

CMMI 기반 군 항공기 인터콤 탑재용 제어 소프트웨어 개발에 대한 DO-178C 적용 연구

A Study on Applying The DO-178C to The Control SW Development of The Military Aircraft Intercom Based on CMMI

윤 인 복**

In-Bok Yoon**

Abstract

The DO-178C guide, which is referenced as the software development guide when a certification of the airworthiness in the commercial airplane is acquired by FAA in US, is recently referenced for the local military aircraft airworthiness. This indicates that when the auditor of the military aircraft airworthiness looks over the software development documents, the auditor reviews if all of the documents are verified in accordance with the DO-178C guide. However, when we developed the military aircraft intercom, We developed its control software in accordance with the CMMI level 3, since there were no requirements for the compliance of the DO-178C guide. Therefore, When we consider the airworthiness of this intercomm system, The analysis for how much the software development based on the CMMI level 3 is different from the DO-178C guide is needed to prepare the essential software documents additionally. Thus, This study analyzes the differences between CMMI level 3 and DO-178C guide and provides that which data on the CMMI level 3 is necessary for the compliance of the aircraft airworthiness comparing with the DO-178C. The analyzed result can be applied at the software development of the other military aircraft avionics equipment based on the CMMI model environment considering the compliance of the military aircraft airworthiness.

요 약

미국 FAA에서 민간 항공기에 대한 감항인증 시 채택되고 있는 DO-178C 가이드가 최근 국내에서도 군 항공기 감항인증을 위한 가이드로 채택되고 있는 실정이다. 이것은 군항공기 감항인증 담당자가 소프트웨어 개발 문서들을 점검할 때 모든 문서들이 DO-178C 가이드에 따라 검증되었는지 여부를 검토한다는 것을 의미한다. 그러나 군 항공기용 인터콤 장비의 국산화 개발 시 DO-178C 가이드 준용 요구사항이 없었기 때문에 우리는 군 항공기 인터콤 제어 소프트웨어를 CMMI 레벨3에 따라 개발하였다. 따라서 우리가 인터콤 시스템의 감항인증을 고려할 때 추가적으로 필요한 소프트웨어 산출문서들을 준비하기 위해 CMMI 레벨3 기반의 소프트웨어 개발이 DO-178C 가이드와 얼마나 다른지에 대한 분석이 필요하게 되었다. 그러므로 본 연구는 CMMI 레벨3과 DO-178C 간 차이점들을 분석하고 DO-178C 가이드와 비교하여 CMMI 레벨3상의 어떤 데이터들이 항공기 감항인증 준수에 필요한지를 제시한다. 분석 결과를 통해 감항인증 시 참조되는 DO-178C 가이드 대비 CMMI모델에서 필요한 데이터가 무엇 인지를 알 수 있고 향후 CMMI 모델 환경에서 감항인증 준수를 고려한 항공기 구성품 탑재용 소프트웨어 개발 시 본 연구결과를 적용할 수 있다.

Key words : CMMI, DO-178C, Military Aircraft, Intercom, Airworthiness, Control, Software

* SW(C4I) Group, Yongin R&D Center, HanWhaThales

★ Corresponding author

ibb31@naver.com, 031-8020-7291

Manuscript received Aug. 4. 2015; revised Sep. 7. 2015; accepted Sep. 8. 2015

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.

I. 서론

미국 카네기 멜론 대학 소프트웨어 공학연구소(SEI)에서 주관하는 CMMI 모델 표준은 조직의 각 업무에 대한 성숙도를 표준화하고 평가하기 위한 여러 모델들을 하나로 통합한 것이다. 그 모델들은 5단계의 성숙도 레벨에 따라 전체 22개의 프로세스 영역으로 구분된다[4]. 본 연구의 기반이 되는 군항공기용 인터콤 장비의 핵심 제어 소프트웨어도 CMMI 모델성숙도 레벨3 이 적용되어 개발되었다. 그 이유는 CMMI 모델 성숙도 레벨 3 에서 설계, 개발, 구현, 시험 등의 소프트웨어 엔지니어링과 개발에서 파생되어 필요한 형상, 위험, 일정, 비용(원가), 교육, 조직의 팀원역량, 조달 등의 많은 관리 프로세스들 및 시스템이 모두 구축되고 내재화 되어 있으므로 이러한 프로세스들이 적용되어 개발된 소프트웨어는 그 산출물로서 신뢰성이 있다는 가정이 수반되기 때문이다. 또 다른 이유는 항공전자 장비개발 시 탑재용 소프트웨어 개발 가이드로 적용되는 DO-178C를 참조하여 개발하는 것에 대한 요구사항이 없었기 때문이기도 하다. DO-178C는 미국 연방항공청(FAA)에 의한 민수용 항공기의 감항인증 시 필수로 참조되는 소프트웨어 개발 가이드이다. 주로 항공전자 장비의 소프트웨어 동작 안전성에 초점을 맞추고 있다. DO-178C에서는 소프트웨어의 안전도 등급을 A-Catastrophic, B-Hazardous, C-Major, D-Minor, E-No Effect의 5단계로 규정하고 각 등급에 맞는 소프트웨어 개발 및 검증을 통해 소프트웨어에 의한 오작동을 최소화하기 위한 개발 고려사항들과 프로세스들을 정의하고 있다[6]. 그러나 군용 항공기 인증의 경우 MIL-HDBK-516 기준이 적용되고 국내도 이것을 차용한 군용 항공기 비행안전성 인증에 관한 업무규정[1] 및 군용항공기 표준 감항인증 기준에 관한 고시[2]에 따라 항공기 형식인증 및 감항인증 업무가 방위사업청에 의해 수행된다. 특히, 군용항공기 표준 감항인증 기준에 관한 고시에서 컴퓨터 자원부분의 기준으로 DO-178C 가이드를 참조하고 있고 최근 군용 항공기가 수출되기 시작하면서 군용 항공기도 소프트웨어의 오작동에 의한 위험을 최소화하기 위해 DO-178C 가이드에 따른 검증이 강화되고 있다. 따라서 향후 개발되는 군용 항공전자 장비의 소프트웨어는 모두 DO-178C 가이드에 따른 개발을 고려하지 않을 수 없다. 그래서 항공전자 소프트웨어의 경우 CMMI 레벨 3을 적용하고 국내 방위사업청의 무기체계 소프트웨어 개발 및 관리 매뉴얼[8]에 따라 개발되었다 하더라도 결국 DO-178C에서 요구하는 프로세스에 의한 산출문서들이 없으면

관련 프로세스에 따라 부재한 산출물들을 위해 재시험을 수행하고 다시 산출문서들을 작성해야 한다. 이것은 소프트웨어 개발 라이프 사이클을 고려할 때 매우 번거로운 일이고 그 만큼의 일정과 비용이 증가하게 된다. 따라서 본 논문에서는 이 불필요한 증가요소들을 최소화하기 위해 CMMI모델에 기반 한 소프트웨어 개발 라이프사이클에서 DO-178C 가이드 대비 필요한 프로세스를 분석하여 그 상호연관성이 어느 정도인지를 제시한다. 분석된 결과를 통해 향후 CMMI 환경에서 개발되는 항공전자 구성품의 탑재 소프트웨어에 DO-178C 가이드를 적용 시 감항인증에 관련된 프로세스 및 그 세부 데이터로 활용가능하다. 또한 본 연구에 적용된 DO-178C는 레벨 C로 정의하였다. 그 이유는 항공기 시스템과 장비의 안전도 내재화 프로세스 수행에 대한 가이드라인인 SAE ARP 4761의 Table 1 Failure Condition Severity [3]에 따라 군 항공기 인터콤 장비가 항공기에 통합되어 운용될 경우 LRU(Line Replaceable Unit) 단위의 고장이 적어도 Major에 해당되는 항목이 존재하기 때문이다. 그 예로서 인터콤 장비로 부터 조중사의 헤드셋으로 출력되는 Tone 신호 또는 음성경고 신호들은 항공기내 주요 장비들과 연동되어 동작하므로 인터콤 장비 고장 시 심각한 안전 여유도를 줄이게 되고 이것으로 인해 심각한 조중사의 워크로드를 발생 시킬 수 있기 때문이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 본론의 제1장 관련연구에서 연구 근거가 되는 CMMI 모델과 DO-178C에 대해 간략히 소개하고 본론의 제2장에서 군 항공기용 인터콤 제어 소프트웨어 개발에 적용되었던 CMMI 모델과 DO-178C의 비교분석을 통해 군 항공기의 구성품에 대한 감항확인이나 인증을 고려 시 DO-178C 대비 비해 필요한 내용이 무엇인지를 제시한다. 마지막 3장에서 결론을 서술한다.

II. 본론

1. 관련 연구

가. CMMI

군항공기 인터콤 탑재용 제어 소프트웨어 개발에 적용된 CMMI 모델은 각 프로세스 영역 아래 특정목표(SG:Specific Goals)와 일반목표(GG:General Goals)로 분류되고 각 목표들을 만족시키기 위한 특정활동들(SP:Specific Practices) 및 일반 활동들(GP:Generic Practices), 그리고 그 아래 세분화된 서브 활동들(sub-practices)로 구성된다. 그 관계도는 그림 1.[4]과 같

다.

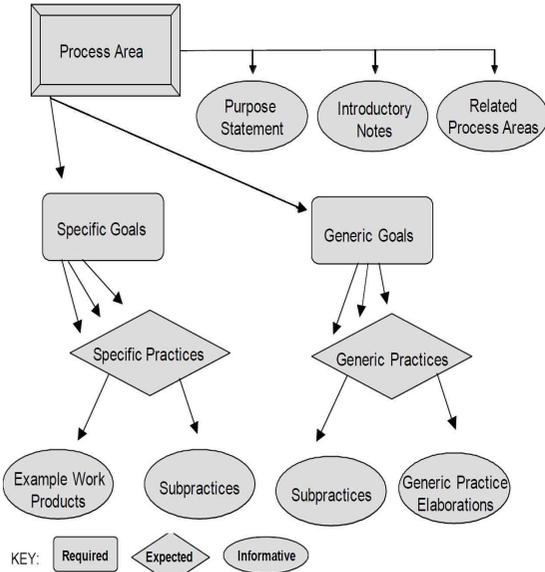


Fig. 1. CMMI Model Components [4]
그림 1. CMMI 모델 요소 관계도 [4]

실제 균형공기 인터콤 탑재용 제어 소프트웨어 개발은 일정 준수 하에 개발요구사항을 충족하면서 신뢰성 있는 소프트웨어 개발이라는 특정목표(SG)에 따라 수행되었다. 이 때 적용된 하부 활동영역들은 표 1. 에 정의된 성숙도 레벨 3 프로세스들이었다. 표 1. 은 CMMI 모델의 성숙도 단계별 22개의 프로세스 영역을 도시한다. 또한 CMMI 레벨은 능력도 레벨과 성숙도 레벨로 구분되는데 능력도 레벨은 조직에 적용된 개별 또는 그룹별 프로세스 영역에 상응하는 프로세스들을 지속적으로 개선시킬 수 있는 능력 정도를 말하고 성숙도 레벨은 조직들이 여러 연속적인 프로세스들을 해결하면서 일련의 연관된 프로세스들 까지도 개선시키는 정도를 말한다.

표 1.에서 보는바와 같이 레벨 1(Initial)은 개발 프로세스가 정의되어 있지 않고 프로젝트의 성공은 조직이 아닌 개인의 능력이나 특정한 팀에 좌우되는 단계이다. 레벨 2(Merged)는 기본적인 프로젝트 관리 프로세스가 설정되어 있어 규모, 일정, 비용, 위험 등을 추적할 수 있는 단계이고 이 레벨에서 프로젝트에 대한 계획과 관리는 과거에 성공한 유사한 프로젝트에 근거하여 이루어진다. 요구사항, 프로세스, 작업 산출물 및 서비스에 대한 관리가 이루어지는 단계이기도 하다. 레벨 3(Defined)은 조직 전체에 걸쳐 소프트웨어의 개발 및 보수에 관한 정의 및 표준 프로세스가

문서화되고 통합되어 있으며 레벨2에 비해 보다 정밀하게 프로세스가 정의되어 있다.

Table 1. The process Area in accordance with the CMMI Maturity Level[4]

표 1. CMMI 성숙도 레벨에 따른 프로세스 영역[4]

Maturity Level	Core Item	Process Area	Process Range
5	Optimizing	Continuous Process Improvement	PM
		CAR (Casual Analysis & Resolution)	SPRT
4	Quantitatively Managed	OPP (Organizational Process Performance)	PM
		QPM(Quantitative Project Management)	PM
3	Defined	RD (Requirements Development)	ENG
		TS (Technical Solution)	ENG
		PI (Product Integration)	ENG
		VER (Verification)	ENG
		VAL (Validation)	ENG
		OPF (Organizational Process Focus)	PM
		OPD (Organizational Process Definition)	PM
		OT (Organizational Training)	PM
		IPM (Integrated Project Management)	PM
		RSKM (Risk Management)	PM
		DAR (Decision Analysis & Resolution)	SPRT
2	Managed	REQM (Requirements Management)	PM
		PP (Project Planning)	PM
		PMC (Project Monitoring & Control)	PM
		SAM (Supplier Agreement Management)	PM
		MA (Measurement and Analysis)	SPRT
		PPQA (Process & Product Quality Assurance)	SPRT
		CM (Configuration Management)	SPRT
1	Initial	-	-

(*PM:Process Management, SPRT:Support, ENG:Engineering)

레벨 4(Quantitatively Managed)는 소프트웨어 성과

물과 프로세스에 대한 정량적인 품질 목표가 설정되고 모든 프로젝트에 있어서 중요한 소프트웨어 프로세스 활동에 대한 생산성과 품질이 측정된다. 레벨 5(Optimizing)는 계속적인 프로세스 개선에 초점을 둔다. 여기에는 새로운 기술 평가 방법과 새로운 기술을 통하여 가장 효율적이고 좋은 소프트웨어 공학 등을 활용할 수 있는 단계이다[5]. 표 1. 의 성숙도 레벨 3(defined)이 적용되어 국산화 개발된 군 항공기용 인터콤 장비는 그림 2.와 같다.



Fig. 2. Intercom Equipment
그림 2. 인터콤 장비

개발된 인터콤 장비는 고정익 항공기용으로 후방석에 장착되어 항공기의 전방석, 후방석 및 지상 요원간의 통신을 지원하고 항공기 상태에 따른 음성경고 및 톤(Tone) 신호를 제공한다. 또한 장비의 하드웨어를 바꾸지 않고 소프트웨어만 변경하여 기종이 다른 항공기에서도 운용될 수 있는 오픈 아키텍처 개념이 적용되어 설계 및 개발되었다. 현재 본 장비는 미국 공군(USAF)에 의해 비행시험을 성공적으로 마쳐서 그 성능 및 신뢰성이 검증되었다.

나. DO-178C

DO-178C의 고유 목적은 항공기 감항인증 요구사항을 충족하기 위한 안전레벨에 맞도록, 의도된 기능들을 수행하는 항공기 시스템 또는 장비용 소프트웨어 제품에 대한 가이드를 제공하기 위한 것이다. 따라서 항공전자 장비 탑재용 소프트웨어의 개발 시 개발 가이드로 활용되는 것이 타당하다. 그러나 현재 국내 항공전자 산업은 군용 항공기 위주로 이루어져 왔기 때문에 민수용 항공기에 적용되는 DO-178C 가이드의 도입이 늦어진 것이 사실이나 앞서 서론에서 기술된 바와 같이 군용 항공기 인증에서도 DO-178C를 참조하면서부터 그 활용이 최근 강화되고 있다. DO-178C의 전체 프로세스 및 각 프로세스별 연관도는 그림 3.[6]과 같다. 실제 인터콤의 제어 소프트웨어

개발에서는 그림 3.의 소프트웨어 라이프 사이클 부분 중 인증관련 프로세스를 제외한 프로세스들이 적용되었다. 적용된 부분을 중심으로 도시된 각 장절의 내용을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

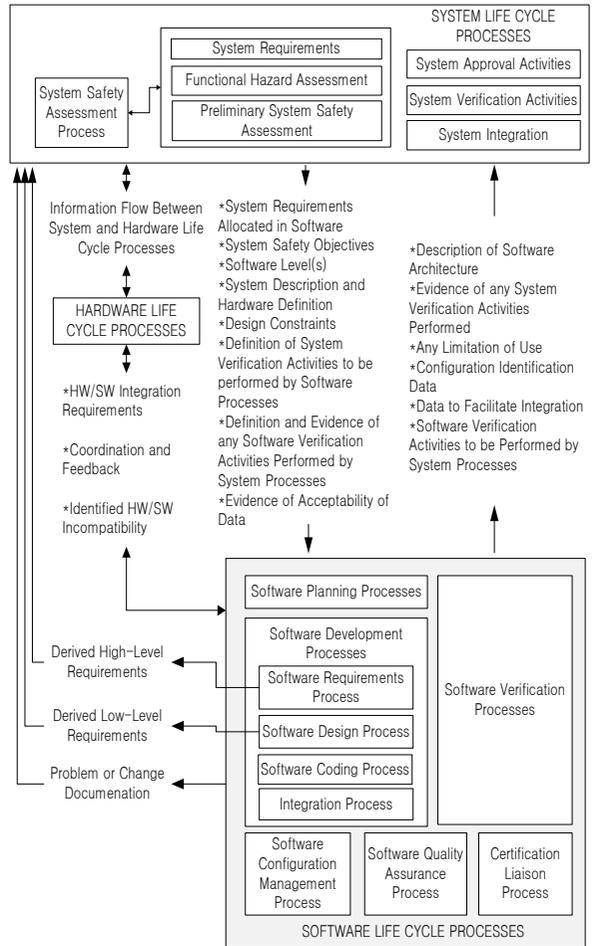


Fig. 3. Information flow between System and Software[6]
그림 3. 시스템과 소프트웨어 사이의 정보 흐름도 [6]

2장에서 소프트웨어 개발과 관련되어 시스템 요구사항을 소프트웨어로 할당할 때 고려되는 사항들, 기능, 동작, 연동 및 성능의 요구사항과 안전레벨 요구도와 관련한 안전도 전략, 설계 제약사항들, 그리고 유지보수 및 시스템 라이프 사이클을 지원하는 추가적인 요구사항 등을 설명하고 있다. 이것은 소프트웨어를 개발할 때 시스템의 역할이 얼마나 중요한지를 역설하고 있는 것이다. 실제 인터콤 제어 소프트웨어

의 개발에서는 이러한 시스템의 요구사항이 추적 및 관리되도록 요구사항 관리 도구를 이용하였다. DO-178C의 3장에서는 소프트웨어 개발 라이프 사이클에 대한 프로세스들의 정의와 각 프로세스의 종결 기준(Criteria)에 대한 개요에 대해 기술하고 있다.

실제 군 항공기용 인터콤 제어 소프트웨어에 적용된 각 개발 단계별 종결 기준을 정리하면 표 2와 같다.

Table 2. Exit criteria of processes on SW development of the intercom equipment

표 2. 인터콤 장비 SW개발 프로세스들의 종결기준

Process	Exit Criteria
Requirements Analysis	<ul style="list-style-type: none"> ▷Approved SW requirements including interfaces under SW configuration management ▷Controlled Traceability documentation
Preliminary Design	<ul style="list-style-type: none"> ▷Approved SW preliminary design under SW configuration management ▷Controlled SW qualification test plan ▷Controlled Traceability documentation
Detailed Design	<ul style="list-style-type: none"> ▷Detailed SW configuration item interface design under SW configuration management ▷Detailed SW designs under SW configuration management ▷Controlled SW qualification test cases ▷Controlled Traceability documentation ▷Preliminary version of operation & support documentation (option)
Implementation & Unit Testing	<ul style="list-style-type: none"> ▷Tested units under SW configuration management ▷(internal) Unit Test plans/procedures/results ▷Controlled Traceability documentation
Integration & Testing	<ul style="list-style-type: none"> ▷SW component(sum of units) test results ▷Updated code & design under SW configuration management ▷Approved SW qualification test procedure ▷Controlled Traceability documentation
Qualification Testing	<ul style="list-style-type: none"> ▷Baselined SW configuration item under the SW configuration management ▷Approved SW qualification test results ▷Controlled Traceability documentation ▷Controlled SVD(SW version descriptions) ▷final version of operation & support documentation(option)

DO-178C의 4장부터 8장까지는 일반적인 소프트웨어 엔지니어링에 관련된 내용으로 소프트웨어 개발 계획, 요구사항분석, 설계(기초/상세), 구현 및 단위시험, 통합시험 및 검증, 형상관리(비공식/공식), 개발된 소프트웨어 제품의 품질보증에 대한 프로세스들에 대해 기술하고 있다. 이 부분은 실제 감항인증을 위해 감사관이 개발 라이프 사이클의 산출 데이터 중 가장

중점적으로 보는 부분이기도 하다. 표 2.에서 보는바와 같이 군 항공기 인터콤 제어 소프트웨어의 종결기준에서도 소프트웨어 형상관리가 각 단계별로 있음을 볼 수 있다. 이것은 소프트웨어의 개발 라이프사이클에서 형상변경에 대한 통제 및 관리가 매우 중요함을 의미한다. 인터콤 제어 소프트웨어의 개발에서는 표 1.에서 보는바와 같이 CMMI의 레벨 2에서 이미 형상관리 프로세스 영역의 각 팀원의 역할과 책임에 따라 전사 프로세스의 시스템 구축 및 형상관리 도구를 이용하여 시스템 상에서 모든 형상 관리활동이 수행되도록 하였다. 적용된 형상프로세스는 형상항목 식별, 기준선 생성 및 배포, 형상항목 변경통제, 변경추적, 감사, 형상관리기록 자산화 등이다.

DO-178C의 7장 소프트웨어 형상관리 활동에서도 동일하게 각 개발 단계별로 소프트웨어 형상항목의 식별, 변경통제, 그리고 변경관리 및 유지가 절차화된 프로세스를 구축하고 시스템 상에서 통제 및 수행되는 것을 권장하고 있다.

그 외, 소프트웨어 요구사항을 충족하는 품질기준, 관리 및 보증 등에 대한 설명, 소프트웨어 라이프 사이클의 데이터로서 인증에 필요한 산출문서 정리, 추가 고려사항으로 기 개발된 소프트웨어의 재사용 이슈, 소프트웨어 개발에 필요한 톨의 자격 조건 등에 대한 설명을 10장에서 12장까지 다루고 있다.

2. CMMI와 DO-178C의 각 프로세스의 상호관계

가. 상호 관계 분석

앞서 기 서술한바와 같이 군 항공기 인터콤 제어 소프트웨어는 CMMI 성숙도 레벨 3의 환경에서 개발되었으나 DO-178C의 일부 엔지니어링 부분도 적용되었다. 그러나 실제 CMMI 모델과 DO-178C 가이드는 각각 그 목적과 스크프가 매우 달라서 비교분석하기가 쉽지 않은 것이 사실이다[7]. 그럼에도 불구하고 본 논문에서는 앞서 서론에서 기술한 연구의 필요성에 근거하여 분석을 수행하였다. 분석 방법은 CMMI 레벨 3의 각 11개 프로세스영역 활동에 해당되는 DO-178C의 섹션을 연결방식으로 아래의 간략한 수식(1)에 의해 그 매칭 정도를 비율로 환산하였다.

$$M_R = (\sum N_s / \sum N_p) * 100 \tag{1}$$

수식(1)에서 M_R 은 Matching Ratio(%)이고 N_s 는 The number of the corresponding DO-178C Sub-section으로 DO-178C에서 각 프로세스 내 세부 활동들 중 CMMI 모델의 활동 내용에 부합하는 활동 수를 나타낸다. 이 때, 부합 여부에 대한 판단은 두 모

델의 활동의 범위가 동일한지 여부를 기준으로 하였다.

Np 는 The number of the CMMI level 3 specific Practices로 CMMI 레벨 3의 각 프로세스에서 수행되는 특정 활동(SP)들의 수를 의미한다.

표 3.과 표 4.에서 위 수식 (1)과 판단기준에 따라 그 분석 결과를 도시하고 있다. 표 3.과 표 4.에서 보는 바와 같이 전체 11개 프로세스 중 5개(약 45.5%)인 요구사항 개발(RD), 기술 솔루션(TS), 제품 통합(PI), 검증(VER) 및 확인(VAL) 프로세스가 DO-178C 프로세스와 동일하고 그 외는 일부 연관 또는 비 연관부분으로 분석되었다. 본 논문에서는 일부 연관부분과 비 연관 부분이 CMMI모델에서 개발을 수행해도 DO-178C 대비 보완해야 될 활동들이 있다고 보고 그 내용을 서술한다.

Table 3. Result #1 of Comparison between CMMI Maturity Level3 and DO-178C

표 3. CMMI 성숙도 레벨3의 DO-178C 비교결과 #1

CMMI Maturity Level 3				DO-178C
#	Process Area	Item	Result	Corresponding Section
1	RD: Requirement Development	Np	10	2.1, 2.2, 5.1, 5.2,
		Ns	12	6.1, 6.2, 6.3,
		Mr	100	6.5, 8.1, 8.3,
2	TS : Technical Solution	Np	8	2.5, 4.4, 4.5,
		Ns	8	5.2, 5.3, 5.5,
		Mr	100	6.2, 6.3
3	PI : Product Integration	Np	9	5.3, 5.4, 6.3,
		Ns	9	6.4, 6.5,7.2,
		Mr	100	7.3, 7.4, 11.0
4	VER : Verification	Np	8	6.1, 6.2, 6.3, 6.4,
		Ns	8	7.2.4,7.2.5,
		Mr	100	7.2.6,7.2.7
5	VAL : Validation	Np	5	6.3, 6.4, 6.5, 6.6,
		Ns	5	7.2
		Mr	100	
6	OPF : Organizational Process Focus	Np	9	-
		Ns	0	
		Mr	0	

(1) 비 상호연관 : 조직프로세스 중점관리(OPF) & DO-178C

조직프로세스 중점관리(OPF) 영역은 조직의 프로세스 개선활동 자체에 초점을 두고 있다. 관련활동으로 조직 프로세스 소요정립(SP 1.1), 소요 심사(SP 1.2), 개선항목 식별(SP 1.3), 활동계획 수립(SP 2.1), 실행(SP 2.2), 확산(SP 3.1), 그리고 개선된 프로세스의 표준화(SP 3.2)와 모니터링(SP 3.3) 및 자산화(SP 3.4) 등이 있다.

이것은 감항인증을 고려한 소프트웨어 제품의 안정화에 중점을 둔 DO-178C의 프로세스들과는 그 목적 자체와 활동들의 범위가 맞지 않아 Mr 이 0%로 도출되었다.

(2) 비 상호연관 : 조직교육(OT) & DO-178C

조직교육(OT) 프로세스 영역은 팀원의 역량강화를 위한 교육 프로세스에 초점을 두고 그 관련 활동으로 전략적 교육훈련 소요정립(SP 1.1), 소요 결정(SP 1.2), 조직 교육훈련 계획정립(SP 1.3), 교육훈련실시(SP 2.1), 훈련기록(SP 2.2), 훈련평가(SP 2.3) 등의 프로세스가 있다. 그러나 DO-178C에서는 소프트웨어 감항 인증에 필요한 내용에 초점을 두고 있어서 조직 교육에 대한 내용이 전혀 없다. 이것은 조직의 교육훈련이 팀원의 역량강화에 필요하나 감항인증에서는 필수항목이 아니라는 의미이다.

Table 4. Result #2 of Comparison between CMMI Maturity Level3 and DO-178C

표 4. CMMI 성숙도 레벨3의 DO-178C 비교결과 #2

CMMI Maturity Level 3				DO-178C
#	Process Area	Item	Result	Corresponding Section
7	OPD : Organizational Process Definition	Np	7	4.3, 11.2, 11.5
		Ns	3	
		Mr	43	
8	OT : Organizational Training	Np	7	-
		Ns	0	
		Mr	0	
9	IPM : Integrated Project Management	Np	10	7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4 7.2.5, 7.2.6
		Ns	6	
		Mr	60	
10	RM : Risk Management	Np	7	6.4.3, 6.4.4, 6.4.5, 6.5
		Ns	4	
		Mr	57.1	
11	DAR : Decision Analysis&Resolution	Np	6	7.2.4,7.2.5, 7.2.6,7.2.7
		Ns	4	
		Mr	66.7	

또한 표 4.에서 일부분만 상호연관성이 있는 것으로 도출된 프로세스들이 있는데 그 내용은 다음과 같다.

(1) 부분적 상호연관: 조직프로세스 정의(OPD) & DO-178C

조직프로세스 정의(OPD)도 일부분에 한해 연관성이 있는 것으로 도출되었다. 그 내용을 살펴보면 조직 프로세스의 자산화를 수립(SP 1.5)할 때 수행하는 개발 계획과 품질 보증계획 활동이 DO-178C의 4.3장의 소프트웨어 개발계획 및 품질보증 계획과 11.2장의

소프트웨어 개발계획 및 11.5장의 소프트웨어 품질 보증계획 활동과 동일하여 표 4.와 같이 정리되었으며 그림 4.에서 그 내용을 도시한다.

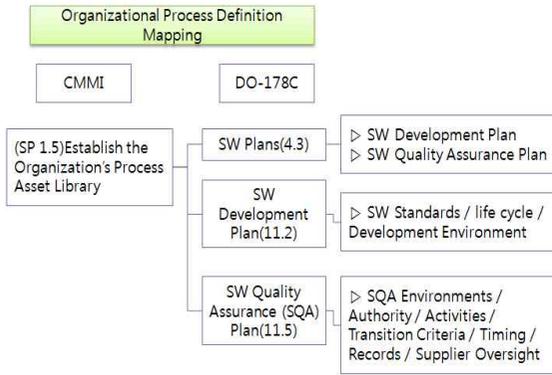


Fig. 4. Organizational Process Definition Mapping
그림 4. 조직 프로세스 정의 매핑

(2) 부분적 상호연관: 통합 프로젝트 관리(IPM) & DO-178C

그림 6.에서 CMMI의 통합프로젝트 관리(IPM) 프로세스와 DO-178C의 그 상호연관성을 도시하였다. CMMI의 정의된 조직의 표준 프로세스를 수립(SP 1.1) 프로세스 활동과 이해관계자와 발생된 이슈의 해결(SP 2.3)활동이 그림 5.에서 도시한 DO-178C 프로세스의 내용을 근거로 그 연관성이 도출된다. 주로 7장 형상관리 프로세스에서 그 연관성 있는데 형상항목을 식별(7.2.1)하고 기준선(baseline)을 설정(7.2.2)하여 식별된 형상항목을 변경 추적(7.2.3)할 때, 변경에 대한 통제(7.2.4)가 조직의 표준 프로세스(SP 1.1)로 할당된다. 또한 형상변경 검토(7.2.5), 변경상태 확인(7.2.6) 및 압축, 회귀 및 배포(7.2.7)하는 활동이 이슈를 식별 및 문서화하고 이해관계자들과 식별된 이슈를 검토해서 해결하는 내용의 이슈사항 해결(SP 2.3)활동과 동일하여 서로 연관성이 있는 것으로 도출되었다.

(3) 부분적 상호연관 : 위험관리(RM) & DO-178C
DO-178C의 프로세스들 중, CMMI의 위험관리(RM) 활동들과 해당되는 프로세스들은 주로 6장 소프트웨어 검증 프로세스들 중 일부에서 찾아 볼 수 있는데 그 상호연관성에 대한 분석 결과를 그림 6.에서 도시하고 있다. 따라서 그림 6.에 제시된 DO-178C의 프로세스들 및 그 내용을 근거로 CMMI 모델의 위험관리 프로세스 영역과 그 상호연관성을 도출할 수 있었다.

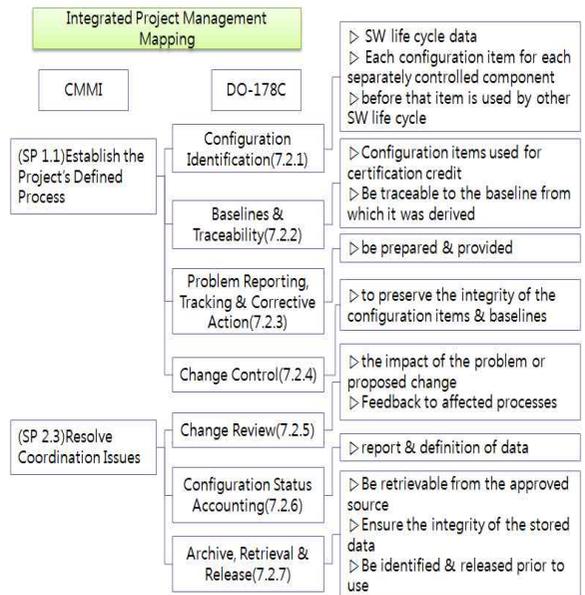


Fig. 5. Integration Project Management Mapping
그림 5. 통합 프로젝트 관리 매핑

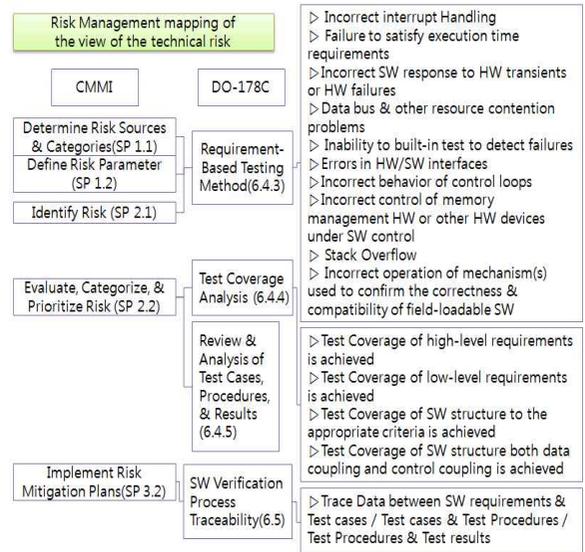


Fig. 6. Risk Management Mapping of the view of the technical risk
그림 6. 기술적 위험측면에서의 위험관리 매핑

(4) 부분적 상호연관: 의사결정 분석 및 해결(DAR) & DO-178C
마지막으로 일부만 상관관계가 있는 프로세스가 의

사결정 분석 및 해결(DAR) 프로세스이다. 그 상호연관성에 대한 도출된 결과를 그림 7.에서 보이고 있고 그 내용은 다음과 같다.

형상관리 체계 하에서 결정 분석에 대한 가이드라인을 수립(SP 1.1) 내용과 평가 기준을 수립할 때(SP 1.2), 평가기준의 문서화 및 중요성에 대한 우선순위를 결정하는 활동들이 DO-178C 7.2.4장의 변경 통제와 관련이 있고 DO-178C 7.2.5장에서 제안된 형상변경 또는 문제점이 시스템의 안전도 레벨에 얼마나 영향을 주는지 검토하는 활동이 CMMI의 평가기준에 의해 평가를 수행(SP 1.5)하는 활동과 관련이 있다. 또한 DO-178C 7.2.6장의 문제데이터의 정의 및 변경이력을 작성 보고하는 활동과 7.2.7장의 승인된 형상데이터(소스파일)로 회귀가 가능하도록 저장된 데이터가 통합되어 있어야 하고 다른 프로세스에서 사용 전 식별된 후 배포하는 등의 활동이 CMMI의 결정된 해결책에 대해 관련된 위험관리도 수행 시 고려하고 관련된 이해관계자들에게 문서로 보고하고 소통하는 내용의 활동(SP 1.6)과 관련성이 있다고 도출하였다.

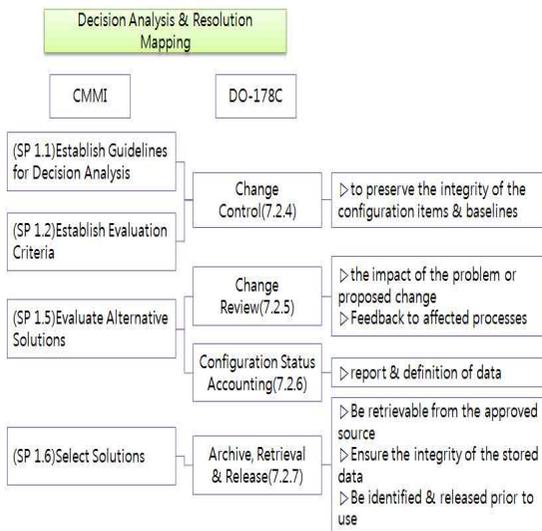


Fig. 7. Decision Analysis & Resolution Mapping
그림 7. 의사결정 분석 및 해결 매핑

나. CMMI 개발환경에서 DO-178C 프로세스의 적용방안

CMMI모델과 DO-178C의 그 상호관계 분석결과인 표 3.과 표 4.를 통해 향 후 개발되는 항공전자 소프트웨어의 감항인증을 고려한다면 표 3.과 표 4.에서 DO-178C 부분의 해당 섹션이 없는 부분을 보완하여야 한다. 표 3.과 표 4.에 따르면 DO-178C의 각 섹션

들 중 주로 2, 4, 5, 6, 7 그리고 8장이 CMMI 모델과 그 상호연관성이 있음을 볼 수 있다. 이것은 결국 CMMI 모델기반에서 항공전자 소프트웨어를 개발해도 결국 DO-178C의 소프트웨어 라이프 사이클을 따른다는 것을 의미한다. 그러나 군 항공전자 장비의 소프트웨어를 개발 할 때 감항인증을 위해서는 CMMI 모델을 기반 하여 추가적으로 준용되는 방위사업청의 무기체계 소프트웨어 개발 및 관리 매뉴얼의 산출문서 외에도 DO-178C의 11장에서 제시하는 소프트웨어 산출물이 필요하므로 같이 보완 하여야 한다.

III 결론

군 항공기용 인터콤 개발 시 인터콤 제어 소프트웨어도 CMMI 성숙도 레벨3 기반에서 같이 개발되었다. 그러나 개발된 소프트웨어는 감항인증을 고려하지 않아 향 후, 감항인증 시 필수적으로 참조되는 DO-178C 가이드를 따를 경우 그 차이가 어느 정도 인지를 확인이 필요하게 되었다. 그 이유는 감항인증을 고려할 때 DO-178C 가이드에서 요구하는 입증자료가 부재하거나 부족할 시 어떤 활동내용이 부족한지를 다시 점검해서 시험을 통해 검증하고 산출문서도 수정 또는 추가 작성해야 하기 때문이다. 이것은 개발과제의 일정에 따른 비용 증가로 이어질 뿐더러 개발 라이프 사이클 상 매우 번거로운 작업이 아닐 수 없다. 따라서 본 논문에서는 이러한 일정 및 비용증가의 작업들을 피하고 원활한 항공전자 소프트웨어 개발 라이프 사이클을 위해 CMMI 성숙도 레벨3에서 DO-178C 가이드와 비교하여 그 상호연관성을 각 프로세스의 특성에 따라 수행되는 활동의 범위가 일치하는 정도를 기준으로 비교분석 하였다. 분석결과 CMMI 기반에서 항공전자 소프트웨어가 개발되어도 수행했던 프로세스들이 결국 DO-178C 가이드의 소프트웨어 라이프 사이클에 해당한다는 것을 알 수 있었다. 다만, CMMI 기반에서 소프트웨어 개발 시 산출되는 개발 산출물과 방위사업청의 소프트웨어 개발 및 관리 매뉴얼에 명시된 산출문서 외에도 DO-178C의 11장 소프트웨어 라이프 사이클의 산출문서도 같이 보장 된다면 차후 군 항공기 구성품 단위의 감항확인 심사에서도 필요한 입증자료를 통해 앞서 기술한 개발 일정과 비용의 증가를 피할 수 있게 된다.

References

- [1] DAPA, *ENFORCEMENT DECREE OF THE ACT ON THE AIRWORTHINESS CERTIFICATION OF MILITARY AIRCRAFTS*, DAPA, Korea Ministry of Government Legislation, p.6, 2013.03
- [2] DAPA, *ENFORCEMENT REGULATIONS OF THE ACT ON THE AIRWORTHINESS CERTIFICATION OF MILITARY AIRCRAFTS*, DAPA, Korea Ministry of Government Legislation, pp.234-245, 2014
- [3] SAE ARP4761, *Guidlines and Methods for Conducting The Safety Assessment Process on Civil Airbone Systems and Equipment*, p.15, 1996
- [4]CMMI product Team, *CMMI for Development Version 1.3*, Carnegie Mellon, p.6, p.10, 2010
- [5] Kyong H. Kim, "Quantitative Project Management Using Comparison of CMMI and PMBOK", *The KIPS Transactionsty* Vol 12-D, No.4, p.602, 2005.08
- [6]RTCA DO-178C, *Software Considerations in Airbone Systems and Equipment Certification*, p.5, p.9, 2011
- [7] Leanna k. Rierson, *USING THE SOFTWARE CAPABILITY MATURITY MODEL FOR CERTIFICATION PROJECTS*, FAA, 1998
https://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approval/s/air_software/media/CMM_white_paper.pdf
- [8]DAPA Manual 2014-1, *Weapon System Software Development and Management Manual*, DAPA, 2014
http://www.dapa.go.kr/user/rulesurecord.action?c_id=6&parent=&rules_id=24422&siteId=dapa_kr&first_word=05&page=1&command=rulesrecordList&id=dapa_kr_020402000000

BIOGRAPHY

In-Bok Yoon (Member)



2001 : BS degree in Mechanical Engineering, ChungAng University.
 2003 : MS degree in CG&VR, ChungAng University.
 2003~2007 : SW Engineer, KCEI
 2008~2015 : SW Engineer, HanWhaThales.