

소프트웨어 품질검증체계의 양산단계 소프트웨어 기술변경 적용 확대에 따른 품질관리 강화 방안 연구

오진우*, 김종규, 윤재형, 박정호, 박만춘
국방기술품질원

Research on Measures to Strengthen Quality Management According to the Expansion of Application of Software Engineering Change in the Mass Production Stage of the Software Quality Verification System

Jin-Woo Oh*, Jong-Kyu Kim, Jae-Hyeong Yun, Jung-Ho Park, Man-Chun Park
Defense Agency for Technology and Quality

요약 무기체계 개발단계에서 식별하지 못한 소프트웨어 제품에 상존하는 결함으로 인하여 양산 및 운용 이후 소요군에 납품된 무기체계에서 지속적인 결함이 발생되고 있고, 그에 따른 기술변경으로 전력화에 공백이 발생되고 있다. 이런 문제를 최소화하기 위하여 국방기술품질원(이하 기품원)에서는 양산/운용 이후 발생하는 소프트웨어 결함 데이터베이스를 구축하고, 유사체계 개발단계 시 환류함으로써 결함을 최소화하는 소프트웨어 품질검증체계를 구축하였다. 하지만 개발단계 뿐만 아니라 양산 이후 발생하는 기술변경 시 지속적으로 발생되고 있는 소프트웨어 유사 결함을 면밀하게 검토하지 못함으로써 변경된 부분에 대하여 2차 기술변경이 발생하는 사례가 발생되고 있다. 따라서 본 논문에서는 반복적으로 발생하는 소프트웨어 기술변경을 예방하기 위해서 이전 연구에서 구축한 소프트웨어 품질검증체계를 양산단계 기술변경에 적용하는 방안을 제시한다. 본 연구를 통해 반복되는 운용상의 결함을 예방함으로써 소요군의 전력화 공백과 군인들의 피해를 최소화 하는데에 기여할 것으로 기대한다.

Abstract Engineering changes continue after mass production because of software defects in the weapon system development stage. In addition, the secondary technology change occurs in the changed part because this defect is not examined carefully. This paper proposes a method to apply the software quality verification system established in previous studies to engineering change in the mass production stage and prevent repetitive software engineering changes. The software quality verification system developed a checklist for quality control in the development stage based on the database of software defects in the mass production stage and includes performing source code structure analysis for core modules. Preventing repeated operational defects through this study will help minimize the gap in the formation of required forces and the damage to soldiers.

Keywords : Software Quality, Defect DB, Software Engineering Change, Source Code Structural Analysis

*Corresponding Author : Jin-Woo Oh(Defense Agency for Technology and Quality)

email: jwoh@dtaq.re.kr

Received May 18, 2023

Accepted July 7, 2023

Revised June 5, 2023

Published July 31, 2023

1. 서론

무기체계는 소요군의 소요제기로 시작되어 개발 가능성을 탐색하기 위한 선행연구와 탐색개발을 거치게 되고, 그 결과를 바탕으로 체계개발을 수행하게 된다. 체계 개발된 무기체계는 합참의 시험평가를 통해 최종적으로 전투용 적합 판정을 받게되고, 규격화 단계를 거쳐서 소요군에 최종 납품되어 운용된다[1].

체계개발 단계에서 무기체계에 탑재되는 소프트웨어의 경우에는 소프트웨어 요구사항 분석, 구조설계 및 상세설계, 구현과 소프트웨어 통합 및 시험, 체계통합 및 시험을 거치며 소프트웨어 개발지원기관의 기술지원 하에 개발 프로세스 적인 점검과 산출물 검토를 통해 개발되게 된다. 하지만 체계개발단계에서 소프트웨어 기술지원기관들이 CMMI(Capability Maturity Model Integration) 기반의 체계적인 소프트웨어 프로세스 점검을 수행한다고 하더라도, 양산된 무기체계가 소요군이 실제적으로 운용되는 환경을 모두 반영하지 못하거나, 운용자의 동작 미흡에 대한 대비책이 소스코드 상에 마련되어 있지 못한 상황이 존재함에 따라 지속적인 운용상의 문제가 발생되고 있는 상황이다.

이렇게 지속적으로 발생되고 있는 소프트웨어 결함에 대해서 현실태를 분석하고 개선하기 위한 형상통제 절차에 따른 기술변경이 늘어나고 있으며, 기품원에서는 방위사업청 훈령인 '표준화 업무규정'에 따라 II급 기술변경을 주관하여 수행하고 있다[2].

기품원에서는 양산단계에서 지속적으로 발생되고 있는 결함을 사전에 해소하기 위해서 2020년부터 방위사업청 훈령 '방위사업 품질관리규정'에 따라서 개발단계 품질관리 기술지원을 수행하고 있지만, 본격적으로 참여한 기간이 짧기 때문에 기품원에서 개발단계 품질관리 기술지원한 체계가 규격화되어 소요군 운용된 사례가 아직 많지 않은 상황이다. 또한 각 기술지원기관에서도 개발단계별 프로세스 및 산출물 검토를 진행하고 있지만 아래 Fig. 1과 같이 기술변경 사례는 꾸준히 증가하고 있는 상황이다. 따라서 예기치 못한 소요군 운용중의 결함으로 인한 기술변경 기간동안 소요군의 전력화 공백은 피할 수 없으며, 결함원인 분석 및 개선과 확인 절차 등으로 인하여 업무과중이 발생되고 있다.

이렇게 과중되게 업무가 발생하는 상황속에서 이미 운용중에 문제가 발생되어 해결하기 위한 기술변경을 수행하였더라도, 충분한 구현관점의 영향성이나 소프트웨어 소스코드 관점에서 추가되는 함수에 대한 예외처리 미흡

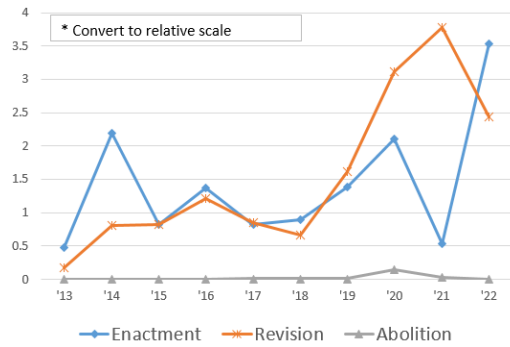


Fig. 1. Status of technical data enactment/revision/abolition at KDSIS in 2013~2022

으로 추가 기술변경이 발생하는 사례 역시 늘어나고 있다. 이런 소프트웨어 관련 2차 기술변경의 경우에는 사전 기술변경 시 과거 사례를 참조하고, 소스코드 관점에서 면밀하게 검토한다면 어느정도 예방할 수 있는 부분이라고 볼 수 있다.

따라서 지속적으로 발생되고 있는 소프트웨어 관련 기술변경을 양산 검토단계에서 면밀하게 검토하여, 변경된 부분에 대하여 2차 기술변경이 발생하는 사례를 최소화하기 위해서 본 논문에서는 이전 연구에서 제안한 소프트웨어 품질검증체계를 양산단계 기술변경 시 적용하는 방안을 제시한다. 이미 기품원 품질기획팀 국방SW파트에서 양산 이후 운용유지 단계에서 발생되고 있는 소프트웨어 결함들을 분석하여 현실태, 원인, 개선안을 데이터베이스(이하 DB)화 하였고, 이를 바탕으로 품질관리에 환류하는 소프트웨어 품질검증체계를 제안한바 있다[3]. 따라서 본 논문에서는 소프트웨어 품질검증체계에 포함되어 있는 결함DB와 소스코드 구조분석 방법을 양산단계 기술변경 검토 시 적용함으로써 2차적으로 발생할 수 있는 예기치 못한 결함을 사전에 예방하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 형상관리

형상관리는 방위사업청 훈령 표준화 업무규정에 따라 품목의 기능적 또는 물리적 특성을 식별하고 통제함으로써 형상관리 품목의 전체 수명주기 동안 경제적인 운영을 목적으로 하고 있으며, 형상식별 및 문서화, 형상통제, 형상확인, 형상자료 유지로 구성된다[2].

형상통제는 형상과 형상식별서의 변경을 통제하는 활동으로 결함사항의 시정, 운용상 또는 군수지원상 요구

담고 있으며, 해당 항목들을 무기체계 개발단계 품질관리 시 확인함으로써 추후 양산 이후에 발생할 수 있는 잠재적인 결함을 조기에 예방하는 것을 목적으로 한다[3].

본 소프트웨어 품질개선 체크리스트는 소프트웨어 결함 DB 중 유사한 사례들을 묶어서 총 123개 항목으로 식별하였다. 각 항목들을 총 11개의 범주로 구분하였으며, 세부적인 내용은 아래 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of Software Quality Improvement Checklist

No.	Item	Keyword	Count
1	Input	User Input, Touch Input, Electrical Signal Input	7
2	Output	Screen Output, Printer, Electrical Signal Output	3
3	Communication	Communication module, Message, Frame, Buffer, Send, Reception	10
4	data	Map update, Data settings, Variable initialization, Typo	12
5	Failure	Failure condition, Power on, Boot, Equipment recognition	15
6	Control	Engine, Sight, Machine gun, Motor, Handler, Interrupt	13
7	logic	Status information, Mode, Login, Authority, Pop-up, Debugging	17
8	Linkage	Behavior between modules, Remote, Thread, Interlocking control document	11
9	user	Requirements, Security Educational materials, Screen theme	18
10	HardWare	Hardware module change, Change resolution, Introduction of domestic products	4
11	standardization	KDSIS, SPS, Missing computer files, Checksum	13
Total			123

3. 양산단계 기술변경 적용

본 논문에서는 앞선 연구에서 정립한 소프트웨어 품질 검증체계를 양산단계 기술변경 검토 시 적용함으로써, 현재 반복적으로 발생하는 동일 부분에 대한 소프트웨어 기술변경을 사전에 예방하고, 소요군의 전력공백을 최소화 하기위한 방안을 제안한다.

3.1 적용 대상

본 논문에서 제시하는 소프트웨어 품질검증체계를 양산단계에 적용하기 위해서 국방SW파트에서 기술지원하는 양산단계 소프트웨어 기술변경자료 중 기동화력분야 운용컴퓨터 자료검토 시, 소프트웨어 결함 DB에서 식별된 품질관리요소를 집중적으로 검토하였다. 또한 해당 체계의 기술검토 시 소스코드 구조분석을 함께 적용함으로써 기술변경으로 수정되는 소스코드의 타당성을 확인하고, 반복적으로 발생할 수 있는 기술변경을 조기에 예방하고자 한다.

3.2 소프트웨어 품질검증체계 적용 결과

해당 장비의 기술변경 내용 중, 과거 기술변경 시 소스코드 간략화 및 최적화를 위해서 전체적인 분기문을 변경처리 하였는데, 금번 기술변경을 위한 소프트웨어 신뢰성시험 수행 시, 일부 과거 변경된 소스코드에서 결함이 식별된 사례가 발생되었다. 따라서 금번 기술변경 시, 과거 소스코드 간략화 및 최적화를 위해 변경하였던 분기문을 다시 수정하는 기술변경을 체계업체에서 작성하여 제시하였으며, 국방SW파트에서는 소프트웨어 품질 검증체계 기반으로 소스코드 구조분석 및 소프트웨어 신뢰성시험 도구 결함리포트를 분석하여 개선요구안을 제시하였다. 총 검토의견은 12건이며, 세부적인 검토의견 내용은 아래 Table 2와 같다. 검토의견 분류는 총 4개로 내용 불명확, 내용 부적합, 내용 누락, 오키로 식별하였으며, 소프트웨어 결함 DB와의 매핑은 국방SW파트에서 총 123개 항목으로 자체적으로 작성한 소프트웨어 품질 개선 체크리스트 식별자로 연결하였다.

해당 장비 기술변경 의견 중 가장 많이 도출된 항목은 '내용 불명확'으로 총 7건이 식별되었다. 소프트웨어 품질개선 체크리스트를 바탕으로 검토하였으며, 그 중에서 'L-81' 항목인 '로직' 구분의 '기술변경이나 소프트웨어 신뢰성 시험 이후 코드가 수정되었다면, 그 변경된 부분의 데이터를 읽어보는 함수도 수정 이후 정상적으로 동작하는지 확인 필요' 내용을 바탕으로 집중 검토를 수행하였고, 총 2건의 검토의견을 도출할 수 있었다.

해당 장비의 기술변경 내용 중, 과거 기술변경 시 소스코드 간략화 및 최적화를 위해서 적용한 분기문 변경 내용이 타 소스코드 변경 시 예기치 못하게 영향을 받아서 금번 기술변경을 위한 소프트웨어 신뢰성 시험 시 결함으로 도출되었다고 볼 수 있다.

Table 2. Operating Computer Software Engineering Change Data Review Result based on Software Defect DB

Classification	Details	SW Defect DB Matching	Count
Contents Unclear	File Information Unclear	L-13	5
	Insufficient Analysis of Software Reliability Test Defects	L-81	1
	Software Reliability Test Rule Set are not Presented		1
Typing Error	Typing Error in Technical Document .ETC	L-41	3
Mission Contents	Engineering Changes are Not Reflected in the Document	-	1
Inappropriate Contents	File Information Mismatch	L-105	1

따라서 해당 변경내용에 대해서 핵심모듈로 선정하고 소스코드 구조분석을 수행하여 검토결과를 제시하였다. 해당 부분에서 발생한 소프트웨어 신뢰성 시험 결함은 방위사업청 ‘무기체계 소프트웨어 개발 및 관리 매뉴얼’ 부록 6. 무기체계 소프트웨어 코딩규칙(SCR-G)의 연산자 규칙 ‘나’ 나누는 값이 변수일 경우 0인지를 반드시 확인하여야 한다’에 위배되는 사항이나, 개발업체에서는 단순히 3항 연산자를 IF-ELSE 문으로 변경하는 안을 제시하였기 때문에, 변수값을 확인하는 구문 추가 또는 해당 값이 0이 아님을 입증하는 증빙자료를 제출해야 한다는 의견을 제시하였다[6]. 그 외에 ‘L-13’ 항목은 ‘규격화’ 구분에서 방위사업청 국방표준중합정보시스템에 등재된 소스파일과 규격화된 소스파일의 일치성, 양산용 실행파일의 탑재 여부 및 실행용 파일의 재생산 가능성을 확인’하는 항목으로, 해당 내용을 바탕으로 검토하여 총 5건의 검토의견을 식별하였다.

‘오기’의 경우에는 소프트웨어 품질개선 체크리스트 중, 규격화 분류에서 ‘L-41’인 ‘소프트웨어 산출물명세서 (이하 SPS) 문서의 오기 수정’ 항목에 따라 검토하였으며, 파일명이 잘못 기입되어 있거나, 실제 파일정보가 관리되는 SPS의 완전성을 확보하기 위한 의견을 도출하였다.

‘내용 부적합’의 경우에는 ‘L-105’인 ‘SPS와 실제 파일정보가 일치하는지 확인’ 항목에 따라 검토하였으며, 실제 장비에 탑재되는 실행파일을 생성하기 위해 필요한 원시파일 정보와 SPS에 명시된 파일 정보가 일치하지 않

는 것을 확인하여 검토의견으로 제시하였다.

‘내용 누락’의 경우에는 별도의 체크리스트 매칭 없이, 자체 기술변경내용 검토를 통해 식별하였으며, 금번 기술변경으로 변경된 소스코드의 변경내용이 심의제안서에 누락되어 있는 경우를 식별하여 제시하였다.

앞선 연구에서 구축한 소프트웨어 품질검증체계를 양산단계 소프트웨어 기술변경 검토에 적용하게 된다면 연간 2건 이상 의뢰되고 있는 반복적인 기술변경 사례를 조기에 해소할 것으로 기대되며, 반복적으로 동일부분에서 발생될 수 있는 소프트웨어 결함을 조기에 예방하고, 단순하게 형식적인 검토만을 수행하는 것이 아닌 소스코드 관점에서 운용중 발생될 수 있는 예기치 못한 상황을 대비할 수 있는 검증 프로세스를 구축하는데 기여했다고 판단된다.

4. 결론

본 논문에서는 기품원 품질기획팀 국방SW파트에서 구축한 무기체계 개발단계 품질관리를 위한 소프트웨어 품질검증체계를 양산단계 소프트웨어 기술변경 검토에 적용함으로써, 반복적으로 동일부분에서 발생되고 있는 소프트웨어 결함을 사전에 예방하는 방안을 제시하였고, 실제 검토에 적용함으로써 향후 운용중에 발생될 수 있는 잠재적인 결함을 조기에 해소하는데 기여했다. 이전 연구에서는 소프트웨어 품질검증체계를 구축하여 무기체계 개발단계로 환류하거나, 최초양산품에 대한 자동 시험장비에 대해서 검증하는데에 활용되었지만, 금번 연구를 바탕으로 양산단계 소프트웨어 기술변경에도 소프트웨어 품질검증체계를 적용함으로써 소요군 운영 시 발생될 수 있는 예기치 못한 사태를 예방하고, 군 전력화 공백과 군 장병들의 피해를 최소화 할 수 있는 기반을 마련하였다고 볼 수 있다. 다만 현재로서는 개발단계 품질관리를 위한 체크리스트 구성이 되어 있으며, 체크리스트가 장비별로 구성된 것이 아닌 전체적인 집합으로 묶여있기 때문에, 특정 장비에 특화된 품질관리 요소를 식별하고 적용하는데에 많은 시간과 노력이 투입되고 있는 상황이다. 따라서 앞으로는 소프트웨어 결함 DB를 장비별로 면밀하게 분석하고 정제하여, 특정 무기체계 분야 또는 특정 체계별로 활용할 수 있는 소프트웨어 품질개선 체크리스트를 개발하여 양산단계 소프트웨어 기술변경 검토 시 적용함으로써 운용중 발생될 수 있는 결함을 조기에 개선하기위해 연구할 예정이다.

본 연구결과를 무기체계 개발단계와 양산단계에 적용함으로써 실질적인 소프트웨어 품질관리를 수행하고, 결함을 예방함으로써 소요군의 가동률을 향상시키는데에 기여할 수 있을 것이라고 기대한다.

References

- [1] Ministry of National Defense(MND), Defense Forces Development Work Directive, MND, Korea, 2021, Attached Table 3, pp.187~189
- [2] Defense Acquisition Program Administration(DAPA), Standardization Work Rule, DAPA, Korea, 2022, pp.7
- [3] G. H. Yoon, M. C. Park, J. C. Ju, W. Y. Eom, J. W. Oh, J. H. Yun, J. K. Kim, "Research on SW Verification System for Weapon System in Development Stages", *Journal of the Korea Academia- Industrial*, Vol.24, No.4, pp.394-400, April, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.4.394>
- [4] W. Y. Eom, J. W. Oh, J. H. Yun, J. K. Kim, "A Study of Efficient Feedback Method for Weapon Systems Software Defection", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.24, No.3, pp.159-165, Mar, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.3.159>
- [5] J. W. Oh, J. H. Yun, J. K. Kim, J. S. Yu, "Research on the Strengthen Quality Management in the Development Stage of the Analysis of the Causes of Software Engineering Change - Focused on Land Weapon System Source Code Through", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.23, No.7, pp.265-271, Jul, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.7.265>
- [6] Defense Acquisition Program Administration(DAPA), Weapon System Software Development and Management Manual, DAPA, Korea, 2022, pp.6, 8~9

오 진 우(Jin-Woo Oh)

[정회원]



- 2018년 2월 : 경상대학교 정보과학과 (정보과학석사)
- 2014년 1월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

무기체계 소프트웨어, 소프트웨어공학

김 종 규(Jong-Kyu Kim)

[정회원]



- 2019년 8월 : 동국대학교 정보통신공학과 (정보통신공학학사)
- 2019년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

국방, 무기체계 소프트웨어, 소프트웨어공학

윤 재 형(Jae-Hyeong Yun)

[정회원]



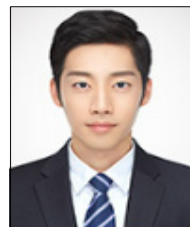
- 2017년 2월 : 건국대학교 전자공학부 (전자공학학사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

국방, 무기체계 소프트웨어, 소프트웨어 품질

박 정 호(Jung-Ho Park)

[정회원]



- 2017년 2월 : 금오공과대학교 산업공학부 (산업공학석사)
- 2019년 5월 ~ 2022년 6월 : 국방기술진흥연구소 연구원
- 2022년 7월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

국방, 무기체계 소프트웨어, 품질

박 만 춘(Man-Chun Park)

[정회원]



- 1993년 2월 : 충남대학교 전산학과 (학사)
- 2013년 2월 : 한성대학교 국방경 영학 (석사)
- 1993년 4월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 책임연구원

〈관심분야〉

무기체계 소프트웨어, 소프트웨어 품질관리, 테스트