

무기체계 최초양산품 소프트웨어 품질보증 프로세스 연구

류지선*, 송치훈, 권순모, 박병훈, 오진우
국방기술품질원

The Process of Software Quality Assurance About Initial Product in Weapon System

Jiseon Yu*, Chi-Hoon Song, Soonmo Kwon, Byeonghun Park, Jinwoo Oh
Defense Agency for Technology and Quality

요약 군수품 최초양산품 품질관리는 연구개발 이후 최초로 양산 계약된 군수품을 대상으로 개발 후 완성된 규격에 따라 개발품의 양산 실현 가능성과 적합성 평가를 목적으로 수행한다. 하지만 본 연구를 통한 무기체계 최초양산품 소프트웨어 품질보증을 수행하기 이전까지 최초양산품 품질보증은 하드웨어 중심으로 수행되어 소프트웨어에 대한 품질보증은 미흡한 상태였다. 이로 인해 후속 양산단계에서 소프트웨어의 문제점들이 발견됐을 경우 불가피한 기술변경에 따라 많은 시간과 비용이 소요되었다. 본 논문에서는 소프트웨어 기술자료의 충분성 및 적합성을 점검하기 위한 무기체계 최초양산품 소프트웨어 품질보증 프로세스 연구를 수행한 결과를 보인다. 그 결과 컴퓨터 파일의 완전성 점검, 소프트웨어 기술문서의 적합성 점검, 소프트웨어 기술자료와 그 외 국방규격의 연계 여부를 점검하는 프로세스를 정립하고 이 프로세스를 적용하여 최초양산품 소프트웨어 품질보증을 수행한 결과를 분석하여 최초양산품 소프트웨어 품질보증 프로세스의 효용성을 보인다. 소프트웨어 기술자료의 완전성을 확보하여 양산단계에서 발생할 수 있는 소프트웨어 문제점을 사전에 식별하여 소프트웨어의 선제적인 품질 확보에 기여할 수 있음을 보인다.

Abstract This study evaluated the process of software quality assurance about the initial product in a weapon system. The software quality assurance of the initial product was insufficient before this study. Therefore, the process of the software quality assurance about the initial product in a weapon system is suggested. The process has three parts. First, the completeness of computer files, such as source code and execute files, were checked. Second, the suitability of the software technical data was checked. Finally, the connectivity of software technical data and the Korean defense specification were assessed. Overall, there is a need to toughen the software quality assurance in the research and development step and achieve early stabilization of mass production by preventing the problems that prevent the production of a product due to the insufficient software technical data.

Keywords : Software, Initial Product, Quality Assurance, Software Quality Assurance, Weapon System

*Corresponding Author : Jiseon Yu(DTaQ)

email: gsun2@dtaq.re.kr

Received September 16, 2020

Accepted January 8, 2021

Revised October 8, 2020

Published January 31, 2021

1. 서론

소프트웨어(Software, 이하 SW)는 기술 혁명의 핵심 기술로써 무기체계 소프트웨어 비중과 그 중요성은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다[1]. 소프트웨어는 하드웨어(Hardware)와 달리 제품 생산 간 제작 오류, 시간에 따른 변형 등이 발생하지 않기 때문에 양산단계에서 설계 오류에 따른 기술변경 외에는 문제가 발생하지 않아야 한다. 하지만 군수품의 양산단계 품질보증 업무를 수행하다 보면 소스파일 미확보로 실행파일 생성이 불가능하거나, 기술변경 시 소프트웨어 기술자료 미흡으로 형상통제가 어려운 경우에 직면하는 문제가 발생한다. 그럼에도 불구하고 본 연구를 수행하기 이전까지 최초양산품 품질관리는 하드웨어 중심으로 수행되어 SW에 대한 품질관리는 미흡한 상태였다. 이에 따라 일부 무기체계에서 SW 규격자료 오동재 및 누락에 따른 납기지체, 원시파일 규격화 누락 및 납품된 제품과 SW 버전 상이로 인한 제품 생산 불가 등의 SW 문제가 제품 양산을 앞둔 시점 또는 양산중에 발생한다. 또한, 무기체계 SW를 연구하는 대부분의 연구는 SW 신뢰성 향상에 초점이 맞춰 있다 [2,3]. 그러나 무기체계 SW의 신뢰성을 향상시키는 것도 중요하지만 무기체계 SW 형상관리 관점의 연구가 미진한 현 상황에서 최초양산품 SW 품질보증 프로세스 연구가 반드시 필요한 실정이다. 따라서 불명확한 형상관리로 인한 SW기술자료가 미흡하여 발생할 수 있는 SW 문제를 사전에 식별하고 제거함으로써 SW 품질향상에 기여할 수 있는 최초양산품 SW 품질보증은 반드시 필요하다.

본 논문에서 제안하는 무기체계 최초양산품 SW 품질보증 프로세스와 유사한 활동으로 물리적형상확인(PCA: Physical Configuration Audit, 이하 PCA) 제도가 있다. SW PCA는 운용시험평가(OT: Operational Test, 이하 OT) 수행 중 또는 완료 후 SW기술자료의 충분성 및 적합성을 확인하고 있지만 PCA 이후 OT 결과 반영 등 SW 변경 사항에 대한 SW기술자료 반영이 누락되는 것은 확인하지 않는다. 또한, SW PCA로 SW기술자료의 문제점이 식별되었다 하더라도 규격화 이후에 방위사업청 국방표준종합정보시스템(KDSIS: Korea Defense Standard Information System, 이하 KDSIS)에 최종 등재되는 내용까지 확인 및 관리되지 못하여 규격화 이후 단계에서 문제가 발생할 소지가 있다. 따라서 개발단계 이후, 규격화단계를 거쳐 KDSIS에 등재되는 SW기술자료에 대한 최종적인 점검을 수행하기 위해서 최초양산단계 진입 시 SW 품질보증이 필요하다.

본 논문에서는 무기체계 최초양산 단계에 적용 가능한 SW 품질보증 프로세스를 확립하여 양산단계에서 발생할 수 있는 SW 문제점들을 사전에 제거할 수 있는 무기체계 최초양산품 SW 품질보증 프로세스를 제안함으로써 후속양산 및 운용유지 단계 SW 품질 향상에 기여할 수 있음을 보인다.

2. 이론적 배경

2.1 무기체계 소프트웨어

무기체계는 유도무기·항공기·함정 등 전장에서 전투력을 발휘하기 위한 무기와 이를 운영하는 데 필요한 장비·부품·시설·소프트웨어 등 제반요소를 통합한 것을 말한다. 소프트웨어란 컴퓨터, 통신, 자동화 등 장비와 그 주변장치에 대하여 명령·제어·입력·처리·저장·출력·상호작용이 가능하도록 하게 하는 지시·명령의 집합과 이를 작성하기 위하여 사용된 기술서나 그 밖의 관련 자료를 말한다.

2.2 소프트웨어 품질보증

SW 품질보증은 SW가 이미 정의된 요구사항과 일치하는가를 확인하는데 필요한 전반적인 계획과 체계적인 작업을 의미한다. SW 품질보증 활동은 SW 개발 초기에 SW의 특성과 요구사항을 파악하여 품질목표를 설정하고 개발단계에서는 정형기술(Formal Methods) 검토를 통하여 품질 목표의 충족 여부를 체크하고 테스트 과정을 거친다[4]. 무기체계에서 SW 품질보증은 사업기간 동안 SW 산출물과 사업에 적용되는 수명주기 프로세스가 계약에 명시된 요구사항을 따르고 있고, 정의된 계획을 준수하는 지를 보증하기 위한 활동으로써 크게 산출물 보증, 프로세스 보증으로 나눌 수 있으며 검토회의, 검증, 확인, 감리 등을 통해 수행된다.

2.3 SW PCA

형상확인인 제품은 제품이 형상식별서와 합치되는지 여부를 점검하는 활동으로 형상관리책임기관이 기능적 형상확인(FCA: Functional Configuration Audit)과 물리적 형상확인(PCA)으로 구분하여 수행하고 필요 시 관련 기관의 지원을 받아 수행한다. PCA란 기능적 형상확인 후 개발된 SW 및 하드웨어 제품이 제품형상식별서의 기준에 맞게 완전하고 정확하게 개발되었는지 여부를 확인하는

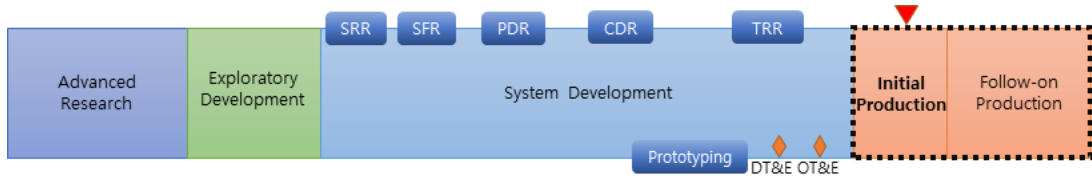


Fig. 1. The process of system development

활동으로 무기체계 SW 개발단계 중 형상관리책임기관이 제품형상식별서와 형상확인 대상품목의 합치 여부, 운용 시험평가 결과가 형상확인 대상항목의 기술자료에 기록 되어 유지되고 있는지 여부를 확인하는 활동이다.

2.4 최초양산품 품질보증

최초양산(Initial Production)이란 Fig. 1과 같이 체계개발(System Development) 이후 연구개발사업 중 최초로 사업 승인된 물량을 양산하는 것을 말하며 체계 개발이 완료되어 규격화단계 이후 진행된다. 무기체계가 최초양산 계약되면 국방기술품질원의 품질경영 담당직원은 군수품 품질관리 기본규정 제 23조 3항 ‘최초양산은 개발이후 최초로 양산된 물량을 대상으로 하며, 최초양산 품질보증은 개발결과 완성된 규격에 따라 개발품질의 양산실현 가능성과 적합성 평가를 목적으로 한다.’에 따라 최초양산품 품질보증 업무를 수행한다. 주요 점검 항목은 양산품 품질수준 및 개발품질 충족여부, 생산장비, 치공구, 시설 및 시험장비 등의 완비여부, 계약관련 추가 요구 사항 충족여부, 운용시험 시 발견된 기준 미달 및 보완사항의 보완여부, 기술자료의 충분성 및 적합성 등이다. 그러나 SW가 내장되어 납품되는 장비는 실제로 SW를 확인할 수 없기 때문에 위 점검 항목 전체를 확인할 수 있는 HW 품질보증과는 달리 SW의 최초양산품 품질보증 점검이 가능한 항목은 ‘기술자료의 충분성 및 적합성’ 뿐이라는 한계가 존재한다. 따라서 최초양산 시 SW 품질보증은 규격화 이후 KDSIS에 최종 등록된 SW를 기준으로 최초양산품 품질보증을 수행한다. 무기체계의 양산단계 SW 품질보증은 규격화된 SW의 제품 탑재 여부를 확인하는 것을 말한다. 즉, 도면과 소프트웨어산출물명세서 (SPS: Software Product Specification, 이하 SPS)에 기술된 실행파일이 제품에 탑재된 실행파일과 동일한지 일치 여부를 확인한다. 최초양산품 품질보증은 최초로 사업에 승인된 물량을 양산하는 최초양산품에 수행함으로써 양산단계 SW 품질 향상을 목표로 한다.

3. 개발 배경

무기체계 품질관리 과정 중 양산단계에서 SW기술자료 미흡으로 인한 잦은 기술변경이나 양산 지연(지체), 제품 생산 불가 등 많은 문제가 발생하였다. 실제 양산단계에서 최초양산 시 SW기술자료 오등재 및 누락으로 인한 납기가 지체되거나 후속양산 시 SW기술자료 오등재 및 누락으로 제품생산이 불가능하여 개발업체에는 막대한 지체상금이, 군에는 전력화 공백을 야기하였다. 그럼에도 불구하고 본 논문에서 제안하는 무기체계 최초양산품 SW 품질보증 프로세스를 적용하기 이전까지 최초양산의 품질보증이 하드웨어 위주로 수행됨에 따라 후속양산 시 발생하는 SW의 근본적인 문제가 해결되지 못하였다. 이러한 SW기술자료의 사전 검증이 미흡하여 발생하는 문제를 사전에 식별하고 제거할 수 있는 무기체계 최초양산품 SW 품질보증은 반드시 수행되어야 한다. SW 기술지원기관(형상관리책임기관)에서는 품질관리 활동의 일환으로 무기체계 개발단계에서 SW PCA를 수행하고 있다. OT 수행 중 또는 완료 후에 SW PCA를 통해서 SW기술자료의 충분성 및 적합성을 확인하고 있지만 PCA이후 OT 결과를 반영 등의 SW 변경 사항이 KDSIS에 최종 등재되는 내용까지 확인 및 관리되지 못하기 때문에 KDSIS에 SW기술자료가 모두 등록된 양산단계에서 SW기술자료 미흡에 따른 문제들이 발생하는 것이다. 따라서 개발단계 이후, 규격화 단계를 거쳐 KDSIS에 등재되는 SW기술자료에 대한 최종적인 점검으로 최초양산 단계 진입 시 SW 품질보증 프로세스가 필요하다.

4. 최초양산품 SW 품질보증 프로세스

무기체계 SW의 대부분이 하드웨어에 내장된 채 납품되고 물리적인 형상이 없는 SW의 특성 상 최초양산품 품질보증 시 주요 점검항목은 기술자료의 충분성 및 적합성이다. 품질보증의 대상인 SW는 규격화되는 SW기술자료를 말하는 것으로 표준화 업무지침 제16조 소프트웨어

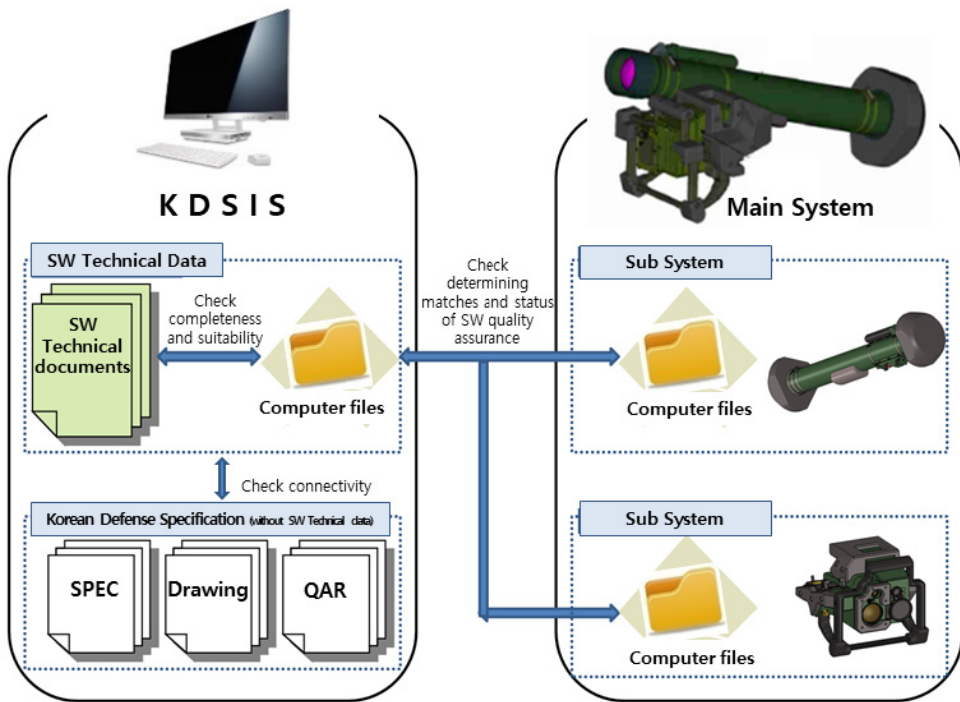


Fig. 2. The process of SW quality assurance about intial product

규격화에 따라 주장비, 정비지원장비, 개발지원장비, 시험평가지원장비, 교육지원장비 등에 포함되는 소프트웨어 기술문서와 소프트웨어 산출물명세서에 포함된 유지보수 및 재사용을 위한 각종 컴퓨터 파일이다. 이 때 소프트웨어 기술문서는 소프트웨어개발계획서, 소프트웨어 요구사항명세서, 소프트웨어설계기술서, 소프트웨어통합 시험계획서, 소프트웨어통합시험절차서, 소프트웨어시험 결과보고서, 소프트웨어산출물명세서, 소프트웨어목록명세서, 인터페이스설계기술서, 데이터베이스설계기술서, 소프트웨어설계계획서, 소프트웨어설치절차서, 소프트웨어버전기술서를 말하며 컴퓨터파일은 소스코드, 각종 라이브러리, 실행파일, 기타자료이다. 무기체계 SW는 개발 후 규격화되면 위 SW기술자료 전체를 KDSIS에 등록하여 형상을 관리한다. 본 논문에서 제안하는 무기체계 최초양산품 SW 품질보증 프로세스는 KDSIS에 등록되어 품질관리 활동의 기준이 되는 SW기술자료의 충분성 및 적합성 점검 절차와 실제 무기체계에 탑재되는 SW를 점검하는 SW 품질보증 활동으로 나눌 수 있다. 제안하는 기술은 SW기술자료의 충분성 및 적합성을 점검하는 세부 프로세스에 대한 기술이며 그 프로세스는 컴퓨터 파일(원시파일, 실행파일)의 완전성, SW기술문서의 적합

성, SW기술자료와 그 외 국방규격의 연계 여부를 확인하는 절차를 포함한다. 본 프로세스는 앞서 기술한 규격화되는 다양한 SW기술문서 중 SPS를 중점으로 수행되는데 SPS에는 SW 유지보수 및 재사용을 위한 정보가 작성되어 있기 때문이다. 따라서 SPS와 컴퓨터 파일 일치여부, SW형상항목(CSCI, Computer Software Configuration Items, 이하 CSCI)별 SPS와 원시파일의 일관성 여부, 전체 SW기술자료의 KDSIS 등재여부를 점검함으로써 최초양산 SW 품질보증 프로세스를 수행한다. 무기체계 SW 품질보증활동은 SW의 대부분이 하드웨어에 내장된 형태로 납품되어 실제 SW를 확인하기 어렵기 때문에 국방기술품질원 전문센터의 품질경영 담당직원이 KDSIS에 등록된 SW와 실제 무기체계에 탑재된 SW의 일치성을 확인하는 활동이며 전체적인 과정은 Fig. 2와 같다.

4.1 컴퓨터 파일의 완전성 점검

컴퓨터 파일(원시파일, 실행파일)이 완전하다는 의미는 무기체계 개발 시 규격화된 SW기술자료에서 원시파일과 실행파일이 SW기술문서에 작성된 것과 동일하다는 의미이다. SW기술자료는 크게 컴퓨터 파일과 SW기술문서로 구성되는데, 무기체계 개발 시 규격화되어 KDSIS

에 등록된다. 따라서 KDSIS에 등록된 SW기술자료를 기준으로 컴퓨터 파일이 SW기술문서에 작성된 것과 동일한 지 무결성을 확인하는 것이 컴퓨터 파일의 완전성 점검이다.

점검하는 방법은 SPS에 기재된 파일명, 생성일자, 책섬 등의 컴퓨터 파일 정보와 실제 KDSIS에 등록된 실행파일, 프로젝트파일, 원시파일의 파일명, 크기, 수정일을 각각 비교하며 컴퓨터 파일의 완전성을 점검한다. 실제 제품의 생산 시에는 실행파일만이 사용되어 실행파일의 완전성만을 확인하여도 되지만, 양산시 기술변경 또는 향후 SW 재활용을 위해 필요한 소스코드, 각종 라이브러리 등을 포함한 모든 컴퓨터파일의 완전성을 확인한다.

4.2 SW기술문서의 적합성 점검

SW기술문서가 적합하다는 의미는 SW기술문서가 ‘국방규격·표준서의 서식 및 작성에 관한 지침’과 ‘무기체계 SW 개발 및 관리 매뉴얼’을 준수하여 적합하게 작성되었다는 의미이다. 규격화되는 SW기술문서는 개발계획서, 요구사항명세서, 설계기술서, 통합시험계획서, 통합시험결과서 등 다양하지만 제품에 탑재되는 SW의 정보, SW 탑재 및 수정 절차 등을 포함한 SW의 유지보수 및 재사용을 위한 정보가 기재된 SPS가 양산시 가장 많이 활용되므로, SW기술문서의 적합성 점검은 SPS를 중점적으로 점검한다. 규격화되는 SW기술문서는 그 누가 보아도 의미를 명확하게 전달하여 SW기술문서만으로 실제 SW를 이해해야하기 때문에 무기체계 SW기술문서를 작성하기 위한 지침과 매뉴얼에 적합하게 작성되어있는지 확인하는 것이 SW기술문서의 적합성 점검이다.

점검하는 방법은 KDSIS에 등록된 SW기술문서가 ‘국방규격·표준서의 서식 및 작성에 관한 지침’의 제6장 SW 기술자료 작성법과 ‘무기체계 SW 개발 및 관리 매뉴얼’의 기술문서 작성 가이드를 준수하였는지 확인한다.

4.3 SW기술자료와 그 외 국방규격의 연계 여부 점검

국방에서 규격(SPEC: Specification)이란 구매하는 데 적용될 재료·부품·결합체·장비 등 품목과 용역에 관한 기술적인 요구사항과 요구하는 필요조건에 대한 일지성 여부를 판단 결정하는 절차와 방법이 포함된 기준 또는 문서로서, 국방규격은 국방규격서, 설계도면, 품질보증요구서(QAR: Quality Assurance Requirement, 이하 QAR) 등을 포함한다.(표준화 업무지침, 2019) 앞서 컴퓨터 파일의 완전성과 SW기술문서의 적합성에서 SW기

술문서의 충분성 및 적합성을 점검했다면 본 단계에서는 SW기술자료와 국방규격서, 설계도면, QAR와 같은 국방규격 사이의 연계 여부를 점검함으로써 SW기술자료 전체에 대한 충분성 및 적합성을 점검한다. SW는 하드웨어 부품과는 달리 눈에 보이지 않기 때문에 국방규격서, 설계도면, QAR에 연계된 소프트웨어가 반드시 작성되어 하드웨어 부품과 함께 관리되어야 한다.

점검하는 방법은 ‘무기체계 소프트웨어 개발 및 관리 매뉴얼’에 따라 작성된 SPS에 연계되는 국방규격이 작성되었는지 확인한다. 그리고 ‘국방규격·표준서의 서식 및 작성에 관한 지침’에 따라 국방규격서와 설계도면, QAR에 각 국방규격에 연계되는 SW가 작성되어 있는지 확인한다. 국방규격서는 지침에 따라 1항 적용문서와 3항 필요조건, 4항 검사와 시험 및 품질보증에 SW 관련 항목이 작성되었는지 확인하며, QAR는 지침에 따라 1항 적용문서, 3항 확인규정, 탑재되는 소프트웨어 시험방법 및 절차를 확인한다. 도면은 SPS의 ‘디바이스 목록’에 기재된 목록이 그 해당하는 SPS와 소프트웨어 부품번호가 연계되어 있는지 점검한다.

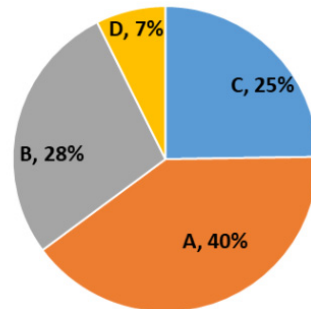
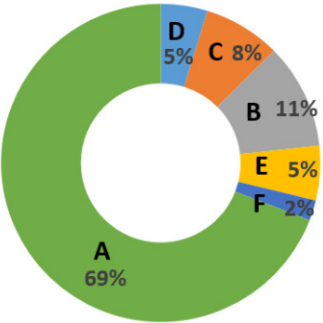
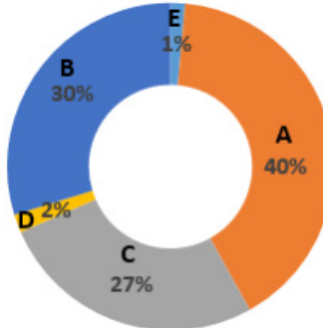
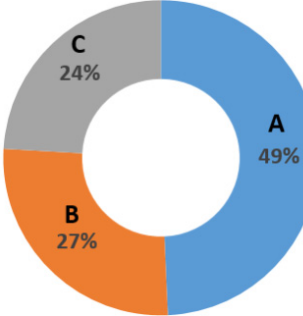
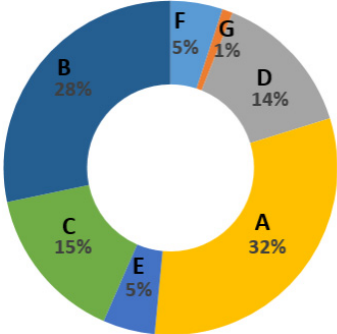


Fig. 3. The result of the SW quality assurance about initial product

Table 1. The result of the SW quality assurance about initial product

Checklist	Amount	Ratio
A. Error with SW technical documents	452	40
B. Insufficient connectivity with SW data and defense specification	313	28
C. Error with computer files	279	25
D. The others	83	7

Table 2. Detailed result : software assurance about initial product

<p>(1)</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Checklist for the SW technical document suitability</th> <th>Amount</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Non-compliance form</td> <td>321</td> </tr> <tr> <td>B. Omitted the checksum generator program and the used hash algorithm</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>C. Omitted the list of embedded SW classification system</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>D. Error with computer file's information (omitting checksum and so on)</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>E. Imperfect the process of software setup and edit</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>F. Imperfect the connectivity defense standards without SW technical data</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Checklist for the SW technical document suitability	Amount	A. Non-compliance form	321	B. Omitted the checksum generator program and the used hash algorithm	51	C. Omitted the list of embedded SW classification system	31	D. Error with computer file's information (omitting checksum and so on)	25	E. Imperfect the process of software setup and edit	21	F. Imperfect the connectivity defense standards without SW technical data	3		
Checklist for the SW technical document suitability	Amount																
A. Non-compliance form	321																
B. Omitted the checksum generator program and the used hash algorithm	51																
C. Omitted the list of embedded SW classification system	31																
D. Error with computer file's information (omitting checksum and so on)	25																
E. Imperfect the process of software setup and edit	21																
F. Imperfect the connectivity defense standards without SW technical data	3																
<p>(2)</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Checklist for computer files integrity</th> <th>Amount</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Discrepancy with computer file's information (checksum and so on)</td> <td>113</td> </tr> <tr> <td>B. Registered undescribed computer files in SPS</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>C. Omitted computer files in KDSIS</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>D. Omitted registering SW(FPGA) in Korean defense specification</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>E. Registered the edited source files after the date of file created</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Checklist for computer files integrity	Amount	A. Discrepancy with computer file's information (checksum and so on)	113	B. Registered undescribed computer files in SPS	83	C. Omitted computer files in KDSIS	74	D. Omitted registering SW(FPGA) in Korean defense specification	5	E. Registered the edited source files after the date of file created	4				
Checklist for computer files integrity	Amount																
A. Discrepancy with computer file's information (checksum and so on)	113																
B. Registered undescribed computer files in SPS	83																
C. Omitted computer files in KDSIS	74																
D. Omitted registering SW(FPGA) in Korean defense specification	5																
E. Registered the edited source files after the date of file created	4																
<p>(3)</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Checklist for insufficient connectivity with SW technical data and Korean defense specification</th> <th>Amount</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Insufficient connectivity with SW data and drawing</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>B. Insufficient connectivity with SW data and specification</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>C. Insufficient connectivity with SW data and QAR</td> <td>71</td> </tr> </tbody> </table>	Checklist for insufficient connectivity with SW technical data and Korean defense specification	Amount	A. Insufficient connectivity with SW data and drawing	150	B. Insufficient connectivity with SW data and specification	92	C. Insufficient connectivity with SW data and QAR	71								
Checklist for insufficient connectivity with SW technical data and Korean defense specification	Amount																
A. Insufficient connectivity with SW data and drawing	150																
B. Insufficient connectivity with SW data and specification	92																
C. Insufficient connectivity with SW data and QAR	71																
<p>(4)</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Checklist for the others in result(insufficient KDSIS)</th> <th>Amount</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Non-compliance file name form</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>B. Pressed execute files and source files both</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>C. Error in files</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>D. Encrypted computer files</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>E. Omitted SW technical documents</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>F. Omitted SW technical documents and computer files both</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>G. Encrypted QAR</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Checklist for the others in result(insufficient KDSIS)	Amount	A. Non-compliance file name form	28	B. Pressed execute files and source files both	22	C. Error in files	15	D. Encrypted computer files	9	E. Omitted SW technical documents	4	F. Omitted SW technical documents and computer files both	4	G. Encrypted QAR	1
Checklist for the others in result(insufficient KDSIS)	Amount																
A. Non-compliance file name form	28																
B. Pressed execute files and source files both	22																
C. Error in files	15																
D. Encrypted computer files	9																
E. Omitted SW technical documents	4																
F. Omitted SW technical documents and computer files both	4																
G. Encrypted QAR	1																

5. 프로세스 수행 결과 분석

2016년부터 2020년까지 총 21개 사업에 무기체계 최초양산품 SW 품질보증 프로세스에 따라 컴퓨터 파일의 완전성 점검, SW기술문서의 적합성 점검, SW기술자료와 그 외 국방규격과 연계 미흡 점검, 기타 네 항목으로 나누어 검출되는 오류의 개수 및 그 비율을 확인하였다. 그 결과 각 점검항목별 오류 개수와 전체 오류대비 비율을 도표와 표로 나타낸 것이 Fig. 3과 Table 1이며 총 1,127건의 오류가 발견되었다. 이 결과에서 각 점검항목별 빈도수가 가장 높은 세부항목 상위 5개 이하를 골라 대표 오류 세부 항목으로 선택하였다. SW기술문서의 적합성 점검 중 표준양식 미준수는 모든 세부 항목을 포함하는 내용이나, 오류 세부 항목으로 구분되지 않은 기타 표준양식을 준수하지 않은 항목에 대한 항목이다. 기타 세부항목은 SW기술자료의 충분성 및 적합성에는 구분되지 않는 KDSIS에 등록이 미흡한 경우이다. 개발 완료된 최종 SW기술자료를 KDSIS에서 관리하고 있기 때문에 적합한 SW기술자료가 등록되어있는 것이 중요하다. 그래서 KDSIS에 SW기술자료 등록이 미흡한 경우를 크게 유의미한 사항으로 구분하여 그 결과를 확인하였다. 컴퓨터 파일의 완전성과 SW기술자료의 적합성은 컴퓨터 파일이 KDSIS에 등록된 것과 SPS에 기술된 것이 일치하지 않음에서 기인한 오류들이 대부분이었다(Table 2-(1)). 사실상 수많은 파일들의 정보를 정확하게 문서에 기술하는 것이 번거롭고 쉬운 일은 아니지만, 실제 무기체계에 탑재되는 SW인 KDSIS에 등록된 컴퓨터파일과 SPS에 기술된 것이 불일치 하다는 것은 큰 혼란을 야기할 뿐만 아니라 후속양산단계에서 큰 문제로 번질 가능성이 크기 때문에 컴퓨터 파일 정보를 문서에 정확하게 작성하는 것이 아주 중요하다. 그러나 점검 결과, 컴퓨터 파일이 수정된 이후에 SW기술문서를 수정하지 않아 실제 컴퓨터 파일과 SW기술 문서에 기재된 컴퓨터 파일 정보가 다른 경우가 많았고, 게다가 실행파일이 생성된 이후에 변경된 원시파일들이 SW기술문서에 그대로 남아 있는 등 컴퓨터 파일 정보를 작성하는 과정에서 일부 오기가 발생하거나 누락되는 경우가 대부분이었다. 즉, 대부분의 오류는 사용자의 과오에 따른 것으로 휴먼에러에 의한 오류가 컴퓨터 파일의 완전성을 저해하는 가장 큰 요소로 보여 진다. 앞서 검출된 휴먼에러에 의한 오류를 제거하기 위해 일부 작성기관에서는 컴퓨터 파일 정보를 자동으로 문서에 기입해주는 도구를 자체적으로 개발하여 기술문서를 작성하면서 발생할 수 있는 휴먼에러를

줄이기 위한 노력을 하고 있다. SW 기술문서의 적합성 및 충분성은 일부 오기 등을 제외하면 지침 및 매뉴얼을 준수하지 않은 경우가 대부분이었다(Table 2-(2)). 가장 잦은 오류 사항은 저장위치를 당시 작성자 기준의 컴퓨터 파일 저장위치로 작성하여 혼란을 야기하는 점이었는 데, 이는 최근 매뉴얼 개정에 반영되어 저장위치는 KDSIS에 등록되는 압축파일을 기준으로 상대주소로 작성하는 것으로 변경되었으므로 해당 오류는 앞으로 크게 줄어들 것으로 보여 진다(무기체계 소프트웨어 개발 및 관리 매뉴얼, 2020). 이밖에 대부분의 오류 항목은 표준 지침 양식을 준수하지 않은 것인데, 추후 꾸준히 검출되는 오류 항목을 토대로 지침에 따라 작성하지 못한 특별한 사유가 있는지 분석하면서 실제 작성하는 것과 지침의 지향점 사이의 모순을 식별하여 개정 소요에 반영할 계획이다. SW기술자료와 그 외 국방규격의 연계 여부 점검에서는 국방규격서, QAR, 도면 점검에서 대부분의 오류 항목이 내용 누락 건이었다(Table 2-(3)). 국방규격·표준서의 서식 및 작성에 관한 지침에 따라 규격서와 QAR를 작성하고 이를 점검하는데, 규격서와 QAR에 SW 관련 내용을 작성하여 SW와 국방규격을 연계하도록 하는 항목이 지침 내에 구체적으로 제시되지 않아서 다수의 오류를 초래했다고 보여 진다. 현재 지침 상에 국방규격서와 QAR, 도면과 SW기술문서와 연계 방법이 존재하나(국방규격·표준서의 서식 및 작성에 관한 지침, 2019), 국방규격서와 QAR는 지침의 내용만으로는 SW를 명확하게 식별하고 품질을 관리할 수 없기 때문에 일부 추가 항목 작성을 권고하고 이를 규정에 반영할 수 있도록 규정 개정을 추진 중에 있다. 도면 점검에서는 대부분이 작성자 부주의에 따른 오기, 도면에 탑재된 소프트웨어 작성 누락 등 연계가 미흡한 항목이 많았다. 예를 들어 파일명이 abc-ver1.0.exe처럼 버전정보가 기입되어 있는 경우인데, 이런 경우는 보통 개발 시 최종 버전이 바뀌면 형상관리를 하면서 파일명에 기재된 버전을 함께 수정하여 저장하기 때문에 컴퓨터파일만 변경 되었음에도 불구하고 기술변경 시 변경된 파일명으로 도면까지 수정해야하는 번거로움이 발생한다. 이밖에 도면에 컴퓨터 파일명이나 연계된 문서명, SW 부품번호의 일부 사소한 오기가 도면과 연계가 미흡한 항목의 대부분의 오류를 야기하는 원인이었기 때문에 SW기술문서 작성 시 도면과 연계되는 것을 유념하여 작성할 필요가 있다. 끝으로 기타항목으로는 KDSIS에 등록이 미흡한 경우이다. 개발이 완료되고, 기술변경이 완료되는 등 형상이 KDSIS에서 관리되고 있기 때문에 정확한 SW기술자료

가 KDSIS에 등재되는 것은 매우 중요하다. 그러나 앞선 결과(Table 2-(4))와 같이 자료명이 지침을 준수하지 않고 있거나 심지어 자료에 암호가 걸려있는 사례가 있었다. 이는 SW PCA로 SW기술자료에 대한 문제점이 식별되었다 하더라도 규격화 이후에 KDSIS에 최종 등재되는 내용까지 확인 및 관리되지 못하기 때문에 KDSIS에 SW기술자료 모두가 등록된 이후 단계에서 SW 규격자료 미흡에 따른 문제들이 발생할 수 있는 것이다. 따라서 개발단계 이후, 규격화 단계를 거쳐 KDSIS에 등재되는 SW기술자료에 대한 최종적인 점검으로 최초양산단계 진입 시 SW 품질보증 프로세스는 반드시 수행되어야 한다.

국방기술품질원에서는 2020년부터 최초양산 되는 전 사업에 무기체계 최초양산품 SW 품질보증 프로세스를 적용하여 최초양산품 SW 품질보증을 수행하고 있다. 본 활동을 최대한 빠른 시점에 수행해야 최초양산단계 이후 양산단계에서 발생할 수 있는 SW 문제 제거가 가능하기 때문에 가능한 빠른 시점에 최초양산품 SW 품질보증을 수행하는 것이 중요하다. 다만, 프로세스 수행 결과에서 볼 수 있듯이 대부분의 오류는 작성자의 지침 미준수 혹은 오타이기 때문에 작성자의 주의가 그 무엇보다도 중요하다. SW PCA가 수행된 이후, SW PCA 결과가 반영되어 규격화가 되지만 규격화 이후 KDSIS에 등재되는 SW기술자료는 점검이 미비하여 SW기술문서와 컴퓨터 파일이 상이한 문제의 원인이 된다. 이는 SW PCA 강화를 통해 컴퓨터파일의 완전성을 확보할 수 있을 것이다. 아무리 작은 오타라도 무기체계 SW 형상관리 프로세스에 따라 KDSIS에 등재된 SW 기술자료를 수정하려면 기술변경이 필요하기 때문에 작성기관에서는 KDSIS에 등록하는 형상관리에 각별히 주의해야 하며, 국방기술품질원에서는 다수의 작성기관이 놓치는 부분을 식별하여 규정 개정 소요 추진과 선제적인 무기체계 SW 품질 확보를 위한 지속적인 SW 품질향상 연구가 필요하다.

6. 결론

본 논문에서는 무기체계 최초양산품 SW 품질보증 프로세스를 확립하여 양산단계에서 발생하는 SW 문제점들을 사전에 식별하고 제거할 수 있음을 보였다. 또한, 실제 사업에 적용하여 무기체계 최초양산 단계에서 SW 품질을 선제적으로 확보하는 것의 필요성과 중요성을 보였다. 이는 후속양산 기술변경 감소에 따른 비용절감 및 적기 전력화에도 기여할 수 있다. 국방기술품질원은 최초양산

품질관리 전담T/F를 운영하여 군수품 품질을 조기에 확보하고 후속양산 시 발생할 수 있는 실패비용을 사전에 제거하여 연구개발단계 품질관리 체계화와 양산단계 품질관리 효율화를 목표로 하고 있다[5]. 최초양산 품질관리 시 논문에서 제안하는 프로세스를 적용하여 최초양산품 SW 품질 향상에 크게 기여할 수 있을 것이다.

References

- [1] W. J. Oh, "Smart troop management plan applying 4th industrial revolution technology", Defense Technology, Korea, pp.80-91.
- [2] K. M. Choi et al, "The method of enhance software reliability to improve weapon system quality", Defense Technology, Korea, pp.82-89.
- [3] K. Y. Kwon et al, "A plan to secure the quality of the weapon system embedded software source code by improving the reliability test process", Defense Technology, Korea, pp.76-85.
- [4] Heimann, D. "IEEE Standard 730-2014 Software Quality Assurance Processes." IEEE Computer Society, New York, NY, USA, IEEE Std 730 (2014): 2014. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2014.6835311>
- [5] B. K. Jang et al, "A new paradigm in quality management about war support, The master plan for war support quality management in '19-'23", Defense Technology, Korea, pp.30-41.

류 지 선(Jiseon Yu)

[정회원]



- 2018년 8월 : 고려대학교 정보보호대학원 정보보호학과 (정보보호학석사)
- 2018년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

무기체계 소프트웨어, 소프트웨어품질

송 치 훈(Chi-Hoon Song)

[정회원]



- 2002년 2월 : 창원대학교 전기공학 학과 (전기공학석사)
- 2002년 2월 ~ 2006년 10월 : 한국항공우주산업(주) T-50/KHP 비행제어팀 연구원
- 2006년 11월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 선임연구원

<관심분야>

국방, 전기전자, 소프트웨어, 품질

오 진 우(Jinwoo Oh)

[정회원]



- 2018년 2월 : 경상대학교 정보과 학과(정보과학석사)
- 2014년 1월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 선임연구원

<관심분야>

무기체계 소프트웨어, 소프트웨어공학

권 순 모(Soonmo Kwon)

[정회원]



- 2001년 2월 : 고려대학교 일반대학원 전파공학과 (전파공학석사)
- 20003년 6월 ~ 2009년 7월 : 삼성전자 책임연구원
- 2010년 12월 ~ 2015년 1월 : SK 이노베이션(SCE) 과장
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 선임연구원

<관심분야>

정보경영, 정보통신

박 병 훈(Byeonghoon Park)

[정회원]



- 2019년 2월 : 경상대학교 컴퓨터 과학과 (정보시스템석사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 선임연구원

<관심분야>

소프트웨어공학, 품질, 테스트