술검토회 프로세스

기술검토회에 검토 대상에 따라 다양한 분야의 전문가가 참여하며 대부분 프로젝트에 참여하지 않는 인원들이 참석한다. 기술검토회 수행에 앞서 기술검토 계획을 수립하고 사전 검토가 필요하다. 사전 검토 활동을 통해 식별한 핵심 이슈를 검토회에서 다루어야 효율적인 진행이 가능하다. 아래는 SE에서 실시하는 일반적인 기술검토 프로세스이다.

[표 40] 기술검토회 절차

시점	활동	수행 내용
수행 전	계획	• 참석자 확인, 역할 및 업무 할당, 절차 수립, 진입 및 성공기준 설정, 마일스톤별 성공기준 설정
	숙지	• 개략회의 실시
	사전검토	• 개인 및 팀별 검토 실시, 산출물 검사/분석, 추적 및 자료분석
수행 간	검토	• 개인 및 팀별 검토 실시, 산출물 검토/확인, 결과기록, 분류, 사전 검토에서 식별된 핵심 이슈 검토, 문제 심각성 평가, Action Item 식별
	결심	• 책임 할당
수행 후	후속조치	• Action Item 및 이슈 추적, Action Item 완성, 검토 결과 문서화 및 배포

- 기술검토회를 위한 프로세스를 단계별로 도식화하면 다음 그림과 같다.



[그림 9] 기술검토회 프로세스

출처: SE기반 기술검토회의 가이드북, 2017, 방위사업청

기술검토회 종류

따라 기술검토회가 다양하게 운영되지만, 가장 대표적으로 실시하는 종류는 다음과 같다.

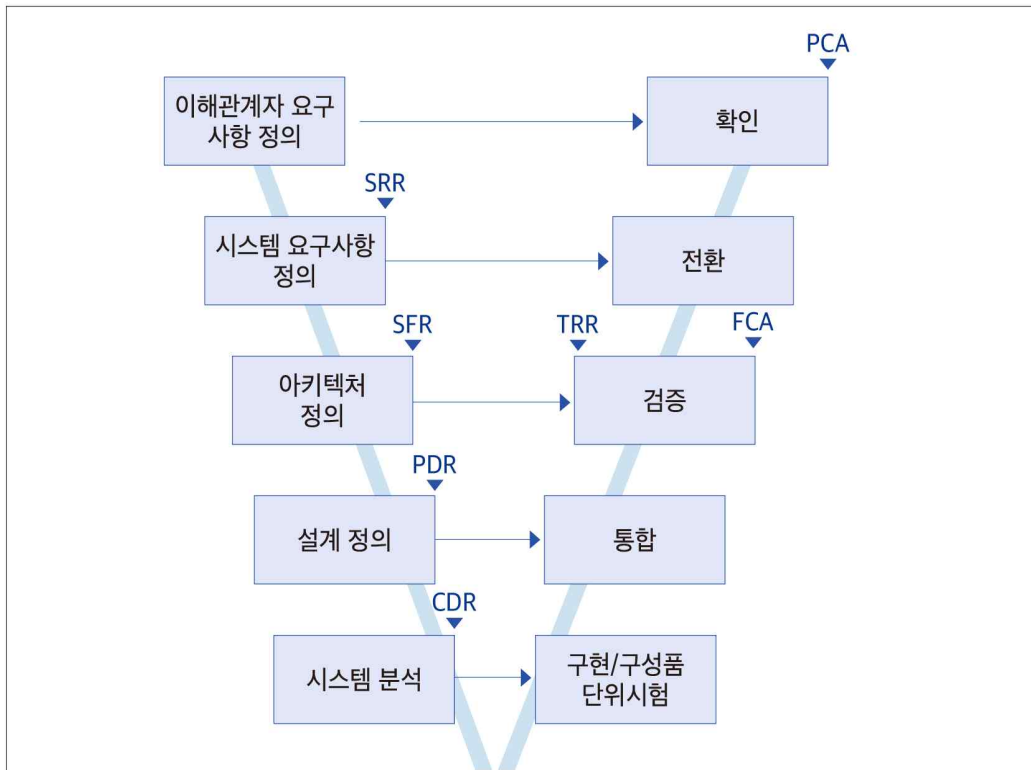
[표 41] 기술검토회 종류

검토회	검토 대상
시스템요구조건검토(SRR, System Requirements Review)	사용자의 요구사항이 시스템요구사항으로 일관성 있고 정확하게 반영되었는지 확인하고 시스템설계 단계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인
시스템기능검토(SFR, System Functional Review)	사용자 요구사항 및 시스템 요구사항이 시스템규격서에 기능요구조건으로 일관성있고 정확하게 반영되었는지 확인하여 시스템에 대한 기능기준선을 설정하고 기본설계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인
기본설계검토(PDR, Preliminary Design Review)	시스템 요구조건 및 시스템기능 요구조건이 기본설계를 충족하는 개발규격으로 반영되었는지 확인하고 상세설계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인
상세설계검토(CDR, Critical Design Review)	시스템 요구조건 및 시스템기능 요구조건이 상세설계를 충족하는 초기제품규격으로 반영되었는지를 확인하고 초기제품기준선(Initial Product Baseline)을 설정하며, 시제품제작, 시스템통합 및 시험단계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인
시험준비상태검토(TRR Test Readiness Review)	시험 목적, 방법, 절차, 범위, 인력, 자원 및 안전 고려사항 등이 포함된 시험계획이 사용자 요구사항 및 시스템 요구조건에 대한 만족 여부를 검증 및 확인할 수 있는지 검토하여 검증 단계로 진입 가능함을 공식적으로 확인
기능적형상확인(FCA, Fuctional Configuration Audit)	형상품목의 실제 성능이 기능기준선(Functional Baseline) 및 할당기준선(Allocated Baseline)에 명시된 요구조건을 충족하는지를 확인
물리적형상확인(PCA, Product Configuration Audit)	검증된 형상품목의 형상이 설계문서와 일치하는지를 판단하고, 제품기준선(Product Baseline)을 확인

기술검토회 실시 시점

기술검토회는 아래 그림과 같이 시스템요구조건검토(SRR)에서 상세설계검토(CDR)까지 하향식 세분

화 과정을 통해 구체화되며 이것은 다시 구현, 통합, 검증 및 확인의 상향식 과정을 거쳐 사용자 요구사항을 충족하는 최종 제품으로 완성된다. 이러한 점에서 기술검토회는 전체 수명주기에 걸쳐 연구개발 진행 간 공식기술검토 시점에서 사업에 참여하는 이해관계자들이 요구사항 분석에서 양산에 이르기까지 단계별 완성도를 평가하고 기술적 위험을 점검하며, 다음 단계로의 진입 여부를 결정하기 위해 수행하는 SE의 주요 활동이라 할 수 있다.



[그림 10] 기술검토회 실시 시점

기술검토회별 대상 산출물 현황

미국 DAG¹⁵⁾에서 제시하는 수명주기 단계별 기술검토회와 대상 산출물 현황은 아래와 같다.



[그림 11] 기술검토회 및 대상산출물 (출처: SE기반 기술검토회의 가이드북, 2017, 방위사업청)

15) Defense Acquisition Guidebook, 2017, DAU

- 용어 설명
- SDP: Software Development Plan
- SSS(체계규격서): System Subsystem Specification for System
- SSS(부체계규격서): System Subsystem Specification for Subsystem
- SRS: Software Requirement Specification
- IRS: Interface Requirement Specification
- SDD: Software Design Description
- IDD: Interface Design Description
- ICD: Interface Control Description

1. 시스템요구조건검토(SRR)

시스템요구조건검토(SRR, System Requirements Review)는 사용자의 요구사항이 시스템요구사항으로 일관성 있고 정확하게 반영되었는지 확인하고 승인된 총사업비, 개발일정 및 수용 가능한 위험범위 안에서 시스템 요구조건을 충족하는 시스템설계 단계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인하는 절차이다.

[표 42] 시스템요구조건검토(SRR) 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 이해관계자요구사항 • 시스템요구사항 • 위험평가자료 • 기술계획문서 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템요구조건검토 • (System Requirements Review) 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템요구사항명세서(SSRS) • SRR수행결과서 • 최신화된 기술계획문서

2. 시스템기능검토(SFR)

시스템기능검토(SFR, System Functional Review)는 사용자 요구사항 및 시스템 요구사항이 시스템규격서에 기능요구조건으로 일관성있고 정확하게 반영되었는지 확인하여 시스템에 대한 기능기준선을 설정하고, 승인된 총사업비, 개발일정 및 수용 가능한 위험범위 안에서 요구조건을 충족하는 시스템의 기본설계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인하는 절차이다.

[표 43] 시스템기능검토(SFR) 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 체계요구사항명세서(SSRS) • 체계규격서(초안) • 체계/부체계설계기술서(SSDD) • 연동통제문서(ICD)(초안) 	<p>시스템기능검토 (System Functional Review)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 체계규격서(SSS) • 체계/부체계설계기술서(SSDD) • HW요구사항명세서(HRS)(초안) • SW요구사항명세서(SRS)(초안) • 검토중 연동통제문서(ICD) • SFR 수행결과서 • 최신화된 기술계획문서

3. 기본설계검토(PDR)

기본설계검토(PDR, Preliminary Design Review)는 시스템 요구조건 및 시스템기능 요구조건이 기본설계를 충족하는 개발규격으로 시스템/서브시스템설계서(SSDD), HW요구사항명세서(HRS), SW요구사항명세서(SRS) 및 개발규격서(초안)에 완전하게 반영되었는지 확인하고 할당기준선(Allocated Baseline)을 설정하며 승인된 총사업비, 개발일정 및 수용 가능한 위험범위 안에서 요구조건을 충족하는 상세설계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인하는 절차이다.

[표 44] 기본설계검토(PDR) 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 체계요구사항명세서(SSRS) • 체계규격서(SSS) • 체계/부체계설계기술서(SSDD) • HW요구사항명세서(HRS)(초안) • SW요구사항명세서(SRS)(초안) • 검토중 연동통제문서(ICD) 	<p>기본설계검토 (Preliminary Design Review)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 체계/부체계설계기술서(SSDD) • HW요구사항명세서(HRS) • SW요구사항명세서(SRS) • 개발규격서(초안) <ul style="list-style-type: none"> - H/W설계기술서(HDD)(초안) - S/W설계기술서(SDD)(초안) - 인터페이스설계기술서(IDD)(초안) • 검토중 연동통제문서(ICD) • PDR 수행결과서 • 최신화된 기술계획문서

4. 상세설계검토(CDR)

상세설계검토(CDR, Critical Design Review)는 시스템 요구조건 및 시스템기능 요구조건이 상세설계를 충족하는 초기제품규격으로 HW설계기술서(HDD), SW설계기술서(SDD), 인터페이스설계기술서(IDD), 연동통제문서(ICD), 제품규격서(초안)에 완전하게 반영되었는지를 확인하고 초기제품기준선(Initial Product Baseline)을 설정하며, 승인된 총사업비와 개발일정 및 수용 가능한 위험범위 안에서 요구조건을 충족하는 시제제작, 시스템통합 및 시험단계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인하는 절차이다.

[표 45] 상세설계검토(CDR) 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 체계요구사항명세서(SSRS) • 체계규격서(SSS) • HW요구사항명세서(HRS) • SW요구사항명세서(SRS) • H/W설계기술서(HDD)(초안) • S/W설계기술서(SDD)(초안) • 인터페이스설계기술서(IDD)(초안) • 검토중 연동통제문서(ICD) 	<p>상세설계검토 (Critical Design Review)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • H/W설계기술서(HDD) • S/W설계기술서(SDD) • 인터페이스설계기술서(IDD) • 연동통제문서(ICD) • 제품규격서(초안) • CDR 수행결과서 • 최신화된 기술계획문서

5. 시험준비상태검토(TRR)

시험준비상태검토(TRR Test Readiness Review)는 시험 목적, 방법, 절차, 범위, 인력, 자원 및 안전 고려사항 등이 포함된 시험계획이 사용자 요구사항 및 시스템 요구조건에 대한 만족 여부를 검증 및 확인할 수 있는지 검토하여 검증 단계로 진입 가능함을 공식적으로 확인하는 절차이다.

[표 46] 시험준비상태검토(TRR) 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 체계요구사항명세서(SSRS) • 체계규격서(SSS) • 체계통합시험결과서 • 시험평가계획서(초안) 	<p>시험준비상태검토 (Test Readiness Review)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 시험평가계획서 • TRR 수행결과서 • 최신화된 기술계획문서

6. 기능적형상확인(FCA)

기능적형상확인(FCA, Functional Configuration Audit)는 형상품목의 실제 성능이 기능기준선(Functional Baseline) 및 할당기준선(Allocated Baseline)에 명시된 요구조건을 충족하는지를 확인하는 절차이다.

[표 47] 기능적형상확인(FCA) 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 기능적형상확인계획서 • 기능적형상확인점검표 • 기능적형상호확인 관련자료 <ul style="list-style-type: none"> - 형상산출물 및 목록 - 형상통제 현황, 도면 - 규격서, 국방규격화연계표 - 품질보증요구서 - 시제품 검사결과 등 	<p>기능적형상확인 (Functional Configuration Audit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 기능적형상확인 결과보고서

7. 물리적형상확인(PCA)

물리적형상확인(PCA, Product Configuration Audit)는 검증된 형상품목의 형상이 설계문서와 일치하는지를 판단하고, 제품기준선(Product Baseline)을 확인하기 위한 절차이다.

[표 48] 물리적형상확인(PCA) 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> • 물리적형상확인계획서 • 물리적형상확인점검표 • 물리적형상확인관련자료 <ul style="list-style-type: none"> - 규격서, 도면, 기술자료 및 형상확인 관련지침 - SW산출물 및 버전 설명서 - 수락시험 절차 및 관련시험 자료 - 형상통제 현황 등 	<p>물리적형상확인 (Physical Configuration Audit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 물리적형상확인 결과보고서

4

SE 적용 사례 및 효과

SE 적용 사례는 미국방성 사례와 보잉 항공기 개발 사례, 그리고 미국의 스마트시티 프로젝트인 스마트 콜럼버스 프로젝트를 중심으로 정리하였고, SE 적용 효과는 일반적인 SE 적용효과를 정리하였다.

1. SE 적용 사례

1) 美 국방성(DoD)

DoD(Department of Defense)의 무기체계 획득사업과 운영유지 사업에 대해 시스템엔지니어링의 적용을 요구하고 최종 결과물만 검증/확인하는 것이 아니라 과정 및 절차까지 관리하고 있음

DoD 지침 5000.1

무기체계 획득 사업은 시스템엔지니어링 적용을 통한 관리를 수행하여 전체적인 시스템 성능을 최적화하고, 수명주기 비용을 최소화해야 한다. 실행가능하고 모듈화된 개방시스템 접근법이 적용되어야 함

DoD 지침 5000.2

무기체계의 효과적인 운영유지는 지속적이고 철저한 SE 방법론의 적용을 통해서, 신뢰성/정비성을 갖춘 시스템을 설계 및 개발하는 것으로부터 시작됨

2) 보잉 항공기 개발 사례

항공기는 초기 개념연구부터 설계, 조립, 생산, 운용 및 유지, 그리고 폐기까지의 전 수명주기와 시스템적인 관점에서 시스템엔지니어 및 각 분야 엔지니어, 그리고 고객까지 포함된 다양한 이해관계자들이 참여하는 대표적인 종합엔지니어링 사업임

보잉 777 개발에 시스템엔지니어링 적용

중대형급 민간항공기인 보잉777을 개발할 때 기존 보잉 767 항공기 개발방식에서 탈피하여 시스템엔지니어링을 적용하였으며, 시스템엔지니어링 개념 기반의 다분야 전문가팀에 의한 동시설계와 IPPD¹⁶⁾가 적용되었으며, 개발과정에서 고객(항공사)이 직접 참여하여 고객의 요구가 적극적이고 과학적인 방법으로 반영되도록 하였음

보잉 767 개발에 비해 일정 단축 및 비용 절감 효과 달성

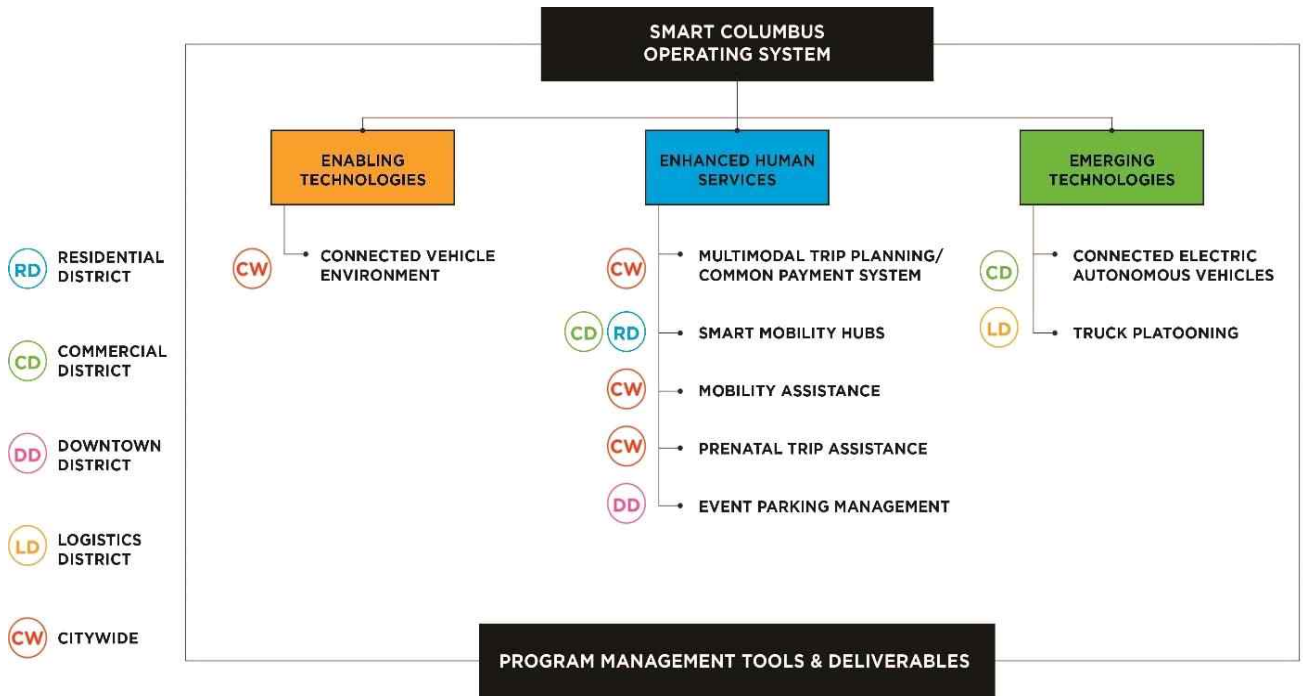
시스템엔지니어링 적용을 통해 개발초기 활동을 강화함으로써 보잉 767 대비 재작업율 50% 감소, 시험기간 60% 감소, 정비작업 비용 35% 절감 등의 효과를 달성함

3) 미국 스마트 콜럼버스 프로젝트

- 스마트 콜럼버스 프로젝트는 미국 교통부(USDOT, The United States Department of Transportation)에서 공모를 통해 2016년 8월 30일에 선정하여 추진하는 스마트시티 프로젝트로서 콜럼버스 시민들이 이동 수단과 접근 방법을 더욱 다양하게 제공받을 수 있게 도와주는 시범 프로젝트이며 시스템엔지니어링을 추진방법론으로 채택함
- 지능형 교통 시스템(ITS), 커넥티드 차량(CV), 자율주행차량(AV), 스마트 콜럼버스 운영 시스템(SCOS) 및 기타 첨단 기술 등 다양한 혁신 기술을 교통망에 완전히 통합하여 시민들에게 보다 더 높은 혜택을 제공하려는 시도임

16) IPPD(Integrated Product and Process Development) : , 생산 및 운용유지 프로세스를 최적화하기 위해, 다분야 (Multidisciplinary) 팀을 활용하여, 모든 필수적인 획득 활동을 동시적으로 통합하는 관리 기법. IPPD는 제품 개념에서부터 생산, 운용유지 지원에 이르기 까지 비용 및 성능 목적을 충족시켜 준다.(DoD 5000.2-R)

• 스마트 콜럼버스 프레임워크



[그림 12] 스마트 콜럼버스 프레임워크

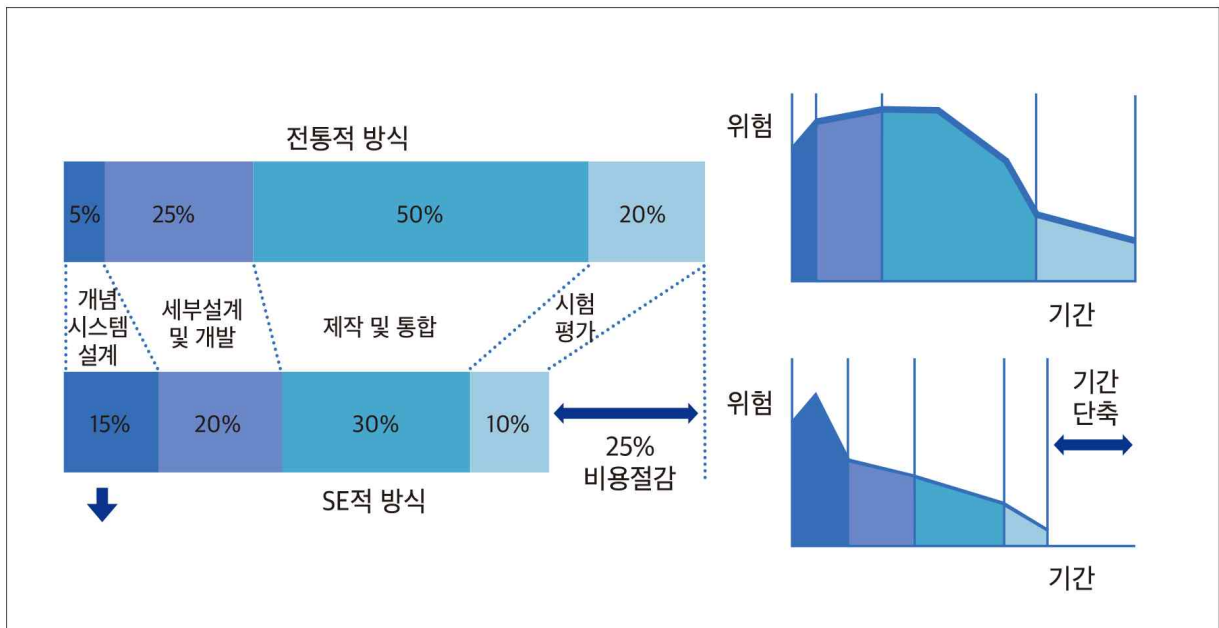
출처: Smart Columbus Systems Engineering Management Plan (SEMP) for Smart Columbus Demonstration Program, 2018, U.S. Department of Transportation

2. SE 적용 효과

복합시스템(SoS, System of Systems)에의 시스템엔지니어링을 적용하게 되면 시스템적인 사고에 기반한 사업 진행과 수명주기 전체에 대한 균형을 고려하여 시스템을 최적화시킴으로써 위험을 감소시키고 비용 및 일정을 단축시킬 수 있어 사업의 성공가능성을 높여주는 효과가 있다고 한다.

1) 경제적 효과

미국방성 및 NASA의 통계 자료에 따르면 SE 기법을 적용할 경우 전통적인 개발 방식에 비해 시간 및 비용측면에서 25%정도가 절감되는 효과가 있다고 분석하였으며 구체적으로 설명하면 개념정의 및 시스템설계 단계에서 자원 투입을 5%에서 15%로 늘리면 전체 개발 시간 및 비용은 25%를 절감할 수 있다고 함

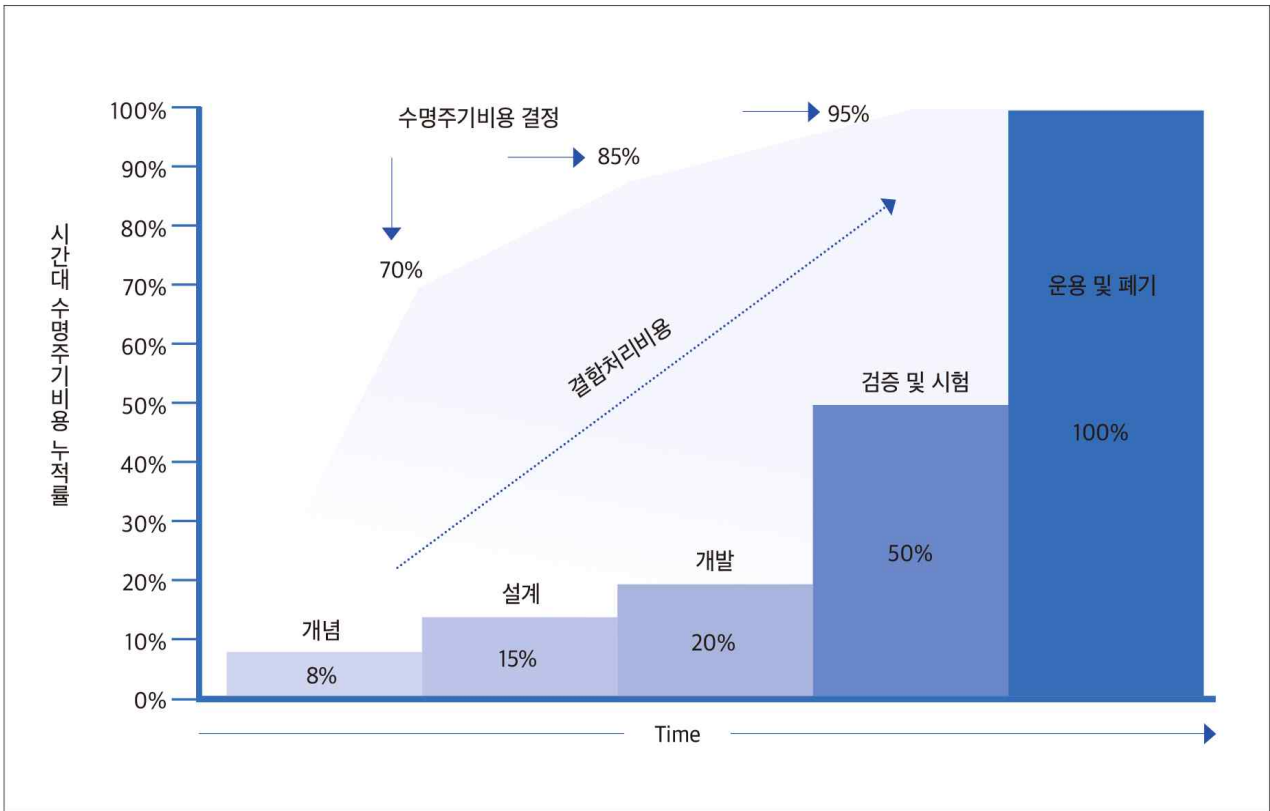


[그림 13] SE 적용 경제적 효과

출처: 시스템엔지니어링 가이드북, 2007, 방위사업청

2) 결함처리 감소 효과

경제적 효과의 발생의 근본적인 원인은 결함처리 건수의 감소에 따른 비용 절감에 있는데 요구정의가 명확하게 정의되기 이전에 개발을 시작하면 개발 중 설계 요구사항의 변경 등으로 추가 비용과 개발 기간 지연이 발생하며, 불명확한 요구사항은 설계의 기본이 되는 불명확한 시스템 요구 조건으로 인한 결함 발생과 결함처리 비용을 증가시킨다.



[그림 14] 시간경과에 따른 수명주기 비용 누적률
출처: INCOSE 2015 Systems Engineering Handbook
(SE기반 기술검토회의 가이드북 재인용, 2017, 방위사업청)

5 SE 테일러링 방안

1. 테일러링 프로세스

테일러링 프로세스는 ISO/IEC/IEEE 15288의 프로세스를 특정 상황이나 요소에 맞도록 수정하는 프로세스이다.

[표 49] 테일러링 프로세스 흐름도

입력(Input)	활동(Activity)	출력(Output)
<ul style="list-style-type: none"> 조직 전략 계획 수명주기 모델 	<ul style="list-style-type: none"> 테일러링 영향 요소 식별 표준 수명주기 고려 이해관계자 의견 수렴 테일러링 의사결정 테일러링 대상 수명주기 선택 	<ul style="list-style-type: none"> 조직 테일러링 전략 프로젝트 테일러링 전략

1) 테일러링 영향 요소 식별

- 각 단계별 테일러링 기준을 식별한다. 적용할 프로세스 수준을 결정할 기준을 정립한다.

2) 표준 수명주기 고려

- 표준에 의해 권고하거나 의무적으로 적용할 수명주기 구조를 고려한다.

3) 이해관계자 의견 수렴

- 프로세스의 비용·일정·리스크 관련성을 결정한다.
- 프로세스의 시스템 무결성 관련성을 결정한다.
- 필요한 문서화 품질을 결정한다.
- 검토의 범위·조정·의사결정 방법을 결정한다.

4) 테일러링 의사결정

- 의견 수렴 결과를 고려하여 최종 결정한다.

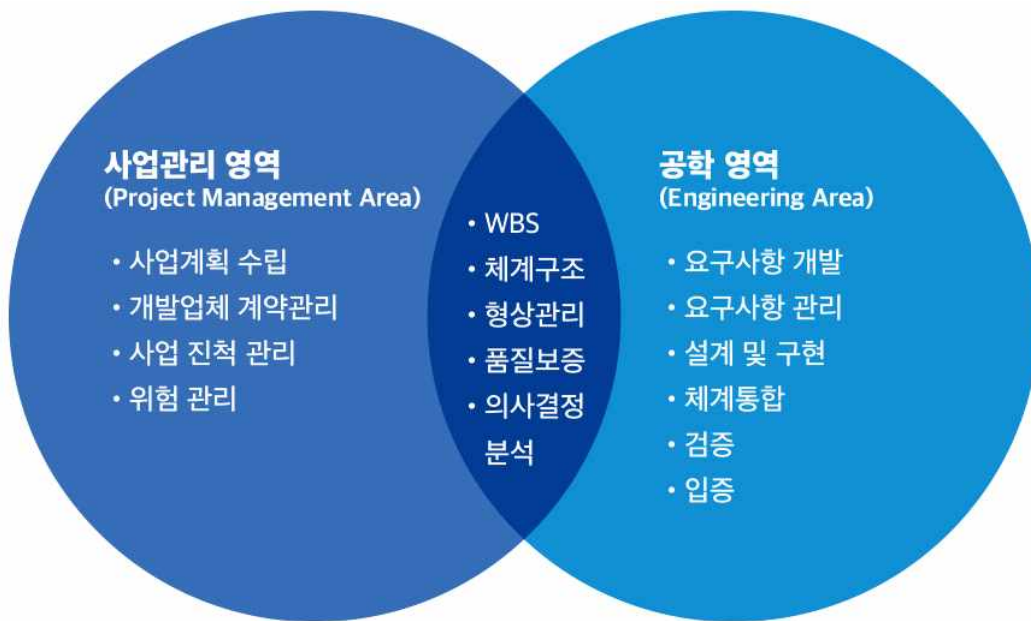
5) 테일러링 대상 수명주기 선택

- 조직이나 프로젝트 니즈 충족을 위해 프로세스 테일러링 이외의 다른 변경이 필요한지 결정한다.

2. SE와 PM 비교

1) SE BoK의 기술관리 활동

INCOSE의 SE BoK의 SE 프로세스에서 제시하는 기술관리 프로세스(Technical Management Process)는 사업관리 영역(Project Management Area)으로 분류될 수 있으며 공학 영역(Engineering Area)의 기술 프로세스(Technical Process)와 다음과 같이 구분하여 정리할 수 있다¹⁷⁾.



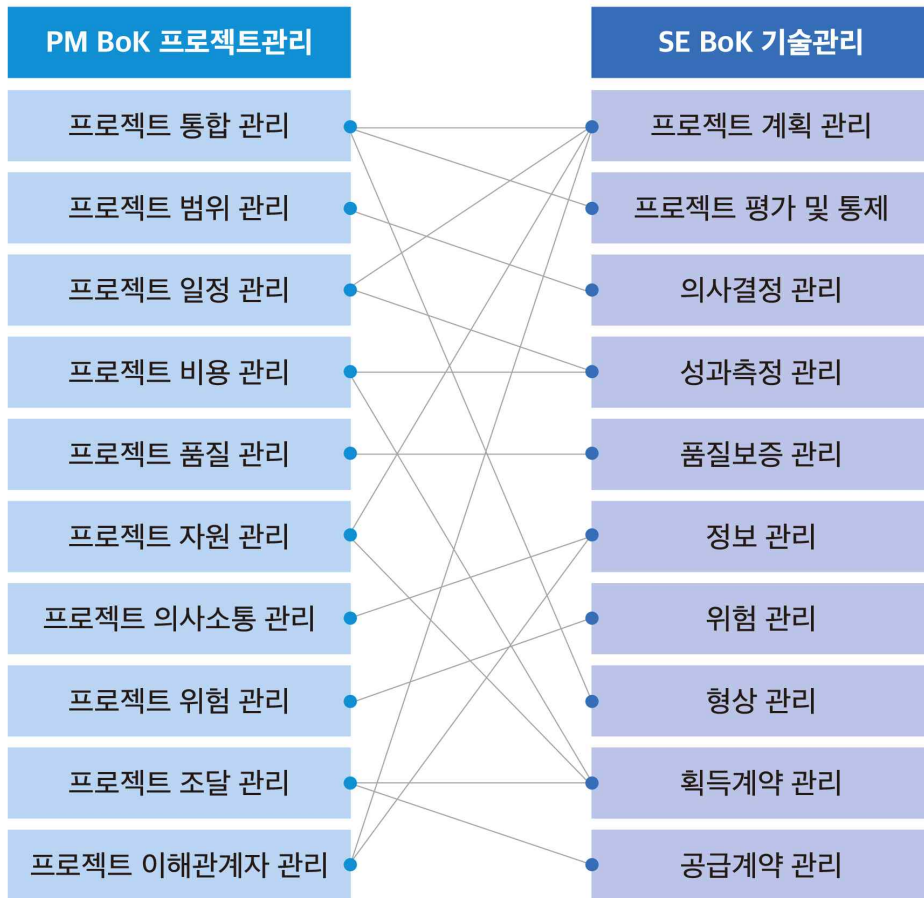
[그림 15] 사업관리와 공학 영역

17)

체계공학(SE) 기반 기술관리업무 실무지침서, 2012.7, 방위사업청

2) PM BoK의 프로젝트관리 활동

SE BoK에서 제시하는 기술관리 활동은 PMI의 PM BoK에서 제시하는 프로젝트관리 활동과 많은 부분이 중첩되므로 사업의 특성에 맞게 테일러링을 통해 적절한 혼용으로 최적의 프로젝트관리 프로세스를 도출하여 적용할 필요가 있다.



[그림 16] PM BoK 프로젝트관리와 SE BoK 기술관리

제3장

스마트시티 SE 적용 방향

3

1

스마트시티 프로젝트의 사례검토

1. 네덜란드 암스테르담의 “도시문제 해결을 위한 오픈 플랫폼”

1) 사업 내용

- ASC(Amsterdam Smart City)라는 오픈플랫폼을 통해 정부 뿐만 아니라 민간기업, 학교, 지역 주민들이 참여하고 정부보다는 민간 주도 운영되고 있다.
- 온라인에서 ‘ACS 웹페이지’를 통해 의견을 수렴하고, 오프라인에서는 ‘스마트시티 체험랩’을 운영하여 시민들이 직접 프로젝트를 공유하고 서비스를 체험할 수 있는 공간을 마련하고 있다.
- 주요 과제는 1) 암스테르담 내의 지속적 인터넷 사용량 증가에 대비한 ICT환경 개선, 2) 태양광 패널 제공, 도시 폐기물의 재활용, 빗물 및 폐수의 활용 방안 추진, 3) 스마트 시스템 도입을 통한 자전거 주차장, 태양광 자전거 도로, 자동차 공유 프로그램 등을 통한 극심한 주차난의 해소 및 환경 오염 방지 추진, 4) 제품의 생산-소비-재활용의 순환 체계 수립, 5) 암스테르담 내의 대학, 교육기관 등과의 연계를 통한 시민교육 수준 향상 프로그램 운영, 6) 높은 인구 밀도 상황에서 주거 환경과 주민들의 생활 개선 등이다.

2) 주요 특징

- 민간이 스마트시티 프로젝트를 주도하고 시민들과 직접 소통하여 공공 서비스를 발굴하고 피드백을 받아 도시문제를 해결해나간다.
- 도시 폐기물 재활용, 태양광 발전, 자동차 및 주차장 공유 등을 통해 자원이나 에너지를 절감하고 환경 오염을 방지한다.

2. 캐나다 밴쿠버

1) 사업 내용

- 그린 에너지 중심의 삶의 질 향상과 환경 보존을 통한 도시 미래 경쟁력 향상을 도모하고 있고, 밴쿠버 그린니스트 시티 2020 액션 플랜은 세계에서 가장 뛰어난 녹색도시로 만들고자 하는 계획이다.
- 실시간 도시서비스 플랫폼 앱(VAN CONNECT)을 통해 시민들의 참여를 유도하고 있다.
- 친환경 도시계획을 위해 주요 과제는 탄소배출 제로, 쓰레기 감소, 에코시스템 등 3대 핵심 영역을 중심으로 추진 중이다.

2) 주요 특징

- 실시간 도시서비스 플랫폼 앱을 통해 시민들의 참여를 유도한다.
- 도시의 오염 방지와 환경 보존을 위한 핵심과제를 추진하고 있다.

3. 영국 글래스고

1) 사업 내용

- 도시를 가장 잘 이해하는 시민을 중심으로 도시의 부흥을 위한 “미래도시 조성”을 추진목표로 하고 있다
- 도시의 안전, 교통, 보건, 에너지, 환경, GDP, 인구수 등의 정보를 분석해 근본적인 문제를 파악하고 도시에 직접적으로 필요한 기술을 적용해 스마트시티를 구현하는 것이 목표이다.
- 프로젝트의 일환으로 시민들이 도시의 생활문제(도로, 교통신호, 쓰레기 수거 등)을 신고하고 도시 정보 확인이 가능한 앱 서비스 “My Glasgow”를 운영하고 있다.
- 글래스고 관제센터에서 공공CCTV를 통해 실시간 교통의 중앙통제를 하고 지능형 가로등을 통해 도시 전역의 안전 향상 및 도시 정보를 수집한다. 실시간으로 움직임이나 소음을 인식하여 경찰 및 긴급구조대에 알리고, 긴급 상황 시 교통 신호를 통제하여 사고 장소를 안내하고 공해 및 움직임 측정시스템을 통해 대기오염, 인구 이동수에 대한 데이터를 수집하여 도시 계획에 반영하고 있다. 또한 도시의 전력 사용량을 실시간으로 모니터링하여 탄소배출량 확인 및 에너지 효율이 낮은 기기 정보 공유 등 도시 에너지 정책 개선에 반영한다.

2) 주요 특징

- 시민들과 소통하기 위한 앱서비스 “My Glasgow”를 운영하고 있다.
- 실시간을 교통상황을 파악하고 통제하며, 도시정보, 대기오염, 인구이동 등에 대한 데이터를 수집 및 분석하여 도시 계획에 활용한다.

4. 핀란드 칼라사마타

1) 사업 내용

- 버려진 항구였던 핀란드 외곽의 ‘칼라사타마(Kalasadama)’를 자율주행 전기차, 스마트그리드 등 신기술이 집약된 스마트시티로 개발하는 것으로 ‘도시 효율성을 높여 주민 한사 람에게 매일 한 시간의 여유를 돌려주자’는 비전 아래 스마트시티 프로젝트 추진하고 있다.
- 먼저 입주자를 모집(13~)한 후 시정부와 시행사, 입주민, 시민단체 등이 함께 도시를 기획하고 있고 주민, 시민단체, 공무원, 기업 등으로 구성된 ‘혁신자 클럽(Innovator's Club)’을 통해 도시문제 발굴, 서비스 체험 등 핵심역할 수행한다.
- 시민 의견을 기반으로 애자일 파일럿 방식을 활용하여 개발 및 실험을 통해 문제점을 발견하고 개선하는 방식으로 운영되고 있다. 기획 단계부터 실제 거주자가 공동으로 참여하는 ‘혁신자 클럽’을 참석하여 의견을 공유하며, 실제 거주민 등 다양한 이해관계자의 참여, 인프라·서비스 제공, 공공데이터의 사용 등 지역 기반의 혁신적 실험을 추진하고 있다.
- 칼라사마타 리빙랩은 지역 거주민이 직접 도시 문제 솔루션 아이디어를 발굴하고 개발할 뿐만 아니라, 실제 생활환경에 적용하여 문제점을 파악하고 개선하는 프로세스를 반복하고 있다. 주요 과제는 스마트 폐기물관리, 스마트 모빌리티, 에너지 서비스 등으로 구성된다.

2) 주요 특징

- ‘혁신자 클럽’이라는 커뮤니티를 활용하여 시민들과 정보를 공유하고 도시 문제와 해결 아이디어 발굴, 서비스 체험 및 개선 등의 의견을 수렴한다.

5. 독일 함부르크

1) 사업 내용

- 교통문제를 해결하고 지속가능한 도시로의 발전을 위하여 스마트시티로의 성장하는 것을 목표로 하고 있다.
- 오픈 플랫폼인 “넥스트함부르크”를 통해 도시 발전을 위해 시민이 참여하여 지식과 경험을 공유하고 아이디어를 토론하는 공간을 제공한다.
- 스마트항만은 레이더와 센서를 활용하여 선박의 입출선을 관제하고, 공사 현장, 선박 위치, 수위 등 다양한 정보를 통해 항만을 모니터링할 수 있다. 스마트가로등은 항구 지역 내 가로등을 필요한 시간, 구역에만 이용되어 에너지 절감이나 보행자 안전에 효과적이다. 지능형 교통관리는 항만 주변 도로상황, 열차, 교각 등 교통 흐름을 통합하여 관제하고 선박 운행정보와 실시간으로 연계하여 주변 교통 상황을 종합적으로 통제한다.

2) 주요 특징

- 오픈 플랫폼인 “넥스트함부르크”를 활용하여 시민의 지식과 경험을 공유하고 아이디어를 발굴한다.
- 스마트항만, 스마트가로등, 지능형 교통관리 등은 스마트센서를 활용하여 데이터를 수집하고 분석하여 도시 운영을 효율화시킨다.

6. 스페인 스마트산탄데르

1) 사업 내용

- 도심 내 첨단 정보화 구축을 목표로 센서, 컬렉터, 카메라 등을 도시에 설치하여 공공기관이나 일반기업은 물론 시민들도 도심 상황을 실시간으로 파악할 수 있게 하는 것에 중점을 두고 있다.
- 2만 여개 이상의 센서, 2000개의 GPRS 모듈, 2,000여개의 RFID태그와 QR코드로 구성된 테스트베드를 가지고 도시의 각 구역 및 사물에서 기온, CO2, 교통상황 등 다양한 상황을 측정하여 환경 모니터링을 실시하고 있다.
- 센서들에 의해 수집된 교통 및 환경 관련 정보는 스마트산탄데르 플랫폼에 축적되어 시민이 핸드폰을 통해 손쉽게 접근하여 도시의 상황을 이해할 수 있게 한다.

2) 주요 특징

- 센서, 컬렉터, 카메라 등을 설치하여 교통 및 환경 관련 정보를 수집하여 스마트산탄데르 플랫폼에 축적한다.
- 축적된 데이터를 분석 및 가공하여 공공기관, 기업, 시민 등 누구나 모바일 등의 기기를 활용하여 도심 상황을 실시간으로 파악할 수 있게 한다.

7. 프랑스 니스

1) 사업 내용

- 도심 내에 에코시티 존을 지정하여 각 존별로 적합한 도시계획을 수립하여 환경친화적이고 문화적인 도시 유지를 목표로 하고 있다.
- 이와 함께 다양한 도시 데이터를 수집하여 시민에게 제공하여 시민의 편리성을 도모하고 삶의 질을 향상과 비용을 절감하기 위하여 IBM, Cisco 등과 협업하여 스마트모빌리티, 환경품질, 에너지효율, 스마트도로, 스마트 가로등 등을 추진하고 있다.

2) 주요 특징

- 다양한 도시 데이터를 수집하여 시민에게 제공한다.
- 기업들과 협업하여 교통, 환경, 에너지, 가로등 등의 스마트화를 통해 편리성, 비용 절감, 삶의 질 향상을 추진한다.

8. 미국 산호세

1) 사업 내용

- 미국 산호세에서 추진하는 스마트 아메리카 챌린지는 가상물리시스템(Cyber Physical system)을 현실 생활에 적용하여 안전, 지속가능성, 효율성, 보건, 관광 등의 산업을 활성화하는 것을 목표로 진행 중이다.
- 인텔사와 협업하여 공기, 수질, 교통, 효율성, 소음, 커뮤니케이션 등의 산호세의 문제들을 해결하기 위해 인텔의 스마트 IoT 센서를 도시 곳곳에 설치하여 데이터를 수집 및 활용하면서 교통흐름 및 주차상황의 개선, 대기질 개선 등의 노력을 하고 있다.

2) 주요 특징

- 가상물리시스템을 현실 생활에 적용하기 위해 인텔의 스마트 IoT센서를 도시 곳곳에 설치하여 데이터를 수집/분석하여 교통, 주차, 대기질 개선 등에 활용하고 있다.

9. 에스토니아 탈린밸리

1) 사업 내용

- 탈린밸리는 전세계인을 대상으로 온라인 에스토니아 시민권을 도입하여 에스토니아에 실제로 거주하지 않아도 온라인으로 모든 행정업무를 처리할 수 있게 하였다. 이를 통해 자국에서의 창업을 유도하여 해외 자본 유치와 인력 유입에 활용하고 있다.
- 에스토니아 탈린밸리는 세계 최대 인터넷 전화업체인 스카이프, 세계 최대 개인 간 해외 송금업체인 트랜스퍼와이즈 등 유니콘 기업들이 탄생한 곳으로 유명하다.
- 에스토니아 정부는 2001년부터 정부주도로 국가 데이터베이스 플랫폼인 “엑스로드(X-ROAD)” 구축을 통해 400여개 기관 및 기업을 연결하여 금융, 보험, 통신 관련 정보 등 공공 데이터와 기록을 공유하는 시스템을 만들었다.

2) 주요 특징

- 온라인 에스토니아 시민권을 활용하여 실제 거주하지 않는 외국인들이 창업을 할 수 있도록 하여 외자 유치와 인력 유입에 활용한다.
- 국가 데이터베이스 플랫폼을 구축하여 금융, 보험, 통신 관련 정보 등 공공 데이터를 여러 기관과 기업과 공유한다.

10. 스페인 바로셀로나¹⁸⁾

1) 사업 내용

- 바로셀로나는 도시 계획, 생태학, 정보 기술을 통합해 기술의 혜택이 모든 이웃에게 도달 하는 것을 보장하고 시민의 삶의 질을 개선하고자 하는 프로그램을 추진 중이다.
- 바로셀로나의 접근 방식은 하이퍼 커넥티드, 초고속, 배출가스 제로인 메트로폴리스 내에서 생산적이고 인간 중심의 이웃을 구축하는 장기 비전을 추진하는 것으로 스마트 조명, 에너지, 워터, 구역 난방과 냉방, 스마트 교통, 배출 제로 모빌리티, 오픈 정부 등 7개의 전략 이니셔티브를 추진하고 있다

2) 주요 특징

- 물, 에너지, 냉난방, 교통, 오픈 정부 등을 통해 시민의 삶의 질을 개선하는 프로그램을 추진하고 있다.

11. 프랑스 파리

1) 사업 내용

- 프랑스 파리는 스마트시티 모델로서 '파리기후협약'에 따른 생태적, 경제적, 사회적 지속가능성을 지향하고 있다.
- 2015년에 지능형 빅데이터를 도시 운영에 활용하는 스마트시티 정책을 발표하였고, 각종 기기나 센서에서 수집한 데이터를 통해 전파, 동선, 소음, 대기 성분, 온도 및 습도 등을 분석하여 재개발 계획 수립을 위한 데이터를 수집하고 있다.

2) 주요 특징

- 각종 기기나 센서에서 수집한 데이터를 지능형 빅데이터로 분석하여 도시 운영에 활용하고 있다.

18) 선도형 스마트시티 연구개발사업 예비타당성조사 보고서, 2018, 한국과학기술평가원

12. 일본 요코하마의 “건물 에너지 공급의 최적화”

1) 사업 내용

- 일본 요코하마는 에너지 순환 도시를 목표로 하고 있으며 시당국, 전기회사, 건설업체가 연계하여 일반 가정, 공장, 빌딩 등의 건물의 에너지 공급을 최적화하는 시스템을 도입하였다.
- 가정용 에너지관리시스템 4,230대, 전기자동차 2,300대를 도입하여 가정, 공장, 빌딩에 절전을 요청하고 대응하는 방식으로 운영하고, 절전에 참여한 가정이나 공장, 기업에게 인센티브를 제공한다.

2) 주요 특징

- 가정용 에너지관리시스템과 전기자동차를 도입하여 시당국, 전기회사, 건설업체가 연계하여 일반 가정, 공장, 빌딩 등의 건물의 에너지 공급을 최적화하고 있다.

13. 오스트리아 비엔나¹⁹⁾

1) 사업 내용

- 비엔나의 스마트시티 비엔나 프레임워크 전략은 2050년까지 최고 수준의 삶의 질을 시민들에게 제공할 것이라는 장기 계획이다.
- 실행 영역은 자원, 삶의 질, 혁신 세 가지 영역으로 정의된다. 비엔나는 2050년까지 CO2배출, 에너지, 모빌리티, 건물, 혁신, 보건 사회, 환경 등의 세부 목표 달성을 계획하고 있다.
 - 이산화탄소 배출 : 2050년에 1990년 수준에서 80% 감소
 - 에너지 : 전체 에너지 소비의 50%는 재사용 자원으로 해결함
 - 모빌리티 : 모터를 이용하는 개인 교통량을 현재 28%에서 2030년까지 15%로 줄이며, 2050년까지는 지자체 경계 안에서 움직이는 모든 차량은 기존의 방식이 아닌 기술을 사용하도록 함
 - 건물 : 현존하는 건물의 난방, 냉방, 온수를 위한 에너지 소비를 연간 1인당 1%씩 줄임
 - 혁신 : 2030년까지 비엔나-브르노-브라티슬라바 혁신 트라이앵글을 유럽에서 가장 미래지향적이고 국경을 넘어 이루는 혁신 지역으로 만들기, 수출 물량에서 기술 집약 제품의 비중을 지금의 60%에서 2050년까지 80%로 확대함. 2050년에는 유럽 5대 규모의 연구와 혁신 허브를 목표로 함

19) 선도형 스마트시티 연구개발사업 예비타당성조사 보고서, 2018, 한국과학기술평가원

- 보건 사회 : 비엔나의 모든 시민은 배경, 신체적/심리적 조건, 성 취향, 성별과 관계없이 좋은 이웃 환경, 안전한 생활 조건을 즐길 수 있음
- 환경 : 녹지 공간의 비율은 50% 이상으로 유지함

2) 주요 특징

- 환경 보존, 에너지 최적화 혹은 에너지 절감 등을 통해 시민의 삶의 질 향상을 추진하고 있다.

14. 인도 아마라바티

1) 사업 내용

- 인도는 100개의 스마트시티 건설을 목표로 주택, 도시개발부를 중심으로 스마트시티 사업을 추진하고 있다.
- 에너지, 스마트 헬스케어, 교육, IT환경, 지능형 교통시스템, 건물 등 6개 분야로 분류하여 기초적인 도시인프라의 스마트화를 추진하고 있다.

2) 주요 특징

- 에너지, 스마트 헬스케어, 교육, IT환경, 지능형 교통시스템, 건물 등 기초적인 도시 인프라의 스마트화를 추진하고 있다.

15. 스마트네이션 싱가포르

1) 사업 내용

- 리센룽 총리 주도로 2014년에 국가 핵심사업인 “스마트네이션 싱가포르” 프로젝트를 출범하였으며 디지털 서비스 제공을 위한 기술개발과 주요 데이터의 통합 및 가공에 초점을 두었다.
- “스마트네이션 싱가포르” 프로젝트는 '사람들의 삶을 개선하는 것'과 '새로운 경제적 기회 창출'이라는 두 가지 목표에 중점을 두며, 변화하는 다양한 요구에 대응하는 세계 정상급 도시를 목표로 하고 있다. 디지털 기술과 빅데이터가 싱가포르의 도시화와 고령화 문제를 해결할 수 있을 뿐만 아니라 경제적 가치를 창출할 수 있는 자산으로도 인식되면서 도시국가인 싱가포르 전역을 스마트도시로 전환하는 것으로 정리될 수 있다.
- 이 프로젝트의 실행력을 높이기 위해 총리실 직속의 SNDGO(Smart Nation and Digital Government)를 조직하여 운영함으로써 각 분야의 부처 간 의사소통 문제를 해결하고 강력한 컨트롤타워를 구축하였다.
- 주요 과제로는 1) 싱가포르 거주자 및 기업이 정부 및 민간 부문과 디지털 방식으로 편리하고 안전하게 거래할 수 있는 디지털신분 확인 시스템인 NDI(National Digital Identity) 개발, 2) 시민, 기업 및 정부 기관이 간단하고 안전하게 이용하는 전자지불(e-Payment) 인프라 제공, 3) 지자체 서비스, 도시 수준의 운영, 계획 및 보안을 향상시키기 위한 통합된 국가 차원의 센서 플랫폼인 스마트네이션 센서플랫폼 구축, 4) 데이터 및 디지털 기술을 활용한 대중교통 강화와 핸즈프리 발권 기술과 자율주행 셔틀을 통한 스마트도시 이동성 향상 5) 보육복지 차원의 서비스 제공을 위한 전자출생등록서비스 제공, 6) 공공 및 민간부문이 더 많은 사용자 중심 서비스를 대중에게 더 빠르고 더 효율적으로 개발할 수 있게 해주는 디지털 플랫폼인 CODEX(Core Operations, Development Environment, eXchange) 개발을 추진하고 있다.

2) 주요 특징

- 총리실 직속의 SNDGO(Smart Nation and Digital Government)을 통해 강력한 범부처 컨트롤타워를 구축하여 스마트시티 프로젝트를 추진하고 있다.
- 모든 시민, 기업, 정부기관들이 디지털인증 및 전자지불시스템을 통해 온라인으로 모든 행정업무 및 경제활동을 가능하게 한다.
- 국가 차원의 스마트네이션 센서플랫폼 구축을 통해 국가 전역을 디지털화하고 이를 통해 축적한 빅데이터를 도시문제 해결과 새로운 경제적 가치 창출을 위한 자산으로 활용하고자 한다.
- 공공과 민간부문에서 사용자 중심의 새로운 서비스를 빠르고 효율적으로 개발할 수 있도록 지원하는 디지털 플랫폼 개발(CODEX)을 추진하고 있다.

2

스마트시티 사업의 특성

1. 도시 구조

1) 3차원 도시

기존 도시는 경직되어 기존의 도시 기능이나 요소를 변경하거나 추가하는 것이 제한되는 반면에 스마트시티는 플랫폼 및 레고화되어 신규 기능이나 서비스를 유연하게 추가할 수 있다. 또한 자원이나 에너지는 공유와 지능화 기술을 통해 활용을 극대화할 수 있다.

2) 유기적 도시

기존 도시는 도시가 도메인으로 잘게 구분되어 도메인 사이에 데이터나 기능의 공유에 한계가 있는 반면에 스마트시티는 도시 전체가 하나의 플랫폼으로 연결되고 수직적 및 수평적 그리드를 형성하여 데이터나 기능을 유기적으로 공유할 수 있다.

2. 도시 운용

1) 창의적 도시

기존 도시는 투입과 산출이 기계적으로 연결되어 문제 해결을 위해서 많은 시간과 비용이 투입되어야 하는 반면에 스마트시티는 지식이나 아이디어를 공유하고 창의성이나 신기술을 활용하여 문제를 해결하는데 용이하다.

2) 자기 조직화 도시

기존 도시는 소수의 컨트롤타워가 도시 운영을 주도하고 시민들의 도시 정보에 대한 접근을 제한하는 반면에 스마트시티는 시민이 도시 운영에 적극 참여하고, 시민과 지능화된 사물이 스스로 질서를 창출하고 도시 운영에 대한 정보를 자유롭게 공유한다.

3. 서비스

1) 시민중심 서비스

기존 도시는 시민이 도시 운영체계에 적응하고 시민을 위한 서비스 제공보다 도시 기능 유지를 중요시 하는 반면에 스마트시티는 시민의 필요에 따른 맞춤형 서비스를 제공하고 도시의 서비스 수준이 도시 경쟁력을 결정한다.

2) 데이터기반 서비스

기존도시는 시민이 요구해야만 서비스가 시작되고 사전에 정의된 서비스만을 제공하는 반면에 스마트시티는 도시가 실시간으로 상황을 파악하고 시민의 요구를 인지하며 도시가 하나의 조력자(Assistant)로서 기능을 하고 시민에게 필요한 지식과 데이터를 제공해준다.

3

스마트시티 사업특성을 고려한 적용방안

앞에서 주요한 스마트시티 사업 사례를 살펴본 결과 스마트시티 사업의 시행착오를 줄이고 성공 가능성을 높이기 위해서는 크게 다음과 같은 관점에서 고려할 필요가 있다.

첫째, 스마트시티 사업의 목표와 추진 전략 및 방향이 명확히 수립되어야 한다.

둘째, 스마트시티 사업을 통해서 제공할 서비스의 종류와 효율적인 거버넌스 구축을 고려해야 한다.

셋째, 스마트시티 사업의 실행 주체와 역할을 정의해야 한다.

넷째, 스마트시티 사업에 적합한 기술을 식별하고 효율적인 적용 방법을 검토해야 한다.

1. 목표 및 방향 설정

대상 도시의 특성에 맞는 스마트시티 사업의 목표와 추진 전략 및 방향을 수립해야 한다.

1) 도시문제 해결목표

복잡다기화된 도시문제 해결을 위해서 기존의 단편적인 해결책만으로는 한계가 있다. 도시의 특성을 분석하고 분류한 다음, 각 분야에서 발생하는 데이터를 수집·분석·가공하여 도시 운영에 활용함으로써 시민들에게 제공하는 공공서비스의 질을 향상하고, 도시에서 필요한 요소들이 플랫폼에 통합되어 적재적소에 공유되고, 현재 뿐만 아니라 미래 세대가 필요로 하는 요구도 충족시킬 수 있는 지속 가능한 스마트도시로 진화하는 것을 목표로 해야 한다.

2) 도시공간 변화 동향 반영

모든 도시를 획일적으로 스마트도시로 전환하는 것은 시간과 비용 측면에서 상당한 비효율성이 발생하게 될 뿐만 아니라 실패할 가능성도 높아진다. 도시의 인구 구조나 도시 공간의 변화 동향을 반영해야만 성공 가능성을 높일 수 있다. 구도심의 쇠퇴, 도시 외곽의 개발, 고령화, 저출산 등에 따라 축소도시, 쇠퇴도시, 소멸도시, 도심회귀, 컴팩트시티 등 다양한 형태로 도시공간에 대한 변화가 발생한다.

[표 50] 도시 변화 유형별 고려사항

도시 변화 유형	설명	고려사항
축소도시	인구감소와 산업쇠퇴에 따라 도시를 축소	인구감소에 맞춰 도시를 좀더 압축적으로 재편하여 시민의 삶의 질을 높이는 접근이 필요
소멸도시	저출산, 고령화, 경기 침체, 청년 유출 등으로 지역의 경쟁력이 약화되면서 지역소멸이 의심되는 지역이며 농촌지역에 주로 발생	지역 간 인구격차 및 불균형 심화에 따라 지역의 고령화, 청년유출 저출산 등을 방지하는 것이 중요
컴팩트시티 (Compact City)	주거밀도와 토지이용이 상대적으로 높은 지역을 대상으로 대중교통 중심의 공간 이용의 효율성을 높이는 도시	무분별한 교외확장을 방지하여 자동차 사용을 감소시켜 친환경 도시의 조성이 가능하고 도시경제에 유리한 대안임
도심회귀	구도심 주변의 신개발지로의 이동하였지만 신개발지 노후화나 교통접근성 저하, 구도심 재개발, 도심 지식단업단지 개발 등에 따라 인구가 도심으로 회귀하는 현상	도시의 자연환경 및 유휴공간을 최대한 활용하여 신산업과 공공사업이 가능하게 거점화하는 정책이 필요

이러한 도시 공간의 변화 특성을 반영하여 적합한 전략을 수립하고 적절성에 대한 충분한 검증을 거치는 것이 스마트시티의 성공 가능성을 높여준다.

2. 제공 서비스

스마트시티는 다양한 스마트 기술을 활용하여 시민의 삶을 보다 안전하고 풍요롭게 만들어주는 집합체로 정의할 수 있다. 첨단 정보통신기술, 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 인공지능 등의 기술을 적용하여 교통, 에너지, 헬스케어, 빌딩관리 등 도시민의 삶에 직접적인 영향을 주는 다양한 서비스를 안전하고 편리하면서도 경제적으로 이용할 수 있게 해준다.

3. 수행 주체

앞에서 살펴본 선진 사례에서는 스마트시티 사업을 위해 시민참여가 가장 중요하며 공공기관, 민간 기업, 일반시민 공동으로 협업하여 추진하고 있다.

1) 시민참여

스마트시티에서는 도시 전역에서 정보를 수집하고 분석하여 소수의 자원을 효율적으로 활용하는 방안을 모색하여 도시와 사회 문제를 해결하는 것이 중요하다. 도시의 정보를 수집하고 분석하는 것은 첨단 ICT 기술을 활용하되, 도시와 사회 문제의 해결 방안을 도출하기 위해서는 시민들이 적극적으로 참여가 필요하다. 문제 해결을 위한 아이디어를 제시하여 해결 방안을 도출하고, 해결 방안을 직접 체험하고 피드백하여 해결 방안을 지속적으로 개선하고 고도화하는 노력이 필요하다.

2) 공동참여

복잡다기화된 현대의 도시 및 사회의 문제는 더이상 정부에서만 주도해서 해결하기 어려우므로 공공기관, 민간사업자, 시민들이 공동으로 노력해야만 달성할 수 있다.

사용자 주도로 문제를 해결하는 리빙랩(Living Lab)에 대한 관심이 증대하고 있다. 사용자 주도형 리빙랩은 실제 삶의 현장에서 사용자와 생산자가 공동으로 혁신을 만들어가는 실증적 실험방식이다. 사용자 주도형 혁신 모델인 리빙랩은 하향식(Top-Down) 추진이 아닌 정부·민간·시민 간의 파트너십(Public·Private·People Partnerships, PPPP)을 강조하는 상향식(Bottom-Up) 거버넌스 기반으로 작동하는 개념이다.

4. 적용 기술

스마트시티는 도시 각 지역의 다양한 데이터를 수집하여 분석하고 가공하여 도시 운영에 활용되어야 하며 이를 위해서는 다양한 최신 기술들이 활용되어야 하며, 이미 형성된 기존 도시를 스마트시티로 전환할 수 있어야 한다.

1) 첨단기술 활용

앞서 선진 사례에서 살펴본 바와 같이 4차산업혁명시대의 첨단기술인 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등을 도시와 사회의 다양한 영역에 적용할 경우 도시와 사회에서 발생하는 많은 문제들이 해결할 수 있다. 도시의 각 분야에서 발생하는 데이터를 지능형센서, IoT 등을 통해 실시간으로 감지하고 대응하거나 대규모로 축적된 빅데이터를 분석하고 인공지능 가공하여 도시 운영에 활용할 필요가 있다.

2) 데이터기반 스마트시티

데이터 기반 스마트시티는 교통, 에너지, 환경, 안전 등의 각 분야에서 발생하는 도시의 각 기능에서 발생하는 데이터를 통합하여 빅데이터와 인공지능기술을 적용하여 전체 최적화 관점에서 도시문제를 조망하는 틀을 제공하고, 자원의 공유 및 효율적인 관리를 통한 도시서비스 최적화를 통해 도시 및 사회 문제를 해결함으로써 시민들에게 보다 나은 삶의 질을 제공할 수 있는 도시를 말한다.

3) 기존도시 적용

그동안 우리나라가 신도시를 중심으로 기술개발과 도시개발을 통해 우수한 도시 기반시설을 구축하는데 집중해왔다. 반면에 유럽이나 미국 등의 선진국은 기존 도시자원의 최적화와 효율성을 극대화하는데 노력을 집중함으로써 우리나라보다 상대적으로 많이 앞서 나가 있다.

다수의 시민은 기존 도시에 거주하고 있고, 기존 도시가 지속 성장하고 확대되고 있으며, 대부분의 도시 및 사회 문제는 기존 도시를 중심으로 발생하고 있으므로 기존 도시를 스마트시티로 전환하는 것이 중요하다.

제4장

스마트시티 SE 적용 방안

4

1

SE적용의 방향

1. 적용원칙

스마트시티 사업에 체계공학(System Engineering)을 적용하여야 하는 목적은 요구사항이 철저히 반영된 시스템의 개발에 있다. 그를 위하여 체계공학(System Engineering)을 스마트시티 사업에 적용하는데 있어서 SE 적용 목표의 지향, 시스템적 관점의 유지, 요구사항 정의와 설계활동의 분리, 추적성의 확보 및 관리 등 몇가지 원칙하에 적용할 필요가 있다.

[표 51] SE 적용원칙

적용원칙	세부 내용
SE적용의 목표 지향	<ul style="list-style-type: none"> • 체계공학 활동은 스마트시티 사업의 운용개념 및 요구사항을 정제하여 개발의 주체에게 전달하는 것 • 요구사항을 기준으로 사업착수 이후에 개발주관 기관의 체계공학 활동을 조정통제 • 그를 통하여 요구사항이 철저하게 반영된 시스템의 확보
시스템적 관점 유지	<ul style="list-style-type: none"> • 통합적이고 시스템적인 사고에 의거 스마트시티 사업의 당면한 문제뿐만 아니라 운용개념, 관련된 타 사업, 관련된 모든 이해관계자를 고려하여 스마트시티 사업을 계획 및 관리하여야 함
요구사항 정의 및 설계활동의 분리	<ul style="list-style-type: none"> • 체계공학이 적용되는 모든 스마트시티 개발 활동은 반드시 요구사항을 정의한 후 설계 단계로 진행되어야 함
추적성 확보 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 기술적 타당성이 확인된 이해관계자들의 요구사항은 시스템 요구사항(시스템 규격)에 반영 • 시스템 요구사항을 분할하여 하부 수준의 요구사항으로 개발하여야 하며, 시스템 요구사항은 하부 수준의 요구사항에 의하여 모두 만족되어야 함 • 모든 요구사항에 대한 검증사항이 정의되어야 하며, 모든 검증사항은 시험계획서 또는 시험절차서에 의해 만족되어야 함 • 개발과정에서 발생하는 모든 기술적 의사결정 및 설계변경에 대한 근거와 변경이력이 관리되어야 함 • 위와 같은 내용의 모든 추적성은 확보되어야 하며, 필요시 관련기록이 추적검토될 수 있도록 관리되어야 함

2. 적용 SE Method

체계공학(System Engineering)은 전통적인 시스템공학 이외에도 여러 가지 발전된 형태들이 존재하며, 그 여러 가지의 SE 적용 Method 중 모델기반 SE, 기능기반 SE, 객체지향 SE 등이 스마트 시티 사업의 적용에 대하여 검토할 만한 SE 적용의 Method로 볼 수 있다. 이 중 관련성이 많은 기능기반 SE의 주요 사항들을 검토하여 스마트시티 SE 적용에 관한 참조사항들을 도출할 수 있다.

[표 52] SE Method

SE Method	상세	비고
모델기반 SE	<ul style="list-style-type: none"> • 많은 모델 및 시뮬레이션 관행들이 SE 프로세스로 정형화되어, 그런 모델들을 기초로 한 SE 접근 방법 • <INCOSE Systems Engineering Vision 2020> (2007)은 MB SE를 “개념 설계 단계에서 시작되어 개발 단계를 거쳐 수명주기 후반 단계들까지 지속되는, 시스템 요구사항, 설계, 분석, 검증, 확인 활동을 지원하기 위한 모델링의 정형화된 적용”이라고 정의 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차, 항공기 등 정형화된 제품생산 등에 활용 • 장기간의 경험을 통해 모델링 되어 있어야 가능
기능기반 SE	<ul style="list-style-type: none"> • FBSE : Functions-Based SE • 시스템의 기능 아키텍처에 집중하는 SE 접근법 • 기능(function)은 소기의 결과(desired outcome)를 성취하기 위해서 반드시 수행되어야 하는 특유한 과업 · 행동 · 활동 • 하나의 기능은 장비(하드웨어), 소프트웨어, 펌웨어, 설비, 인원, 절차 데이터로 구성되는 단일 또는 다수의 시스템 구성요소에 의해 성취 • FBSE의 목표는 시스템 제품과 프로세스들의 설계의 대상이 되는 기능 아키텍처를 정의하고, 기능과 하부 기능을 하드웨어/소프트웨어, 데이터베이스, 설비, 운영 활동(인력 등)에 할당함으로써 시스템 아키텍처 정의를 위한 기초를 제공하는 것 	<ul style="list-style-type: none"> • 서비스에 의한 목표 달성을 위한 SE 접근임 • 스마트시티 사업에 적절한 접근방안
객체지향 SE	<ul style="list-style-type: none"> • 객체지향 시스템 엔지니어링 방법(OOSEM; Object-O riented Systems Engineering Method)은 기술 진화와 요구사항 변경을 수용하는 유연하고 확장 가능한 시스템의 설계를 지원하기 위해 모델 기반 방법과 전통적 SE 방법에 객체지향 개념을 통합 • OOSEM은 시스템에 대한 규격 작성 · 분석 · 설계 · 검증을 지원 • OOSEM은 또한 객체 지향 소프트웨어 개발, 하드웨어 개발, 검증 · 확인 방법과 통합도 촉진할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 변화에 유연한 시스템을 개발할 수 있으므로 변화가 많은 업무에 적용

3. SE 적용분야 선정

대부분의 SE적용이 복잡한 제품생산에 초점을 두고 있는 반면 스마트시티 사업은 대부분 시민에 대한 서비스 중심의 SoS 상황의 시스템이므로 이에 대한 고려가 필요하다. 시스템공학의 주요한 발전방향인 서비스 SE와 SoS SE의 주요 사항들을 검토하여 스마트시티 SE 적용의 참조사항을 도출한다.

1) 서비스 SE

서비스 SE는 주로 서비스를 발생하는 영역은 사물의 흐름, 인간의 활동, 통치 등을 중점으로 하는 시스템에서 적용되며, 이는 스마트시티 사업의 사례에서 나타나는 대상 Use Case들을 상당수 포함하고 있다.

[표 53] 서비스 SE 적용관점

관점	서비스 SE 상세 대상영역	스마트 시티 연관성
사물의 흐름에 중점을 두는 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 운송, 공급사슬, 물, 폐기물 재활용, 식품과 상품, 에너지와 전력 그리드, 정보, 클라우드 	스마트시티 사업의 주된 대상영역
인간 활동과 발전에 중점을 두는 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 건물과 건설, 소매,接客/미디어, 엔터테인먼트, 은행과 금융, 비즈니스 컨설팅, 의료, 가정생활, 교육, 일/일자리, 기업가 정신 	
행정(시, 주, 국가)에 중점을 두는 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 설계와 운영을 위해 여러 목표와 제약사항을 식별 예산, 법/규정등 제약 하에서의 전략적 정책, 교육, 국방 등 법/규정 및 사회적 변화에 빠른 대응을 위한 전략적 준비 상태 비용(예산)을 최소화하면서 효과를 극대화 	스마트시티 사업의 운영주체

- 스마트시티 사업에서 서비스 SE의 적용을 위하여 고려하여야 할 주안점은 다음과 같다.
 - 시시각각 변하는 운영환경에 따라 진화하고 적응할 수 있도록 유연한 설계
 - 개별 서비스 시스템 개체들의 운용관리 절차가 서로 조화를 이루게 하기 위해서 인터페이스 협약을 통한 서비스 시스템 개체들의 상호운용성 확보가 설계 프로세스의 최우선 과제
 - 시스템을 구성하는 개체들이 이해관계자의 니즈에 따라 설계되고, 각 개체는 통상 다른 개체들과는 독립적으로 각자의 목표를 충족시키기 위해 개발, 관리 및 운영되므로 개별

서비스 시스템 개체들의 목표가 서비스 시스템 전체의 목표로 수렴 하지 않는 경우가 발생할 수 있으며, 이를 예방하기 위하여, 서비스 시스템 설계 프로세스(SSDP)는 전통적인 SE의 수명주기 관점을 견지

- 모든 이해관계자 간의 개방적 협업이 요구되며, 통합과 협업을 통해 응집력 있는 개발 및 운용팀을 구축하는 일이 중대한 문제

2) SoS SE

대부분의 스마트시티 사업은 대형의 SoS(System of Systems) 성격을 갖는 시스템이다. 복합시스템(SoS, System of Systems)은 운영 혹은 관리를 위해 여러 개의 시스템으로 구성된 시스템을 말하며, 구성된 여러 가지 시스템들이 서로 연계되고 통합되어서 운영되고 관리된다. 따라서 SE적용을 위하여는 SoS 상황 임을 고려하여 SE 적용 시의 고려사항을 도출하여야 한다.

SoS(System of Systems) 상황의 SE적용을 위한 고려사항 검토

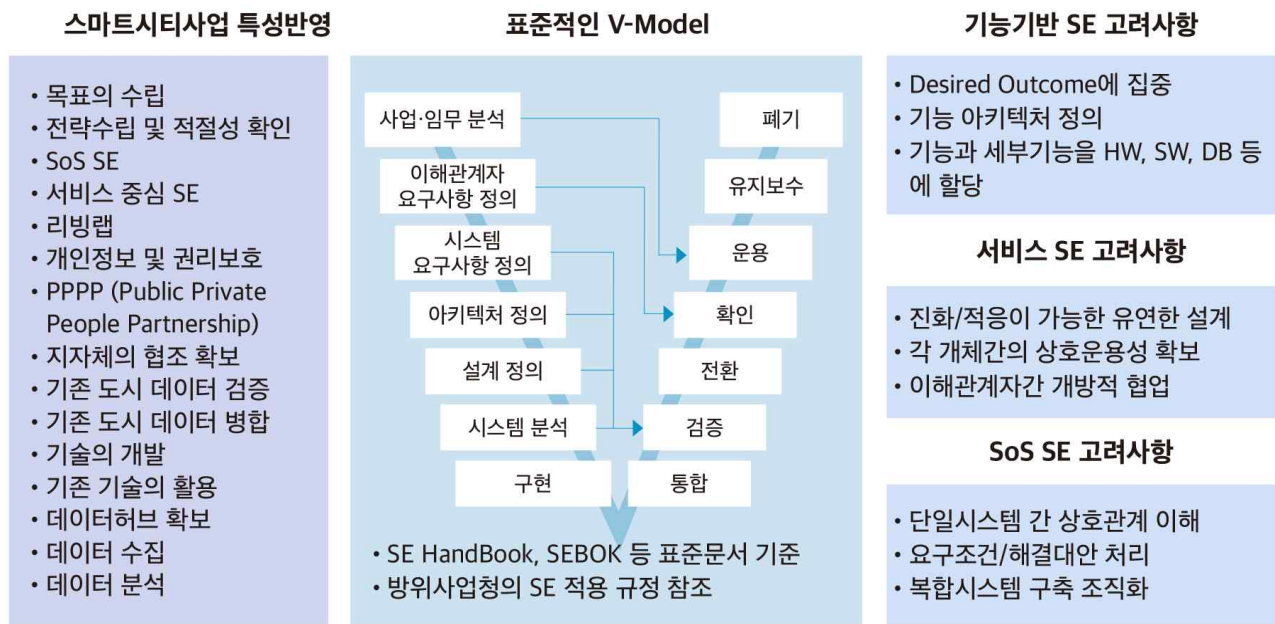
[표 54] SoS 적용 고려사항

SoS 상황에서의 필요 활동	고려사항
복합시스템 최상위레벨 요구조건 대비 능력 해석활동	<ul style="list-style-type: none"> • 복합시스템 능력을 진화시키기 위해 기술계획의 기초를 제공하는 최상위레벨 단계의 사용자 요구조건을 해석 • 복합시스템 본연의 특성을 잘 파악해야하며, 또한 기술적 요구조건 하에 능력수요를 지속적으로 해석 • 변화하는 수요에 부합한 복합시스템을 진화
단일시스템 간 상호관계 이해 활동	<ul style="list-style-type: none"> • 현재의 복합시스템 능력 및 지원시스템, 그 능력과 지원시스템과의 관계, 각 단일시스템의 상황 등을 잘 파악하고, 이해
능력목표를 충족시키기 위한 복합시스템 성능평가 활동	<ul style="list-style-type: none"> • 현재의 복합 시스템 운용성능을 이해하고, 단일시스템 변화에 대한 영향성을 확인 • 복합 시스템 척도(metrics), 성능평가 방법을 설정하고 이 2가지 방법으로 실제 성능을 평가
복합시스템 아키텍처 개발 및 진화, 유지 활동	<ul style="list-style-type: none"> • 최상위레벨의 기술적 목표를 구체화 • 현재 복합시스템의 성능을 정의하고 아키텍처를 개발 • 아키텍처는 복합시스템의 운용개념을 표현해야 하며, 또한 단일시스템간의 성능, 상호관계, 의존성 및 내·외부 환경, 데이터 전송과 같은 통신체계 등이 포함 • 복합시스템 아키텍처는 시스템 변화평가에 필요한 기술체계구조와 요구조건을 충족시키기 위한 대안으로 작용
복합시스템 성능 변화에 대한 잠재 영향성 평가 및 모니터링 활동	<ul style="list-style-type: none"> • 복합시스템을 구성하고 있는 단일시스템은 각각에 소속되어 있는 조직에 의해 관리 • 단일시스템에 대한 잠재적인 변화를 지속 모니터링하며 관리 • 이러한 변화에 대한 영향성을 평가하므로써, 시스템 기능 및 성능을 개선시킬 수 있고 동시에 복합시스템 또는 단일시스템 간 문제를 사전에 예방 및 완화
복합시스템 요구조건 및 해결대안 처리활동	<ul style="list-style-type: none"> • 복합시스템은 수많은 단일시스템 간 상호운용 적으로 형성된 최상위레벨의 요구조건과 각 단일시스템 단계의 요구조건으로 구성 • 복합 시스템 및 단일시스템 레벨에서 고객의 요구사항을 수집 및 평가하여 우선순위를 결정 • 요구사항을 충족시키기 위한 대안책 평가가 필요 • 다음단계의 프로세스를 진행하기 위해 요구사항을 검토하고 그 우선순위를 결정해야 하며, 이러한 활동의 일부로서 능력 실행을 위한 다양한 대안 평가가 필요
복합시스템 구축을 위한 조직화 활동	<ul style="list-style-type: none"> • 복합시스템의 요구능력을 실제로 실행하는 단계로서 복합시스템 요구조건을 충족시키기 위해 기획 및 조합, 통합, 단일시스템 변화에 대한 시험활동 등이 포함 • 프로세스를 조직화하고, 복합시스템을 조합, 통합, 검증하는 역할을 수행

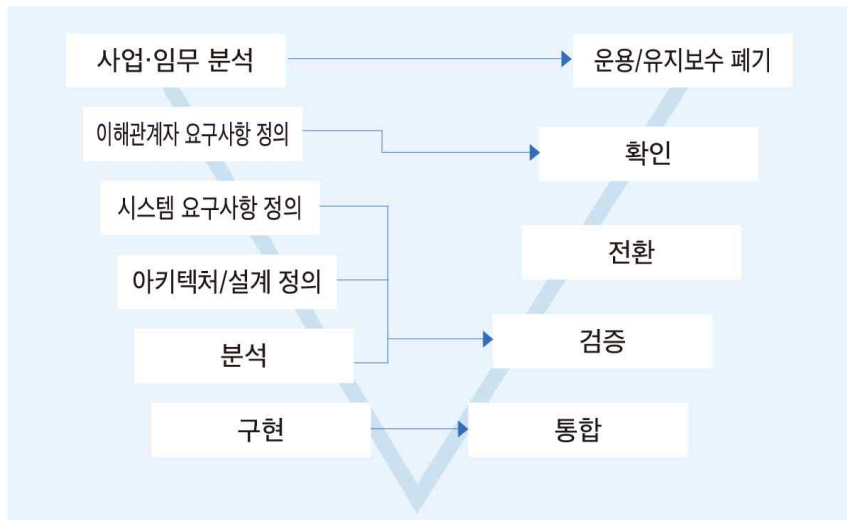
2

스마트시티 V-Model Task 선별

SE 표준문서의 Task들과 스마트시티 사업특성의 검토를 통하여 고려하여야 하는 Task들과 기능기반 SE, 서비스 SE, SoS SE의 고려사항들을 병합하여 스마트시티 사업에 적절한 V-Model의 Task들을 선별한다.



스마트시티사업 적용 V-Model



[그림 17] 스마트시티사업 적용 V-Model

1. SE 프로세스 적용범위

스마트시티 사업에 SE를 적용하기 위하여는 적용의 범위를 규정할 필요가 있다. 즉 사업 전체를 SE를 통하여 관리할 것인지 SE와 전통적인 PM 관리방법을 적절히 혼용할 것인지에 대한 의사결정이 필요하다. 스마트시티 사업은 많은 인원이 참여하는 사업이므로, 대부분의 참여인원들이 경험을 가지고 있을 확률이 많은 PM으로 관리가능한 부분은 PM으로 관리하고 여타의 부분에만 SE를 적용하는 것이 적절한 것으로 판단하였다.

1) SE의 구성 프로세스

SE의 주요 프로세스는 기술프로세스(SEP), 기술관리프로세스(SEMP), 조직 프로젝트 지원 프로세스, 계약관리 프로세스 등으로 구성되어 있다.

프로세스 그룹	설명
기술관리 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 사업 계획을 수립하고 계획 대비 실적을 평가하고, 사업이 종료될 때까지 사업을 모니터링하고 통제함
기술 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 요구사항을 정의하고 요구사항을 제품 및 서비스로 효과적으로 구현하고 검증함. 필요한 경우 제품을 일관되게 재생산할 수 있게 함
조직 프로젝트 지원 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 제품 및 서비스를 획득하거나 공급할 수 있도록 조직 차원에서 지원하는 활동 이해관계자들의 요구와 기대를 충족하는데 필요한 자원 및 인프라를 제공하고, 품질척도를 설정하여 감독함
계약관리 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 획득 및 공급에 관여하는 절차



[그림 18] SE 프로세스 구성

2) PM과 SE의 비교

일반적으로 시스템엔지니어링은 ‘시스템적 사고’를 근간으로 프로젝트의 ‘기술적 성과’를 지향하며, 프로젝트 매니지먼트는 프로젝트의 비용 및 일정관리 같은 ‘비즈니스적 성과’를 지향하고 있다. 기술적인 고려사항과 비즈니스적인 고려사항이 서로 조화롭게 수행되도록 하는 것이 전체 프로젝트의 성공에 기여할 수 있다.

최근 SEBOK 등의 버전 업그레이드 등을 통하여 SE에서도 비즈니스적인 관리항목들을 보완하여 가고 있으나 프로젝트를 수행하는 구성원이나 단위 조직의 입장에서 고려하면 PM의 경험을 가진 인원은 비교적 많을 것이며, SE의 경험을 보유한 인원은 많지 않을 것으로 예측되므로 전체적인 부분에 SE를 적용하는 것은 인원의 SE 교육수준, 경험인원이 없음으로 인한 혼란 등을 가져올 소지가 있음을 고려하여 PM과 SE의 혼용을 우선 고려하고, 그에 따라 SE의 적용범위를 반드시 필요한 부분으로 축소할 필요가 있다.

SE를 국제적으로 대표하는 단체는 INCOSE(International Council On Systems Engineering)이며, PM을 국제적으로 대표하는 단체는 PMI(Project Management Institute)이다.

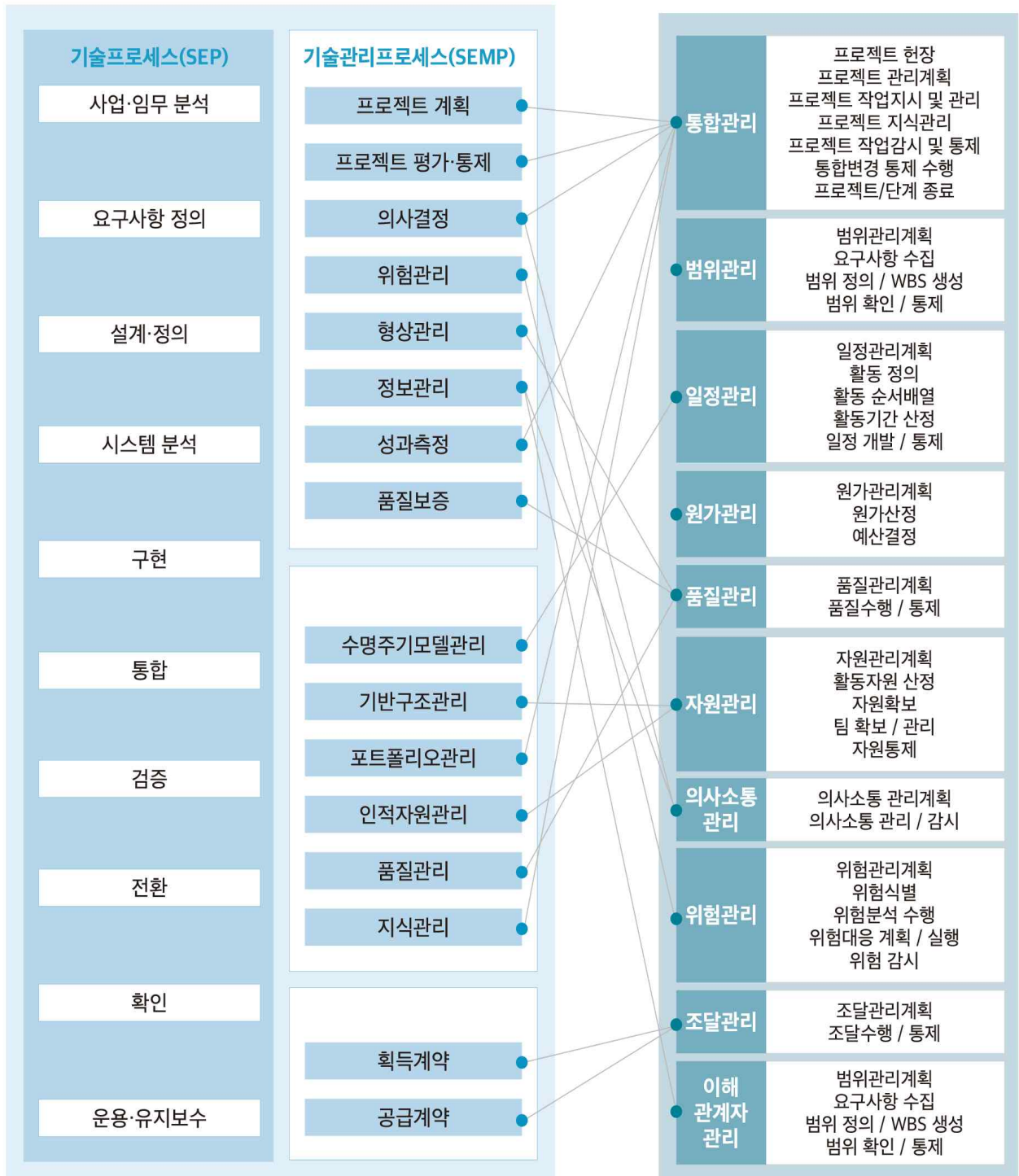
SE는 시스템적인 사고를 바탕으로 프로젝트의 기술적인 측면을 위주로 다루고 있으며, PM은 프로젝트의 전체적인 계획수립, 비용 및 일정관리와 같은 사업적 차원의 업무를 우선적으로 수행하고 있다. 스마트시티 사업과 같은 대규모 개발 프로젝트는 SE와 PM 두 분야가 함께 조화시켜 고객이 원하는 서비스를 적기에 개발하는 시너지 효과를 발현하여야 하며, SE 표준인 IEEE 1220, EIA632, SEBOK(Systems Engineering Body of Knowledge) 그리고 PMBOK(Project Management Body of Knowledge) 내용을 중심으로 SE와 PM을 비교하면 다음과 같다

[표 55] SE와 PM 비교

구분	SE	PM
지식 체계	<ul style="list-style-type: none"> SEBOK : SE의 개념, 프로세스, 필요한 분야 기술과 수행능력에 대한 정보를 광범위하게 정의 	<ul style="list-style-type: none"> PMBOK : 프로젝트 관리와 관련하여 일반적으로 인정된 지식체계를 분류하여 기술
요소	<ul style="list-style-type: none"> 주요활동(EIA 632) <ul style="list-style-type: none"> - 요구분석 - 기능분석 및 할당 - 설계조합 - 시스템분석 및 통제 	<ul style="list-style-type: none"> 10개 관리항목 <ul style="list-style-type: none"> - 통합관리 - 일정관리 - 품질관리 - 위험관리 - 의사소통관리 - 범위관리 - 비용관리 - 인적자원 관리 - 조달관리 - 이해관계자 관리

3) PM에서 관리가능한 부분은 SE 적용범위에서 제외

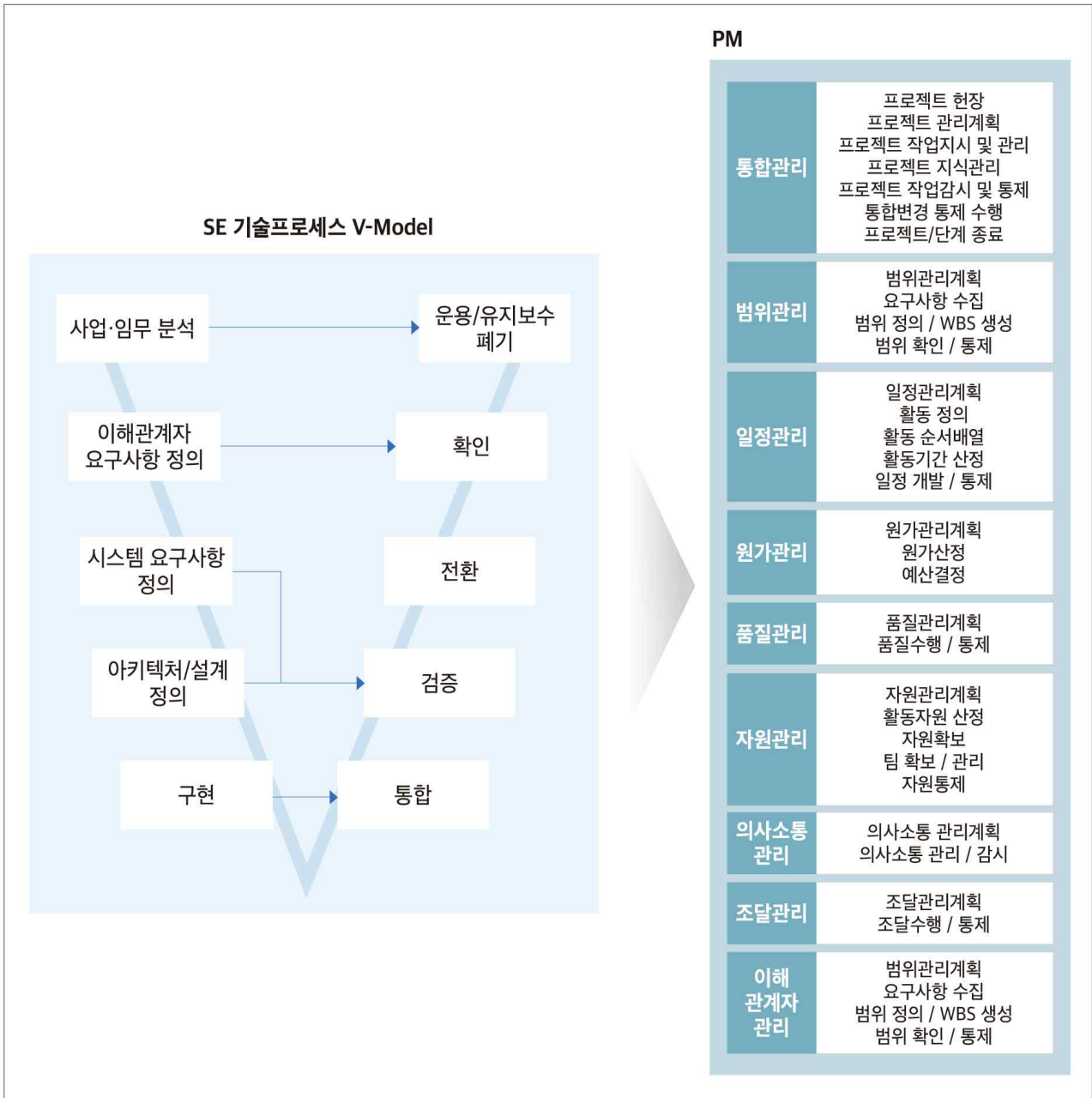
SE의 기술관리프로세스, 조직 프로젝트 지원 프로세스, 계약관리 프로세스의 활동들은 대부분 PM의 관리항목에 의하여 관리될 수 있으므로, PM에 의한 관리로 대체 가능한 부분은 SE의 적용범위에서 제외하는 것으로 한다. 따라서 실제 스마트시티 사업에서 SE 적용을 위하여 수행하여야 할 부분은 PM 영역의 통합관리 등 10개 관리영역과 SE 영역의 기술프로세스(SEP) 이다.



[그림 19] SE 프로세스와 PM과의 관계

4) SE 기술 프로세스와 PM의 실제적 적용

SE 기술 프로세스와 PM의 실제적인 적용은 PM 범위관리의 WBS생성, 일정관리중 활동정의, 활동 순서배열 등의 Task에 SE기술 프로세스의 V-Model Task를 결합 함으로서 이루어질 수 있다. 이는 PM을 관리방법론(Management Methology)로 사용하고 SE 기술 프로세스를 개발방법론 (Development Methology)로 활용하는 것이다.

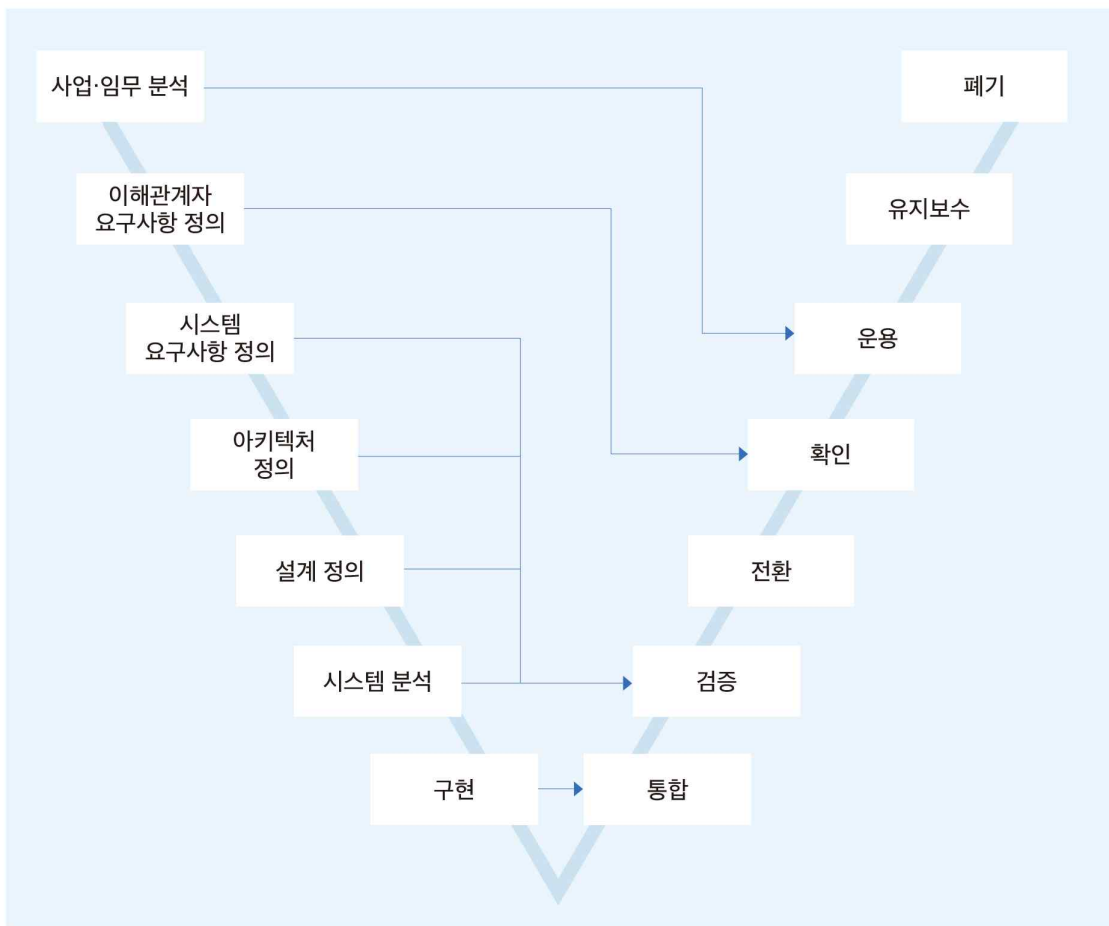


[그림 20] SE 기술 프로세스와 PM의 적용방안

2. 표준적인 V-Model

표준적인 V-Model은 전통적인 SE 프로세스 중 기술 프로세스(SEP)의 활동들을 V-Model로 조합한 것이다. 이 V-Model은 표준적인 것으로 바로 스마트시티 사업에 적용하기는 어려움이 있으며, 여기에 스마트시티 사업의 특성이나 여타의 고려사항들을 감안하면 스마트시티에 적합한 V-Model이 만들어질 수 있다.

다음의 V-Model은 INCOSE 시스템 엔지니어링 핸드북 상의 절차들을 V-Model로 조합한 것으로 표준적으로 사용되는 V-Model이라 할 수 있다. 총 14개의 프로세스로 구성되어 있으며, 운용, 유지보수, 폐기를 포함하여 전체의 수명주기를 다루고 있다.



[그림 21] 표준 V-Model

3. 스마트시티 사업특성의 반영

스마트시티의 사업특성과 고려사항들을 망라하여, SE의 기본 프로세스인 요구사항 정의, 설계 정의, 구현, 통합, 검증, 전환, 운용 등의 프로세스에 반영하여야 할 사항들을 분류한다.

1) 스마트시티 사업의 특성 반영

스마트시티의 사업특성을 SE 프로세스 내에 반영하기 위하여 특성에 따른 반영사항과 반영 프로세스를 검토할 필요가 있다.

[표 56] 스마트시티 사업 특성 반영사항

스마트시티 사업특성	검토사항	반영사항	반영 프로세스
도시 및 사회의 문제해결을 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 공공서비스의 질을 향상 • 필요한 요소들이 결합된 플랫폼을 통하여 적재적소에 공유하는 효율적 도시 • 데이터기반 도시, 유연한 도시, 공유도시, 지속가능한 도시 	<ul style="list-style-type: none"> • 목표의 수립 	사업임무 분석
도시 및 지역공간의 변화동향 반영	<ul style="list-style-type: none"> • 축소도시, 쇠퇴도시, 소멸도시, 도심회귀, Compact City 	<ul style="list-style-type: none"> • 전략수립 및 적절성 확인 	사업임무 분석
효율적인 거버넌스의 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지, 헬스케어, 교통 등 	<ul style="list-style-type: none"> • SoS • 서비스 중심 	사업임무 분석
시민참여	<ul style="list-style-type: none"> • 지역 커뮤니티 참여 • 지역연구소 및 혁신공간 (리빙랩) • 도시와 교외의 연결 • 개인정보와 권리 	<ul style="list-style-type: none"> • 리빙랩 • 개인정보 및 권리보호 	이해관계자 요구사항 정의 확인
공동노력	<ul style="list-style-type: none"> • 공공, 민간사업자, 시민 파트너십 	<ul style="list-style-type: none"> • PPPP (Public Private People Partnership) 	사업임무 분석 이해관계자 요구사항 정의 검증 확인
기존 도시에 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 신도시 적용보다는 기존 도시에 적용 • 기존의 도시 데이터가 존재 • 기존 도시 데이터와 새로운 시스템 간의 병합이 중요한 이슈 	<ul style="list-style-type: none"> • 지자체의 협조 확보 • 기존 도시 데이터 검증 • 기존 도시 데이터 병합 	설계정의
첨단기술의 활용	<ul style="list-style-type: none"> • 4차 산업 기술의 적극적 활용 (사물인터넷, 빅데이터, AI) 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술의 개발 • 기존 기술의 활용 	설계정의
데이터기반 스마트시티	<ul style="list-style-type: none"> • 도시의 각 기능에서 발생하는 데이터를 통합하여 도시의 운영과 시민 삶의 질을 실질적으로 개선 • 빅데이터, AI 활용 • 전체 최적화 관점에서 도시문제를 조망하는 틀을 제공 • 자원의 공유 및 효율적인 관리를 통한 도시 서비스 최적화 	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터허브 확보 • 데이터 수집 • 데이터 분석 	설계정의

4. 세부 SE분야의 특성 반영

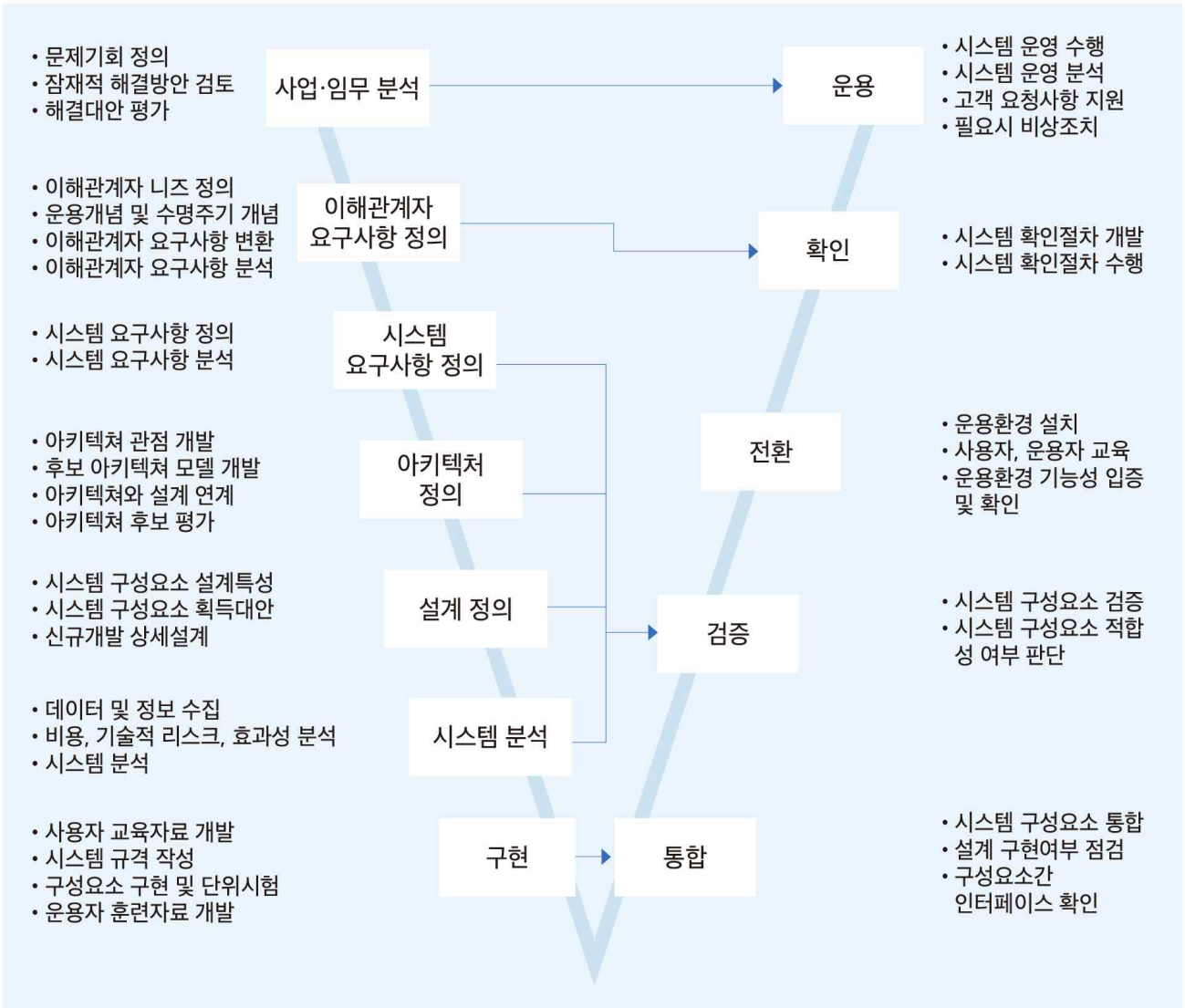
이전의 분석을 통하여 스마트시티 사업에 고려할 만한 SE의 특징적인 분야는 기능기반 SE, 서비스 SE, SoS SE 등인 것으로 식별되었다. 이런 특징적인 분야의 고려사항을 검토하여 스마트시티 사업의 V-Model에 반영하기 위한 검토를 아래의 표와 같이 실시하였다.

[표 57] 세부 SE분야 특성 반영사항

구분	검토사항	반영사항	반영 프로세스
기능기반 SE	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 제품과 프로세스들의 설계의 대상이 되는 기능 아키텍처를 정의 기능과 하부 기능을 하드웨어/소프트웨어, 데이터베이스, 설비, 운영 활동(인력 등)에 할당 시스템 아키텍처 정의를 위한 기초를 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 기능할당 	아키텍처 정의
서비스 SE	<ul style="list-style-type: none"> 시시각각 변하는 운영환경에 따라 진화하고 적응할 수 있도록 유연한 설계 	<ul style="list-style-type: none"> 유연성 확보 	설계 정의
	<ul style="list-style-type: none"> 인터페이스 협약을 통한 서비스 시스템 개체들의 상호운용성 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 상호운용성 확보 	설계 정의
	<ul style="list-style-type: none"> 시스템을 구성하는 개체들이 이해관계자의 니즈에 따라 설계 	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 요구사항의 반영 	아키텍처 정의 설계 정의
	<ul style="list-style-type: none"> 개별 서비스 시스템 개체들의 목표가 서비스 시스템 전체의 목표로 수렴 	<ul style="list-style-type: none"> 전체 시스템의 목표 지향 	아키텍처 정의 설계 정의
	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 간의 개방적 협업 	<ul style="list-style-type: none"> 개발/운영조직 구축 	PM영역에서 고려
SoS SE	<ul style="list-style-type: none"> 최상위 레벨 요구조건 대비 능력의 해석 	<ul style="list-style-type: none"> 기술적 목표달성 가능성 검토 	분석
	<ul style="list-style-type: none"> 단일시스템 간의 상호관계 이해 	<ul style="list-style-type: none"> 인터페이스 정의 	설계 정의
	<ul style="list-style-type: none"> 복합시스템 아키텍처의 진화/유지 단일시스템 변화에 대한 복합시스템 영향 모니터링 	<ul style="list-style-type: none"> 최상위 기술적 목표 지향 	운영
	<ul style="list-style-type: none"> 복합시스템 요구조건/해결대안 	<ul style="list-style-type: none"> 요구사항 추적성 확보 	전 단계
	<ul style="list-style-type: none"> 복합시스템 구축 조직화 	<ul style="list-style-type: none"> 기획, 통합, 시험등의 역할 수행 조직 필요 	PM영역에서 고려

5. 스마트시티 사업 V-Model

표준적인 V-Model에 SE 프로세스의 적용검토와 스마트시티의 특성의 반영사항을 감안하여 스마트 시티 사업에 적용할 V-Model을 도출하였다. 유지보수와 폐기 절차는 금번 스마트시티 사업의 SE 적용 연구에 적합하지 않은 것으로 판단하여 생략하였으며, 각각의 프로세스에 대한 세부절차를 표기하였다.



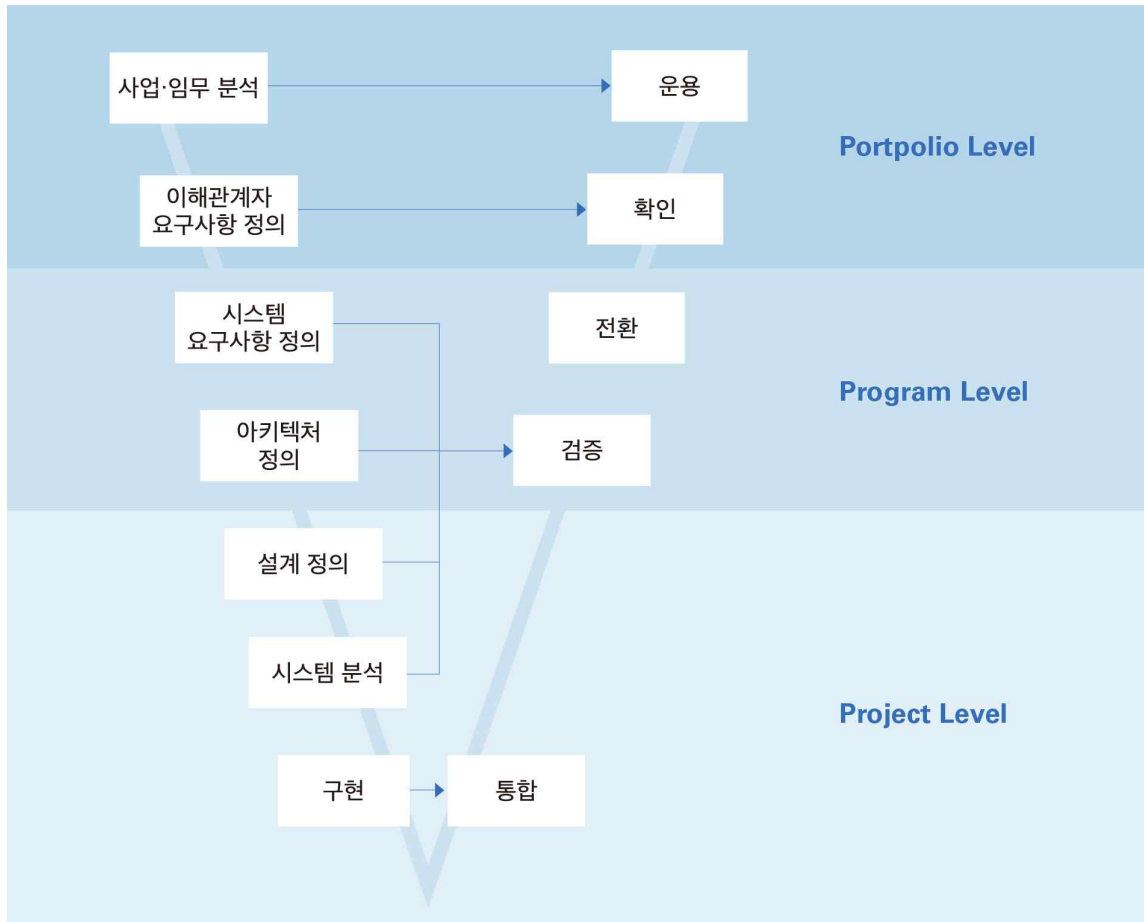
[그림 22] 스마트시티 사업 V-Model

3

스마트시티 V-Model 적용방안

1. PPP Level별 적용

스마트시티 사업은 기본적으로 SoS 환경의 사업이라고 볼 수 있으며, 그에 따른 PPP (Portpolio, Program, Project) Level별로 적용하여야 하며, 그에 따른 프로세스의 분리가 필요하다. 이를 위하여 검토된 V-Model을 PPP Level별로 분리하여 조직별로 R&R을 확정할 수 있도록 한다.



[그림 23] PPP Level별 V-Model 적용 방안

Portpolio Level의 책임 프로세스들은 V-Model의 상단 부분에 위치하며, 주로 전체 사업의 개념정립, 미션의 확정 등을 수행하며, 사업의 종료를 위한 지자체 이관 등이 식별된다.

Program Level은 헬스케어, 교통 등의 Area를 책임지는 Level로 판단할 수 있으며, Project Level은 하부의 특정 프로젝트를 의미하는 것이다.

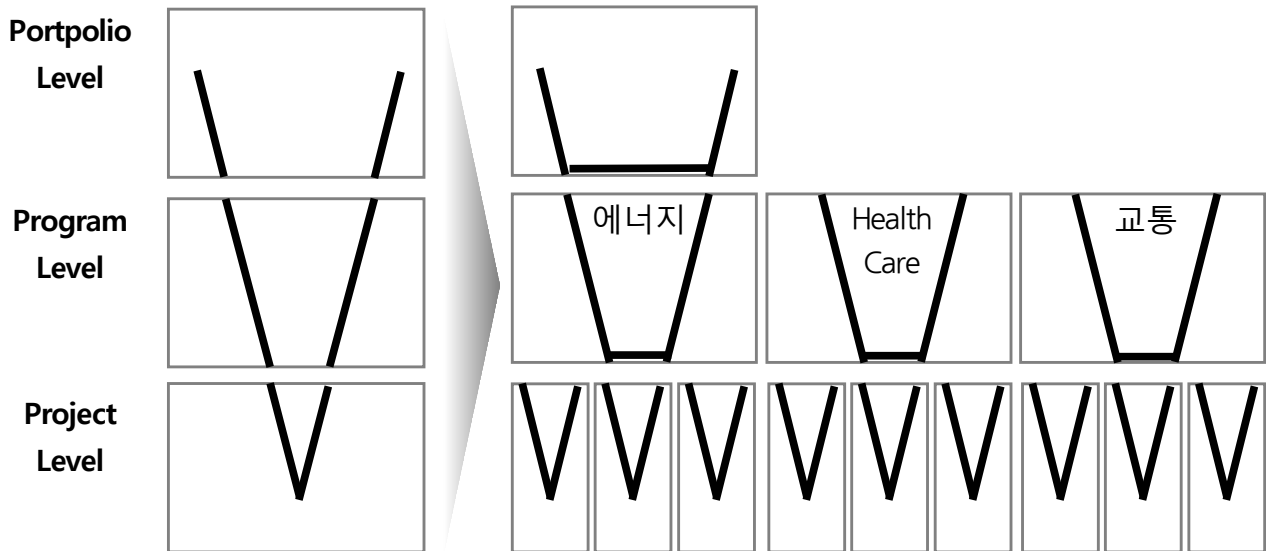
2. SoS SE 적용

PPP Level별로 정제된 V-Model을 SoS 상황에 적용하기 위해서는 각 Level별로 발생하는 숫자가 다름에 유의하여야 한다. Portpolio Level의 프로세스들은 전체 사업에 걸쳐 하나만 수행될 것이며, Program Level은 에너지, 교통, 헬스케어등 수행영역에 따라 복수개가 수행되며, Project Level은 실제 개발목적에 따른 다양한 프로젝트로 구성된다.

Portpolio Level은 V-Model의 좌상단, 우상단의 프로세스를 수행하는 것 외에 하부의 Program Level의 진척사항을 모니터링하고 조정하고 관리하여야 한다.

Program Level에서도 V-Model 상의 프로세스를 수행함과 동시에 하부의 Project들에 대한 진척사항을 모니터링하고 조정하고 관리하여야 한다. 하위 레벨의 진척사항을 모니터링하고 조정 및 관리하는 것은 PM의 진척관리 절차에 따른다

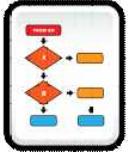
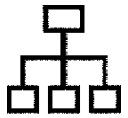

- SoS V-Model 적용



3. V-Model의 적용을 위한 사전 준비

SE 적용의 근간이 되는 V-Model을 원활하게 적용하기 위하여, V-Model 적용절차, 적용을 위한 WBS, 점검기준, 점검 템플릿 등을 미리 개발한 이후 적용하여야 V-Model 적용의 시행착오를 줄이고 활동 품질을 높여 스마트시티 사업의 목적을 달성하는 것이 용이하다.

[표 58] V-Model 적용을 위한 준비 요소

	구분	설명
V-Model 적용절차		<ul style="list-style-type: none"> • V-Model의 적용을 위한 활동들을 절차로 규정함
V-Model 적용WBS		<ul style="list-style-type: none"> • 적용절차에 대한 진척을 관리가능 하도록 세부화 • V-Model의 각 활동별 출력물과 결과물을 정의함
V-Model 점검기준		<ul style="list-style-type: none"> • 점검활동을 위한 준비사항, 점검항목, 체크리스트 등을 정의함
V-Model 점검템플릿		<ul style="list-style-type: none"> • 점검 활동 수행 결과를 정리하는 양식

4

SE 기술검토회의

기술검토회의란 사업관련 모든 이해관계자들이 스마트시티 사업 진행 간 공식기술검토에서 단계별 설정기준에 맞게 요구사항 분석에 따른 현재의 개발 진척도를 비교·분석하여 분야별 완성도를 검토하기 위한 회의이다.

기술검토회의는 사업에 참여하는 이해관계자들이 요구사항 분석에서 운영단계에 이르기까지 단계별 완성도를 평가하고 기술적 위험을 점검하며, 다음 단계로의 진입 여부를 결정하기 위해 수행하는 체계공학의 주요 활동이라 할 수 있다.

1. 적용 기술검토회의 종류

산업분야에 따라 다양한 기술검토회의가 운영되지만, 스마트시티 사업에 대한 SE의 적용경험이 없는 관계로 기본적인 기술검토회의를 실시하는 것을 가정하며, 실시되어야 할 기술검토회의의 종류를 아래와 같이 제시한다.

[표 59] 기술검토회 종류

검토회	검토 대상
시스템요구조건검토 (SRR, System Requirements Review)	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자의 요구사항이 시스템요구사항으로 일관성 있고 정확하게 반영되었는지 확인 • 시스템설계 단계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인
기본설계검토 (PDR, Preliminary Design Review)	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 요구조건 및 시스템기능 요구조건이 기본설계를 충족하는 개발규격으로 반영되었는지 확인 • 시스템에 대한 할당 기준선(Allocated Baseline)을 설정 • 상세설계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인
상세설계검토 (CDR, Critical Design Review)	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 요구조건 및 시스템기능 요구조건이 상세설계를 충족하는 초기 시스템규격으로 반영되었는지를 확인 • 시스템 기준선(Product Baseline)을 설정 • 구현, 통합단계로 진행이 가능함을 공식적으로 확인
시험준비상태검토 (TRR Test Readiness Review)	<ul style="list-style-type: none"> • 시험 목적, 방법, 절차, 범위, 인력, 자원 및 안전 고려사항 등이 포함된 시험계획 수립확인 • 수립된 시험계획이 사용자 요구사항 및 시스템 요구조건에 대한 만족 여부를 검증 및 확인할 수 있는지 검토 • 검증 단계로 진입 가능함을 공식적으로 확인
기능적 형상확인 (FCA, Fuctional Configuration Audit)	<ul style="list-style-type: none"> • 구현된 단일시스템, 구성요소의 실제 성능이 할당기준선(Allocated Baseline)에 명시된 요구조건을 충족하는지를 확인
물리적 형상확인 (PCA, Product Configuration Audit)	<ul style="list-style-type: none"> • 검증된 구성요소가 설계문서와 일치하는지를 판단하고, 시스템 기준선(Product Baseline)을 확인

2. 기준선(Baseline)

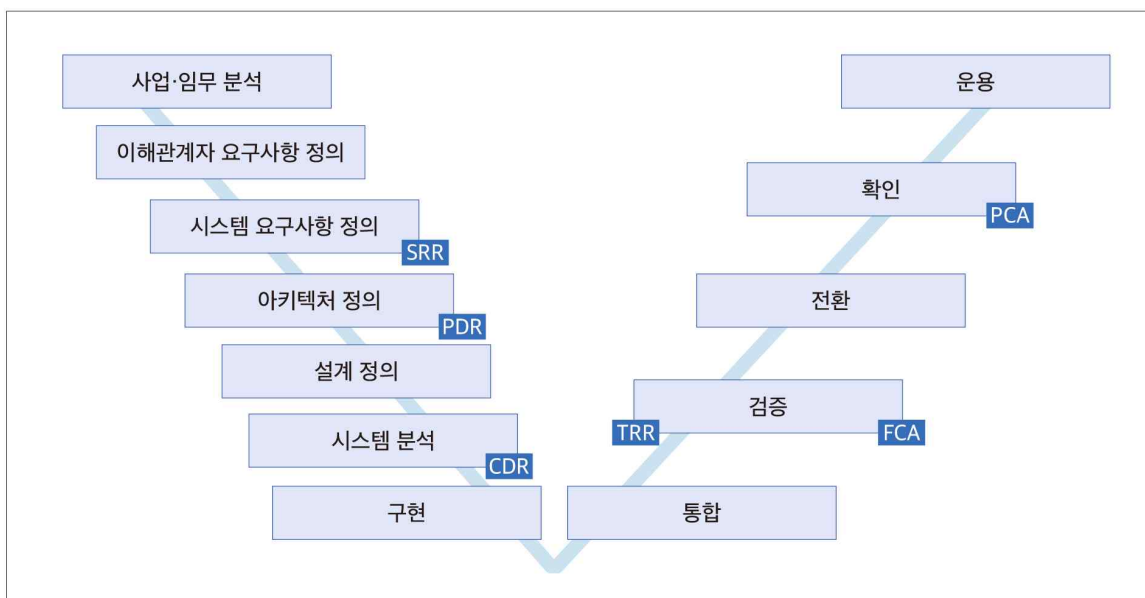
스마트시티 사업의 기술검토시 기준선(Baseline) 설정은 개발단계별 형상관리를 위해 공식적으로 검토되고 합의된 문서, 규격 혹은 시스템의 기준 설정을 의미하며 아래와 같이 기능, 할당, 시스템 기준선으로 구분된다.

활동	설명
기능기준선 (Functional Baseline)	SFR 결과가 반영된 시스템규격을 포함한 시스템/단일시스템의 성능, 기능, 상호운용성 및 인터페이스의 특성을 정의하는 문서
할당기준선 (Allocated Baseline)	기능기준을 PDR 결과가 반영된 시스템/단일시스템 및 인터페이스 등 각 구성요소의 설계를 위해 개발규격의 특성을 정의하는 문서
제품기준선 (Product Baseline)	CDR 결과가 반영된 시스템규격 초안에서 PCA 결과가 반영된 하나의 시스템으로 완료된 기능적 물리적 특성을 정의하는 문서

3. 기술검토회의 실시 시점

기술검토회의는 해당 단계에 맞는 진척도가 어느 정도 완성수준에 달성한 상태에서 다음 단계로 진입을 위한 사업진행 간 문제점 해결 중심으로 진행되어야 하며 필요시 사전 준비회의를 통해 공식회의에서 토의할 내용, 주요 검토내용, 개발진도 및 의사결정이 필요한 주요사항들을 식별하는 활동을 가질 수 있다. 또한, 사전회의 이전에도 지속적인 사업관리 회의를 통해 이해관계자들이 개발 산출물들과 주요 이슈사항에 대해 지속적으로 검토하는 과정이 필요하다. 평소 이해관계자들 간 빈번한 의사소통과 상호간 정확한 정보의 이해가 효과적인 기술검토활동을 뒷받침 해줄 수 있다.

대부분의 기술검토회의는 관련 단계의 단계말에 실시하여 다음 단계로의 진행이 가능함을 공식적으로 확인하는 것이며, TRR(Test Readiness Review) 만이 단계초에 검증단계로 진입할 수 있음을 검토하게 된다.



[그림 24] 스마트시티 사업 기술검토회의 시점

5

스마트시티 사업의 SE 표준 프로세스

SE 기술 프로세스를 검토하여 스마트시티 사업에 적합하도록 테일러링하여 프로세스 조정하였다. 주요 프로세스 수준에서는 SE 표준의 단계와 상이점이 많지 않으나 세부 절차에서 상이점을 보이고 있다.

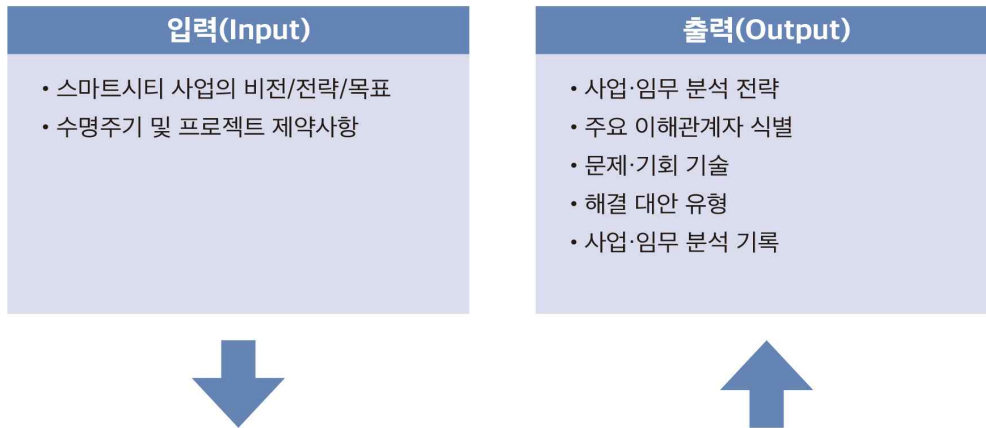
[표 60] 스마트시티 사업의 SE 표준프로세스

기술 프로세스	세부 활동	적용 검토
사업·임무분석 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 문제 및 기회 정의 잠재적 해결방안 검토 해결 대안 평가 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트시티 사업 비전, 운용개념(ConOps), 사업 니즈를 정의함
이해관계자 요구사항 정의 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 니즈 정의 운용개념 및 수명주기 개념 개발 이해관계자 요구사항 변환 이해관계자 요구사항 분석 이해관계자 요구사항 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 운용개념에서 이해관계자 니즈를 도출하고 이를 공식적인 이해관계자 요구사항으로 변환
시스템 요구사항 정의 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 요구사항 정의 시스템 요구사항 분석 시스템 요구사항 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 요구사항을 시스템 요구사항으로 변환
아키텍처 정의 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 아키텍처 관점 개발 후보 아키텍처 모델 및 뷰 개발 아키텍처와 설계 연계 아키텍처 후보 평가 선정한 아키텍처 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 복수의 시스템 아키텍처 대안을 정의하고 그 중 하나를 선정
설계 정의 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 구성요소 관련 설계 특성 정의 시스템 구성요소 획득 대안 평가 인터페이스 정의 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 시스템 아키텍처 구현이 가능한 수준의 시스템 구성요소를 정의
시스템 분석 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 물리모델, 동작모의모델, 추정치 설정 비용, 리스크, 효과성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 수학적 해석, 모델링, 시뮬레이션 등을 이용하여 다른 기술 프로세스를 지원함
구현 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 구성요소 구현 규격서 및 운용/유지보수 절차 시스템 구성요소 검증 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 요구사항, 아키텍처, 설계를 충족하는 시스템 구성요소로 구현함

통합 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 구성요소 결합 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 구성요소를 결합하여 하나의 시스템으로 구현함
검증 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> • 검증항목 목록화 • 검증 실행 및 검증결과 기록 • 검증항목의 적합 여부 판단 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템, 시스템 구성요소, 수명주기 중 산출물에 명시된 요구사항을 충족한다는 증거를 제시함
전환 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 운용환경 설치 • 사용자, 운용자 교육 • 기능성 입증 • 운영준비상태 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템을 계획적이면서 질서정연하게 운영환경으로 이관함
확인 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> • 확인방법(검사, 분석, 시연, 시험 등) 선택 • 운영환경에서 확인절차 수행 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템과 시스템 구성요소, 수명주기 중 산출물에서 명시된 운영환경 내에서 의도에 맞게 활용된다는 증거를 제시함
운용 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> • 운영개념에 따라 운영 수행 • 비정상 운영조건에서의 비상조치 계획 • 고객 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템을 운영하고 유지관리하며, 폐기대상은 비활성화하여 운영에서 제거함

1. 사업 및 임무분석 프로세스

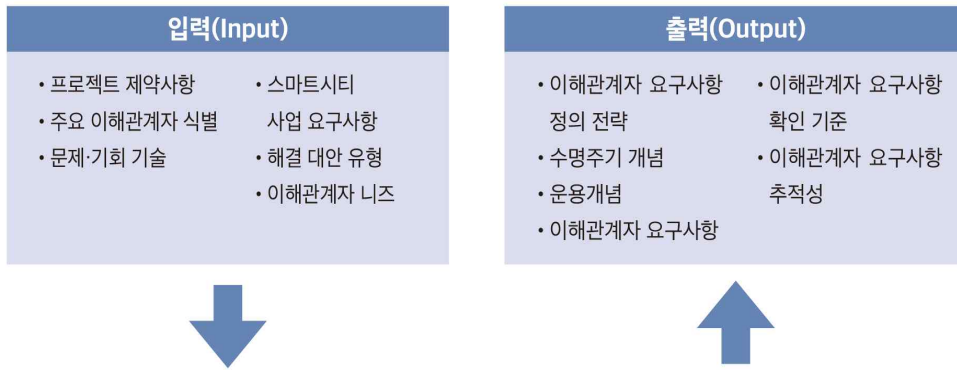
및 임무분석 프로세스는 스마트시티 사업의 임무 또는 기회를 정의하고, 문제를 해결하거나 기회를 활용할 수 있는 잠재적인 방안을 분석하는 데 있으며, 주요 활동으로는 사업 및 임무 분석 준비, 문제와 기회 정의, 잠재적 해결방안 검토, 해결대안 평가, 사업 및 임무 분석 관리로 구분된다.



	세부 활동	설명
·임무 분석 준비	· 사업 및 임무분석 전략 수립	· 제품, 서비스에 관한 소요나 요구사항을 포함하여 사업 및 임무 분석 전략을 수립한다
문제·기회 정의	· 목표와의 갭분석	· 스마트시티 사업의 목적과 부합되지 않은 갭을 검토한다.
	· 잠재된 문제, 기회 도출	· 갭 발생 배후에 잠재된 문제나 기회를 서술한다.
	· 문제, 기회의 검토 및 합의	· 문제나 기회에 대해 검토를 통해 합의를 도출한다.
잠재적 해결방안 검토	· 주요 이해관계자 선정	· 주요 이해관계자를 선정한다.
	· 예비 운영개념 정의	· 예비 운영개념(OpsCon)을 정의한다. 운영개념은 운영자 관점에서 보는 시스템 운영방안을 설명하고, 예비 운영개념은 시스템 사용자와 운영자 공동체의 니즈, 목적, 특성을 기술하고 시스템 컨텍스트와 시스템 인터페이스도 식별한다.
	· 예비 수명주기 개념 정의	· 다른 예비 수명주기 개념을 정의한다. 해결방안의 획득, 배치, 지원, 퇴출 중 원하는 범위에 해당하는 예비 수명주기 개념을 식별한다.
	· 해결대안 작성	· 효율적인 거버넌스를 포함하는 포괄적인 도시문제 해결 대안 유형 목록을 작성한다.
해결대안 평가	· 해결대안의 검토 및 선정	· 해결 대안 유형 목록을 평가하고 선호하는 유형을 선택한다. · 모델링, 시뮬레이션, 분석 기법을 해결 대안의 평가에 활용할 수 있다. · 도시 및 지역공간의 변화동향을 반영하는지 확인한다.
	· 해결대안과 사업/임무전략 부합 확인	· 선호하는 해결 대안 유형을 해당 사업 및 임무 전략에 해당하는지 확인한다.
사업·임무 분석 관리	· 추적성 확보	· 분석 결과에 대한 추적성을 수립하고 유지한다.
	· 형상관리 기준선 정보	· 형상관리를 위한 기준선에 대한 정보를 제공한다.

2. 이해관계자 요구사항 정의 프로세스

이해관계자 요구사항 정의 프로세스의 목적은 정의된 환경 조건에서 이해관계자들이 필요로 하는 업무수행을 위한 요구사항을 정의하는 데 있으며, 주요 활동으로는 이해관계자 요구사항 정의 준비, 사용자 니즈 정의, 운용개념 및 수명주기 관련 개념 개발, 이해관계자 요구사항으로 변환, 이해관계자 요구사항 분석 및 이해관계자 요구사항 관리로 구분된다



	세부 활동	설명
요구사항 정의 준비	• 이해관계자 결정	• 전 수명주기 단계에 참여할 이해관계자를 결정하여 운용개념에 기록한다.
	• 서비스 요구사항 결정	• 서비스의 니즈와 요구사항을 결정한다.
이해관계자 니즈 정의	• 이해관계자 니즈 우선순위 결정	• 이해관계자 니즈의 우선순위를 결정한다.
	• 이해관계자 니즈 정의	• 이해관계자 니즈의 정의를 기술한다.
운용개념 및 기타 수명주기 개념 개발	• 수명주기 개념 정의	• 시스템 및 해결방안에 대한 복수의 예상 운영 시나리오와 관련 시스템의 능력 및 예상결과를 파악하고 운영을 포함한 수명주기 전반(획득, 배치, 운영, 지원, 퇴출)에 걸친 환경을 파악한다.
	• 운용개념 정의	• 시스템 및 해결방안과 사용자 간의 상호작용, 운영 및 지원 환경을 파악한다.
이해관계자 요구사항 변환	• 해결방안의 제약사항 파악	• 해결방안에 대한 제약사항을 파악한다.
	• 중요 특성에 부합하는 이해관계자 요구사항 정리	• 중요 특성과 관련된 이해관계자 요구사항 및 기능을 정리한다. • 시나리오, 상호작용, 제약 사항, 중요 특성에 부합하는 이해관계자 요구사항을 정리한다.
이해관계자 요구사항 분석	• 이해관계자 요구사항 확인기준 정의	• 이해관계자 요구사항 확인(입증) 기준을 정의한다. 효과성 측정지표(MOE), 성능 측정지표(MOP) 등 운영 상 성공지표 등이 포함된다.
	• 요구사항의 명확성, 완전성, 일관성 분석	• 요구사항의 명확성, 완전성, 일관성을 분석한다. 관련 이해관계자를 분석결과 검토에 참여시켜 니즈와 기대가 요구사항에 잘 반영되었는지 확인한다.
	• 비현실적인 요구사항 조정	• 비현실적인 요구사항은 협의를 거쳐 수정한다.
이해관계자 요구사항 관리	• 요구사항 이해관계자 확인	• 요구사항이 정확하게 표현되었는지 이해관계자들에게 확인한다.
	• 이해관계자 요구사항 추적성 확보	• 요구사항은 시스템 수명주기 종료 시점까지 유지관리할 수 있는 양식으로 기록한다. • 수명주기 전체에 걸쳐 이해관계자 니즈와 요구사항의 추적성을 정립하고 유지한다.
	• 이해관계자 요구사항 형상관리 기준선	• 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다.

3. 시스템 요구사항 정의 프로세스

시스템 요구사항 정의 프로세스의 목적은 이해관계자의 요구사항을 시스템에 대한 기술적 요구사항으로 변환하는 데 있으며, 주요 활동으로는 시스템 요구사항 정의, 시스템 요구사항 분석 및 관리로 구분된다.



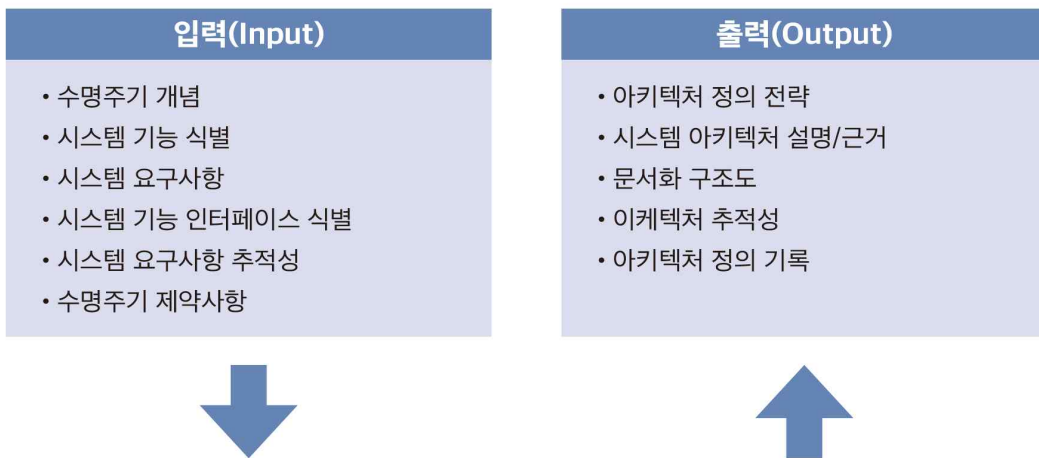
	세부 활동	설명
시스템 요구사항 정의 준비	• 시스템 요구사항 정의 전략 수립	• 시스템 요구사항을 정의하는 방법과 도구, 기타 필요사항을 정한다.
	• 시스템 기능 정의	• 아키텍처 정의 프로세스와 함께 운영시나리오와 시스템 경계(인터페이스 포함)를 정한다.
	• 인터페이스 식별	• 외부시스템과의 예상 상호작용을 식별한다.
시스템 요구사항 정의	• 시스템 필수기능 정의	• 시스템 필수 기능을 식별하고 정의한다.
	• 시스템 제약사항 식별	• 시스템 제약사항을 식별한다.
	• 시스템 관련 품질특성 식별	• 관련된 주요 품질 특성(안전성, 보안성, 신뢰성, 지원성 등)을 식별한다.
	• 기술적 리스크 식별	• 시스템 요구사항에서 감안해야 할 기술적 리스크를 식별한다.
	• 시스템 요구사항 규격	• 이해관계자 요구사항, 기능적 경계, 기능, 제약사항, 주요 성능지표, 중요 품질 특성, 리스크에 따라 시스템 요구사항 규격을 작성한다.
시스템 요구사항 분석	• 시스템 요구사항 무결성 분석	• 시스템 요구사항의 무결성을 분석한다.
	• 이해관계자 검토	• 시스템요구조건검토(SRR)을 통하여 관련 이해관계자들의 검토의견을 반영한다. • 발견된 이슈는 이해관계자와 협의하여 정리한다.
	• 시스템 요구사항 검증기준 정의	• MOP, TPM ²⁰⁾ 등 주요 성능 측정 지표인 검증 기준을 정의한다.
시스템 요구사항 관리	• 시스템 요구사항 추적성	• 주요 이해관계자 간 합의를 통해 이해관계자들의 의도를 요구사항에 적절히 반영한다. • 시스템 요구사항과 관련 시스템 정의 요소 (이해관계자 요구사항, 아키텍처 구성요소, 인터페이스 정의, 분석 결과, 검증 방법 및 기법, 할당-분해-파생 요구사항 등) 간의 추적성을 정립하고 유지한다.
	• 시스템 요구사항 형상관리 기준선	• 시스템 요구사항 형상 관리 기준선을 설정한다.

20) TPM: Technical Performance Measure

4. 아키텍처 정의 프로세스

아키텍처 정의는 기본설계 단계로 주요 활동은 시스템(복합시스템)을 단일시스템으로 분할하고, 단일시스템을 구성요소로 나누어 레벨화 하며, 각 단일시스템 혹은 구성요소 간의 인터페이스를 정의하는 것이다. 이 과정에서 시스템 요구사항과 기능들도 분할되어 각 단일시스템과 구성요소에 할당 되어야 한다. 전체시스템을 구성하는 단일시스템과 구성요소, 인터페이스 등이 시스템의 아키텍처라고 표현된다.

아키텍처 정의 프로세스의 목적은 요구사항들을 만족시키는 시스템 솔루션을 종합하여 기본설계를 하는 것이며, 주요 활동으로는 아키텍처 정의 준비, 아키텍처 관점 개발, 아키텍처 모델 및 뷰 개발, 아키텍처 설계 연계, 아키텍처 후보 평가, 아키텍처 선정 및 관리로 구분된다.

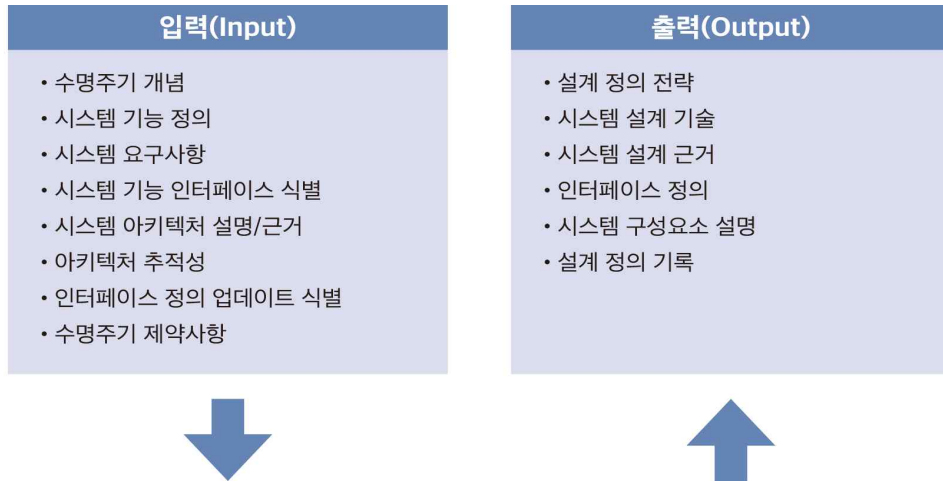


	세부 활동	설명
아키텍처 정의 준비	• 필요 정보 식별/분석	• 아키텍처 뷰와 모델 개발에 필요한 정보(시장, 산업, 이해관계자, 조직, 사업, 운용, 임무, 법률 정보 등)를 식별하고 분석한다.
	• 비기능적 요구사항 구분	• 시스템 요구사항을 상세하게 분석하고 기능적 요구사항과 비기능적 요구사항을 구분되게 표기한다.
	• 아키텍처 정의 전략	• 아키텍처와 관련된 이해관계자 관심 사항을 수집한다. • 아키텍처 정의 방법을 정한다. 아키텍처 로드맵, 전략, 방법, 모델링 기법, 사용도구, 인에이블링(지원) 시스템/제품/서비스 니즈, 프로세스 요구사항, 검토/평가 기준 등
아키텍처 관점 개발	• 아키텍처 관점 개발	• 이해관계자 관심사항을 기초로 관련된 아키텍처 관점과 이러한 관점을 분석하고 이해하도록 도와주는 모델을 정의하고 식별한다.
	• 아키텍처 프레임워크 정의	• 이러한 모델과 뷰(View)의 개발을 지원하는 아키텍처 프레임워크를 정의하거나 식별한다.

	세부 활동	설명
후보 아키텍처 모델 및 뷰 개발	• 시스템 기능 정의	• 시스템의 기능을 정의하고 적절한 논리적 아키텍처 설계를 정의한다.
	• 인터페이스 식별	• 시스템 구성요소 사이의 인터페이스, 시스템과 외부 시스템 경계의 인터페이스를 정의하고 문서화 한다.
	• 아키텍처 개체 정의	• 아키텍처 개체를 결정한다. 이들 개체에는 기능, 입력/출력 흐름, 시스템 구성요소, 물리적 인터페이스, 아키텍처 특성, 정보/데이터 구성요소, 컨테이너, 노드, 링크, 통신 자원 등이 해당된다.
	• 아키텍처 요구사항 식별	• 요구사항 분석에서 식별한 시스템 기능을 분할하고 이들을 시스템 아키텍처 객체에 할당한다.
	• 분할/할당을 위한 요구사항 개발	• 아키텍처 결정에 중요한 개념, 속성, 특성, 거동, 기능, 제약사항을 시스템 개체에 할당한다.
	• 후보 아키텍처 모델 개발	• 후보 시스템 아키텍처 모델을 선정(논리 모델, 물리 모델 등)하여 적용하거나 개발한다.
	• 아키텍처 모델 검증	• 후보 아키텍처 모델에서 이해관계자 관심사항과 중요 요구사항을 적절히 처리하는지 확인한다. • 운영개념(OpsCon)의 추적매트릭스를 가지고 모델링 기법과 도구를 활용하여 실행이나 시뮬레이션을 통해 모델을 검증하고 확인한다.
아키텍처와 설계 연계	• 시스템 구성요소 결정	• 아키텍처 개체를 반영한 시스템 구성요소를 결정한다.
	• 요구사항 분할 및 할당	• 아키텍처 개체와 시스템 요구사항을 분할하고 정렬하여 시스템 구성요소에 할당한다.
	• 내외부 인터페이스 정의	• 아키텍처 이해에 필요한 인터페이스를 정의한다. 시스템 구성요소 간 내부 인터페이스 뿐만 아니라 타 시스템과의 외부 인터페이스까지 정의한다.
아키텍처 후보 평가	• 아키텍처 후보 평가	• 시스템 분석, 성과측정, 위험관리 프로세스를 적용하여 아키텍처 평가 기준을 활용한 후보 아키텍처 평가를 실시한다.
	• 아키텍처 선정	• 의사결정 프로세스를 적용하여 선호 아키텍처를 선택한다.
아키텍처 관리	• 아키텍처 선정의 추적성	• 복수 대안 중에서 선택한 근거와 아키텍처 프레임워크, 관점, 모델 종류, 아키텍처 모델 관련 의사결정을 모두 기록하고 유지한다. • 아키텍처에 대한 유지보수와 진화를 관리한다. 각종 아키텍처 변경 근거를 기록하고 영향 분석을 위해서 할당 및 추적 매트릭스를 사용한다.
	• 아키텍처 거버넌스 정립	• 아키텍처 거버넌스 방안을 정립한다. 역할, 책임, 권한, 기타 통제 기능 등이 거버넌스에 해당한다.
	• 아키텍처 검토	• 기본설계검토(PDR)을 통해 아키텍처에 이해관계자 요구사항과 시스템 요구사항이 명확하게 반영되었는지 검토한다.
	• 아키텍처 형상관리 기준선	• 시스템에 대한 할당 기준선(Allocated Baseline)을 설정한다.

5. 설계 프로세스

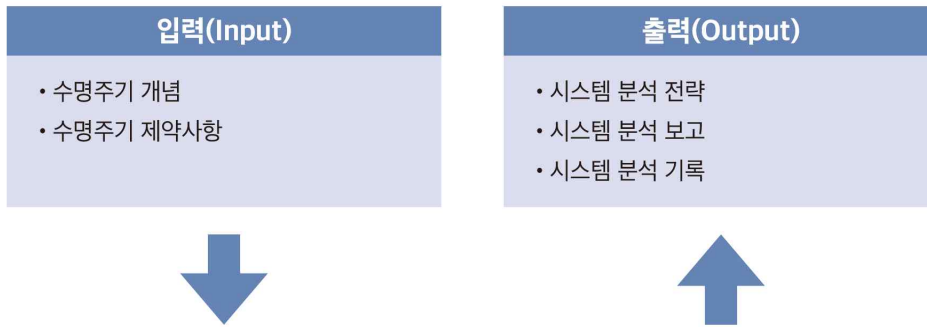
설계 정의 프로세스의 목적은 아키텍처 정의에서 표현된 내용과 일치하는 구현이 이루어지도록 상세 데이터와 정보를 제공하는 데 있으며, 주요 활동으로는 설계 정의 준비, 설계 특성 정의, 구성요소의 획득대안 수립 및 평가, 상세설계 및 설계관리로 구분된다.



	세부 활동	설명
설계 정의 준비	• 설계기술 관리계획 수립	• 기술관리 계획을 세우고 시스템과 시스템 구성요소에 대한 설계 목표 달성에 필요한 기술을 식별한다.
	• 설계특성의 식별	• 적용되는 기술을 고려하여 각 시스템 구성요소에 적용할 수 있는 설계특성을 식별한다. 설계 특성을 주기적으로 평가하여 시스템 아키텍처 진화에 맞게 조정한다.
	• 설계 정의 전략	• 설계 정의 전략을 규정하여 문서화한다. 인에이블링 시스템, 제품, 서비스에 대한 필요성과 요구사항이 포함된다.
시스템 구성요소 관련 설계 특성 정의	• 요구사항 분할 및 할당	• 아키텍처 정의 프로세스에서 아직 할당되지 않고 남은 잔여 요구사항을 시스템 구성요소에 맞게 할당한다.
	• 시스템 구성요소 설계특성 정의	• 아키텍처 개체에 대해 아키텍처 특성과 관련된 설계 특성을 정의하고 설계 특성의 타당성을 정리한다. • 각 시스템 구성요소의 설계 특성을 규정한다. • 주요 구현 옵션과 인에이블러를 선택한 이유와 근거를 제시한다.
시스템 구성요소 획득 대안 평가	• 구성요소 획득 대안 수립	• 기 구현된 시스템 구성요소를 파악한다. 상용품(COTS), 재사용, 비개발 시스템 구성요소 등이 이에 해당한다. 신규 개발이 필요한 시스템 구성요소는 신규 개발 외 다른 대안이 없는지 파악한다. • 설계 특성에서 도출한 선택 기준에 따라 상용품, 재사용, 신규 개발 구성요소 등에 대한 옵션을 평가한다.
	• 구성요소 획득 방안 선정	• 최적 대안을 선정한다. • 신규 개발이 필요한 시스템 구성요소는 구현 프로세스를 이용하고, 상용품을 구매하거나 재사용하는 시스템 구성요소는 획득 프로세스를 이용한다.
신규개발 시스템 상세설계	• 형상 설계 • 기능 설계	• 신규 개발이 필요한 시스템의 경우에 한하여 실시 • 단일시스템, 구성요소의 설계 (소프트웨어, 도면, 전기/전자 설계) • 이전 단계의 요구사항 및 기능 충족 확인
설계 관리	• 설계 정의 추적성	• 여러 대안 중에서 결정된 사항에 대해서는 모든 근거를 기록하고 유지한다. • 설계 특성과 아키텍처 개체 사이의 양방향 추적성을 확립하고 유지한다.
	• 설계 형상관리 기준선	• 설계에 대한 형상관리 기준선을 설정한다.

6. 시스템 분석 프로세스

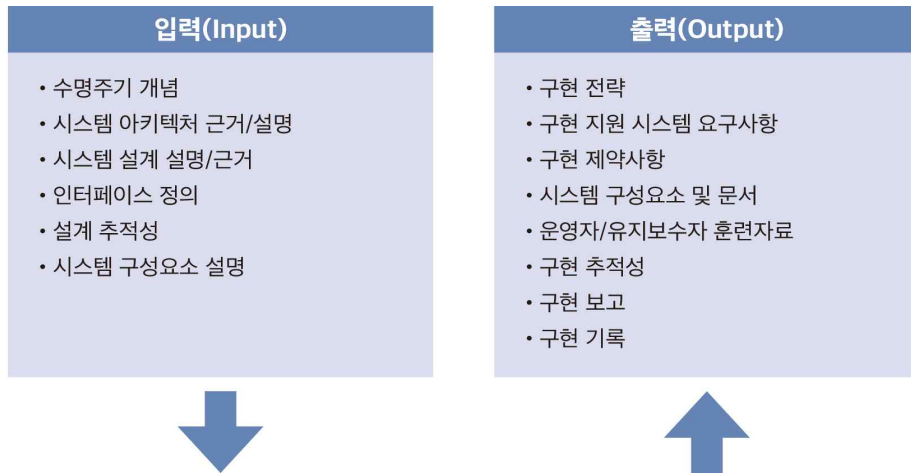
시스템 분석 프로세스의 목적은 수명주기 동안 기술적 이해에 필요한 데이터와 정보를 제공하여 의사결정을 지원하는 데 있으며 비용 분석, 경제성 분석, 기술적 리스크 분석, 타당성 분석, 효과성 분석, 기타 중요 품질 특성 등에 대한 분석을 기초로 정량적 평가와 추정을 수행한다. 주요 활동으로는 시스템 분석 준비, 시스템 분석 수행, 시스템 분석 관리로 구분된다.



	세부 활동	설명
분석 준비	• 시스템 분석 일정계획 수립	• 모델, 엔지니어링 데이터(운영개념, 사업모델, 이해관계자 요구사항, 시스템 요구사항, 설계 특성, 검증 조치, 확인 조치 등), 전문 인력 등과 분석 절차를 고려하여 분석 일정계획을 수립한다.
	• 시스템 분석 전략	• 대상 시스템 분석 전략을 문서화한다.
시스템 분석 수행	• 데이터 및 정보수집	• 분석에 필요한 데이터와 정보를 수집하고 모든 가정 사항을 선정한다.
	• 비용분석	• 비용분석은 수명주기 비용(LCC) 전체를 고려하여 수행하며, 개발, 서비스 구현, 고객 이용, 공급망, 유지보수, 폐기와 관련 비용이 포함된다.
	• 기술적 리스크 분석	• 기술적 리스크 분석은 프로젝트 리스크가 아닌 시스템 자체의 기술적 리스크 분석을 의미한다.
	• 효과성 분석	• 효과성 분석은 어떤 시스템이 하나 혹은 복수의 기준을 충족하는 정도, 다시 말해 시스템이 의도한 운영환경 속에서 얼마나 효과적으로 충족하는지를 평가하는 분석을 총칭하는 용어이다.
	• 시스템 분석	• 시스템 분석은 다양한 모델 유형과 모델링 기법을 활용하며 물리 모델, 구조 모델, 거동 모델, 시간 모델, 질량 모델, 비용 모델, 확률 모델, 파라메트릭 모델, 레이아웃 모델, 네트워크 모델, 시각화, 시뮬레이션, 수학 모델, 시제품 등이 있다.
	• 분석결과 검토	• 분야별 전문가와 함께 동료 검토를 실시하여 시스템 유효성, 품질, 이해관계자 목표, 선행 분석과의 일치성을 평가한다. 중간 검토 결과를 기록하고 보고한다.
시스템 분석 관리	• 시스템 분석 형상관리 기준선	<ul style="list-style-type: none"> • 이해관계자 니즈 정의에서 시스템 퇴출에 이르기까지 시스템 엔지니어링 이력을 유지관리한다. • 상세설계검토(CDR)을 통해 설계규격에 이해관계자 요구사항 과 시스템 요구사항이 명확하게 반영되었는지 검토한다. • 시스템 기준선(Product Baseline)을 형상관리 기준선으로 설정한다.

7. 구현 프로세스

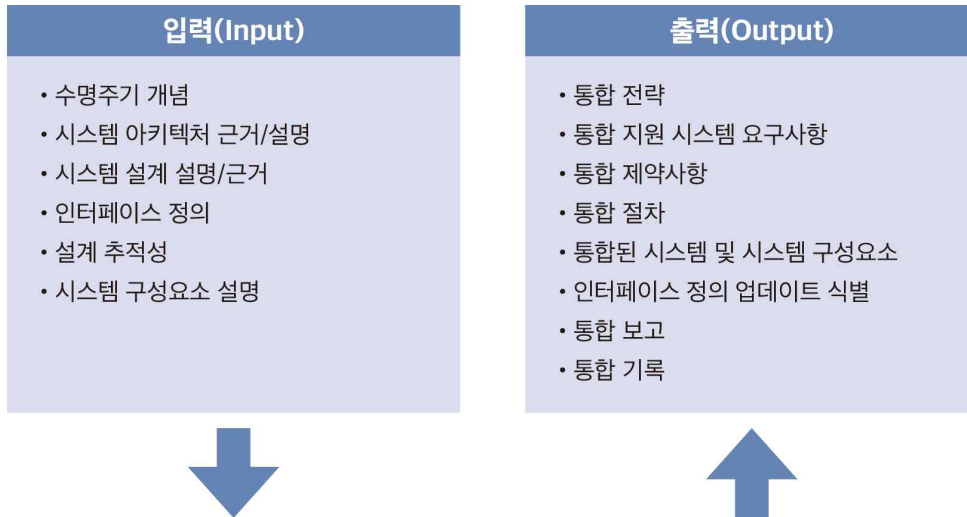
구현 프로세스의 목적은 적절한 기술적 전문성이나 규칙들을 이용하여 아키텍처 설계를 실현하는 데 있으며, 주요 활동으로는 구현 준비, 구현 수행, 구현 결과 관리로 구분된다. 하드웨어 및 소프트웨어를 제작 및 구현하는 단계로 다양한 설계변경의 수용과 구성요소 단위시험을 포함한다.



	세부 활동	설명
준비	• 구현결과 평가기준 정의	• 설계문서 대비 구현결과에 대한 형상 감사 도구와 기준을 정의한다.
	• 구현 제약사항 도출	• 이해관계자, 개발자, 팀원들로부터 구현 상의 제약 사항을 도출하여 기록한다. • 구현 과정에 필요한 자원의 획득이나 접근 권한을 확보하는 계획과 인에이블링 시스템 요구사항 및 인터페이스에 대한 식별하여 문서화한다.
구현 수행	• 사용자 교육자료 개발	• 구현품에 대한 적절하고 안전한 운영 및 유지보수 절차를 사용자에게 교육하기 위한 데이터를 개발한다.
	• 시스템 규격 작성	• 세부적인 시스템 규격서 작성과 관련 분석을 완료한다.
	• 구성요소 구현	• 시스템 규격에 따라 시스템 구성요소를 구현하고 구현 결과가 규격에 부합한다는 증빙 문서를 작성한다.
	• 구성요소 단위시험	• 동료 검토와 시험 실시: 소프트웨어가 올바른 기능을 발휘하는지 검사 및 검증, 화이트박스 시험 실시 • 하드웨어 적합성 감사 실시: 타 구성요소와 통합하기 전에 각 구성요소가 상세 규격을 준수하는지 확인
	• 운전자 훈련자료 개발	• 초기 훈련에 필요한 능력을 준비하고 훈련 문서 초안을 작성한다.
구현 결과 관리	• 구현결과 보고	• 구현 결과를 식별하여 기록한다. • 구현 상의 특이사항을 기록하고 품질보증 프로세스에 따라 분석 및 해결한다.
	• 구현 추적성 확보	• 구현 시스템의 시스템 구성요소, 시스템 아키텍처, 설계 및 구현에 필요한 시스템 및 인터페이스 요구사항 사이의 추적성을 수립하고 유지한다.
	• 형상관리 기준선	• 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다.

8. 통합 프로세스

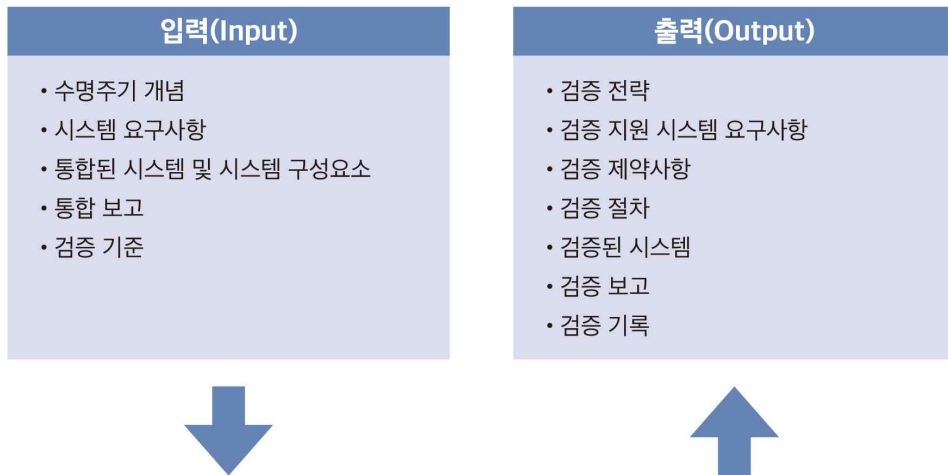
통합 프로세스의 목적은 아키텍처 설계를 활용하여 시스템 요구사항을 충족하도록 시스템 구성요소들을 조립하거나 연결하는 데 있으며, 주요 활동으로는 통합 준비와 통합 수행, 통합 결과 관리로 구분된다.



	세부 활동	설명
준비	• 통합 점검사항 규정	• 시스템 구성요소 인터페이스와 기능의 올바른 동작과 운영을 보장하기 위한 주요 점검사항을 규정한다.
	• 통합 전략 수립	• 통합 소요 시간·비용·리스크를 최소화하는 통합 전략을 수립한다.
	• 통합 제약사항 식별	• 통합 전략에서 발생하는 통합 상의 제약사항을 식별하여 시스템 요구사항, 아키텍처, 설계(접근성, 통합작업자 안전성 관련 요구사항 등)에 반영한다.
통합 수행	• 시스템 구성요소 통합	• 검증 및 확인된 시스템 구성요소를 인터페이스 통제 정의 등을 활용하여 조립한다. 소프트웨어는 하드웨어에 탑재한다.
	• 설계 구현여부 점검	• 개별 시스템 구성요소가 아키텍처 특성 및 설계 속성의 구현 여부를 점검하고 의도된 기능을 제공하는지 확인한다.
	• 구성요소간 인터페이스 확인	• 구성요소 간의 인터페이스를 확인한다.
통합 결과 관리	• 통합결과 보고	• 통합 결과를 식별하여 기록한다.
	• 통합 추적성 확보	• 통합 시스템 구성요소, 시스템 아키텍처, 설계, 시스템 및 인터페이스 요구사항 등이 업데이트되면 관련된 양방향 추적성도 유지관리한다.
	• 형상관리 기준선	• 통합 프로세스 수행 상 문제는 기록하고 품질보증 프로세스에 따라 해결한다.

9. 검증 프로세스

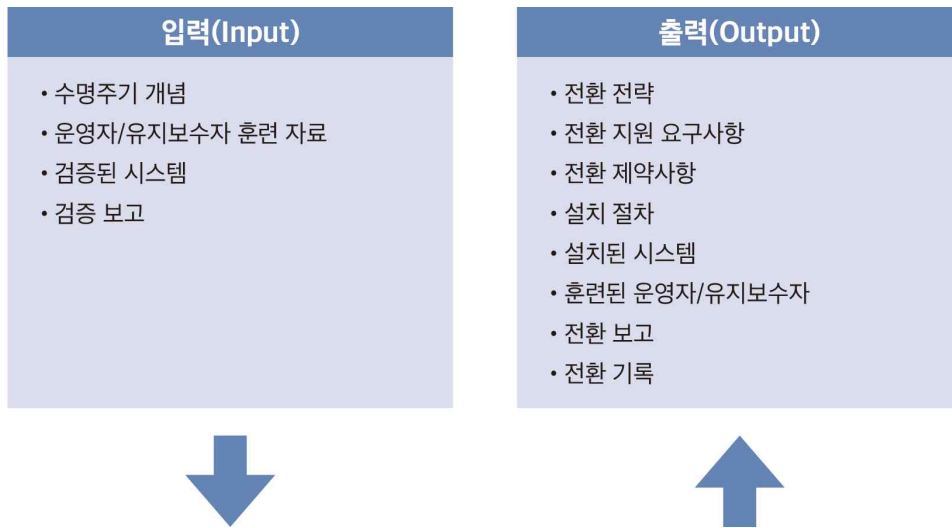
검증 프로세스의 목적은 시스템이 제시된 설계 요구사항(규격서)을 만족하는지 확인하는 데 있으며, 주요 활동으로는 검증 준비와 검증 수행, 검증 결과 관리로 구분된다. 검증 단계에서는 이해관계자 요구사항과 시스템 요구사항이 개발된 시스템에 모두 구현되었는지를 확인한다. 따라서 개발의 주체와 운영의 주체가 검증작업에 모두 참여하여 요구사항의 구현여부를 판단하여야 한다.



	세부 활동	설명
준비	• 검증계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 검증계획을 수립한다. 검증계획에는 검증범위, 검증항목, 예상결과, 성공기준, 검증방법 또는 기법(검사, 분석, 시연, 시험 등), 검증절차 등이 포함되어야 한다. • 시험준비상태검토(TRR)를 통하여 검증계획을 검토하며, 검증시 이해관계자 요구사항과 시스템 요구사항에 대한 확인이 가능한지 검토한다.
	• 검증 제약사항 식별	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템이나 시스템 구성요소의 검증 제약사항을 식별한다. 성능 특성, 접근성, 인터페이스 특성 등이 전형적인 제약사항이며 시스템 요구사항 정의 프로세스, 아키텍처 정의 프로세스, 설계정의 프로세스에서 고려할 수 있도록 제약사항 정보를 제공한다.
검증 수행	• 시스템 구성요소 검증 수행	<ul style="list-style-type: none"> • 수립된 검증계획에 따라 검증 절차를 실행하고 결과를 기록한다.
	• 시스템 구성요소 적합 여부 판단	<ul style="list-style-type: none"> • 미리 정한 합격 기준에 따라 검증 결과를 분석하여 구성요소의 적합 여부를 판단한다.
검증 결과 관리	• 검증결과 보고	<ul style="list-style-type: none"> • 검증 결과를 식별 및 기록하고 요구사항 추적 매트릭스에 데이터를 기록한다.
	• 검증 추적성 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 검증된 시스템 구성요소와 검증에 필요한 시스템 아키텍처, 설계, 시스템 및 인터페이스 요구사항 사이의 양방향 추적성을 유지관리한다.
	• 형상관리 기준선	<ul style="list-style-type: none"> • 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다. • 검증 프로세스 수행 중 발견된 문제는 품질보증 절차에 따라 해결한다. • 기능적 형상확인(FCA)를 통하여 실제의 성능이 할당기준선 (Allocated Baseine)의 요구조건을 만족하는지 검토한다.

10. 전환 프로세스

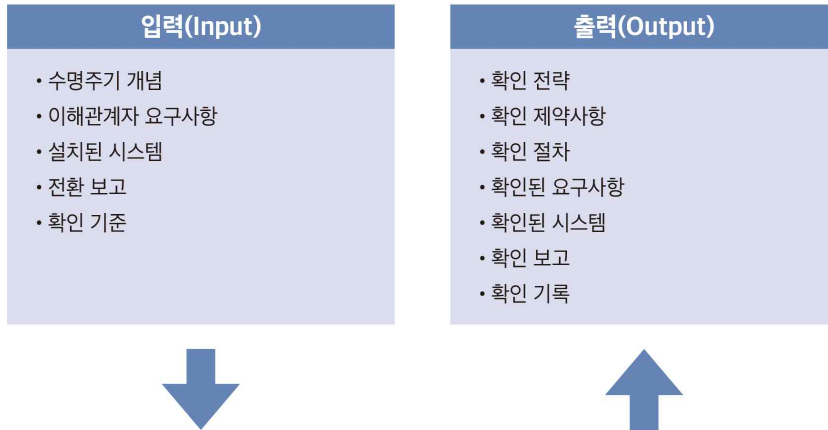
전환 프로세스의 목적은 사용자의 운용환경에서 이해관계자의 요구에서 제시된 임무를 완수하는 시스템 능력을 갖추는 데 있으며, 주요 활동으로는 전환준비, 전환수행, 전환결과 관리로 구분된다. 전환은 개발단계에서 운용단계로 원활한 전환을 하기위한 절차이다. 운영주체는 운용환경에서 시스템이 요구된 기능을 수행하는지 확인하여야 한다.



	세부 활동	설명
준비	• 시스템 전환 전략 수립	• 시스템 전환 전략을 수립한다. 운영자 훈련, 물류 지원, 인도 전략, 문제 수정/해결 전략이 포함된다.
	• 설치절차 개발	• 설치 절차를 개발한다.
	• 전환 지원 확보	• 전환에 필요한 지원시스템-제품-서비스를 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.
전환 수행	• 운용환경 설치	• 설치 절차에 따라 시스템을 설치한다.
	• 사용자, 운영자 교육	• 사용자 매뉴얼, 운영 및 유지보수 매뉴얼을 준비하고 교육을 실시한다.
전환 결과 관리	• 운용환경 기능성 입증 및 확인	<ul style="list-style-type: none"> • 설치 시스템이 요구 기능을 제공하고 서비스로 유지될 수 있다는 최종 확인을 받는다. 시스템이 적절하게 설치 및 검증되고 모든 이슈와 조치 사항이 해결되었으며 운영유지가 가능한 시스템이 인도되었다는 공식적인 서면 인정으로 처리된다. • 운영 현장에서 기능성 입증과 운영 준비 상태에 대한 검토가 완료되면 시스템을 서비스에 투입할 수 있다.
	• 전환결과 보고	• 전환결과를 보고한다.
	• 전환 추적성 확보	• 전환된 시스템 구성요소와 전환 전략, 시스템 아키텍처, 설계, 시스템 및 인터페이스 요구사항 사이의 양방향 추적성을 유지관리한다.
	• 형상관리 기준선	<ul style="list-style-type: none"> • 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다. • 전환 프로세스 수행 중 발견된 문제는 품질보증 절차에 따라 해결한다.

11. 확인 프로세스

확인 프로세스의 목적은 시스템이 의도된 사용자의 운용환경에서 사용 목적을 달성함으로써, 이해관계자 요구사항 만족을 객관적으로 입증하는 데 있으며, 주요 활동으로는 확인 준비, 확인 수행, 확인 결과 관리로 구분된다.



	세부 활동	설명
준비	• 확인전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 다음을 포함하는 시스템 확인 전략을 수립한다. <ul style="list-style-type: none"> - 확인 활동 참여할 이해관계자(획득자, 공급자, 제3자 대표)를 식별하여 역할과 책임을 정한다. - 확인 계획의 범위는 수명주기 단계와 단계 내 진도에 따라 정한다. - 확인 제약사항 목록을 작성한다. - 제약사항을 고려하여 수명주기 단계에 적합한 확인 방법(검사, 분석, 시연, 시험 등)을 선택한다. - 확인 활동의 우선순위를 설정한다. - 확인에서 발견된 차이(gap)이 존재한다면 수용 가능한 신뢰 수준인지 판단한다. - 적절한 일정을 수립한다. • 확인 전략에서 도출된 확인 제약 사항 가운데 이해관계자 요구사항의 제약사항에 포함할 대상을 식별한다.
	• 시스템 확인 절차 개발	• 시스템 확인 절차를 개발한다.
확인 수행	• 시스템 확인 활동 수행	• 절차에 따라 확인 활동을 수행한다. 확인 활동은 반드시 운영환경이나 최대한 그에 가까운 환경에서 수행해야 한다. 확인활동을 수행하면서 확인 결과를 기록한다.
	• 수용여부 판단 및 수락	<ul style="list-style-type: none"> • 검증 결과를 식별 및 기록하고 필요 시 요구사항 추적 매트릭스에 데이터를 기록한다. • 실제 결과와 기대 결과를 비교하여 수용 가능한 수준인지 결정한다.
확인 결과 관리	• 확인 추적성 확보	• 확인된 시스템 구성요소와 확인 전략, 사업-임무분석, 이해관계자 요구사항, 시스템 아키텍처, 설계, 시스템 요구사항 사이의 양방향 추적성을 유지관리한다.
	• 형상관리 기준선	<ul style="list-style-type: none"> • 형상관리를 위한 기준선 정보를 제공한다. • 확인 프로세스 수행 중 발견된 문제는 품질보증 절차에 따라 해결한다. • 물리적 형상확인(PCA)을 통하여 시스템이 설계문서 및 시스템 기준선(Product Baseline)과 부합하는지 확인한다. • 획득자로부터 확인 결과에 대한 수락을 득한다.

12. 운용 프로세스

운용 프로세스의 목적은 납품된 시스템을 사용하여 요구하는 기능과 성능을 제공하는 데 있으며, 주요 활동으로는 운용 준비, 운용 수행, 운용 결과 기록 관리 및 고객지원으로 구분된다.



	세부 활동	설명
준비	• 운영계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 아래 사항을 포함하는 운영 계획을 수립한다. <ul style="list-style-type: none"> - 운영전략을 개발한다. - 장비, 서비스, 인력, 성능 추적 시스템의 가용성 수준을 정의 - 인력과 설비 일정의 유효성 확인 - 기존 및 개선 서비스 유지를 위한 시스템 수정 및 관련 업무규칙 정의 - 운영개념(OpsCon)과 환경 전략 실행 - 운영 성능 측정지표, 임계치, 기준 검토 - 전 인원의 해당 시스템 안전 훈련 이수 여부 검증 • 시스템이나 시스템 구성요소의 운영 제약사항이 있다면 피드백을 통해 시스템 요구사항 정의 프로세스, 아키텍처 정의 프로세스, 설계 정의 프로세스에 반영한다.
	• 운영지원 자원 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 운영에 필요한 지원자원을 확보한다. 확보 방법으로는 재사용, 임차, 개발, 하도급 등이 있다.
	• 운영 훈련	<ul style="list-style-type: none"> • 운영자에게 필요한 스킬을 식별하여 운영 훈련을 실시한다.
운영 수행	• 시스템 운영 수행	<ul style="list-style-type: none"> • 운영개념(OpsCon)에 따라 시스템을 운영한다.
	• 시스템 운영 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 주기적인 운영분석을 통하여 시스템 성능 및 운영 가용성을 고려하여, 시스템의 안전한 운영과 시스템 부적합 여부를 판단 한다.
	• 필요시 비상조치	<ul style="list-style-type: none"> • 비정상적인 운영 조건에 해당하면 계획된 비상 조치를 취한다.
운영 결과 관리	• 운영결과 보고	<ul style="list-style-type: none"> • 주기적으로 운영결과를 문서로 정리한다. • 품질보증 절차에 따라 운영 프로세스에서 발견된 문제를 기록하고 분석하여 해결한다.
	• 운영 추적성 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 운영 요소, 운영 전략, 사업-임무분석, 운용개념(ConOps), 운영개념(OpsCon), 이해관계자 요구사항 사이에 양방향 추적성을 유지관리한다.
고객 지원	• 고객 요청사항 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 고객 요청사항을 처리에 필요한 업무를 수행한다.

6 SE 적용 지원방안

스마트시티 사업에 SE를 적용하기 위하여는 몇가지 관점의 고찰이 필수적이다.

첫째 관점은 프로세스 측면으로 이전의 논의에서 만들어진 스마트시티 사업의 적용을 위한 V-Model 절차를 스마트시티 사업의 SE Standard Process로 적용하여 장기적으로 관리하고 발전 시키는 것이다.

두번째 관점은 적용과 관련된 사람 측면으로 Stakeholder가 어떤 조직의 사람들로 구성되는지 판단하며, 조직의 구성과 R&R을 명확하게 하고 그에 맞는 교육을 제공하는 것이다.

세번째 관점은 Tool 측면으로 SE 적용 시에 자동화할 수 있는 부분과 필수적인 관리기술들을 검토 하기로 한다.

프로세스 관점	적용 관련 인원 관점	Tool 관점
<ul style="list-style-type: none"> 스마트시티 SE Standard Process SE Process 테일러링 점진적 Process 개선 	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 정의 명확한 책임과 역할(R&R) 분야별 교육훈련 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 관리시스템(PMS) 소프트웨어 형상관리 Process Asset Library

[그림 25] SE 적용 지원 방안

프로세스 관점에서는 스마트시티 사업의 Standard Process를 규정하고, 개별 사업에 적용시에 테일러링을 통하여 적용하여야 하며, 표준 프로세스를 점진적으로 개선, 발전시킬수 있는 프로세스의 관리체계를 갖추어야 한다.

적용 관련 인원 관점에서는 스마트시티 사업과 관련된 이해관계자(지자체, 시민, 개발주체 등)를 규정하고 이해 당사자별로 명확한 R&R을 정의하여야 하며, 정해진 R&R을 수행하는데 필요한 지식을 교육훈련을 통하여 확보하여야 한다.

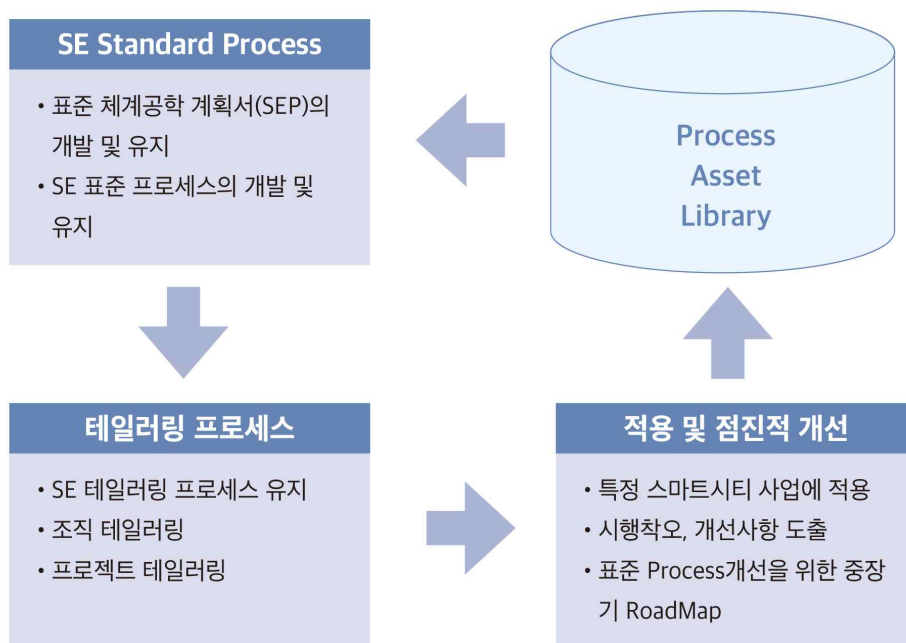
Tool 관점에서는 하부의 관리데이터를 집적하여 상부에서 진척사항을 모니터링하고 관리할 수 있는 관리시스템(PMS), 형상관리 자동화 도구, Process Asset Library 등이 도입검토 되어야 한다.

1. 프로세스 측면의 적용

SE 프로세스를 적용하기 위하여는 먼저 프로세스 측면의 검토가 있어야 한다. 즉 스마트시티 사업에 SE가 정착되기 위하여서는 첫째로 사전에 스마트시티 사업에 적용될 SE Standard Process가 정의되어 있어야 하며, 이 필요하며, 두 번째로는 개별 스마트시티 사업에 알맞게 적용하게 하는 테일러링 프로세스가 있어야 하며, 세 번째로 테일러링 프로세스에서 적용된 사항이나 SE Process (SEBOK) 의 자체적인 Version Up에 의한 개선사항을 SE Standard Process에 반영하는 점진적 개선 절차가 필요하다. 이들 프로세스 관련 지식들은 Process Asset Library에 저장되어 관리되며 발전하여야 한다.

프로세스 측면의 SE 적용 절차

- Process Asset Library에서 최신의 SE Standard Process를 획득
- 적용할 스마트시티 사업에 적절한 조정을 통하여 테일러링 프로세스 실행
- 테일러링 프로세스를 적용하여 스마트시티 사업 수행
- 사업수행시의 시행착오, 개선사항, SEBOK 등의 Version Up 사항을 Process Asset Library에 반영



[그림 26] 프로세스 측면의 SE 적용 절차

1) 스마트시티 SE Standard Process

스마트시티 사업에 SE적용을 원활하게 위해서, 스마트시티 사업의 비즈니스 목표에 부합하는 조직의 SE 표준 프로세스(SE Standard Process)를 구축하고 유지하여야 한다. 일단 스마트시티 사업에 적용된 SE사업의 사례를 바탕으로 본 보고서에서 제시된 프로세스를 스마트시티 사업의 표준 프로세스로 간주하고, 이를 스마트시티 사업에 적용 경험을 통하여 보완하여 스마트시티 사업의 SE 표준 프로세스로 정립하여야 한다.

가) 표준 체계공학계획서(SEP)의 개발 및 유지

체계공학계획서(SEP)의 목적은 스마트시티 사업의 체계공학(SE) 접근 방안을 제시하고, 사업에 대해 문서화된 기술적 기초를 제공하는데 있다. 체계공학계획서는 살아있는 문서(living document)로서 사업의 현재 상태, 체계공학 구현, 체계공학과 전체 사업 관리 노력 간의 관계를 반영하여 정기적으로 갱신한다.

각 체계공학계획서의 세부적인 내용은 사업에 따라 조정가능하고, 사업의 진행 단계에 따라 매우 밀접하게 갱신될 수 있다. 일반적으로 사업의 수명주기에 걸친 기술계획에 관련된다. 사업의 계획된 기술적 접근방안에 관해 체계공학계획서는 이해관계자의 목적 달성을 위해 공통적으로 참조될 수 있다.

[표 61] 체계공학계획서(SEP) 핵심 내용

체계공학계획서의 핵심내용	상세사항	수행시 적용 절차
사업요구사항	<ul style="list-style-type: none"> 스마트시티 사업 전체 요구사항(기능, 성능, 제약사항 등)을 정의 	SE : 요구사항 정의
기술적 인력편성 및 조직 계획	<ul style="list-style-type: none"> 요구사항을 충족시키기 위해 사업 팀을 구축 및 구성하는 방법을 제시 PPP Level (Portpolio, Program, Project) 의 기술인력 및 조직 계획 수립 	PM : 자원관리
기술적 베이스라인 관리	<ul style="list-style-type: none"> 기술적 베이스라인 방안을 수립 	SE : 요구사항 정의 SE : 아키텍처 정의 SE : 설계 정의
기술검토계획	<ul style="list-style-type: none"> 기술적 베이스라인, 이벤트 중심의 기술검토를 포함하여, 기술적 작업을 관리할 방안을 제시 	SE : 검토회의
사업 관리의 통합 방안	<ul style="list-style-type: none"> 체계공학(SE)와 다른 관리 활동(형상관리, 위험관리 및 수명주기 관리)을 연계 	PM : 품질관리 PM : 위험관리
기타사항	<ul style="list-style-type: none"> 비용, 일정, 성능 및 지원 예상되는 체계공학 산출물 산출물과 사업 의사결정과의 관계 	PM : 원가관리 PM : 일정관리 SE 각 단계

나) SE 표준 프로세스의 개발 및 유지

SE 표준 프로세스는 스마트시티 사업에 SE 적용을 위하여 지속적으로 관리, 개선되어야 하며, 조직 구조와 프로세스 측면에서 고려되어야 한다. 조직구조는 사업관리 측면과 기술관리 측면을 동시에 고려하여야 하며, 스마트시티 사업에서 PM에 의한 사업관리와 SE에 의한 기술관리가 밀접하게 연계 되어야 한다.

스마트시티 사업은 PPP Level과 관리조직의 특성과 다양성을 고려하면서 표준 프로세스를 정착하여 나가야 하는 상황이므로 하기의 접근방법에 따라 표준프로세스를 발전시켜 나가야 한다.

[표 62] SE 표준 프로세스 관리 방안

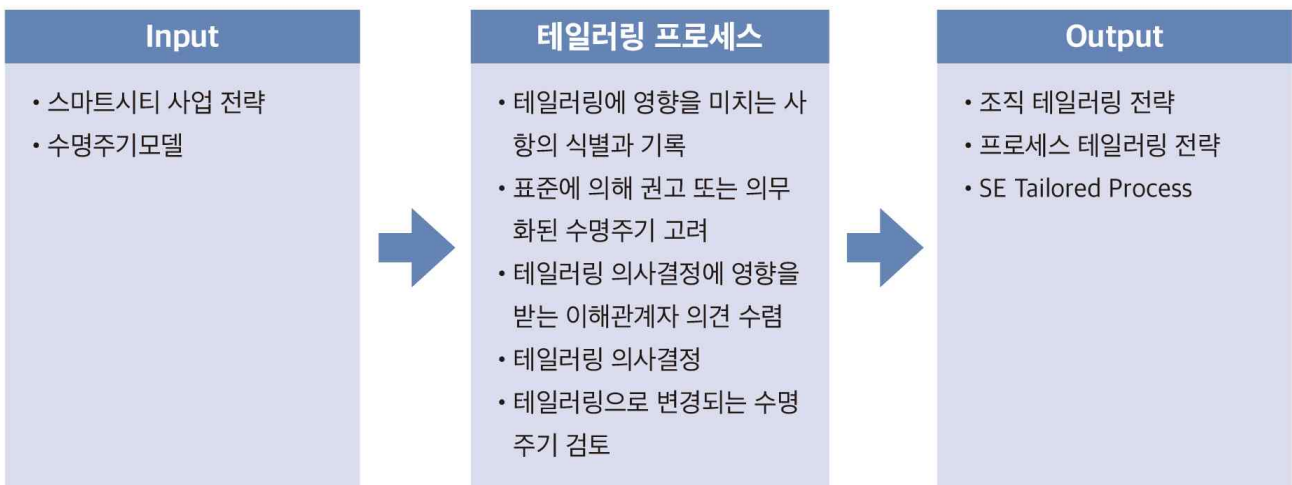
표준 프로세스 필요사항	검토	접근방법
기존 스마트시티 사업의 수행체계 수용	<ul style="list-style-type: none"> 기 수행된 스마트시티 사업에 적용되어 온 기존의 수행체계를 수용 기존의 수행체계는 조직의 목표와 사업의 특성이 반영되어 오랫동안 적용되어 오면 서 검증되고 개선되어 온 것 이를 바탕으로 조직의 표준 프로세스를 정립하는 것이 가장 효과적이고 효율적 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 스마트시티 사업의 부문별 수행체계 분석 다양한 조직과 법규, 규정 분석 사업 수행조직, 지원조직의 업무분석
포괄적, 유연성 확보	<ul style="list-style-type: none"> 스마트시티 사업의 참여인원이 수행하는 다양한 사업에서 참조하여 활용할 수 있도록 포괄적이면서 유연성을 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 프로세스 풀(Pool) 개념의 도입 시스템 공학 및 소프트웨어 공학 관련 표준 및 문헌분석 해당 부문별 전문가들로 구성된 Task Force를 통하여 프로세스 정의 개발부문과 관리부문의 전문가 그룹을 선정하여 프로세스 검토 다양하고 풍부한 프로세스 조정 지침의 제공
프로세스 조정(테일러링)의 지침 제공	<ul style="list-style-type: none"> 특정 스마트시티 사업의 특성에 맞게 조정(테일러링)하여 사업별 프로세스로 정립시킬 수 있는 프로세스 조정지침(테일러링 guideline) 제시 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 각종 표준의 조정지침을 활용하여 개발 수명주기 모형에 대한 지침 제시
산출물의 관리강화	<ul style="list-style-type: none"> 중장기 대형과제 스마트시티 사업 및 공동사업 등의 증가에 따라 연구개발 결과물의 품질을 보장하기 위한 효율적인 형상관리 및 품질보증 프로세스를 정립 	<ul style="list-style-type: none"> 표준과 문헌을 바탕으로 한 체계화된 형상관리 및 품질보증 프로세스 정립 형상관리 등 관련 지원도구의 도입으로 추적성 확보
다양한 양식의 제공	<ul style="list-style-type: none"> 연구개발 업무에 직접 활용할 수 있는 다양한 표준 양식들(templates)이 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 기존에 사용된 다양한 양식 수집 수집된 양식중 선별하여 표준 양식화
PMS와의 연동	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 정보가 과제관리시스템 (PMS; Project Management Systems)에서 제공되어 프로세스의 활용성과 효과성을 제고. 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트시티 사업별 WBS 작성시 참고할 수 있는 조정 예시 제공 관련 양식을 비롯한 문서 라이브러리 구축 표준 프로세스 기반하의 PMS구축 PMS를 기반으로 한 결과물 관리

2) SE Process 테일러링

SE Process 테일러링 (SE 프로세스 조정)은 개별 스마트시티 사업의 조직이나 특성에 따라 SE Standard Process를 조정하여 바꾸는 것을 의미하며, 이는 표준 프로세스가 변경가능한 것임을 의미한다. 표준 프로세스를 조정하게 만드는 원인들은 적용 표준, 적용 규격, 사업의 규모 및 환경 등 다양하며, 개별 사업에 맞추는 조정(테일러링)은 반드시 필요한 것이다.

가) SE 테일러링 프로세스

SE 테일러링 프로세스는 테일러링에 영향을 미치는 사안들을 검토하여 테일러링의 전략과 Tailored Process를 도출하는 작업이다. SE 프로세스의 각 단계별 테일러링 사항들을 식별하고 해당 단계에 적용할 테일러링의 수준을 결정할 기준을 정립하여야 한다. 변경되는 프로세스의 비용, 일정, 리스크, 시스템의 무결성 등과의 관련성을 검증하고 테일러링의 문서화 수준, 범위, 조정, 의사결정 방법 등도 결정하여야 한다.



[그림 27] SE 테일러링 프로세스

나) 조직 및 프로젝트 테일러링

스마트시티 사업은 많은 조직들이 공동으로 참여하여 개발되므로 각 조직간의 협력이 매우 중요한 요소이다. 여러 공급자 간의 화합을 가장 잘 유지할수 있는 방법은 일련의 일관성 있는 프로세스와 표준에 따라 테일러링 하기로 합의하는 것이다. 관행에 따르는 것도 도움은 되지만 테일러링 프로세스의 복잡성을 가중시킨다.

[표 63] 테일러링 종류

테일러링	상세사항	고려요소
조직차원 테일러링	<ul style="list-style-type: none"> 신규 혹은 갱신된 외부 표준을 조직에 도입 혹은 융합 시킬지에 대한 테일러링 	<ul style="list-style-type: none"> 조직을 이해 새로운 표준을 이해 표준을 조직에 맞추어 개조 적합한 수준의 표준 부합성을 제도화 테일러링에 적용
프로젝트 테일러링	<ul style="list-style-type: none"> Program 혹은 Project에서 수행되는 업무적인 사안의 테일러링 	<ul style="list-style-type: none"> 이해관계자 (종류, 업무관계, 관계의 강도 등) 프로젝트 예산, 일정, 요구사항 리스크 허용수준 시스템의 복잡도와 우선순위

다) 일반적인 테일러링 접근방법

- 불필요한 성과, 활동, 과업등을 배제하고 필요한 것은 추가한다.
- 사실에 기초한 의사결정 후에 독립적인 승인권자의 승인을 받는다.
- 의사결정 관리 프로세스를 테일러링 의사결정에 활용한다.
- 각 단계 별로 최소 한 번 이상의 테일러링을 실시한다.
- 수면주기 단계들의 환경을 기초로 테일러링을 추진한다.
- 조직 간의 합의를 기초로 테일러링을 제한한다.
- 이해 관계자, 고객, 조직 정책 및 목표, 법적 요건의 준수 관련 이슈를 기초로 테일러링의 범위를 통제한다.
- 조달방법이나 지적재산권을 기초로 합의 프로세스 활동의 테일러링 범위를 통제한다.
- 이해관계자 사이에 신뢰가 쌓일수록 불필요한 활동을 제거하기 쉽다.
- 전 단계에 걸친 테일러링의 가정과 기준을 식별하여 정형 프로세스의 이용을 최적화 한다.

라) 테일러링 시의 주의사항

- 다른 스마트시티 사업의 테일러링된 기준선을 재사용 하지 않는다.
- 테일러링 프로세스는 1회만 실행하지 않고 반복하여 실행한다.
- “혹시 모르니까...”라는 이유로 불필요한 프로세스나 활동을 잔류시키지 않는다.
- 적절한 이해관계자들을 반드시 참여시켜 테일러링 작업을 실행한다.

3) 점진적 개선

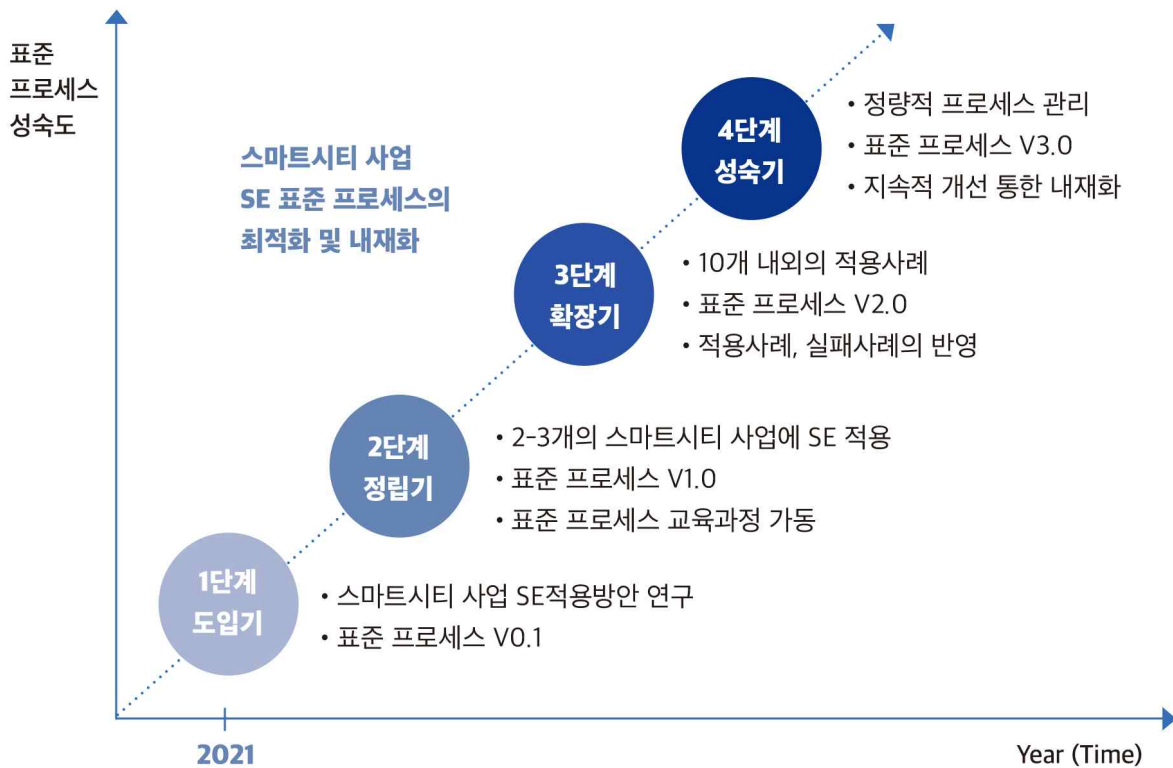
스마트시티 사업을 위한 SE Standard Process는 한번 개발되고 고정되어 있는 것이 아니며, 지속

적으로 점진적인 개선이 이루어져야 한다. 이 절에서는 스마트시티 사업의 SE Standard Process 를 점진적으로 개선하는 절차에 대하여 검토한다.

일반적으로 스마트시티 사업의 SE 표준 프로세스를 초기에 개발하기 위한 요구사항과 이미 개발된 표준 프로세스를 지속적으로 개선하기 위한 요구사항은 그 목적과 관점의 차이에 의하여 다르게 나타난다. SE 표준 프로세스를 개발하기 시작하는 초기에서부터 높은 성숙도 수준 (high maturity level)을 갖는 고품질의 프로세스를 개발하기란 거의 불가능하다. 일단, 개발된 프로세스를 스마트시티 사업에 적용하여 보고, 그에 따른 여러 적용 문제점에 대한 지속적인 피드백을 통하여 좀 더 높은 성숙도를 갖는 프로세스로의 개선이 가능한 것이다.

가) 표준 프로세스 개선 중장기 로드맵

통상적으로 SE 표준 프로세스는 크게 ‘도입기’, ‘정립기’, ‘확장기’, ‘성숙기’ 등 4개의 단계로 구분되어 개발되고 점진적으로 개선할 수 있다.



[그림 28] SE 표준 프로세스 개선 중장기 로드맵

나) 지속적 개선을 위한 접근방법

개발된 스마트시티 사업 SE 표준 프로세스를 높은 성숙도 수준의 프로세스로 지속적으로 개선하여 향상시키기 위해서는 다음과 같은 요구사항을 만족해야 한다.

[표 64] SE 표준 프로세스 지속 개선 방안

요구사항	검토	접근방법
<p>중장기적인 로드맵의 주기적 갱신</p>	<ul style="list-style-type: none"> 조직 차원에서 표준 프로세스를 지속적으로 개선해 나가기 위한 방향성의 제시 필요 중장기적 프로세스 개선의 목표와 로드맵을 주기적으로 갱신하여 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 프로세스 개선의 최종목적과 단계적인 목표수립 최종 목표를 달성하기 위한 단계적 로드맵의 제시 주기적으로 최종 목표와 로드맵 등을 갱신
<p>정형화된 프로세스 개선 프레임워크 마련</p>	<ul style="list-style-type: none"> 지속적인 프로세스 개선을 위한 정형화된 프레임워크 (framework)가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001:2000 품질경영시스템의 개선 프레임워크의 준용 검토 주기적인 프로세스 평가를 위한 내/외부 심사 및 결과 피드백 매년 고객만족도 조사 및 결과의 반영 조직의 장이 참여하는 프로세스 적용과 개선에 대한 검토
<p>개선 우수사례의 발굴 및 보상</p>	<ul style="list-style-type: none"> 조직 내에서 표준 프로세스를 잘 적용하여 개선해 나가고 있는 우수사례를 발굴하고 공유 우수사례에 대한 조직적 차원에서의 적절한 보상 	<ul style="list-style-type: none"> 내/외부 심사 및 우수사례 발표회 등을 통한 우수사례 발굴 및 보상 다양한 분야와 규모로 분류된 사업별 프로세스 조정 및 적용사례 제공
<p>실패사례의 발굴 및 공유</p>	<ul style="list-style-type: none"> 우수사례 못지않게 실패사례 또는 개선사항을 발굴하여 이를 공유함으로써 오류의 재발을 방지 표준 프로세스를 적용 시에 발생된 문제점과 그 발생원인을 분석하고 재발방지대책을 수립하여 시행한 시정조치 사례는 매우 유용 단, 실패사례에 해당하는 조직들에 대한 정보는 공개되어서는 안 되며, 사업평가 혹은 인사평가와 연계되어서도 안됨 (실패사례 공개에 대한 두려움 불식) 	<ul style="list-style-type: none"> 내.외부 심사를 통한 실패사례의 발굴 및 공유 발생 문제점 및 시정조치, 재발방지대책 등의 사례 제공

2. People 측면의 적용

1) Stakeholder(이해관계자) 식별

스마트시티 사업에 참여하는 시스템 엔지니어는 해당 시스템의 정당한 이해관계자들과 의사소통 하여야 한다. 사업 경영 수준의 주요 이해관계자들은 사업 · 임무분석 프로세스에서 지명되었을 것이다. 이 프로세스에서는 사업 운영 수준 이해관계자를 식별해야 한다.

시스템 개발에서 가장 큰 도전 중 하나가 요구사항, 제약사항 등을 내놓을 이해관계자를 파악하는 것이다. 고객과 최종사용자는 비교적 식별하기 쉽지만, 규제기관과 배치된 시스템의 영향을 받을 수 있는 다른 이해 당사자도 찾아서 요구사항을 청취해야 한다. 상호운용되는 시스템의 이해관계자들도 이해관계자에 포함될 수 있다. 시스템엔지니어가 파악해서 고려해야할 제약사항이 보통 이런 시스템에서 나오기 때문이다.

가) 이해관계자 식별 방안

이해관계자는 사용자, 운전자 등의 User Domain, 계약에 의해 용역을 제공하는 Solution Domain, 기타 특수한 분야의 자문을 위한 부분으로 구별할 수 있고, 통상적인 스마트시티 사업에서의 이해관계자 들은 다음과 같이 구성된다. 특이한 사항으로 User Domain에서 최종 품질관리자, 최종 인수를 위한 시험자 역할을 담당하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

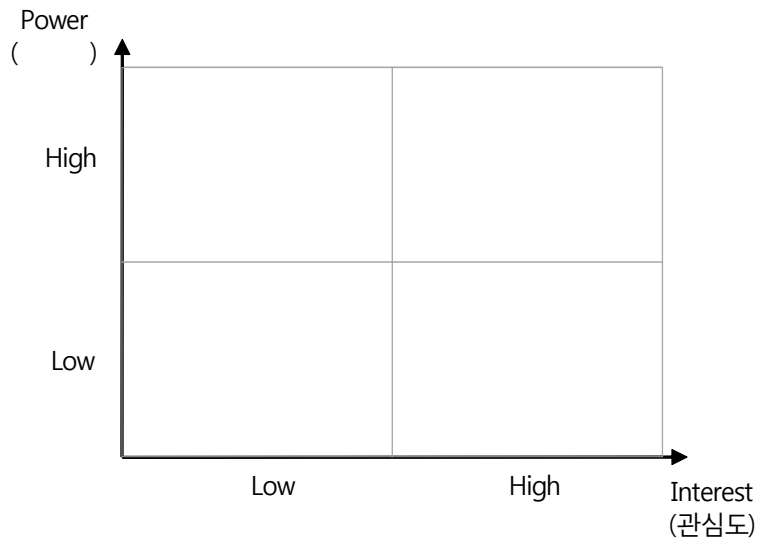
이해관계자의 올바른 정의가 요구사항을 누락 없이 수집하는 첩경이므로 해당 스마트시티 사업의 환경에 맞추어 이해관계자의 정의를 명확하게 하여야 한다.

[표 65] PPP Level별 이해관계자 식별

PPP Level	User Domain	Solution Domain	기타
Portpolio	Project Owner 품질관리자	PMO(사업관리) TMO(기술관리)	법률/규정 자문 환경 자문 도시공학 자문
Program	사용자(시민, 지자체 관리자) 운전자(지자체 관리자) 시험자(지자체 주무 공무원)	PMO(사업관리) TMO(기술관리) 경비자(수행기관/업체) 개발자(수행기관/업체) 시험자(수행기관/업체) 품질관리자(수행기관/업체)	해당 업무영역 전문가
Project	사용자(시민, 지자체 주무 공무원) 운전자(지자체 주무 공무원) 시험자(지자체 주무 공무원)	PMO(사업관리) TMO(기술관리) 경비자(수행기관/업체) 개발자(수행기관/업체) 시험자(수행기관/업체) 품질관리자(수행기관/업체)	해당 기술영역 전문가

나) 이해관계자의 구분관리

이해관계자들은 아래와 같이 영향력과 관심도의 차이에 따라 4가지로 구분할수 있으며, 각각의 이해관계자 집단에 대하여 별도의 관리수준을 고려하여 대응하고 적절한 의사소통을 통하여 스마트시티 사업을 수행하여야 한다.



[표 66] 이해관계자 분류

구분	기타
High Interest High Power	<ul style="list-style-type: none"> 스마트시티 사업에 큰 연관이 있고, 많은 권한을 행사하는 집단 지자체, 국토교통부 관련부서의 책임자 등 최대한 정보를 공유하고, 의사결정과정에 참여 시킴
Low Interest High Power	<ul style="list-style-type: none"> 스마트시티 사업에 이해관계가 크지 않지만 상당한 영향력을 행사하는 집단 지자체, 국토교통부 등의 인사책임자, 예산 책임자, 구매책임자 등 중요 정보를 수시로 제공하여 후원자로 유지
High Interest Low Power	<ul style="list-style-type: none"> 큰 영향력을 행사하지는 않으나 이해관계는 큰 집단 스마트시티 사업으로 변화를 수행하고 직접적인 영향을 받는 집단 수시로 정보를 제공하여 적극적인 도움을 유인 스마트시티의 수행단계(설계, 개발, 시험 등)에 따라 영향력이 증가
Low Interest Low Power	<ul style="list-style-type: none"> 큰 영향력이 없고 이해관계자의 관심도 적은 집단 수시로 모니터링하여 스마트시티 사업에 부정적인 영향이 없도록 조치

2) 명확한 책임과 역할 (R&R)

R&R이란 '역할과 책임' (Role and Responsibilities)의 의미이며, 스마트시티 사업을 수행하는 각 조직에서 개별 프로세스 및 조직의 구성원들이 수행해야할 '역할'과 그 역할의 수행에 따른 '책임' 관계이다. 주로 스마트시티 사업이 진행될 때 여러 조직의 각 참여자별로 R&R을 정의해 프로젝트가 잘 수행될 수 있도록 하며, 이런 정의가 모호하다면 업무 분담에 대한 오해가 일어나 서로 부딪히는 상황이 발생하게 될 소지가 많다. 참여자들에게 명확하게 분담 업무와 책임 범위를 제공할 경우 프로젝트 성공률도 높아지고 인력 관리에도 효과가 있을 것으로 판단된다. 스마트시티 사업에 적합한 조직구성과 그 조직 구성원 및 R&R에 대하여 아래와 같이 예시할 수 있으며, 각 조직이나 구성원들은 SE영역의 임무를 수행하는 참여자와 PM영역의 임무를 수행하는 참여자로 구분될 수 있다.

[표 67] PPP Level별 역할 정의

PPP Level	조직	R&R	구성원	비고
Portpolio	Portpolio Manager	<ul style="list-style-type: none"> • 전체 스마트시티 사업 총괄 • 하부 조직의 관리 및 의사결정 	Portpolio Manager	공통
	사업관리	<ul style="list-style-type: none"> • 사업계획 수립하고 사업전체 일정을 관리 • 사업전체에 투입되는 자원(예산, 인력, 시설, 장비 등)을 관리 • 개발주체와의 계약관리, 사업진척 관리, 위험관리 • 사업 전체의 현황을 계획, 종합, 관리 	통합관리담당 원가관리담당 일정관리담당 품질관리담당 자원관리담당 조달관리담당	PM영역
	기술관리	<ul style="list-style-type: none"> • 요구사항을 분석하고 기술적 목표를 수립 • Program 영역 간의 연계 문제 조정, 해결 • 사업관리조직의 의사결정을 지원하는 역할을 수행 	요구사항관리담당 인터페이스 담당	SE영역
Program	Program Manager	<ul style="list-style-type: none"> • 해당 Program 영역 총괄 • 하부 조직의 관리 및 의사결정 	Program Manager	공통
	사업관리	<ul style="list-style-type: none"> • Program 영역의 사업계획 수립 • Program 영역의 사업전체 일정을 관리 • Program 영역의 사업전체에 투입되는 자원(예산, 인력, 시설, 장비 등)을 관리 • 개발주체 계약관리, 사업진척 관리, 위험관리 • Program 영역의 전체 현황을 계획, 종합, 관리 	일정관리담당 위험관리담당 이슈관리담당 품질관리담당 자원관리담당 조달관리담당	PM영역
	기술관리	<ul style="list-style-type: none"> • 요구사항을 분석 • 기술적 목표를 수립 • 검증을 거쳐서 요구사항이 충족되었음을 입증 • 공학적 측면의 분석, 해석, 구현, 검증 활동을 수행 • Project 간 혹은 외부와의 연계 문제 조정, 해결 • 사업관리조직의 의사결정을 지원하는 역할을 수행 	요구사항관리담당 시스템분석 담당 설계 담당 통합 담당 검증/전환 담당 인터페이스 담당	SE영역
Project	Project Manager	<ul style="list-style-type: none"> • 해당 Project 영역 총괄 • 하부 조직의 관리 및 의사결정 	Project Manager	공통
	사업관리	<ul style="list-style-type: none"> • Project 수행계획 수립 • Project 사업 일정을 관리 • 사업진척 관리, 위험관리 • Project의 진척, 이슈, 위험등을 보고 	일정관리담당 위험관리담당 이슈관리담당	PM영역
	기술관리	<ul style="list-style-type: none"> • 요구사항을 분석하고 기술적 목표를 수립 • 요구사항 개발, 요구사항 관리, 설계 및 구현, 체계통합, 검증, 입증 등의 프로세스 관리 • 공학적 측면의 분석, 해석, 구현, 검증 활동을 수행 • 해당 Project 내의 구성요소 간 연계 문제 조정, 해결 • 사업관리조직의 의사결정을 지원하는 역할을 수행 	형상관리담당 설계 담당 구현 담당 검증 담당 전환 담당	SE영역
	개발팀	<ul style="list-style-type: none"> • 실제 설계 및 구현 • 검증을 거쳐서 요구사항이 충족되었음을 입증 	개발자 DBA, DA	SE영역

3) 분야별 교육훈련

스마트시티 사업에 SE를 적용하기 위하여, 반드시 적용이전에 관련 인원에게 SE관련 교육을 실시하여 적용할 SE 기술 프로세스에 대한 지식을 제공하여야 한다. 관련하여 스마트시티 사업의 교육 체계 개발 및 운영에 SE 관련 교육과정들을 추가하여야 한다.

가) 스마트시티 사업 SE 전문교육체계 마련

스마트시티 사업에 SE 전문교육을 위하여 교육을 관리하고, 스마트시티의 적용경험을 바탕으로 한 교육과정을 개발할 전담조직이 필요하며, 이들 전문요원들은 교육과정 개발에 충분한 능력을 갖추고, SE관련 자격을 보유 (KSEP D,C 레벨 이상)하여야 한다.

이들 전문요원은 보유한 지식을 바탕으로 스마트시티 사업에 SE 적용 자료를 검토하여 적절한 교육과정을 개발하고 이를 스마트시티 사업의 SE적용을 위한 전문교육과정으로 개발하여 중장기적으로 적용 및 확대하여 나가야 한다.

나) INCOSE 자격 인증제도

INCOSE는 다단계 SE 자격증을 통해 전세계 시스템 엔지니어들의 지식과 경험을 인정하는 공식적인 방법을 제공하고 있다. INCOSE의 자격 인증제도는 다음과 같이 세계의 수준으로 이루어진다.

[표 68] INCOSE 자격 인증제도

전문 단계	자격 요건
초급 시스템 엔지니어링 전문가 (Associate Systems Engineering Professional ASEP)	<ul style="list-style-type: none"> • 지식 평가 시험을 통과
인정 시스템 엔지니어링 전문가 (Certified Systems Engineering Professional : CSEP)	<ul style="list-style-type: none"> • 최소 5년 이상의 SE 실무 경력 • 기술 학위 보유(추가 SE 실무 경력 기간으로 기술 학위 요건 대체 가능) • 후보자의 SE 실무 경력 기간 전체를 포괄하는 전문가 추천서 3개 • 지식 평가 시험을 통과
고급 시스템 엔지니어링 전문가 (Expert Systems Engineering Professional : ESEP)	<ul style="list-style-type: none"> • 최소 25년 이상의 SE 실무 경력 • 최소 5년 이상의 리더십 경력 • 기술 학위(추가 SE 실무 경력 기간으로 기술 학위 요건 대체 가능) • 최소한 최근 10년 동안의 SE 실무 경력 • 실무 경력 기간 전체를 포괄하는 전문가 추천서 3개 • 인증위원회가 인정하는 신청자의 SE 자격증에 관한 자세한 사항

기타 SE 자격에 관한 자세한 사항은 INCOSE 웹사이트 (www.incose.org) 를 참고한다.

다) KCOSE 자격 인증제도

KCOSE의 자격 인증제도는 국내 SE 전문가 자격인 KSEP과 KCOSE에서 실시하기로 INCOSE와 협의 중인 국제 SE 전문가 자격인 ISEP로 이원화되어 있다.

[표 69] KCOSE 자격 인증제도

과정	자격 단계	자격 요건
KSEP	CSSEM (레벨 B)	<ul style="list-style-type: none"> • CSEM(레벨 C)에 상응하는 교육과정 + SE 실무경력 15년 • CSEM(레벨 C) 자격 보유 + SE 실무경력 10년
	CSEM (레벨 C)	<ul style="list-style-type: none"> • KCOSE 주관 자격증 교육과정 이수 • 이공계(4년) + SE 실무경력 2년 이상 • 인문계(4년) + SE 실무경력 4년 이상 • 이공계(2년) + SE 실무경력 4년 이상 • 학위 미소지자 : SE 실무경력 6년 이상
	CSEMA (레벨 D)	<ul style="list-style-type: none"> • KCOSE 주관 자격증 교육과정 이수 • 이공계(4년) 학사 학위 • 인문계(4년) + SE 실무경력 4년 이상 • 이공계(2년) + SE 실무경력 4년 이상 • 학위 미소지자 : SE 실무경력 4년 이상
ISEP	CSEP	<ul style="list-style-type: none"> • 이공계 분야 학위자 • 비이공계 분야는 SE 실무경력 5년 추가 • 비학위자는 SE 실무경력 10년 추가
	ASEP	<ul style="list-style-type: none"> • 이공계(4년) 학사 학위 • 인문계(4년) + SE 실무경력 4년 이상 • 이공계(2년) + SE 실무경력 2년 이상 • 학위 미소지자 : SE 실무경력 4년 이상

KCOSE 실시하는 SE 자격 취득에 관한 자세한 사항은 KCOSE 웹사이트 (www.kcose.org) 를 참고한다.

3. SE 적용 지원 Tool

스마트시티 사업에 SE를 적용하는데 도움을 주는 자동화된 도구와 반드시 필요한 사항들을 검토하여 보고, 적용하는 것이 바람직한 도구들을 제시한다.

1) 프로젝트 관리시스템(PMS)

스마트시티 사업은 SoS 상황의 복잡한 거대 프로젝트일 확률이 많으므로 전반적인 사업의 흐름과 문제사항을 파악하기 매우 어려우며, 이를 위하여 PMS의 사용은 필수적이라 할수 있다. 스마트시티 사업에서의 PMS에서 특히 중요하게 대두 되는 기능은 Dash Board 기능을 통하여 한눈에 진행 상황을 파악하는 기능, 문제가 되는 세부 프로젝트를 파악하는 Drill Down 기능, 진척관리 기능, 작업의 산출물 관리 기능과 이런 기능들을 위한 WBS, 할당된 자원, 작업기간 등을 입력하기 위한 기능 등이 필수적이다.

복잡한 SoS상황의 스마트시티 사업의 진척관리를 중점적으로 실시하기 위한 PMS의 기능은 PPP Level별로 아래와 같이 나눌수 있으며, 관리요구에 따라 프로젝트 관련 승인을 위한 전자결재, 예산의 사용을 모니터링 하기 위한 비용관리 등 별도의 기능을 추가하여 관리할 수 있다.

	관리자 기능		실무자 기능		
Portpolio Level	Portpolio Dash-Board	Portpolio Drill Down	산출물 조회	진척관리 (계획/실적)	이슈관리
Program Level	Portpolio Dash-Board	Portpolio Drill Down	산출물 조회	진척관리 (계획/실적)	이슈관리
Project Level	Portpolio Dash-Board	Portpolio Drill Down	WBS, 할당인원, 작업기간 입력	WBS 완료 (산출물) 입력	진척관리 (계획/실적) 이슈관리

[그림 29] PPP Level별 PMS 기능

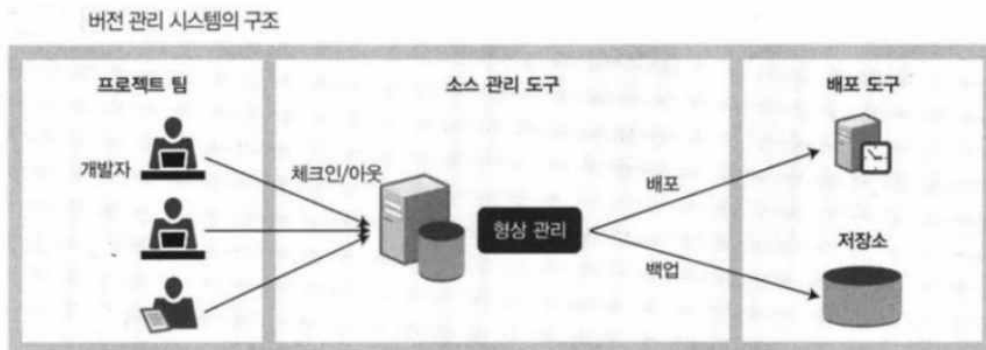
WBS의 세분화에 따라 임의의 시점에 대한 진척관리의 신뢰도가 향상되므로 적절한 크기로 WBS를 분할하여야 한다. 통상적으로 하나의 WBS는 1 Man-Day 내외의 Effort로 구성 될 때까지 세분화 하는 것이 좋다.

2) 소프트웨어 형상관리

스마트시티 사업에서 중요한 형상관리의 대상은 개발되는 소프트웨어의 소스코드, 요구사항 등의 사항인 것으로 파악되며, 요구사항의 추적관리 및 형상관리는 별도의 목차에서 다루고 여기에서는 소프트웨어의 형상관리에 국한하여 논의하기로 한다.

소프트웨어 형상관리는 Software Configuration Management, 줄여서 SCM라는 단어를 쓰기도 하는데, SW개발 및 유지보수 과정에서 발생하는 소스코드, 문서, 인터페이스 등 각종 결과물에 대해 형상을 만들고, 이들 형상에 대한 변경을 체계적으로 관리, 제어하기 위한 활동이다. 단순히 말하자면 프로젝트를 진행하면서 생성하는 소스코드를 버전 관리 시스템을 이용하여 관리하는 것을 말한다. 다수의 개발자가 프로젝트에서 동일한 기능을 동시에 개발한다고 할 때, 작성된 소스 코드와 변경사항을 확인하고, 수정하는 협업을 도와주는 시스템이라고 할 수 있다.

동일 시스템을 복수명의 개발자가 개발하는 경우, 체크인/체크아웃 프로세스를 통하여 하나의 소스를 동시에 수정하는 것을 방지하고 항상 최종버전의 소스를 관리할 수 있다.



소스 형상관리 툴 사용시 얻는 장점

- 소스 코드를 프로젝트 팀원 및 관계자들과 공유할 수 있다.
- 소스 코드의 변경 이력을 관리할 수 있다.
- 서버나 클라이언트에 배포할 때에도 유용하게 사용된다.
- 여러 사람이 동일한 소스 코드를 공유해서 개발할 수 있으며 소스 코드를 공유할 때 생기는 버전 충돌 문제를 해결할 수 있다.
- 장애 혹은 기능상 필요할 때 이전 버전으로 소프트웨어를 원상복구할 수 있다.
- 동일한 소프트웨어를 여러 개의 버전으로 분기해서 개발할 필요가 있는 경우에 유용하게 사용된다.

3) Process Asset Library

PAL(Process Asset Library)은 업무 프로세스 간 생성문서 및 자원을 표준화하고 형상화하는 저장소로 프로세스 수행 시 나오는 각종 자산들 (표준 프로세스 문서, 수명주기 모델, 테일러링 가이드라인, 우수사례, 전사적 교육/훈련 관리 등)을 유지, 보수 및 체계적으로 관리함으로써 지속적으로 프로세스를 관리/개선할 수 있도록 만들어진 체계를 의미한다.

PAL은 BPR(Business Process Reengineering) 직후 혹은 새로운 Methodology의 도입 등 프로세스 혁신을 위한 활동을 지속적으로 추진하기 위하여 반드시 필요하므로, 스마트시티 사업의 SE 표준 프로세스를 관리 및 발전하기 위하여 반드시 필요한 구성요소이며, 이를 통하여 SE 표준 프로세스가 확장, 발전할수 있고 안정화 될 수 있을 것으로 기대 한다. “[그림 203] PAL(Project Asset Library 관리체계“의 프로세스, 활동, 세부활동 등은 SE 표준 프로세스를 발췌하여 예시한 것이다.



[그림 30] PAL(Project Asset Library) 관리체계

참고문헌

- [1] Systems Engineering Handbook(4th Edition), 2015, INCOSE
- [2] SE BoK version 2.3, 2020
- [3] SE기반 기술검토회의 가이드북, 2017.06.30., 방위사업청
- [4] Defense Acquisition Guidebook, 2017, DAU
- [5] 연구개발사업의 체계공학(SE) 기반 기술관리업무 실무지침서, 2012.7, 방위사업청
- [6] 세계 선도형 스마트시티 연구개발사업 예비타당성조사 보고서, 2018, 한국과학기술평가원