

운용개념 개발 가이드와 프로세스 분석 및 작성 사례 연구

박중용*

한국항공우주연구원

Analysis of Operational Concept Development Guide, Process and A Case Study

Joongyong Park

Korea Aerospace Research Institute

Abstract : Operational Concept Descriptions or Document(OCD) shall be developed to understand stakeholder's desire for to-be-delivered system. But there is little study on methodology of OCD generation and many developers do not understand importance of OCD in Korea. According to Nicole Roberts' industry(18 U.S. companies and organizations) survey, only 30% of system development projects had OCD, too. Researchers and developers have opposing views regarding the generation of an OCD. Many researchers believe that the development and use of operational concepts at the start of large projects is essential. Alternatively, developers may view the OCD as a burden to the development process rather than an enabler due to the extensive documentation requirement. In this paper a couple of OCD guidelines were investigated to clarify how to build a CONOPS effectively and what to include. Finally, OCD for rotorcraft based Personal Air Vehicle System(PAVS) was developed as a case study. In the future, a template for generating OCD appropriate to Korean environment could be proposed.

Key Words : Systems Engineering, Operational Concept Description, Operational Concept Document, Concept of Operations(CONOPS), Stakeholder Requirement, Personal Air Vehicle(PAV)

* corresponding author : Joongyong Park, Korea Aerospace Research Institute, parkjy@kari.re.kr

* This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

1. 서론

이해관계자가 시스템에 대해 무엇을 원하는지 이해하기 위해 운용개념은 작성된다. 즉 시스템엔지니어링 활동에 있어서 가장 최상위 단계에서 수행되는 업무이다[1]. 하지만 국내에서는 운용개념 개발의 중요성에 대한 인식이 부족하고 개발방법론에 대한 연구 역시 거의 전무한 상황이다. 선진국에서도 운용개념의 필요성에 대해서는 인정하면서도 실제 시스템 개발에서는 약 30% 정도만 운용개념서를 작성했다는 조사 결과가 있다. 이에 운용개념서를 실무에서 작성하고 활용하는데 비효과적/비효율적인 면이 있을 수 있다는 문제의식을 갖게 되었다.

이에 본 논문에서는 운용개념 개발 가이드는 무엇이 있고 개발 프로세스는 어떻게 제시되었는지 분석하였다. 분석 대상 가이드는 대표적인 가이드로 일컬어지는 세 개의 가이드가 선정되었으며 그 밖에 기관이나 회사에서 작성한 가이드도 간단히 분석하였다. 또한 공개된 운용개념서를 입수하여 가이드에 얼마나 충실하게 작성했는지 분석하였다.

분석한 개발 프로세스를 바탕으로 현존하지 않는 회전익기 기반 PAVS(Personal Air Vehicle System)에 대한 운용개념서를 작성하였다. 개발 가이드를 운용개념서를 작성하는데 실제 적용하는 경험을 함으로써 어떤 문제가 있는지 식별하고 운용개념서 작성 프로세스에 대한 이해도를 높여 향후 개발 사업 수행 시 운용개념서 작성에 대비하였다.

2. 운용개념 개요 및 관련 가이드

2.1 운용개념서 정의

운용개념을 서술한 문서를 통칭하여 운용개념서라고 할 수 있다. 그러나 운용개념을 뜻하는 영문인 Operational Concept과 Concept of Operations (CONOPS)를 구분해서 사용하기도 한다. 두 용어를 명확하게 구분한 문서는 ANSI/AIAA에서 작성한 G-043A-2012 가이드이다. 운용개념의 정의를 표 1에 정리하였다. 이와 같은 정의에 따르면,

Operational Concept Document는 Concept of Operations Document에 수록된 조직의 정보를 항상 반영해야만 한다. 즉, 하나의 Concept of Operations는 여러 개의 Operational Concepts로 반영될 수 있다.

<표 1> 운용개념의 정의[2]

출처	Concept of Operations 정의
DoD(2010), Dictionary of Military and Associated Terms	합동군의 사령관이 성취하고자 하는 바와 가용 자원으로 성취하는 방법을 명확하고 간결하게 글이나 그림으로 서술한 것을 뜻한다. 개념은 운용의 전체적인 그림을 보여주기 위해 설계한다. 사령관의 개념 또는 CONOPS라고도 한다.
INCOSE (2010), SE Handbook V3.2	운용자의 견해로 본 시스템이 작동하는 방식을 뜻한다. 여기에는 사용자의 서술이 포함되고 시스템 사용자 집단의 니즈(needs), 목표, 특성이 요약된다. 운용, 유지보수, 지원 인력을 포함한다.
ANSI/AIAA G-043A-2012(2012)	임무 완수를 위해 전체 조직을 어떻게 운용할 것인지 사용자가 정의하는 것을 뜻한다. 새롭거나 개조되거나 또는 기존의 조직적 시스템 운용에 대해 조직이 가정하거나 의도한 것을 넓게 개요 수준에서 글이나 그림으로 서술한다.
ANSI/AIAA G-043A-2012(2012)	특정 시스템을 조직 내에서 어떻게 활용할 것인지 사용자가 정의하는 것을 뜻한다. 즉, CONOPS의 활동이 하부로 내려가 특정 시스템에서 수행되는 것을 뜻한다. 새롭거나 개조되거나 또는 기존의 특정 시스템 운용에 대해 조직이 가정하거나 의도한 것을 글이나 그림으로 서술한다. OpsCon라고도 불린다.

2.2 운용개념서 작성의 목적

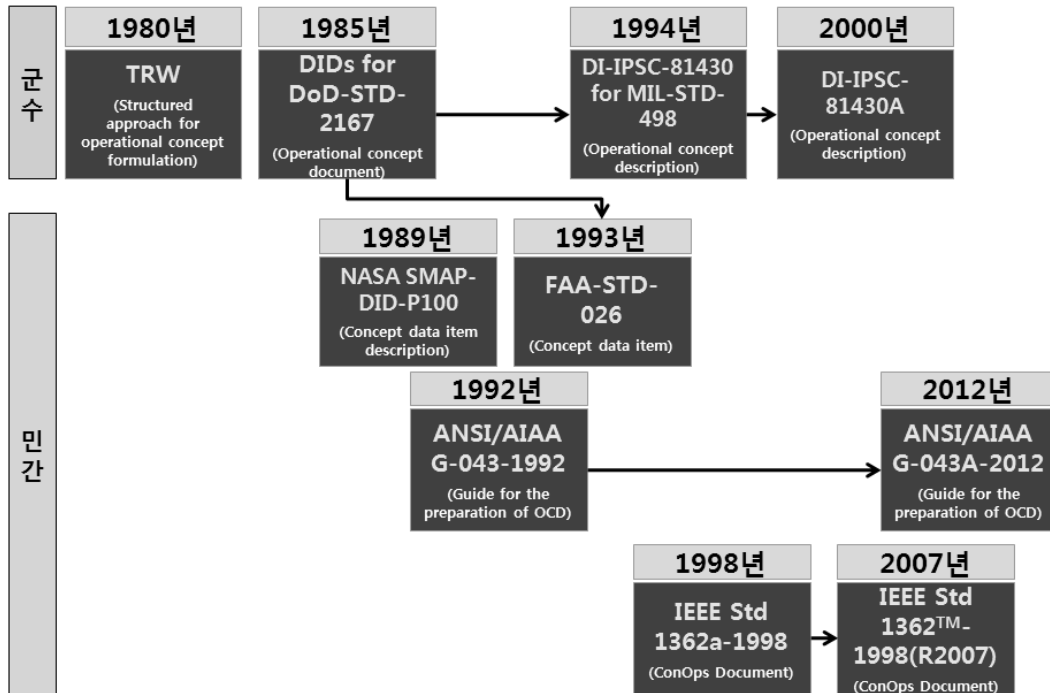
운용개념서 작성 목적에 대해서는 여러 지침에서 다양하게 서술하고 있지만 궁극적으로는 시스템을 원하는 그룹과 개발하는 그룹 간의 의사소통을 원활하게 하는데 있다.

<표 2> 운용개념서 작성의 목적[2, 3]

출처	운용개념서 작성 목적
ANSI/AIAA G-043A-2012(2012)	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템의 의도된 사용과 그로 인해 얻게 될 이익을 명확하게 제시 • 시스템 콘텍스트를 명확히 이해하고 완성된 시스템에 대한 사용자의 견해를 이해하기 위해 사용자, 운용자, 개발자들이 중요한 기술적, 사업적 이슈에 대한 운용 수준의 정보를 교환할 수 있는 장을 제공 • 운용개념서를 보는 모든 사람들이 이해하고 활용할 수 있는 문서 제공 • 현재 운용과 미래 운용의 차이점을 제시 • 시스템 확인(validation)을 위한 기준 제공
IEEE Std™ 1362-1998 (R2007)	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자의 제안 시스템에 대한 니즈나 기대를 구매자 그리고/또는 개발자와 의사소통 • 사용자의 니즈를 구매자나 개발자가 이해했는지와 시스템이 그러한 니즈를 충족하기 위해 어떻게 운용되어야 하는지 의사소통 • 다양한 사용자 그룹, 구매자 조직, 개발자 간의 공감대 형성

2.3 운용개념서 작성 가이드

운용개념서 작성 가이드로 알려진 것은 현재 세 가지가 있다. 가이드는 처음에 군수 산업분야에서 만들어졌다. 미국의 TRW Defense and Space Systems Group에서 1980년에 작성한 “Structured Approach for Operational Concept Formulation”이 해당 문서로서 시스템의 목적, 임무, 기능과 구성품들을 정의하는 업무를 서술했다. 이후 1985년 미 국방부에서 소프트웨어 개발용 지침으로 발간한 DoD-STD-2167, “Defense System Software Development”에서 Data Item Description(DID)로 “Operational Concept Document”를 명시하였다. 운용개념은 소프트웨어 분야에서 먼저 중시했음을 알 수 있는데, DoD-STD-2167가 “Software Development and Document”의 제목을 갖는 MIL-STD-498 로 통합되며 “Operational Concept Description” DI-IPSC-81430을 요구하게 된다. 이후 작성되는 FAA, NASA, IEEE의 운용개념서 가이드는 DI-IPSC-81430에서 요구하는 운용개념서의 내용을 거의 그대로 받아들인다. IEEE Std™ 1362-1998(R2007)도 소프트웨어 중심



[그림 1] 운용개념서 개발 관련 가이드 발간 역사

시스템에 대한 운용개념 개발에 적용된다고 밝힘으로써 가이드가 여전히 소프트웨어 분야에 뿌리를 두고 있음을 내포하고 있다. 소프트웨어나 소프트웨어 중심 시스템을 포함하는 시스템의 운용개념 개발에 적용되는 가이드는 가장 최근에 업데이트된 ANSI/AIAA G-043A-2012이다. DI-IPSC-81430A와 IEEE Std™ 1362-1998(R2007)가 제시한 운용개념서의 권장 목차는 거의 동일한데 비해 ANSI/AIAA G-043A-2012의 권장 목차는 핵심은 같지만 약간의 차이를 갖고 있다[3, 4]. 세 가지 중요 가이드를 정리하면 다음과 같으며 가이드 발간의 역사와 가이드 간의 관계를 그림 1에서 설명하였다.

- ANSI/AIAA G-043A-2012 : Guide to the Preparation of Operational Concept Documents
- IEEE Std™ 1362 -1998(R2007) : Guide for Information Technology – System Definition – Concept of Operations (CONOPS) Document,
- DI-IPSC-81430A : DoD Data Item Description for Operational Concept Description(OCD)

3. 운용개념서의 내용 및 작성 프로세스

2장에서 소개한 운용개념서 작성 가이드는 운용개념서에 포함될 내용을 정리해서 소개하고 있지만 어떻게 작성할 것인지에 대한 내용은 그리 많지 않다. DI-IPSC-81430A와 IEEE Std™ 1362-1998(R2007)은 유사한 내용을 싣고 있으며 어떻게 작성한다는 정보는 거의 없다. 반면에 ANSI/AIAA G-043A-2012는 상대적으로 많은 작성법을 싣고 있다. 또한, 미국의 FHA(Federal Highway Administration)는 교통관리시스템을 사례로 하여 ANSI/AIAA G-043A-1992가 권장한 목차에 따라 운용개념서를 작성하는 방법을 제시하였다[5]. 따라서, 운용개념서의 내용은 DI-IPSC-81430A 및 IEEE Std™ 1362-1998 (R2007)와 ANSI/AIAA G-043A-2012를 비교해서 분석하고, 작성 프로세스 또는 방법에 대해서는 ANSI /AIAA G-043A-2012와 FHA의 보고서, NASA와 INCOSE

의 시스템엔지니어링 핸드북을 참고한다. 그 밖에 개별 회사에서 운용개념서 작성에 대한 보고서를 작성한 경우가 있는데 대부분 언급한 3개의 가이드를 기본으로 했다.

3.1 운용개념서의 내용

기존에 사용하던 시스템을 새 시스템으로 교체하거나 개조하여 사용하려 할 때 거치는 자연스러운 사고의 과정이 운용개념서에 서술된다. 즉, 아래와 같은 물음에 답하는 과정이 포함된다.

- 1) 지금 사용하고 있는 시스템은 어떠한가?
- 2) 현 시스템을 바꾸어야 할 이유가 무엇인가?
- 3) 새 시스템은 어떤 것으로 바꾸어야 하는가?
- 4) 새 시스템은 어떤 식으로 운용될까?

세 가지 가이드에서 권장하는 운용개념서의 핵심 내용은 이와 동일하다.

3.1.1 DI-IPSC-81430A와 IEEE Std™ 1362-1998(R2007)

DI-IPSC-81430A와 IEEE Std™ 1362-1998(R2007)은 표 3과 표 4와 같이 거의 유사한 목차의 운용개념서 작성을 권장한다.

<표 3> DI-IPSC-81430A의 운용개념서 내용

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 범위(식별, 시스템 개요, 문서 개요) 2. 참고문헌 3. 현재 시스템 또는 상황(배경/목표/범위, 운용 정책 및 제약, 현 시스템 또는 상황 서술, 사용자 또는 관련된 인력, 지원 개념) 4. 변경의 정당성과 본질(변경의 정당성, 요구되는 변경 서술, 변경 중 우선순위, 고려는 하지만 포함되지 않는 변경, 가정과 제약사항) 5. 새로운 또는 개조 시스템의 개념 (배경/목표/범위, 운용 정책 및 제약, 새로운 시스템 또는 개조 시스템 서술, 사용자/영향받는 인력, 지원 개념) 6. 운용 시나리오 7. 영향 요약(운용 영향, 조직 영향, 개발 중 영향) 8. 제안 시스템 분석(장점 요약, 단점/한계 요약, 고려한 대안 및 절충) 9. 주석 A. 첨부 |
|--|

<표 4> IEEE Std™ 1362- 1998(R2007)의
 운용개념서 내용

1. 범위(식별, 문서 개요, 시스템 개요)
2. 참고문헌
3. 현재 시스템 또는 상황(배경/목표/범위, 운용 정책 및 제약, 현 시스템 또는 상황 서술, 현 시스템 또는 상황의 운용 모드, 사용자 계층 및 기타 관련된 인력, 지원 환경)
4. 변경의 정당성과 본질(변경의 정당성, 요구되는 변경 서술, 변경 중 우선순위, 고려는 하지만 포함되지 않는 변경, 가정과 제약사항)
5. 제안 시스템의 개념 (배경/목표/범위, 운용 정책 및 제약, 제안 시스템 서술, 운용 모드, 사용자 계층 및 기타 관련된 인력, 지원 환경)
6. 운용 시나리오
7. 영향 요약(운용 영향, 조직 영향, 개발 중 영향)
8. 제안 시스템 분석(개선 사항 요약, 단점 및 한계, 고려한 대안 및 절충)
9. 주석
 - A. 첨부 용어집

3.1.2 ANSI/AIAA G-043A-2012

본 가이드가 권장한 운용개념서의 목차는 표 5와 같다. 3.1.1에서 살펴 본 두 가이드와 비슷하나 큰 차이점은 운용 시나리오를 부록으로 만들고 본문에서는 운용 프로세스 수준에서 작성하는 것이다.

<표 5> ANSI/AIAA G-043A-2012의 운용개념서 내용

1. 범위(식별, 시스템 목적, 문서 개요)
 2. 참고문헌
 3. 배경 정보
 4. 현재 시스템과 운용
 5. 운용 개요(임무, 운용 정책 및 제약, 운용 환경, 인력, 지원 개념 및 환경, 변경의 정당성과 본질, 영향 요약)
 6. 시스템 개요(시스템 범위, 시스템 목적 및 목표, 사용자와 운용자, 시스템 인터페이스, 시스템 상태와 모드, 시스템 능력, 시스템 아키텍처)
 7. 운용 프로세스
 8. 기타 운용 니즈(임무 니즈, 인력 니즈, 품질 요인)
 9. 제안 시스템 분석(장점 요약, 단점/한계 요약, 고려한 대안 및 절충, 사용자, 규제영향, 기타영향)
- 부록 A. 두문자어, 약어, 용어집
 부록 B. 시스템 운용 시나리오

3.2 운용개념서 작성 프로세스

가장 간단한 형태의 운용개념서 작성 프로세스는 세 가지 대표적인 가이드가 제시한 목차를 순서대로 나열하면 완성된다. 프로세스란 수행해야 할 업무를 정의한 것이기 때문이다. 그러나 프로세스를 구성하는 각각의 업무를 어떻게 수행하면 되는지를 서술해야만 실무에 참고할 수 있는 프로세스가 완성된다. 그런 의미에서 세 가지 가이드 중 ANSI/AIAA G-043A-2012만이 목차의 각 항목에 대해 비교적 상세한 설명을 하여 프로세스를 제시했다는 평가를 받을 수 있고 나머지 두 개의 가이드는 업무만을 명시했을 뿐이다.

하지만 가이드가 제시한 목차의 내용을 모두 작성할 필요는 없다. 프로젝트의 특성 및 조직이 처한 환경에 따라 특정 목차는 삭제하는 등 테일러링을 할 수 있으며 그 결과 다양한 프로세스의 형성이 가능하다. Mostashari et al.은 조사를 통해 일반적으로 알려진 프로세스를 모두 거치게 되면 운용개념서를 작성하는데 약 30개월이 걸린다고 밝혔다. 반면, 필수적인 목차만으로 운용개념서를 작성한다면 3개월 밖에 걸리지 않는다고 분석했다[6].

3.2.1 ANSI/AIAA G-043A-2012의 프로세스

ANSI/AIAA G-043A-2012이 운용 시나리오 작성을 중심으로 설명한 운용개념서 개발 프로세스는 다음과 같다[2].

- 1) 시스템의 범위를 정의한다.
- 2) 시스템 콘텍스트와 경계를 정의한다. 콘텍스트에는 물리적, 기능적, 조직적 콘텍스트가 포함된다.
- 3) 유용한 운용 시나리오를 정의한다. 이 단계가 운용개념서 작성의 성패를 좌우한다.
- 4) 시나리오를 개발한다.
- 5) 시나리오를 확인한다.

3.2.2 INCOSE 핸드북의 프로세스

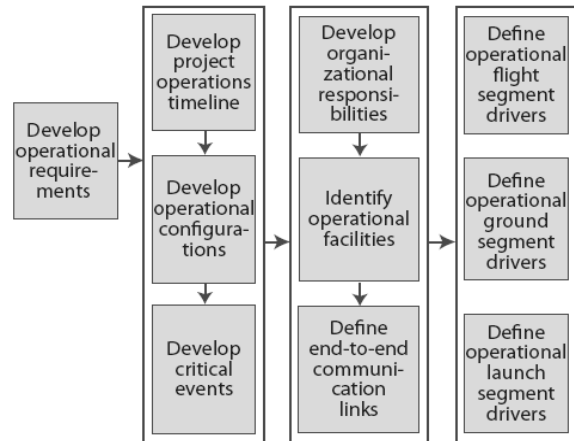
Haskins 역시 운용 시나리오 작성에 초점을 둔 운용개념 수립 프로세스를 다음과 같이 소개하였다

[7]. 문장 보다는 그림의 활용을 권장하였고 시스템 엔지니어링에서 흔히 사용하는 방법을 제시한 프로세스이다.

- 1) 원천(source)이 되는 운용 요구사항을 수집한다.
- 2) 시스템의 목적을 최종 사용자 및 운용 인력과 검토한다.
- 3) 운용의 경계를 정의하고 모델링한다.
- 4) 각 모델에 대해 콘텍스트 다이어그램을 작성한다.
- 5) 시스템과 외부 시스템 간에 오고 가는 입력물과 출력물을 식별한다.
- 6) 시스템과 외부 시스템 간의 환경에 의해 입력물과 출력물이 영향을 많이 받는다면 이를 고려할 수 있는 기능을 콘텍스트 다이어그램에 추가한다.
- 7) 시스템과 환경 또는 외부 시스템간의 인터페이스를 기록한다.
- 8) 외부 시스템에 의해 촉발되는 시스템과의 상호작용을 모델링하기 위해 기능 흐름 다이어그램을 작성한다.
- 9) 운용이 올바른지 또는 동적인 불일치가 있는지 확인하기 위해 기능이 수행되는 시간에 대한 정보를 추가한다.
- 10) 원천 요구사항을 보완하기 위해 최종 사용자에게 승인을 받은 타임라인(timeline)을 개발한다.

3.2.3 NASA 핸드북의 프로세스

NASA는 과학 임무에 대한 운용개념을 작성하는 프로세스를 그림 2와 같이 예시하였다[8]. 첫 단계에서 운용 요구사항을 식별한 후 두 번째 단계에서 운용 시나리오를 작성한다. 운용 시나리오는 시간의 흐름에 따른 프로젝트 운용 개발, 운용 형상 개발 그리고 중요 이벤트 개발의 업무로 구분된다. 세 번째 단계에서는 운용에 관련되는 환경을 정의했는데 여기에는 조직의 책임, 운용 설비, 의사소통 수단 등이 포함된다. 마지막 단계에서는 시스템을 구성하는 하부 시스템의 운용을 정의한다.



[그림 2] 과학 임무 운용개념서 개발 과정[8]

3.3 운용개념서 문제점 연구

3.3.1 연구 사례

Roberts et al.은 산업계의 인력을 대상으로 운용개념서에 대한 설문조사를 시행했다[9]. 미 국방부, Lockheed Martin과 같은 방산업체를 포함하여 18개 조직들이 설문에 응했다. 응답자의 48%가 시스템엔지니어였는데 이들 모두가 운용개념서가 유용하다고 답변했지만 그 중 36%는 운용개념서가 작성된 프로그램에 참여한 적이 없다고 답했다. 모두가 운용개념서를 필요로 함에도 불구하고 전체 프로그램의 1/3 정도만이 운용개념서를 작성함을 알 수 있다. 또한, 개념 설정 단계에서 작성된 운용개념서가 생명주기의 마지막 단계까지 업데이트되며 살아있는 문서로 활용된 예는 4%에 불과했다. 선진국에서도 운용개념서가 실제로 잘 활용되고 있다고는 볼 수 없는 조사 결과이다.

이런 현상의 발생 원인에 대한 분석 연구도 있다 [6]. 이 연구에 따르면 상당수의 개발자들은 운용개념서가 지나치게 서술에 의존하는 방식으로 만들어져 필요 이상으로 두꺼워짐으로써 작성하는데 많은 시간이 소요되며 한 번 만들어지면 업데이트가 잘 되지 않는 죽은 문서가 되기 때문에 실효성이 없다고 생각한다. 또한 운용개념서를 작성하는데 소요되는 대부분의 시간이 운용개념서 관련자들의 검토를 기다리고 피드백을 받아 다시 수정하는데 소요되고

있어 프로세스 개선의 필요성이 대두되었다. Mostashari et al.은 이에 대한 대안으로 3단계로 구성된 보다 축약된 프로세스를 제안하고 적합한 이해관계자의 선정 및 운용개념서 작성에의 참여, 문자에 의한 서술 보다는 그림의 활용 확대, 참여자들이 공동으로 소유할 수 있는 정신적 모델 수립을 주요 개선 과제로 식별하였다[6]. 또한 관련하여 이해관계자들간의 원활한 의견 조정을 위한 지침을 다음과 같이 제시하였다[6, 9].

<표 6> 이해관계자 간의 의견 조정 지침

각 분야의 모든 이해관계자를 포함한다.
15명 이하의 사람으로 그룹을 만든다.
그룹에 참여하는 대표자들은 최종 결정을 할 수 있는 권한이 있어야 한다.
적어도 두 번, 한 장소에 모든 관계자들이 동시에 모여야 한다.
운용개념서 작성자나 조정자는 그룹을 가이드 하는 기술이 있어야 한다.
그룹에 속하지 않은 모든 사용자들과 인터뷰를 하고 이를 공유한다.

3.3.2 국내에서 운용개념서 개발 시 고려사항

국내에서는 운용개념서 작성에 대한 연구가 부족하고 실제 프로젝트에서 운용개념서가 어느 정도 작성이 되고 있으며, 또한 체계적으로 작성되는지 파악이 되지 않고 있다. 다만, 국방 분야에서 C4ISR 체계를 구축하면서 미국의 DoD Architecture Framework에 준하는 자료 작성을 하는 과정에서 운용개념서와 일치하지는 않더라도 운용 측면을 미리 검토하는 활동을 하고 있다. 운용개념 작성이 외국에서도 소프트웨어 개발 분야에서 태동되었다는 사실을 지적한 바 있는데 국내에서도 이와 같이 소프트웨어 또는 소프트웨어 중심 시스템 개발 시에 주로 작성되고 있다. 하지만 도래하는 융합의 시대에는 시스템 개발 초기에 운용개념을 적절히 수립하지 못하면 프로젝트가 방향을 잃고 표류할 가능성이 높다. 국내 상황을 감안하고 선행 연구에서 지적된 문제점을 개선하기 위해 고려해야 할 사항을

다음과 같이 정리하였다.

1) 운용개념서의 내용 테일러링

운용개념서에 수록되는 내용에 대해서는 세 가지 대표 가이드가 제시하는 내용에서 크게 달라질 요인이 없다고 판단된다. 다만, 프로젝트의 규모, 인터페이스의 다양성, 프로젝트 인력의 구성 등 여러 요인을 감안한 테일러링이 필요하다. 특히 국내와 같이 운용개념서 작성에 대한 경험이 부족한 상황에서는 과도한 문서 작성이 부담이 될 수 있으므로 운용 시나리오 위주의 간략화한 운용개념서 작성이 적절하다.

2) 이해관계자의 선정 및 참여방안

운용개념서 작성 초기부터 이해관계자가 참여할 수 있도록 시스템 범위를 명확히 정의하여 이에 관련된 이해관계자를 선정한다. 선정 후 온라인을 통해 참여 이해관계자들이 운용개념서를 검토할 수 있도록 전산지원 도구의 도입도 적극 고려해볼만하다. 도구로는 시스템엔지니어링에서 많이 사용하는 요구사항 관리 도구가 적절할 것이다. 선행 연구에서도 지적했듯이 운용개념서를 서술 위주로 작성하기 보단 그림을 더 활용한다면 이해관계자의 검토 시간이 단축될 수 있을 것이다. DoD Architecture Framework에서 제시한 운용 관점(Operational View)을 보여주는 다양한 문서들이 주로 그림을 활용하게 되어 있으므로 이를 참조하면 도움이 될 것이다.

3) 조직의 지원

운용개념서 작성을 전담하는 팀을 임시라도 구성하여 지원해야 한다. 운용개념서의 작성은 시스템엔지니어링에 대한 이해가 부족하면 수행하기 어렵기 때문에 조직에서는 시스템엔지니어링의 전 프로세스, 방법, 도구, 환경을 구축해가는 과정에서 시범사업으로 운용개념서 작성을 시도하는 것도 좋은 방안일 것이다.

4) 정부의 정책

정부가 지원하는 사업 선정을 위해 기술수요조사 또는 예비타당성 조사를 실시할 때 운용개념 연구 부분을 강화하는 것이 필요하다. 특히 여러 부처가

참여하는 사업과 같은 대규모 사업은 이해관계자가 다양할 것이므로 이들의 요구사항을 정확히 반영해야 성공적으로 마무리 할 수 있다. 국방 분야에서 적용하는 DoD Architecture Framework와 같은 방대한 자료 작성을 모든 분야에 적용하는 것은 비효율적이라 판단되므로 운용개념서의 필수 항목 위주로 작성을 권장하는 정책이 수립되면 좋을 것이다.

4. 운용개념서 사례 연구

“IEEE Std™ 1362-1998(R2007)”가 제시한 목차 기준에 따라 가상 시스템을 대상으로 운용개념서를 작성하였다. 작성 목적은 운용개념서를 작성함으로써 가이드의 이해도를 높이고 실제 개발 사업에서 운용개념서 작성 시 완성도를 높이기 위해서다.

운용개념서 작성 대상 시스템은 회전익기를 기반으로 하는 PAV(Personal Air Vehicle System)으로 선정하였다. 미래형 비행체로 기대되고 있는 PAV는 지금까지 많은 개념연구와 일부 시제기 개발이 수행되었지만 기술의 한계와 인프라의 미비로 운용되고 있는 PAV는 없는 실정이다. 또한 PAV 시스템에 대한 연구 보다는 주로 비행체인 PAV에 대한 연구가 주를 이루어왔다. 그러나 PAV를 운영하기 위해서는 PAV 자체도 중요하지만 PAV를 포함하여 항행 시스템까지 포함하는 전체 운용 시스템이 더 중요하다고 할 수 있다. PAVS는 필연적으로 소프트웨어를 기반으로 하는 시스템이 될 것이며 개발 시 운용개념서를 반드시 필요로 할 것이다.

작성된 운용개념서의 목차는 표 7과 같고, 정상 모드의 개략적인 운용 시나리오는 다음과 같다.

PAV를 이용하고자 하는 사용자가 집에서 핸드폰을 통해 주차 타워에 주차되어 있는 PAV를 이륙할 수 있도록 예약한 후, 공용자전거 또는 대중교통을 이용해 주차장으로 이동한다. 예약된 PAV는 이미 주차타워의 옥상에 있는 이륙장으로 옮겨져 있으므로 사용자는 PAV에 타고 목적지만 입력하면 자동비행으로 목적지로 가는 개념이다. 따라서 이 시스

템이 보유해야 할 필수 능력으로 자동비행, 비행체의 수직 이착륙, 소음 공해 최소화를 식별하였다.

<표 7> 회전익기 기반 PAVS 운용개념서 목차

1. 범위
1.1 식별
1.2 문서 개요
1.3 시스템 개요
2. 참고문헌
3. 현재 시스템 또는 상황
4. 변경의 정당성과 본질
4.1 변경의 정당성
4.2 요구되는 변경 서술
4.3 변경 중 우선순위
4.4 고려는 하지만 포함되지 않는 변경
4.5 가정과 제약사항
5. 제안 시스템의 개념
5.1 배경, 목표, 범위
5.2 운용 정책 및 제약
5.3 제안 시스템 서술
5.4 운용 모드
5.5 사용자 계층 및 기타 관련된 인력
5.6 지원 환경
6. 운용 시나리오
6.1 정상 운용 시나리오
6.2 긴급상황 운용 시나리오
7. 영향 요약
7.1 운용 영향
7.2 조직 영향
7.3 개발 중 영향
8. 제안 시스템 분석
8.1 개선 사항 요약
8.2 단점 및 한계
8.3 고려한 대안 및 절충
9. 약어

운용 시나리오는 정상 모드와 비상 모드 두 가지에 대해 작성하였다. 사용자, PAV 주컴퓨터, PAV 주차타워 컴퓨터, Sky-highway 관제시스템, 경찰서/소방서와 같은 PAVS와 외부시스템의 구성원이 각 모드에서 취하게 될 업무를 서술하였다. 자동비행조종시스템 고장 발생 긴급 상황 운용 시나리오는 다음과 같다.

- 1) PAV 주컴퓨터
 - 자동비행조종컴퓨터 기능 고장 인지 후 비상벨

울리고 비상등 점화

- Sky-highway 관제시스템에 긴급상황 타전
- 수동조종으로 전환하며 사용자에게 전환 사실 방송
- 사용자가 수동 조종하여 비상 착륙 유도

2) Sky-highway 관제시스템

- 긴급상황 신호 수신 시 경찰서, 소방서에 전달
- 해당 PAV 비행 인근 지역에 비행 중인 PAV 들에게 경로 수정 지시
- 사고 PAV에 비상착륙 유도
- 사고 PAV와 인근 PAV들의 비행경로 모니터링

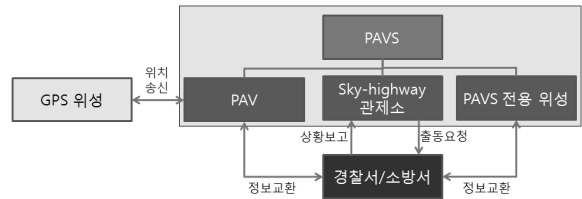
3) 경찰서, 소방서

- 긴급상황 신호 수신 후 인근 지역의 경찰서와 소방서에 육상 구조반 출동 지시, 사고 PAV가 해상에 있는 경우 해양경찰에 송신
- 사고 PAV 인도할 항공기를 Sky-highway내 사고 지역으로 투입 지시
- 구조대와 송수신하며 상황 모니터링

제안하는 PAVS의 운용 개념을 쉽게 이해할 수 있도록 운용개념서의 1.3절 시스템 개요에 그림 3 을 제시하였다. 또한 PAVS와 외부시스템과의 인터 페이스는 그림 4와 같이 설정할 수 있다.



[그림 3] PAVS 운용 개념



[그림 4] PAVS와 외부 시스템과의 인터페이스

운용개념서를 작성하는 과정에서 “IEEE Std™ 1362- 1998(R2007)”이 제시한 목차에서 내용이 중복되는 부분을 식별하였으며 다음과 같다.

<표 8> 중복 가능성이 높은 IEEE 1362 표준의 목차

중복 가능성이 높은 IEEE 1362 표준 목차	PAVS 운용개념서 작성 예시
“4.5 가정과 제약사항”과 “5.2 운용 정책 및 제약”	5.2 운용 정책 및 제약 - 4.5절 참조
“4.2 요구되는 변경 서술”과 “5.3 제안 시스템 서술”	5.3의 4) 제안 시스템의 능력, 기능, 특징 - 4.2절 참조

내용을 어떻게 작성하느냐에 따라 중복이 아닐 수도 있으나 비슷한 내용이 문서의 여러 장에 명시 되는 것은 비효율적이므로 운용개념서 작성 시 해당 내용이 나온 절을 “참조”하는 식으로 작성하는 노하우가 필요할 것으로 판단된다.

작성한 운용개념서를 참고문헌[6, 9]들로부터 추출한 운용개념서 작성 시 고려해야 할 항목을 기준으로 자체 평가를 하였다. 자체평가는 평가항목이 운용개념서에 반영되었는지 여부를 정성적으로 판단하는 방식으로 수행하였다. 평가항목과 평가 결과는 다음과 같다.

- 1) 구체적이고 특정한 것으로 한정하지 않는다. : 필요한 기능 위주로 설명
- 2) 프로세스나 기능이 어떻게 수행되는지 서술하지 말고 니즈만 식별한다. : 니즈만 식별해서는 이해하기 어려워 프로세스나 기능 일부 설명. 운용 시나리오 자체가 운용 프로세스를 설명하는 것으로 니즈를 충족하기 위한 세부 프로세스나 기능 설명은 최소화. 예를 들어 요구

되는 기능으로 자동 비행, 비행체의 수직 이착륙, 소음 공해 최소화를 제시하면서 하부 기능은 간단히 설명

- 3) 정보를 제한하지는 않되 문서의 분량은 제한한다. : 초안임을 감안 시 18쪽의 분량 적절
- 4) 서술을 이해하기 쉽도록 너무 기술적으로 작성하지 않는다. : 전체적으로 평이한 용어 사용
- 5) 모든 사람이 니즈를 이해할 수 있도록 포맷을 변경하는 등 가공을 한다. : 처음 작성하는 운용개념서이므로 가능하면 가이드 “IEEE Std™ 1362-1998(R2007)”의 목차와 내용 유지. 다만 전술한 바와 같이 중복되는 내용은 다시 서술하지 않고 해당 절을 참조하는 방식 사용. 운용개념서 작성 경험이 쌓이면 적절한 포맷 변경, 즉 테일러링이 가능할 것으로 예상
- 6) 그래픽 위주로 문서를 작성한다. : 시스템 구성, 인터페이스, 운용개념 등 최대한 그림 활용
- 7) 시스템이 구축을 받게 될 모든 표준을 포함한다. : 새로운 시스템이므로 구축받게 될 표준이 명확하지 않아 서술에 한계. 예를 들어 현재 준용되고 있는 항공기에 대한 인증 규격, 비행을 위한 공역에 대한 규정은 본 연구에서 제시한 PAVS가 만족시켜야 할 규정으로 부적절. 무인기의 운용이 늘어나면서 무인기에 대한 공역 및 인증 규격이 점차 확립되어 가듯이 본 시스템이 정착되면 관련 표준 역시 확립될 것으로 예상
- 8) 시스템 경계와 입력물, 출력물을 포함한다. : 시스템 경계, 입력물, 출력물을 그림으로 명시
- 9) 시스템이 가능함을 입증하는 모델을 작성한다. : 초안 수준에서는 작성 어려움

5. 결 론

국내에서는 운용개념서와 관련된 연구와 실무가 부족하다. 이에 본 논문에서는 주로 해외 연구 논문과 운용개념서 개발 가이드를 대상으로 운용개념서의 정의, 개발 프로세스를 분석하였다. 더불어 운용

개념서의 문제점 역시 식별하였다. 그리고 국내에서 운용개념서 작성을 활성화하기 위해 고려해야 할 사항을 제시하고 가상 시스템을 대상으로 직접 운용개념서를 작성함으로써 운용개념서 작성에 대한 이해도를 높였다.

시스템엔지니어링의 프로세스 중 초기 업무에 해당하는 운용개념서 작성은 시스템엔지니어링이 아직 정착되어 있지 않은 국내 환경에서 독립적으로 수행될 수 있는 업무는 아니지만, 융복합 시대에 부응하는 효과적인 시스템 개발을 위해서는 반드시 거쳐야 할 관문임에 주목해야 한다. 또한, 우리나라가 지금까지는 선진국을 추격하는 기술 개발에 몰두해왔지만 앞으로 선도하는 기술을 개발하기 위해서는 새로운 시스템을 그릴 수 있는 능력 확보가 필요하며 운용개념서 개발 기술이 이에 해당된다.

향후 실제 개발 사업에서 운용개념서를 작성함으로써 개발의 성공 가능성을 높이고 그 경험을 바탕으로 국내 실정에 맞는 운용개념서 목차와 개발 프로세스를 수립할 예정이다. 또한 이해관계자들이 운용개념을 쉽게 이해할 수 있도록 그래픽 위주로 운용개념서를 작성하는 방안에 대한 추가 연구가 필요하다.

후 기

본 논문은 지식경제부의 기술료사업으로 수행된 “소형무장헬기(LAH) 민수파생형 탐색개발”의 연구 결과 중 일부입니다.

References

1. 박중용, “시스템엔지니어링 개념 교육 모델 연구”, 시스템엔지니어링 학술지 제8권 제2호, pp. 41, 2012년 12월.
2. ANSI/AIAA. Guide to the Preparation of Operational Concept Documents, G-043A-2012. Reston, VA, 2012.
3. IEEE. IEEE Guide for Information Technology-

- System Definition–Concept of Operations (CONOPS) Document, IEEE Std™ 1362–1998 (R2007). New York, 1998.
4. DI–IPSC–81430A DoD Data Item Description for Operational Concept Description(OCD). 2000.
 5. Federal Highway Administration. Developing and Using a Concept of Operations in Transportation Management Systems, Final Report. 2005.
 6. Ali Mostashari, Sara A. McComb, Deanna M. Kennedy, Robert Cloutier, and Peter Korfiatis. Developing a Stakeholder–Assisted Agile CONOPS Development Process. *Systems Engineering*, 15(1), Wiley Periodicals, Inc., 2012.
 7. Cecilia Haskins. *Systems Engineering Handbook v.3.2*, INCOSE, 2010.
 8. NASA. *Systems Engineering Handbook Rev1*, 2007.
 9. Nicole Roberts and Robert Edson. *System Concept of Operations : Standards, Practices and Reality*, 11th Annual NDIA Systems Engineering Conference, 2008.