

2020년도 무기체계 소프트웨어 형상통제 검토결과 분석

엄원용*, 윤경환
국방기술품질원

The Analysis of SW Configuration Control Review Results for Weapon Systems in 2020

Wonyong Eom*, Gyeonghwan Yoon
Defense Agency for Technology and Quality

요약 무기체계에서 소프트웨어의 중요성은 꾸준히 증가하고 있다. 체계개발단계에서 소프트웨어는 시험평가 과정 등을 거치며 관리되고 있지만 제한된 개발환경 때문에 규격화 이후에도 형상관리가 필요하다. 소프트웨어 비중의 증가에 따라 소프트웨어에 대한 형상통제가 꾸준히 증가하고 있다. 국방기술품질원(이하 기품원) 국방SW팀은 기품원 품질보증센터의 기술지원 요청이 있을 경우 소프트웨어 형상통제 내용의 타당성, 적합성 등에 대하여 기술지원을 수행하고 있다. 본 논문에서는 2020년 기동화력, 지휘정찰 무기체계에 대해 기품원 국방SW팀에서 수행한 기술지원 검토결과를 분석하였다. 820개의 검토의견 내용을 '내용 누락', '내용 부적합', '내용 불명확', '오기', '권고 사항', 그리고 '지침/양식 미준수' 6가지 종류로 구분하여 분석한 결과, '내용 불명확'이 전체 검토의견의 38%를 차지하여 가장 많이 발생하였고 '내용 누락'이 34%로 두 번째로 많은 비중을 차지하였다. 가장 많은 비중을 차지한 두 종류의 검토의견에 대해 추가적인 분석 결과 대부분 휴먼에러로 발생한 오류임을 확인하였다. 동일오류 재발방지를 위해 휴먼에러를 최소화 할 수 있는 시스템의 개선과, 작업자의 피로 경감 조치가 필요한 것으로 판단된다.

Abstract The importance of software in weapon systems is constantly increasing. In the system development stage, software is managed through a test and evaluation process. On the other hand, software configuration control is necessary even after standardization because of the limitations of the development environment. Software configuration control is increasing steadily as the proportion of software in weapon systems grows. The Defense Agency for Technology and Quality (DTaQ) Defense SW team provides technical support regarding the appropriateness and suitability of the software configuration control for the DTaQ quality management center. This paper reviews the technical report results conducted in 2020. For the analysis, 820 review comments were classified into six categories as "missing contents", "unclear contents", "typo", "inappropriate contents", "non compliance for instruction form", "recommendation". The main reason for the review comments was "unclear contents" at 38%, followed by "missing contents" at 34%. Additional analysis showed that most of the review comments were caused by human error. Therefore, system improvement for minimizing human error and reducing operator fatigue is needed to prevent a recurrence.

Keywords : Weapon System, Configuration Control, Software, Engineering Change, Review Results

*Corresponding Author : Wonyong Eom(Defense Agency for Technology and Quality)

email: ewony@dtaq.re.kr

Received June 25, 2021

Accepted October 1, 2021

Revised July 13, 2021

Published October 31, 2021

1. 서론

전장 환경의 변화로 현대 무기체계에서 소프트웨어가 차지하는 비중은 지속적으로 증가하고 있다[1]. 소프트웨어는 하드웨어와 달리 제품 생산 간 제작 오류가 적고, 시간이 지남에 따른 변형이 발생하지 않는다[2]. 따라서 적절한 개발관리가 이루어 졌다면 소프트웨어에 대한 형상통제 소요는 없을 것이다. 하지만 제한된 개발기간 및 예산으로 인하여, 모든 운용환경을 반영하지 못한 설계, 예기치 못한 운용자의 실수 등으로 인해 무기체계 양산단계 이후에도 형상통제가 수반된다[3]. 국방기술품질원(이하 기품원)과 연구개발주관기관에서는 운용유지단계의 문제점을 식별하여 형상통제를 수행하고 있으며 형상통제 건수는 Fig. 1과 같이 지속적으로 증가하고 있다[4]. Fig.1은 2013년부터 2020년까지의 소프트웨어 기술문서 개정건수를 나타내는 그래프로 가로축은 년도, 세로축은 년도 별 소프트웨어 기술문서 개정 건수를 나타낸다.

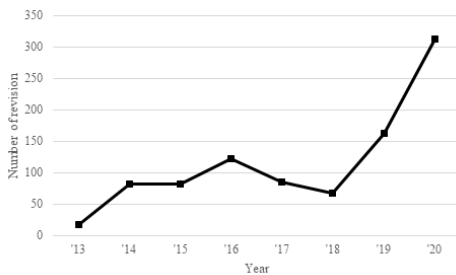


Fig. 1. Number of SW documents revision for each year

기품원의 국방SW팀은 형상통제 간 소프트웨어 형상통제 내용의 타당성, 적합성 및 누락 여부에 대하여 기품원 품질보증센터에 대한 기술지원을 수행하고 있다. 기술검토 시 '내용 누락', '내용 부적합', '내용 불명확', '오기', '권고 사항', 그리고 '지침/양식 미준수' 등 6가지로 사유를 구분하여 관리하고 있다.

형상통제 기술지원 결과 유사한 오류가 반복적으로 발생하고 있어 동일한 오류의 재발방지 및 기술지원 결과 환류를 위해 소프트웨어 형상통제 기술지원 결과에 대한 조사 및 분석이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 지휘정찰, 기동화력 무기 체계에 대한 2020년도 기술검토 결과를 분석한다.

2장에서는 무기체계 형상통제에 대하여 설명하고, 3장에서 기술검토 결과를 분석한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 무기체계 형상통제

2.1 형상통제

무기체계 형상통제는 체계의 규격서, 도면, 소프트웨어 기술문서 등을 작성한 이후 발생하는 물품형상과 특성에 대한 변경을 통제하는 업무를 말하며 개발단계와 양산단계로 구분할 수 있다[5]. 개발단계의 형상통제는 개발형상변경으로 칭한다. 양산단계의 형상통제는 기술변경, 규격완화, 면제로 분류한다. 형상통제의 수행 사유는 결함사항의 시정, 운용상 또는 군수지원상 요구를 충족하기 위한 변경, 순기비용의 효과적인 절감, 승인된 생산일정의 지연 방지, 최신품 기술 적용 및 성능개선, 규격적합성 검토 결과 이의사항 반영 등이 있다.

형상통제 중 기술변경은 기술자료 묶음을 수정하는 것을 의미한다. 형상통제 절차는 ①제안서 접수, ②제안서 타당성 검토, ③관련기관 검토, ④형상통제심의회 운영, ⑤형상통제 결과 통보, ⑥후속조치 순서로 이뤄진다[6].

2.2 소프트웨어 형상통제

기품원 국방SW팀은 품질보증센터에서 기술검토요청 시 연구개발주관기관에서 작성한 기술자료 및 결과물을 확인하는 절차를 수행하며, 무기체계 소프트웨어 개발 및 관리 매뉴얼 등을 기반으로 한다[7]. 제출문서 별 검토 중점사항은 다음과 같다. 심의제안서에 대한 검토 중점사항으로는 표준화업무지침의 작성 양식에 따른 작성 여부, 소프트웨어 기술변경의 사유 및 분석내용의 적절성, 제안서 제출자료 누락 여부 등을 확인한다. 세부항목 내역서에 대해서는 변경되는 국방규격 자료의 모든 변경내용 반영 여부, 각 변경사항에 대한 명확한 개정사유 제시 여부 등을 확인 한다. 소프트웨어 기술문서는 소프트웨어 기술 자료와 컴퓨터파일을 일컫는 용어로, 검토 중점사항은 심의제안서와 세부항목 내역서에 명시된 변경내용이 소프트웨어 기술문서에 반영 여부, 변경되는 컴퓨터파일의 세부정보와 소프트웨어 기술문서에 작성된 내용의 일치 여부, 다양한 소프트웨어 기술문서들 간 추적성 유지 여부를 확인한다. 컴퓨터파일에 대한 검토 시 심의제안서 및 세부항목 내역서에 작성된 변경내용과 실제 소스코드의 변경내용의 일치 여부, 소스코드 변경내용의 개정 사유의 적합 여부를 확인한다. 소프트웨어 신뢰성시험 결과에 대해서는 개발단계 시 평가기준에 따른 신뢰성 시험 수행 여부, 거짓정보 보고서 작성내용의 타당성, 시험결과의 소프트웨어통합시험결과서 반영 여부

등을 주로 확인한다. 마지막으로 국방표준종합정보시스템에 등재된 변경 전 소프트웨어 기술 자료와 연구개발 주관기관에서 관리하고 있는 소프트웨어 기술 자료의 일치여부, 관련 규정에 따른 규격자료 등재 여부 등을 확인한다.

2.3 소프트웨어 형상통제 기술검토 결과분류

서론에서 기술하였듯 기품원 국방SW팀은 내부적으로 기술검토 결과를 6 종류로 구분하여 관리한다. '내용 누락'은 소프트웨어가 변경되었으나 해당 내용이 제안서, 소프트웨어 기술문서 등에 반영되지 않았거나 각종 자료가 누락된 경우다. '내용 부적합'은 소스코드의 변경 사유, 소프트웨어 기술문서의 기술내용이 타당하지 않은 경우다. 연구개발주관기관에서 제시하는 자료, 내용 등이 불분명한 경우에는 '내용 불명확'으로 구분한다. '오기'는 문서 내 오타자 등을 의미하고 '지침/양식 미준수'는 관련 규정에서 제시하고 있는 양식 등을 충족하지 못한 경우를 의미한다. '권고사항'은 형상통제 자료가 규정 등을 만족하고 있으나 내용의 변경을 권유할 때를 의미한다.

3. 형상통제 기술지원 결과 분석

3.1 분석 대상

기품원은 무기체계를 기동화력, 지휘정찰, 유도탄약, 함정, 항공으로 분류하여 체계별 전문센터에서 품질보증 활동을 수행하고 있다. 이 중 함정, 항공은 다른 무기체계 대비 특수성이 크고 유도탄약은 기술지원 건수가 충분하지 않아 본 논문에서는 이를 제외한 기동화력, 지휘정찰 무기체계의 2020년도 소프트웨어 형상통제 기술검토 결과를 대상으로 분석을 수행하였다. 2020년도 무기체계별 소프트웨어 형상통제 지원건수와 검토건수는 Table 1과 같다. 기술지원 한 건당 평균 10.25개의 검토의견을 제시하였다.

Table 1. Number of Systems and Reviews for Land Weapon and C4ISR Systems

Systems	Land Weapon	C4ISR	Total
Number of Reviews	45	35	80
Number of Review Comments	504	316	820

기술검토 지원내용을 각 무기체계별로 구분하면 Fig. 2, 3과 같다. Fig. 2, 3의 가로축은 각 무기체계를 나타내며, 세로축은 해당 무기체계의 기술검토 건수를 나타낸다. 가로축의 마지막 항목인 ETC는 기술검토가 한 건인 무기체계들을 의미한다. 가로축의 무기체계의 구체적인 이름은 보안의 사유로 A, B, C 등으로 나타냈다.

Fig. 2는 기동화력 무기체계별 검토건수를 나타내고, Fig. 3은 지휘정찰 무기체계별 검토건수를 나타낸다. 기동화력 무기체계 별 기술지원 건수는 같이 가장 많이 지원한 건수가 10건이었다. 이후 8건, 5건 순이었으며 1건 지원한 체계는 6개였다. Fig. 3과 같이 지휘정찰 무기체계는 가장 많이 지원한 체계의 경우 5건의 기술지원을 수행하였다. 9개의 무기체계는 1건만 기술검토를 지원하였다. 기동화력 무기체계는 검토요청이 일부 체계에 편중되어 있는 것으로 나타났으며, 지휘정찰 무기체계는 비교적 다양한 무기체계가 검토요청이 있었던 것으로 볼 수 있다.

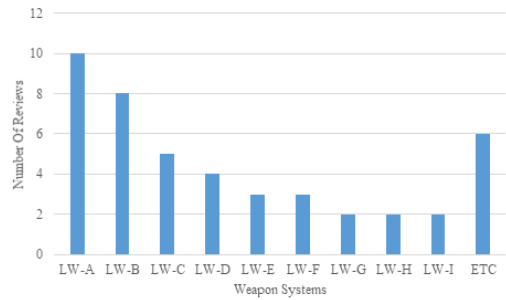


Fig. 2. Number of Reviews for Each Land Weapon Systems

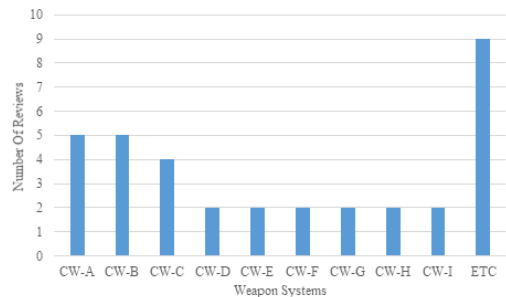


Fig. 3. Number of Reviews for Each C4ISR Systems

기동화력, 지휘정찰 무기체계에 대한 형상통제 검토내용을 2장에서 기술한 여섯 가지 종류로 분류하여 분석하였다. 추가로 각 무기체계별 검토내용도 분류 및 분석하

였다. 분류 및 분석을 위해서 마이크로소프트사의 엑셀을 이용하였다.

3.2 종합 결과

기품원 국방SW팀의 기술검토 결과분류에 따라 6종류로 검토의견의 원인을 분석하였다. Fig. 4와 같이 820건의 검토의견 중 '내용 불명확'이 38%의 비율로 가장 빈번히 발생하였다. 다음으로는 '내용 누락'이 34%로 많은 비중을 차지하였다. '오기'는 16%로 세 번째로 많은 검토의견 원인으로 나타났다. 이후 내용 부적합(7%), 지침/양식 미준수(3%), 권고사항(2%) 순이었다.

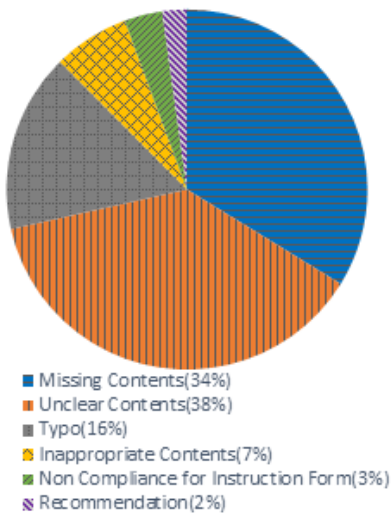


Fig. 4. The Reason of the Review Comments

3.3 세부 결과

기동화력 무기체계 별 검토의견 원인을 분석하면 Table 2와 같다. 세로축은 각각의 무기체계를 의미하며, 가로축은 검토의견의 원인을 의미한다. MC는 '내용 누락', UC는 '내용 불명확', TY는 '오기', IC는 '내용 부적합', NC는 '지침/양식 미준수', RC는 '권고사항'을 뜻한다. LW-A체계가 113건의 검토의견이 제시되었으며 뒤로 LW-B 체계가 73건, LW-C 체계가 70건 순이었다. 검토 건별로는 평균 11.2건의 검토의견이 도출되었다.

기동화력 무기체계의 504건의 검토의견을 원인별로 분류하면 Fig. 5와 같다. '내용 불명확'이 226건으로 가장 많은 비중을 차지하였다. 이후로 '내용 누락' 152건, '오기' 78건, '내용 부적합' 24건, '지침/양식 미준수' 14건, '권고사항' 10건 순으로 나타났다. '내용 불명확' 항목은 실제 변경되는 내용과 문서상의 내용이 상이한 경

우가 가장 많은 의견으로 도출되었다. 특히 소프트웨어 기술문서와 심의제안서 간의 내용 또는 소프트웨어 기술 문서와 컴퓨터 파일간의 연계성이 불일치하는 항목이 가장 많았다. 해당 내용은 심의제안서 작성 시 휴먼에러로 발생하는 사항으로 판단되며, 국방규격화 자료의 기술변경 추적성 관리를 위해 지속적인 변경내용에 대한 검토가 요구된다.

Table 2. Number of Systems and Reviews Comments for Land Weapon Systems

	MC	UC	TY	IC	NC	RC
LW-A	33	54	18	1	5	2
LW-B	14	30	13	9	2	2
LW-C	21	22	7	6	1	1
LW-D	22	43	7	0	0	1
LW-E	17	14	10	3	1	0
LW-F	20	19	4	4	0	1
LW-G	4	10	7	0	1	1
LW-H	1	3	1	0	2	0
LW-I	4	6	2	0	0	0
ETC	16	25	9	1	2	2

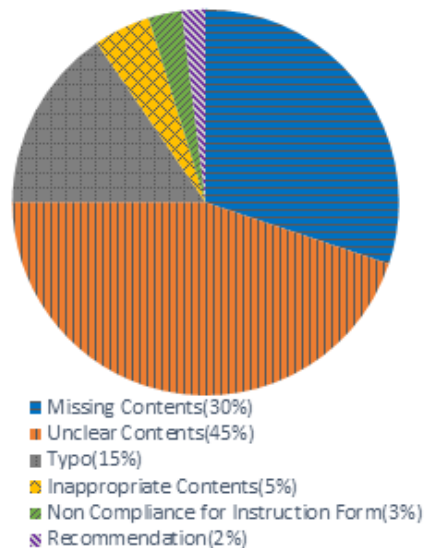


Fig. 5. The Reason of the Review Comments for Land Weapon Systems

지휘정찰 무기체계 별 검토의견 원인은 Table 3과 같다. 세로축은 지휘정찰 분야의 각 무기체계를 나타내며 가로축은 Table 3과 같다. CW-I체계가 59건으로 가장 많은 검토의견이 도출되었으며, 이후 CW-C 42건,

CW-H 41건, CW-A 34건, CW-B 32건, CW-G 29건 등의 순으로 나타났다. 검토 건별로는 평균 9.03건의 검토의견이 도출되었다.

Table 3. Number of Systems and Reviews Comments for C4ISR Systems

	MC	UC	TY	IC	NC	RC
CW-A	5	9	12	0	3	1
CW-B	7	12	7	3	1	0
CW-C	13	14	5	1	1	2
CW-D	7	0	0	0	2	0
CW-E	2	1	4	0	0	2
CW-F	8	2	1	1	0	0
CW-G	7	8	6	3	2	0
CW-H	17	4	3	12	1	2
CW-I	27	15	8	5	1	0
ETC	32	18	8	7	3	1

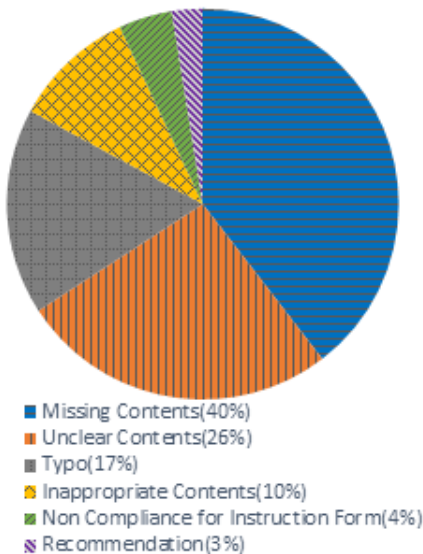


Fig. 6. The Reason of the Review Comments for C4ISR Systems

지휘정찰 무기체계의 검토의견 316건을 원인별로 나타내면 Fig. 6과 같다. ‘내용 누락’이 125건으로 가장 많았고 이후로 ‘내용 불명확’ 83건, ‘오기’ 54건, ‘내용 부적합’ 32건, ‘지침/양식 미준수’ 14건, ‘권고 사항’ 8건 순으로 검토의견이 도출되었다. ‘내용 누락’ 항목의 의견 분석 결과 실제로 변경된 소스파일의 변경 내용 또는 변경파일이 심의제안서 또는 세부항목내역서 상에 누락된 경우가 가장 많이 발생하였다. 다수의 소스코드 라인이

변경되는 파일의 경우 심의제안서 또는 세부항목내역서의 변경 전/후 내용과 변경사유를 누락하는 경우가 빈번히 발생되었으며 이는 휴먼에러에 따른 것으로 판단된다. 동일한 오류의 재발 방지를 위해서는 우선적으로 작성자의 부담 경감이 필요할 것이다. 추가로 소스파일의 변경되는 부분에 주석으로 변경사유 및 내용을 상세히 작성하여 소스파일 자체에 변경사유를 남기고, 심의제안서 및 세부항목내역서 상에서도 확인할 수 있도록 하여 지속적인 검토가 수반되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결론

무기체계 개발 시 전력화 공백 방지를 위해 제한된 개발기간 및 예산으로 인하여 모든 운용환경을 고려하지 못한 설계, 예기치 못한 운용자의 실수 등으로 인한 무기체계 양산 이후 운용단계에서 다양한 문제점이 발생할 수 있다. 이에 따른 형상관리 역시 수반되며 형상통제 발생 건수가 지속적으로 증가하고 있다.

기품원 국방SW팀에서는 지속적으로 증가하는 형상통제에 대해 전력화 공백을 최소화 하고, 규격화 자료의 완전성 및 변경내용 추적성 관리 등을 위한 소프트웨어 기술지원을 수행하고 있다. 본 논문에서는 2020년 기품원 국방SW팀에서 수행한 기동화력, 지휘정찰 무기체계 형상통제 기술검토 결과를 분석하였다. 검토의견 820건을 6가지 종류로 구분하여 분석한 결과 ‘내용 불명확’이 38%의 비율로 가장 빈번히 발생하였다. 다음으로 ‘내용 누락’이 34%로 많이 발생하였다.

세부원인을 분석해본 결과 대부분 휴먼에러에 기인한 것으로 판단되었다. 동일한 오류를 방지하기 위해 휴먼에러를 방지할 수 있는 시스템적인 보완과 작성자의 부담경감이 필요한 것으로 판단된다.

References

- [1] Y. Jeong, "A Study about Development Methodology for Ensure the Software Security of Weapon System", Korea Software Congress, Korea Information Science Society, Korea, pp. 77-79, 2018. 6.
- [2] J. Yu, "The Process of Software Quality Assurance About Initial Product in Weapon System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 1, pp. 285-293, 2021, <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.1.285>

- [3] B. H. Park, "Process Improvement for Quality Increase of Weapon System Software Based on ISO/IEC/IEEE 29119 Test Method", Journal of The Korea Society of Computer and Information Vol. 23 No. 12, pp.115-122, 2018, <https://doi.org/10.9708/jksci.2018.23.12.115>
- [4] J. W. Oh, "Research on DB Construction and Utilization Measure to Analyze the Cause of Weapon System Software Engineering Change and Derive Improvement Plan", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 4, pp.331-337, 2021, <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.4.331>
- [5] C. H.. Song, "The Verification Method for Missing Software Standardization in Weapon System - Focused on Firmware", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 3 pp. 310-315, 2021, <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.3.310>
- [6] H. W. Jung, "A Study on the Development plan of Configuration Control for Military Product", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 6 pp. 70-77, 2020, <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.6.70>
- [7] Defense Acquisition Program Administration(DAPA), Regulations for Supporting the Development of Weapon System Software, Regulation, DAPA, Korea, 2020, pp.12

윤 경 환(Gyeonghwan Yoon)

[정회원]



- 2013년 2월 : 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부(학사)
- 2013년 1월 ~ 2016년 8월 : 현대오트론 연구원
- 2018년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

무기체계 소프트웨어, 소프트웨어 품질관리, 테스트

엄 원 용(Wonyong Eom)

[정회원]



- 2009년 2월 : 충북대학교 전자공학전공
- 2011년 2월 : 한국과학기술연구원 전기및전자공학(공학석사)
- 2012년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

무기체계 소프트웨어, 무기체계 품질관리