

## 요구사항 기반 소프트웨어 신뢰성 인증의 국내 군용 항공기 적용방안 연구

### Research on Application of Requirements-based Software Reliability Verification to Domestic Military Aircraft

정상규\* · 서영진 · 장민욱 · 이윤우  
국방기술품질원 항공3팀

Sang-gyu Jeong\* · Young-jin Seo · Min-uk Jang · Yoon-woo Lee

3rd Aeronautical Systems Team, Defense Agency for Technology and Quality, Gyeongsangnam-do, 52851, Korea

#### [요 약]

최근에 미국 또는 유럽 등에서 개발되거나 해당 국가의 영공에 취항하기 위한 민간 항공기에는 RTCA (radio technical commission for aeronautics)에서 발표하고 미연방항공국 (Federal Aviation Administration)에서 인정한 DO-178에 따른 탑재 소프트웨어 신뢰성 검증이 요구된다. 이는 각 분야에서 소프트웨어에 대한 의존이 날로 심화되는 가운데 사고 발생시 경제적, 사회적으로 치명적인 영향이 발생하는 민간 항공 분야에서 먼저 소프트웨어 신뢰도 향상을 위한 노력이 진행되었기 때문이다. 이 논문에서는 소프트웨어 신뢰도 향상을 위해 DO-178에서 요구하고 있는 요구사항 기반의 신뢰성 검증을 위해 선결되어야 할 요건들을 파악하고, 현재 방위사업청의 무기체계 획득 절차에 기반 하여 각 획득 단계에 맞는 점검 요소들을 분석하여 제시하였다. 또한 해외에서 축적된 정보를 바탕으로 식별된 주요 점검요소를 국내 항공기 개발 사업에 적용하고 적용결과를 분석하였다. 본 연구 결과 현재의 무기체계 획득 절차에 개발 단계별 소프트웨어 점검 요소를 추가하고 객관적 점검 기준을 제시하는 것으로 DO-178에 따른 요구사항 기반 소프트웨어 신뢰성 점검에 대한 개발관리가 가능한 것으로 확인되었다.

#### [Abstract]

In recent years, It is required to verify software reliability according to DO-178, which announced by radio technical commission for aeronautics (RTCA) and recognized by the Federal Aviation Administration (FAA), for civil aircraft developed or intended to fly in the United States or Europe. This is because the reliance on software in each field is deepening, and the efforts for improvement of software reliability have been made first in civil aviation field where economic and social impacts are catastrophic in the event of an accident. In this paper, we have identified some issues to be considered for requirements-based reliability verification required by DO-178 to improve software reliability and present the major elements of the present weapon system acquisition procedure of DAPA for each stage. In addition, we analyzed the results of applying the identified main check factors to a domestic aircraft development project based on the information accumulated in overseas aircraft development projects. As a result, we have shown that it is possible to verify requirements-based software reliability according to DO-178 by adding key checkpoints to the current weapon system acquisition procedure and providing objective inspection criteria.

**Key word** : DO-178, Testcase, Safety level, Traceability, Certification.

<https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.4.264>



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.

Received 18 July 2018; Revised 6 August 2018

Accepted (Publication) 28 August 2018 (30 August 2018)

\*Corresponding Author : Sang-gyu Jeong

Tel: +82-55-751-5871

E-mail: net777oz@gmail.com

# 1. 서 론

## 1-1 Requirements-based SW Verification

소프트웨어 신뢰성이란 일반적으로 소프트웨어가 지정된 환경에서 주어진 시간 동안 제대로 동작 할 확률을 뜻한다. 그러나 소프트웨어의 완성 후 실 운용 전에 이러한 특성을 경험적으로 도출하는 것은 현실적으로 제한된다. 개발단계에서는 이러한 제한점을 극복하기 위한 방법으로 신뢰성 확인을 위해 사용 가능한 모든 입력 상태 중 선정된 충분한 수의 샘플을 활용하여 해당 샘플에 대해 정상적인 출력이 생성되는지 시험하게 된다. 본 논문에서는 소프트웨어 신뢰성 또는 신뢰도를 식(1)로 표현할 수 있는 소프트웨어 실패율(failure rate)의 역수 개념으로 정량화하여 다루었다.

$$Failure\ rate = \frac{Number\ of\ failing\ cases}{Total\ number\ of\ cases\ under\ consideration} \quad (1)$$

일반적으로 소프트웨어 신뢰성 시험 수준은 비용 및 개발일정과 같은 사항으로 인해 제한된다. 소프트웨어의 신뢰성을 산출하려면 시험 대상이 되는 소프트웨어 전체에 대해 출력 가능한 모든 출력 공간 (output space)을 확인하여야 하며 이를 위해서 입력 가능한 모든 입력 공간 (input space)을 대상으로 시험을 하는 것이 충분조건이나, 효율성 측면에서 상술한 바와 같이 제한된다[1].

목표한 소프트웨어 신뢰성 수준을 충족시키면서 상기한 제한사항을 극복하기 위해 입력 공간 중 일부를 소프트웨어 신뢰성을 시험하기 위한 샘플로 사용하게 된다. 모든 입력 공간에 대한 시험을 하지 않음에도 모든 입력 공간에 대한 시험과 동일하거나 유사한 수준의 신뢰성을 확보하기 위한 입력 자료를 선정하기 위해서 다양한 정보를 이용한 다양한 방법이 시도되었다.

본 논문에서는 입력 자료를 선정하고 충분성을 검증하는 다양한 방법 중, 선진국의 민간 항공기 소프트웨어 신뢰성 확보방안의 가이드라인으로 활용되는 DO-178 (software considerations in airborne systems and equipment certification)에서 제안하는 요구사항 기반 (requirements-based)의 신뢰성 시험 방법론을 국내 항공기 소프트웨어 개발 사업에 적용한 사례를 바탕으로 개발관리 절차의 개선안을 제시하였다.

DO-178은 요구도와 testcase 외에도 모든 인증 산출물 사이에 문서화된 추적성(traceability)을 요구한다. 각 요구사항이 소스코드, testcase, 소스코드 내부의 세부 모듈까지 추적성을 충족하기를 요구하며 이를 통해 시스템의 완전성 및 시험의 충분성을 보장한다.

## 1-2 The Importance of Aircraft SW Reliability

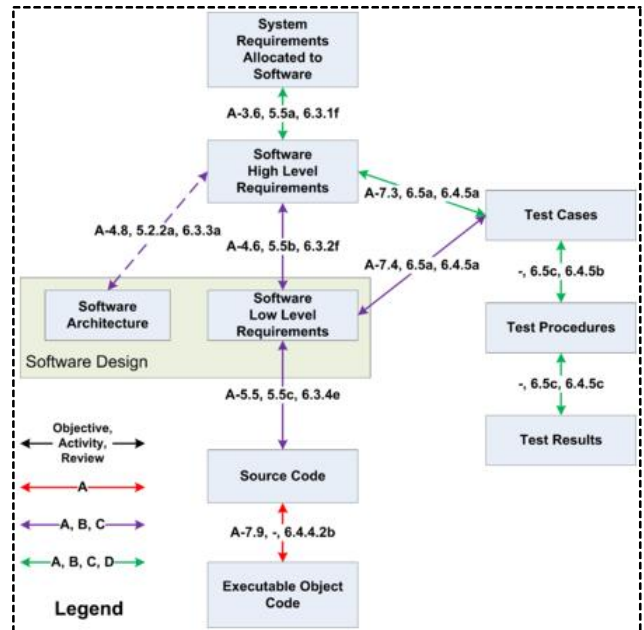


그림 1. RTCA DO-178C에서 요구되는 산출물 추적성 다이어그램 [2]  
 Fig. 1. Required tracing diagram between certification artifacts, as required by the RTCA DO-178C standard [2]

소프트웨어의 신뢰성은 소프트웨어의 기능보다 어찌 보면 더욱 중요한 측면이 있다. 소프트웨어를 개발하는데 일반적으로 주안점을 두게 되는 기능적인 측면은 그 요구사항을 충분히 만족하지 못한다 할지라도 개발에 실패할 뿐이지 그에 따른 사회적 파급효과가 크지 않다. 그리고 기능적인 측면은 대부분 기능시험을 통해 비교적 쉽게 확인이 가능하고, 애초에 소프트웨어 개발목표인 기능의 구현을 시험단계에서 누락하게 될 개연성 또한 높지 않다. 그러나 소프트웨어의 신뢰성이 충족되지 못했을 때 항공, 철도, 자동차 등 운송 분야나 철강, 중공업, 화학공업 등 위험물을 취급하거나 고가의 손실 비용이 발생하는 산업분야에서 발생 가능한 문제는 사회적인 파급효과가 막대할 수 있으며 인명피해 또한 발생할 수 있다. 더욱이 소프트웨어의 신뢰도는 비교적 직관적으로 확인이 어렵고, 애초 개발 목표인 기능과 직접적인 연관성이 없는 경우도 많아 시험에서 누락되기 쉽다[3].

상기 사유에 의해서 소프트웨어의 신뢰성 시험은 특정 분야에 한해서 만이라도 소프트웨어 시험 결과에 대한 검증(validation) 절차가 철저하게 수행되어야 하며 이러한 철저한 검증절차를 통과하기 위한 개발 및 시험 방법론 또한 객관적으로 수립되어야 한다.

표 1에서 보여주는 바와 같이 국내에서 개발되어 대한민국 육군에서 90여대를 운용 중인 model A 항공기의 경우 초도 호기 전력화 이후 발생한 주요 전자 장비 기술변경 사항 중 00%가 소프트웨어 관련 기술변경 이었고, 그 중 00%가 충분한 소프트웨어 신뢰성 확보를 통해 예방

표 1. 모델 A 항공기의 기술변경 분류

Table 1. Classification of model A aircraft design changes.

Equip.	Total design change	Software change	SW reliability improvement
M	29	12 (41%)	7 (24%)
F	7	2 (29%)	0 ( 0%)
D	8	3 (38%)	3 (38%)
C	8	2 (25%)	1 (13%)
N	11	6 (55%)	6 (55%)
total	63	25 (40%)	17 (27%)

가능했던 것으로 추정된다.

특히 SW reliability improvement에 포함되는 기술변경 사항 중 일부는 설계단계에서 발생한 소프트웨어 오류이거나, 앞서 수행된 소프트웨어 변경에 의해 새로이 야기된 오류에 대한 수정사항이다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 소프트웨어는 변경이 발생한 직후에 새로운 결함이 발생할 가능성이 상대적으로 높기 때문에 철저한 신뢰성 검증이 필요하다.

### 1-3 Trends in securing the reliability of domestic and overseas aircraft SW

현재 미국 유럽 등 선진국에서 새로이 개발되는 모든 민간 항공기 및 항공기 탑재 전자장비는 FAA, EASA (European Aviation Safety Agency)와 같은 인증기관의 운항 허가를 받기 위해 탑재된 소프트웨어가 DO-178의 가이드라인을 따라 개발되고 검증되었음을 입증하여야 한다. 이와는 별도로 군용 항공기는 군 감항인증 당국에서 항공기 유형별로 소프트웨어 신뢰성에 대한 자체기준을 수립하여 적용한다.

민간항공기의 경우 미국 유럽 등에 취항하기 위해서는 해당 국가에서 개발된 항공기가 아니라 할지라도 상기한 사항과 동일한 기준을 충족하여야 하는 반면, 군용 항공기의 경우 국내에서 개발되는 군용 항공기의 경우 OO년 까지 항공기 획득 사업에서 소프트웨어 신뢰성에 검증은 명시적으로 요구되지 않았으며, 기능시험을 통해 간접적으로 소프트웨어의 신뢰성을 확인하는 것으로 탑재 소프트웨어에 대한 신뢰도 확인을 같음하였다. 최근에 들어서 이러한 과거의 개발 및 관리기준에 따라 획득된 무기체계의 소프트웨어 신뢰도 향상의 필요성이 인지되었고 OO년 이후의 무기체계 획득 시에는 소프트웨어 신뢰성 검증을 위한 최소한의 요구사항이 명시적으로 관련 규정에 반영되었고, 특히, 항공 분야에서는 계약 건에 따라 민간 기준에 상응하는 수준의

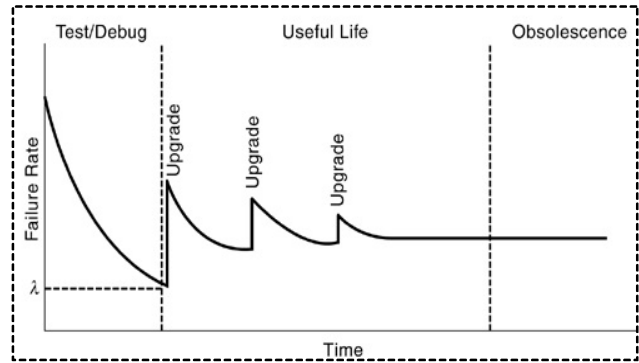


그림 2. 소프트웨어 신뢰성 목조 커브 그래프 [1]  
Fig. 2. Software Reliability Bathtub Curve [1]

신뢰성 시험을 요구하기도 한다.

## II. 제안된 SW 개발관리 방안

### 2-1 Improved SW reliability verification

소프트웨어 신뢰성 확보를 위해서는 개발계획 수립 단계에서부터 명확한 신뢰성 확보 목표를 수립하여야 한다. 아래는 군용 항공기 획득 절차를 기준으로 신뢰성 검증을 위하여 개선이 필요한 개발 단계를 명시하고 각 단계별 주요 수행업무를 기술하였다.

#### Step 1. 소프트웨어개발계획 (software development plan)

소프트웨어개발계획 수립 단계에서는 항공기 전체에 공통적으로 요구되는 소프트웨어 신뢰도 기준과 계통 또는 각각의 장비에 할당될 개별적인 신뢰도 기준이 결정되고 명시적으로 기술되어야 한다.

이러한, model B 항공기 개발 사업에 있어서 항공기 전반에 걸쳐 DO-178B를 준용하여 소프트웨어 신뢰성을 확보하는 것을 목표로 하였다. 이렇게 전제된 신뢰성 기준과 각 계통 또는 구성품의 안전등급(design assurance level)을 기준으로 각각의 장비는 고유한 소프트웨어 신뢰성 요구도를 갖게 된다[4],[5].

Model B 항공기의 경우 DO-178B를 기준으로 마찬가지로 FAA에서 인정한 ARP (aerospace recommended practice)4754A에 따른 안전등급 선정 결과에 따라 소프트웨어 CSCI (computer software configuration item) 별로 소프트웨어 등급 (software level)을 결정하였다. 그리고 이 소프트웨어 등급을 기준으로 DO-178B에 따라 표 2와 같이 신뢰성 시험 중 동적시험의 코드 실행률 (code coverage)에 대해 MC/DC 100% 등의 목표치가 결정되었다[6],[7].

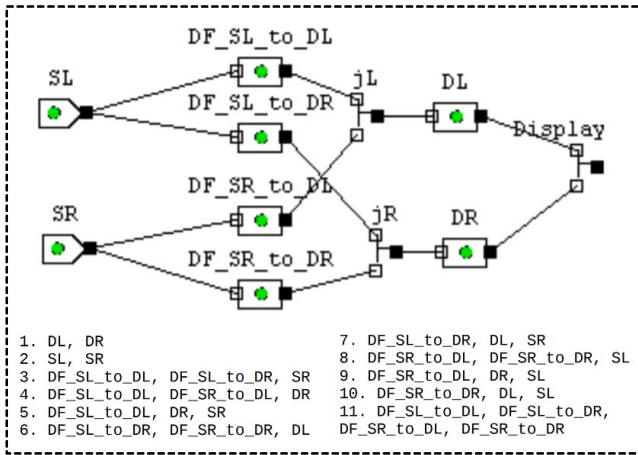


그림 3. 정보시현(도해 와 최소 조합) [8]  
 Fig. 3. Data display (graphical view and minimal cut sets) [8]

그림 3는 model B 항공기의 구성품 안전등급 할당에 사용된 ARP4754에서 따른 안전등급을 설정의 간단한 사례이다. DL과 DR은 동일한 두 개의 디스플레이 모듈이며 SL과 SR은 독립적으로 동작하여 디스플레이 할 정보를 생성하는 두 개의 센서를 의미한다. DF\_x\_to\_y는 센서 x에서 디스플레이 y로 신호를 전달하는 서로 다른 경로들을 의미한다. 그림 3하단은 DL과 DR 모두에서 정보시현이 실패하게 되는 경우에 해당하는 최소 조합(minimal cut set)을 명시한 것이다.

11개의 최소 조합 중 어느 하나라도 발생할 확률이 해당 계통의 기능에 허용되는 결함률에 비해 낮아야하며, 이를 만족시키기 위해 해당 계통을 구성하는 구성품들에 허용되는 최대 결함률이 할당된다. 이렇게 산출된 결함률과 결함 발생 시의 영향성(impact)에 따라 구성품 각각에 대한 안전등급(DAL)이 결정되게 된다.

표 2. DO-178B의 소프트웨어 등급 기준 [2]  
 Table 2. DO-178B 5 software levels definition [2]

SW Criticality Level	Failure Description	Associated Coverage Level
Level A	Software resulting in a catastrophic failure condition for the system	MC/DC, DC & Statement Coverage
Level B	Software resulting in a hazardous or severe-major failure condition for the system	DC & Statement Coverage
Level C	Software resulting in a major failure condition for the system	Statement Coverage
Level D	Software resulting in a minor failure condition for the system	Not Required
Level E	Software resulting in no effect for the system	Not Required

MC : Modified Condition, DC: Decision Coverage

**Step 2. 소프트웨어 요구사항 (software requirements)**  
 체계 및 부체계의 요구사항 (system & subsystem requirements)으로부터 장비 각각의 요구사항 (CIDS; critical item design specification)이 할당되고 나면 장비 요구사항 중 소프트웨어로 구현되어야 할 요구사항을 식별하여 이를 SRS (software requirement specification)에 기술하고 상위 요구도 (high-level requirement)로 구분한다. 일반적으로 SRS의 상위 요구도는 사용자가 체감할 수 있는 기능적 요구도와 인터페이스로 이루어진다. 개선된 소프트웨어 신뢰성 검증 절차에서는 상기 내용에 부가적으로 신뢰성 요구도 (reliability requirement)가 추가된다. 이러한 신뢰성 요구도에는 testcase의 코드 실행을 산출 기준과 목표값을 명시하여야 한다. 또한 그림 4에 표현된 바와 같이 DO-178에 준하여 모든 testcase는 요구도와 연계되어야 하며(traceability), testcase가 상위 요구도와 1:1로 연계될 수 없을 경우 상위 요구도를 2개 이상의 하위 요구도 (low-level requirement)로 구분하거나 파생 요구도 (derived requirement) 생성을 통해 testcase에 상응하는 요구도가 연결 되어야 한다.

**Step 3. 소프트웨어설계기술 (software design description)**  
 이 단계에서는 단순히 소프트웨어의 기능 구현뿐만 아니라 인증시험 단계에서 수행할 신뢰성 시험을 대비하여야 한다. 일반적으로 기능시험은 각 장비에 대한 기능 요구도를 기반으로 수행되기 때문에 소프트웨어 구현 방법에 대한 이해가 불필요하다. 그러나 소프트웨어 신뢰성 시험은 소프트웨어 구조를 이해하고 testcase를 수립해야 testcase의 입력벡터에 상응하는 예상 출력값(expected output) 또는 출력 벡터를 예측할 수 가 있고 시험결과에 대한 평가가 가능하다. 평가 불가능한 testcase는 코드 실행을 산출의 근거가 되지 못한다.

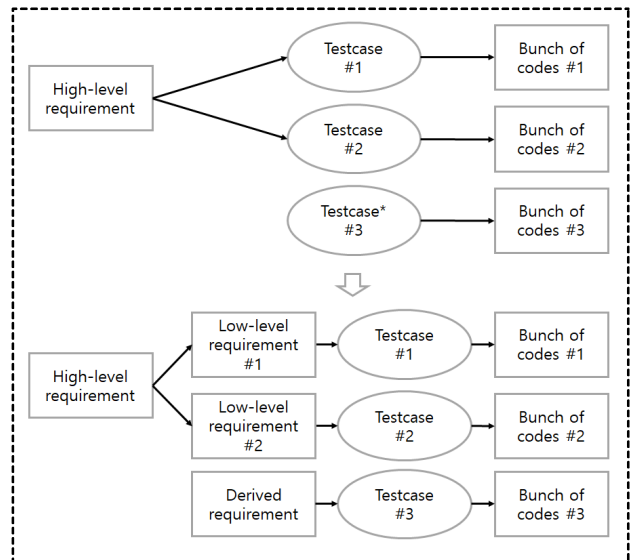


그림 4. 파생 요구도 도입 예시; testcase #3은 출력 값을 포함하지 않음  
 Fig. 4. Derived requirement adaption example; testcase #3 of upper diagram can not include expected output value.

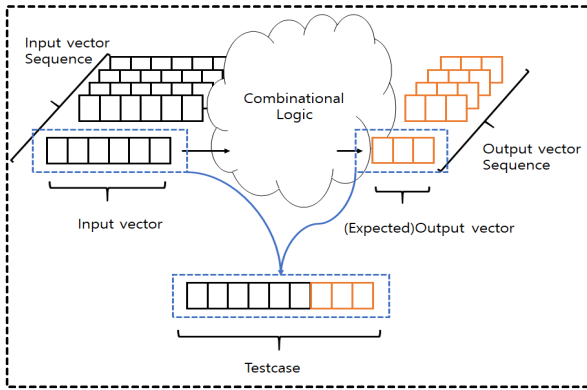


그림 5. 적절한 testcase 구성의 예시와 연관 코드의 상관도  
 Fig. 5. Appropriate structure of testcases and association with target codes.

이를 위해 하위 요구도 또는 파생 요구도를 단위로 소프트웨어의 설계를 기술하여 요구도를 근거로 각 testcase의 예상 출력값이 결정되도록 준비한다.

**Step 4. 소프트웨어시험설계 (software test design)**

소프트웨어설계기술서를 바탕으로 실질적인 testcase와 시험 시나리오를 작성한다. 기본적으로 요구도 ↔ testcase ↔ 시험 시나리오가 1:1:1로 상응되게 작성한다.

Testcase는 그림 5와 같이 step 2에서 설정된 코드 실행물을 만족하기 위한 입력 값들과 해당 입력값이 입력되었을 때의 예상 출력값으로 구성된다. 예상 출력값은 step 3에서 설정된 하위 요구도 또는 파생 요구도를 기반으로 설정하여야 한다. 또한 시험 시나리오가 바뀌에 따라 시험 설정이 바뀌게 되면 이를 명시하여야 하며 특히 코드 실행물 산출을 위한 자동화 도구를 활용 할 경우 해당 도구의 연동 방법 및 설정사항에 대해 명확히 기술하여야 한다.

표 3. 자주 발생하는 DO-178B 미흡사항  
 Table 3. DO-178B Frequent Mistakes.

No.	Type of mistakes	Description
1	Insufficient software requirement detail	The majority of avionics projects suffer from insufficient requirement detail. This means that dangerous, or at least inaccurate, assumptions are made by the developer which deviate from intended functionality.
2	Inadequate and non-automated traceability	Top-to-bottom traceability ensures that system level requirements, software requirements, software code, and software tests are complete. Bottom-to-top traceability ensures that the only present functionality is that specified by requirements.
3	Lack of path coverage capture during functional tests	Structural coverage is required to an increasing degree for Level C, B, and A software. (Structural coverage is not required for Level D, and no DO-178B process steps are required for Level E).

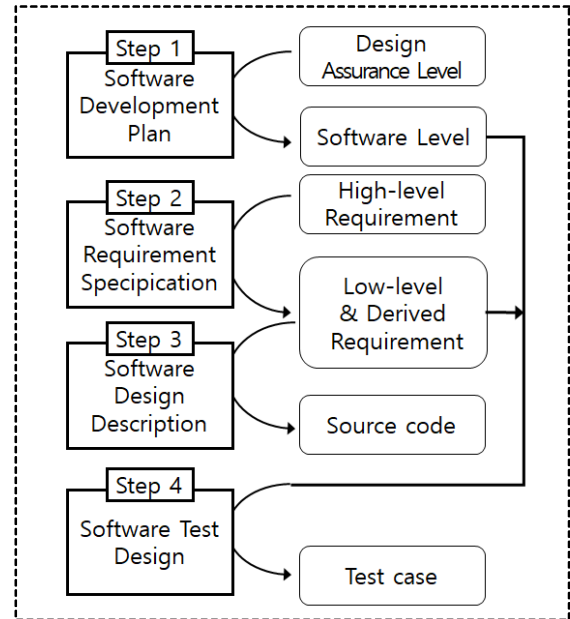


그림 6. 소프트웨어 개발 단계 흐름도  
 Fig. 6. Flow chart of software development stages.

**Step 5. 소프트웨어시험 (sSoftware test)**

소프트웨어시험설계의 시험 설정과 시험 시나리오대로 수행하여 그 결과를 확인한다. 신뢰성 시험 측면에서는 상술한 과정대로 수립된 시험시나리오를 모두 수행 했다는 가정 하에 testcase의 예상 출력값과 실제 출력값의 일치여부를 확인하고 코드 실행물이 요구도를 만족하는지를 확인한다. 만약 코드 실행물이 요구도를 만족하지 못할 경우 그림 6과 같이 step 2 단계로 돌아가 파생 요구도의 추가 할당 후 상응하는 testcase를 추가로 작성한다. step 4 완료 후 생성된 testcase를 기반으로 신뢰성 시험을 수행하여 testcase의 예상 출력값과 실제 출력값을 비교하며 코드 실행물을 확인한다. 예상 출력값이 실제와 다르거나 코드 실행물이 목표치에 달성하지 못하면 step 2로 되돌아가 요구사항을 세분화 하여 하위 업무를 재수행 한다.

**2-2 Management focus**

표 3은 00년도에 DO-178이 민간 항공기 소프트웨어 인증 기준으로 적용된 이후 축적된 경험을 바탕으로 소프트웨어 개발관리 과정에서 경험적으로 식별된 주된 미흡사항을 정리한 표이다[9].

아래는 국내 사례 분석으로 위해 model B 항공기의 개발단계에서 식별된 소프트웨어 산출물 부적합 사항을 식별한 결과이다.

**Case 1.**

Model B 항공기 사업은 OO항공 업체 주관의 체계개발 사업으로서 일부 OFP (operation flight program)를 제외하고는 협력업체에서 개발을 수행한다.

표 4. 소프트웨어시험설계 정정 사례

Table 4. Software test design correction example.

Case	Types of corrections	Mistake type (Table 3)	Equip. E	Equip. D	Equip. L
1	Inadequate and non-automated traceability	2	√	√	√
2	Missing/redundant requirements	1	√	√	√
3	Insufficient testcases	3	√		√
4	Inappropriate testcases' value	3	√		
N/A	Inappropriate RTOS qualification	N/A	√		√
N/A	Insufficient tool description	N/A		√	

OO항공은 자체 소프트웨어 개발/관리 시 DOORS 라는 요구사항 관리도구를 활용하여 자동화 된 방식으로 관리를 수행하고 있다. 그러나 OO항공의 협력업체에서 개발하는 장비는 자동화 도구 없이 요구사항이 관리되고 있어 결과적으로 추적성 관리가 미흡함이 표 4와 같이 확인되어 개선되었다.

**Case 2.**

Case 1의 추적성 관리 미흡과 더불어 요구사항 수립 시 충분한 하위 요구도나 파생 요구도를 생성하지 않았을 경우에 testcase가 충분히 생성되지 못하거나 불필요하게 중복될 수 있다. 표 4에 기술된 model B 항공기 장비 3종은 모두 요구사항의 충분성에 문제가 있는 것으로 확인되어 개선되었다.

**Case 3-4**

Case 2의 요구도 미흡을 원인으로 testcase가 충분한 수준으로 작성되지 않는 경우가 발생한다. testcase는 하위

요구도나 파생 요구도를 기반으로 생성하는 것을 원칙으로 하여 case 2의 오류가 해소되도록 하여 testcase가 부족한 경우를 방지하여야 한다. 또한 testcase의 그림 5에서 요구하는 구성요소를 갖추어야 한다. 표 5에 기술된 model B 항공기 장비 중 일부는 testcase의 미흡사항이 식별되어 개선되었다.

**III. 결 론**

본 논문은 항공기 개발 및 획득 과정에서 소프트웨어 신뢰성시험을 국제 기준인 DO-178에 따라 요구사항 기반으로 수행하여야 한다는 것을 전제로 현행 군용 항공기 획득 절차를 개선하여 각 개발 단계별로 추가적으로 수행되고 검토되어야 할 행위들을 식별하고 기준이 되는 수행 방안을 제시하였다.

기존의 무기체계 개발 및 획득 절차는 방사청 및 관련 기관이 다년간의 경험을 통해 국내 무기체계 획득환경에 맞춰 특화한 것이다. 우리는 본 연구를 통해 기존의 획득절차와 주요 마일스톤을 유지하면서 국제 기준에 맞는 소프트웨어 신뢰성 확보를 위해 각 마일스톤에 맞는 신뢰성 확보 준비사항, 시험계획수립, 절차 작성방안, testcase의 구성요소 및 시험결과 판정 방법에 이르기까지 실제 개발관리를 수행하는데 필요한 사항이 빠짐없이 포함되도록 무기체계 획득과정 전반에 걸쳐 개선안을 수립하였다. 그림7는 개선된 무기체계 획득 절차 별 산출물을 하드웨어 개발의 흐름과 견주어 비교할 수 있도록 작성한 모식도이다. 임의의 사업에 적용이 쉽도록 방위사업청 소프트웨어 개발관리 핸드북을 기준으로 작성하였다.

무기체계의 verification과 validation 절차 중 개발관리 기관은 verification 결과를 validation 하여야 하는 임무가 부여되며 이를 수행하는 기관은 해외에서는 FAA, EASA,

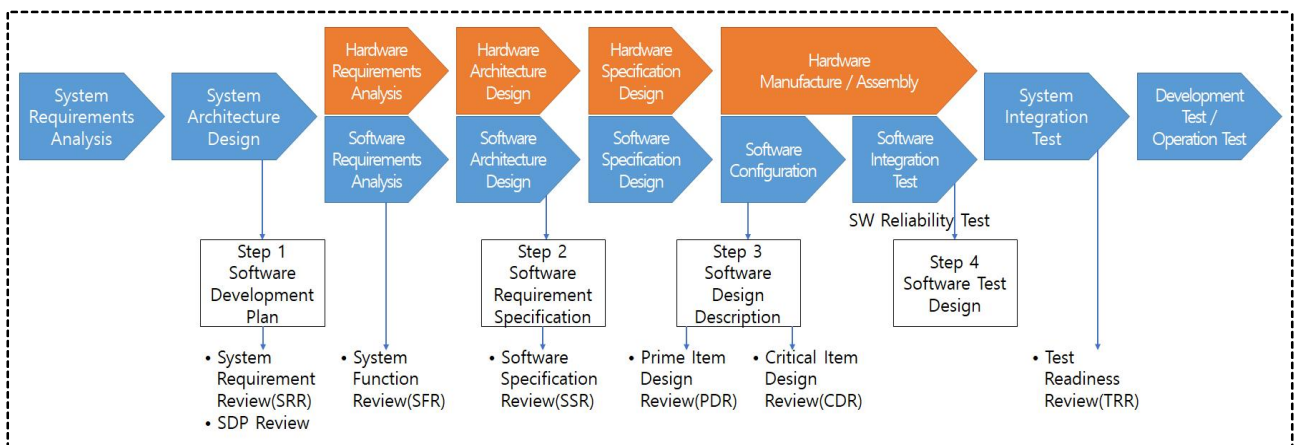


그림 7. 하드웨어 개발과 비교한 소프트웨어 개발 단계별 산출물

Fig. 7. Software development outcomes by phase in comparison to hardware development.

DoD (department of defense) 산하 전문기관이 있으며, 국내에서는 이 업무를 국토교통부 주무부서와 국방부 산하의 국방기술 품질원 및 각 군이 수행하고 있다. 소프트웨어의 충분한 validation을 위해서는 요구도 선정 단계에서부터의 준비가 필요하며 이는 개발단계에 인증기관이 밀접하게 참여하지 않으면 사업 후기에 막대한 금전적, 시간적 비용이 발생하게 됨을 의미한다. 그러나 인증기관은 개발기관과 달리 사업에 참여하는 깊이나 빈도가 제한되고 객관적인 판단지표 없이는 각 단계별 산출물의 완성도를 파악하는 것에 많은 제한이 따른다. 본 연구를 통해 상술한 제한사항을 극복하면서도 선진국 수준의 항공기 소프트웨어 신뢰성 기준을 만족하면서 동시에 기존의 국내 무기체계 획득 절차에 적용 가능한 객관적인 관리방안을 제시하게 되어 그 활용을 기대한다.

본 연구는 국내 항공기 무기체계 획득에 도움이 되기 위해 기술적인 한계를 떠나 무기체계 개발관리 기관의 실질적, 현실적인 어려움을 낮추어 소프트웨어 인증업무를 돕기 위한 노력의 일환이다. 그러나 이러한 연구에도 불구하고 개선된 절차 및 관리 중점이 관련기관의 업무에 적용되기 위해 충분히 검토되지 못하고 그 결과가 전파되지 못한다면 현행 소프트웨어 개발 수준의 향상을 기대하기 힘들 것이다. 우리는 후속 연구와 관계 기관의 노력을 통해 본 논문에서 제시하는 개선된 소프트웨어 검토 절차가 보다 정교화 되어 관련 업무의 수행에 실질적인 도움이 되기를 기대한다.

## References

- [1] H. Pham, *System Software Reliability*, London, UK: Springer-Verlag, pp. 1-7, 2006.
- [2] United States. Federal Aviation Administration. RTCA, Inc., *Document RTCA/DO-178C*, Washington, D.C.: Dept. of Transportation, Federal Aviation Administration, 2011.
- [3] M. Lyu, *Handbook of Software Reliability Engineering*, Hightstown, NJ: McGraw-Hill, pp. 26-23, 1996.
- [4] United States. Federal Aviation Administration. RTCA, Inc., *Document RTCA/DO-254*, Washington, D.C.: Dept. of Transportation, Federal Aviation Administration, 2000.
- [5] S. Vestal, "Preemptive scheduling of multi-criticality systems with varying degrees of execution time assurance," in *Proceeding of the 28th Annual International Symposium on Real-Time Systems*, Tucson: AZ, pp. 239-243, 2007.
- [6] M. Chen, "Effect of code coverage on software reliability measurement," *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. 50, No. 2, pp. 165-170, Jun. 2001.
- [7] Y. Malaiya, "Software reliability growth with test coverage," *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. 51, No. 4, pp. 420-426, Dec. 2002.
- [8] P. Bieber, "DALculus-theory and tool for development assurance level allocation," in *International Conference on Computer Safety, Reliability, and Security*, Naples: Italy, pp. 43-56, 2011.
- [9] White paper, DO-178B's Top Mistakes (And How to Avoid Them), NV: HighRel systems, pp. 1-2, 2009.



### 정 상 규 (Sang-gyu Jeong)

2013년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학부 (공학석사)  
 2013년 3월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원  
 ※관심분야 : 임베디드 시스템, 컴퓨터 아키텍처, 센서 네트워크



### 서 영 진 (Young-jin Seo)

2018년 2월 : 경상대학교 정보과학과 (공학석사)  
 2014년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원  
 ※관심분야 : 소프트웨어 신뢰성 시험, 소프트웨어 품질관리



### 장 민 옥 (Min-uk Jang)

2014년 2월 : 경상대학교 항공우주공학과 (공학석사)  
 2015년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원  
 ※관심분야 : 국방무기체계, 항공우주



### 이 윤 우 (Yoon-woo Lee)

2015년 2월 : 건국대학교 항공우주정보시스템공학과 (공학석사)  
 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원  
 ※관심분야 : 항공우주, 유체