



Received: 2023/04/17
Revised: 2023/04/30
Accepted: 2023/05/31
Published: 2023/06/30

***Corresponding Author:**

Jinhwan Koh

Dept. of Electronic Engineering,
Gyeongsang National University
Jinjudaero 501, Jinju-si, Gyeongsangnam-do,
52828, Republic of Korea
Tel: +82-55-772-1726
E-mail: jikoh@gnu.ac.kr

군용항공기 탑재 소프트웨어의 안전필수기능경로분석(SCFTA) 모델 개발

Development of Safety Critical Function Thread Analysis(SCFTA) Model for Military Aircraft Software

Abstract

군용항공기에 탑재되는 안전필수기능(SCF)에 연관되는 소프트웨어는 안전지원요소(SSE)로 지정되어 보다 엄격한 개발 프로세스를 적용해야 한다. 따라서, 항공기 개발 초기 단계에서 소프트웨어 안전지원요소를 명확히 식별하는 것이 매우 중요하다. 하지만, 구체적인 식별 기준이 분명하지 않고 참고할 만한 과거 사례가 부족하여 개발 현장에서 자주 논란의 대상이 되고 있다. 본 논문에서는 미 공군 감항성 회람(AC-17-01)의 분석을 통해 군용 항공기 탑재 소프트웨어의 안전필수기능의 경로 분석 모델을 연구하였다. 또한, 관련 연구를 바탕으로 실제 군용항공기 체계개발사업에 적용해 봄으로써 방법의 적합성을 검증하였으며, 군용항공기 탑재 소프트웨어의 안전성과 신뢰성을 확보할 수 있는 경로 분석 모델을 제시하였다.

Software related to the safety critical function (SCF) used in military aircraft is designated as a safety support element (SSE), stricter development process should be applied. Therefore, it is very important to clearly identify software safety support elements in the early stages of aircraft development. However, the specific identification criteria are not clear and there are insufficient past cases to refer to, which are frequently subject to controversy at the development site. In this paper, the thread analysis model of the safety critical function of military aircraft software was studied through the analysis of the U.S. Air Force's Airworthiness Circular(AC-17-01). In addition, based on related research, the suitability of the method was verified by applying it to the actual military aircraft system development project, and a route analysis model was presented to ensure the stability and reliability of military aircraft software.

Keywords

군용항공기(Military Aircraft),
안전필수기능(Safety Critical Function),
MIL-HDBK-516C,
안전지원요소(Safety Supporting Element),
미 공군 감항성 회람(AC-17-01)

고기성¹, 고진환^{2*}

¹해군 전력분석시험평가단 감항인증실 전문군무경력관
²경상국립대학교 공과대학 전자공학과 교수

Gisung Ko¹, Jinhwan Koh^{2*}

¹Senior manager, Office of Airworthiness, Force Analysis Test & Evaluation Group, ROK Navy
³Professor, Dept. of Electronic Engineering, Gyeongsang National University

1. 서론

IT기술의 비약적인 발전에 따라 최근 개발되는 항공기의 주요 기능은 소프트웨어에 의해 작동하는 비중이 매우 높다. 항공기 운용 시스템의 대부분이 소프트웨어로 통제됨에 따라 항공기안전과 연관된 기능을 담당하는 소프트웨어에 문제가 발생할 경우 항공기와 인명의 손실을 야기할 수 있으므로 이를 방지하기 위한 소프트웨어의 안전성 보장은 필수 요소이다.

감항이란 견딜 감(堪)과 비행 항(航)의 합성어로 항공기가 안전하게 비행을 견딘다는 의미이다.

감항인증(airworthiness certification)은 항공기가 감항성을 가지고 요구된 항공기 체계의 성능과 기능을 발휘할 수 있음에 대해 감항당국(정부)이 인증해 주는 제도를 말한다.

감항인증 충족을 위해서는 기능위험요소분석(FHA)분석을 통해 항공기 체계 관점에서의 안전필수기능(SCF)이 우선 식별되어야 하며, 안전필수기능경로분석(SCFTA)를 통해 식별된 안전지원하드웨어요소(SSHE)와 안전지원소프트웨어요소(SSSE)를 바탕으로 항공기체계의 전체적인 안전지원요소(SSE)를 최종적으로 식별한다.

국내 항공산업의 경우 MIL-HDBK-516C의 기준을 적용한 항공기의

체계개발사업이 비교적 최근 이루어지는 관계로 안전 지원요소를 식별하는 과정 및 기준과 원칙이 기관별/업체별로 상이하고 통일되어 있지 않았다. 관련한 기준이 완전히 정립되지 않은 상태에서 개발을 진행하다보니 항공기 완제기를 개발하는 체계종합업체 및 관련 시제작 업체들이 개발 현장에서 많은 시행착오와 혼선을 겪었으며, 식별 방법론을 두고 실제 감항성 심사를 담당하는 심사기관과의 마찰이 존재하였다.

본 논문은 군용항공기 감항인증기준인 MIL-HDBK-516C의 충족을 위한 AC-17-01 기반의 안전필수기능경로분석(SCFTA)을 통해 안전지원요소 식별 방법을 개발 현장에 적용할 수 있도록 구체화하였다. 분석한 내용을 기반으로 실제 국내에서 진행되는 신규 개발 항공기에 장착되는 안전필수기능(SCF)모델을 임의로 선정하고 이를 대상으로 안전지원요소 식별 여부를 검증하여, 실제 감항인증 심사에 적용해 봄으로써 본 방법론의 적합성을 검증하였다. 또한, 향후 이와 같은 체계개발사업 진행시 추가적으로 고려해야 할 사항들을 국내 최초로 제안하고자 한다.

2. 본론

2.1 일반사항

2.1.1 민간 및 군용항공기 감항인증

민간항공기의 경우 1963년 항공법을 제정하여 감항 인증을 의무화하였으며, 1993년 한국감항표준(KAS: Korean Airworthiness Standard)이 공표되었다. 1996년과 2009년까지 형식증명절차와 제작증명 및 생산승인절차, 부가형식증명의 절차와 규정·훈령이 고시되었으며, 2013년 “KC-100 소형항공기 형식증명 및 제작증명”을 발급되었다.

군용항공기 분야의 경우 MIL-HDBK-516C 기반의 ‘군용 항공기 비행안전성 인증에 관한 법률’이 2009년에 제정되었으며, 이후 군용항공기의 연구개발, 구매, 개조·개량 또는 부품·구성품 및 무기·장비 등을 제작·개조·개량하는 사업들은 감항인증의 대상이 되고 있다[1]. 민간항공기와 군용항공기의 감항인증 목적은 궁극적 목적과 설계요구사항의 검증방법의 접근에서 차이가 있다. 우선, 민간항공기는 지속적으로 최소한의 안전사항들을 보장해야 하며, 민간 감항당국은 항공기의 최고

성능, 정비용이성, 운용비용, 연료효율성 등 보다 승인된 범위 내에서 탑승객의 안전성을 최우선으로 고려해야 한다. 안전성은 민간항공과 마찬가지로 군용항공기의 고려대상이지만, 군용항공기에게는 수행해야 할 임무가 있으며 그 임무범위 내에서 안전성을 고려해야 한다. 따라서, 항공기의 최고성능, 정비의 용이성, 연료효율성 등이 직접적이면서도 주요한 관심대상이다.

아래의 그림은 민간과 군의 감항인증의 주요한 차이를 나타내었다.

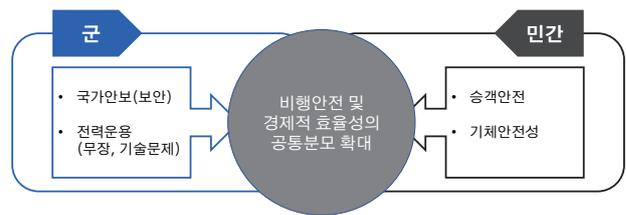


Fig. 1. 민간과 군 감항인증

본 논문에서는 군용항공기를 기준으로 연구하였으므로, 민간항공기의 기준의 설명은 생략하였다.

아래는 군용항공기 항공전자 및 컴퓨터시스템과 소프트웨어를 포함한 MIL-HDBK-516C의 세부기술분야를 보여준다.

- 시스템 엔지니어링(system engineering)
- 구조(structures)
- 비행기술(flight technology)
- 추진체 및 추진체 장착(propulsion & installations)
- 항공기 세부계통(air vehicle subsystem)
- 승무원 시스템(crew system)
- 진단 계통(diagnostic system)
- 항공전자(avionics)
- 전기 계통(electrical system)
- 전자기 환경(electromagnetic environmental effects)
- 시스템 안전(system safety)
- 컴퓨터 시스템과 소프트웨어(computer system & software)
- 정비(maintenance)
- 무장/장착물 통합(armament/stores integration)
- 승객 안전(passenger safety)
- 재료(materials)
- 항공 수송능력, 공중투하, 임무/장비 및 화물/탑재

하중 안전(air transportability, airdrop, mission/ test equipment and cargo/payload safety)

위 분야 중 MIL-HDBK-516C 15장은 Table 1과 같이 6개의 세부 절과 42개의 기준으로 구성되어 있으며, 컴퓨터시스템과 관련된 기준은 15.1절(12개 기준)과 15.2절(8개 기준), 하드웨어와 관련된 기준은 15.3절(4개 기준), 소프트웨어와 관련된 기준은 15.4절(3개 기준)과 15.5절(10개 기준), 그리고 15.6절(5개 기준)에서 다루고 있다[3]. MIL-HDBK-516C 15.1.4절의 안전필수기능 스레드(SCF threads) 충족성 입증기준을 살펴보면 “안전필수기능(SCF) 스레드를 지원하는 모든 시스템처리 아키텍처(SPA)가 식별되었고 문서화 및 완벽하게 추적 가능하며, 시스템처리 아키텍처(SPA)의 모든 안전지원요소(SSE)가 식별되었음을 검증한다”라고 명시되어 있다[3].

Table 1. MIL-HDBK-516C 15장 기준

장절	장절명	기준 수
15.1	SPA(system processing architecture)	12
15.2	Design and functional integration of SPA elements	8
15.3	Processing hardware/ electronics	4
15.4	Software development process	3
15.5	Software architecture and design	10
15.6	Software qualification and installation	5

2.2 안전필수기능 식별

2.2.1 기능위험요소분석(FHA)

기능위험요소분석(FHA, functional hazard analysis)은 항공기체계 기능들의 잠재적인 위험요소들을 식별하기 위해 수행되는 위험요소 분석이다. 이는 안전필수품목을 식별하기 위한 기능위험요소평가, 세부계통의 위험요소 분석 및 소프트웨어 기능 위험요소의 분석을 포함한다. 고장 조건은 기능 상실, 전원 차단, 잘못된

데이터 전송 등을 예로 들 수 있으며, 과거 사고사례나 운용 경험 같은 정성적 자료를 기초로 하는 것이 일반적이다. 이러한 고장 조건이 형성되면 항공기 또는 시스템이 직면하게 되는 위해성(hazard)을 예측할 수 있고, 이 위해성으로 인한 위험도(risk)를 평가할 수 있게 된다. 이렇게 식별된 위험도를 종합하여 전체적인 위험도 분포를 분석하면 현 시스템 설계의 보완 필요사항이나 운용절차, 안전 조치사항 등을 도출할 수 있게 되고 이러한 과정은 시스템이 수정되면서 완성될 때까지 반복적으로 이루어진다[5].

FHA의 분석과정을 간략하게 도식화하면 아래 Fig. 2와 같다.

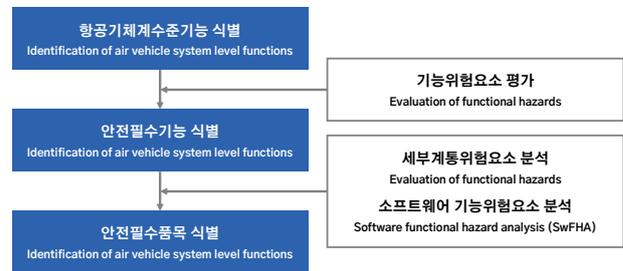


Fig. 2. 기능위해분석 절차

2.2.2 안전필수기능 (safety critical function)

컴퓨터시스템 및 소프트웨어의 감항인증을 위해 가장 먼저 선행되어야 하는 것이 SCF의 식별이다.

안전필수(safety critical)는 작동 실패(failure to operate) 또는 오작동(incorrect to operate)의 결과가 재난 또는 치명적인 사고를 초래하는 기능, 요소, 조건, 사건, 작동, 과정 및 품목에 적용하며, 안전필수기능(SCF, safety critical function)은 기능의 작동 결함 및 잘못된 작동으로 재난적 또는 치명적 심각도를 직접적으로 초래할 수 있는 기능 등으로 정의된다[4]. 기능 또는 품목의 작동 실패 또는 오작동의 결과가 군용항공기의 경우 MIL-STD-882E 기준 사고 심각도(severity)에 해당되는 경우 안전필수로 분류 및 정의한다.

SCF 식별 이후 이를 기반으로 SCFTA(safety critical function thread analysis)를 통해 안전지원요소가 최종 식별된다. 여기서 SCF 작동에 필수적인 소프트웨어를 안전지원소프트웨어요소(SSSE)와 SCF 작동에 필수적인 하드웨어 요소를 안전지원하드웨어요소(SSHE)로 세분화한다.

2.2.3 AC-17-01

통합된 컴퓨터 시스템 아키텍처의 등장으로 항공기 시스템 기능은 센서 정보, 데이터 버스, 세부 시스템 처리, 백플레인, 출력 신호, 데이터/시스템 지연시간 요구 사항, 소프트웨어 파티셔닝 등에 의존한다. 이로 인해 통합 컴퓨터 시스템 아키텍처에서 안전필수기능(SCF)의 실행에 대한 의존도가 높아졌다. 미(美) 공군 감항인증 프로세스는 요구되는 안전성 보증을 제공하기 위해 시스템처리 아키텍처(SPA)라고 불리는 시스템에 대한 안전성 검증의 엄격한 표준을 준수하는 것이 필요하다는 점을 인정하였다. 감항인증 프로세스는 SPA 검증을 위하여 앞서 언급한 MIL-HDBK-516C 15장 컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 감항기준을 사용한다.

미 공군은 감항인증 심사 활동 중 MIL-HDBK-516C 15장 감항인증 기준을 반복적으로 미충족하는 것을 경험하였으며, 이러한 기준 미충족을 방지하고 개발단계에서 비행안전성(감항) 관점에서 수행하여야 하는 활동에 대한 지침을 제공하기 위해 2017년 3월 감항성 회람 AC(airworthiness circular)-17-01을 발간하였다[6]. AC-17-01에서 제시한 SCF를 5가지의 범주로 분류하였으며, 그 내용은 아래 Fig. 3와 같다.

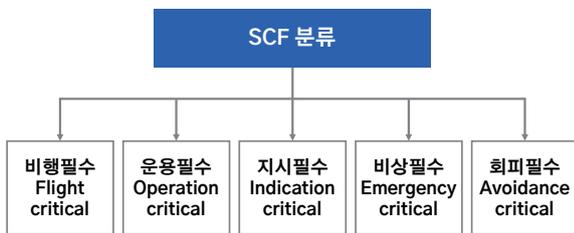


Fig. 3. 심각도 분류(AC-17-01)

위 5개의 범주에 대한 유일한 목적은 SCF로 식별될 수 있는 기능의 다양성을 전하는 것을 돕는 것이다. 아래는 각 범주에 대한 설명이다.

- 비행필수기능: 비행을 달성 및 제어에 사용되는 기능(손실 또는 저하가 항공기 손실 초래)
- 운용필수기능: 운영관련 안전 기능성으로 비행 비(非)필수기능을 지원하는데 사용되는 SCF(손실/저하로 재난적 또는 치명적인 위험도 치명성과 직결)
- 지시필수기능: 안전 운영을 유지하기 위한 조종사

/승무원에 지시되는 SCF

- 비상필수기능: 비상 조건과 관련하여 위험도 감소를 목적으로 하는 SCF
- 회피필수기능: 잠재 안전 위험도를 감소하기 위한 SCF

3. 안전필수기능경로분석(SCFTA)

3.1 SCFTA 식별 기준

기능위험요소분석(FHA)을 통해 SCF 리스트를 도출하고, 이를 통해 SCF가 식별되면 각 SCF에 대한 안전필수기능경로분석(SCFTA)을 수행한다. SCFTA라는 용어는 MIL-STD-882E에 자세히 기술되어 있지 않아서 구체적인 절차와 방법에서 모호한 점이 많았는데, AC-17-01에는 SCFTA 진행 절차들이 아래와 같이 비교적 자세하게 기술되어 있다[6].

- 분해(decomposition): SCF와 관련된 모든 엘리먼트, 컴포넌트, 인터페이스 식별
- 분류(classification): SCF를 지원하는 SSE에 대한 컴퓨터시스템무결성수준(CSIL) 할당
- 검증 및 확인(V&V) 커버리지 분석

위 절차들을 바탕으로 SCFTA 분석시 식별기준을 아래와 같이 다시 정의해 보면 다음과 같다.

첫째, 항공기체계 안전필수기능을 하위 기능들로 분해하여 해당 안전필수기능을 지원하는 하드웨어/소프트웨어 구성품 및 인터페이스(discrete, 1553B, analog, power 등)들을 식별한다.

둘째, 하위 기능들은 안전필수기능을 지원하는 모든 구성품 및 인터페이스들을 단위(전자보드레벨)수준으로 식별하기 위해 적절한 상세수준까지 분해한다.

셋째, 모든 기능적 하드웨어/소프트웨어 요소들과 이들 간의 끝과 끝 인터페이스 경로들을 안전필수기능 경로 분석 다이어그램 및 매트릭스로 작성하여 식별한다.

넷째, 재난적 또는 치명적인 결과들을 유발하는 계통, 세부계통 또는 구성품 수준의 고장들에 대한 보상을 위해 어떤 특징들이 시스템설계에 반영되었는지 고려해야 한다.

마지막으로 독립적인 요소와 스레드 경로들이 분리되어 식별되어야 한다.

3.2 SCFTA 분석을 위한 6가지 고려사항 고찰

3.1절의 SCFTA 식별기준의 내용을 바탕으로 식별 절차를 진행하기에는 아직 모호함이 존재하여, 본 연구에서는 SCFTA 분석을 위한 6가지 고려사항을 아래와 같이 조금 더 상세하게 정의해 보았다.

첫째, SCF의 정상 작동에 기여하는 모든 세부계통기능 즉, SCFTA상의 모든 후보 SSE들을 식별.

둘째, 고장 발생시 지속적으로 해당기능을 지원할 수 있도록 각각의 기능을 수행하는 둘 또는 그 이상의 품목 및 세부계통 또는 채널들을 활용하는 중복여유(redundancy)기능.

셋째, 주기능과 함께 정상 기능을 제공하지 않고 주기능에 대한 백업소스를 제공하는 백업(backup)기능.

넷째, SCF의 고장을 탐지하고 조종사 알림(안전 운행을 위해 조종사 통지가 필수적인 경우)을 수행하기 위한 고장탐지 및 알림(fault detection and annunciation)기능.

다섯째, SCF 고장 발생시, 작동 성능 및 안전의 수용 수준을 제공하는 시스템 또는 품목의 능력을 제공하는 고장내성(fault/failure tolerance)기능.

마지막으로 위 고려사항을 기준으로 모든 기능적 스투드들이 SCFTA 내의 스투드 다이어그램 및 스투드 매트릭스를 양식으로 문서화한다.

위 내용들을 순서화하면 Fig. 4와 같다.

3.3 SCFTA 분석 모델 개발

항공기 개발 초기 항공기 기능과 구성품 설계가 어느 정도 가시화되는 예비설계 단계에서 시스템안전(system safety)팀이 Table 2와 같이 기능위험요소분석(FHA)을 수행하여 SCF를 정의하고 식별한다.

먼저, SCF 식별을 용이하게 하기 위한 번호가 부여되며, AC-17-01에서 제시하는 5가지 범주와 이에 속해있는 부체계시스템과 주요 기능들이 식별된다.

SSE는 LRU(line replacement unit)수준의 상위 개념이 아니라, 안전필수기능에 있어 중요한 역할을 하는 하드웨어 단독모듈 및 소자, 소프트웨어의 변수와 같은 작은 수준까지 폭넓은 개념으로 분석되어야 하므로, 기능경로분석은 SCF를 구성하는 요소들 간의 데이터, 신호의 흐름으로 연결되는 모든 인터페이스 요소들을 포함한다.

기능경로 분석을 위해 아래 Table 2와 같이 분류표를 생성하여 3.2절에 정의한 SCFTA 분석의 6가지 고려사항을 바탕으로 분석을 수행하였다.

SCF No부터 Subsystem까지의 항목은 AC-17-01의 제시 사항을 인용하였으며, 이후 항목은 분석을 정확하고 세분화하기 위해 신규 생성한 항목이다.

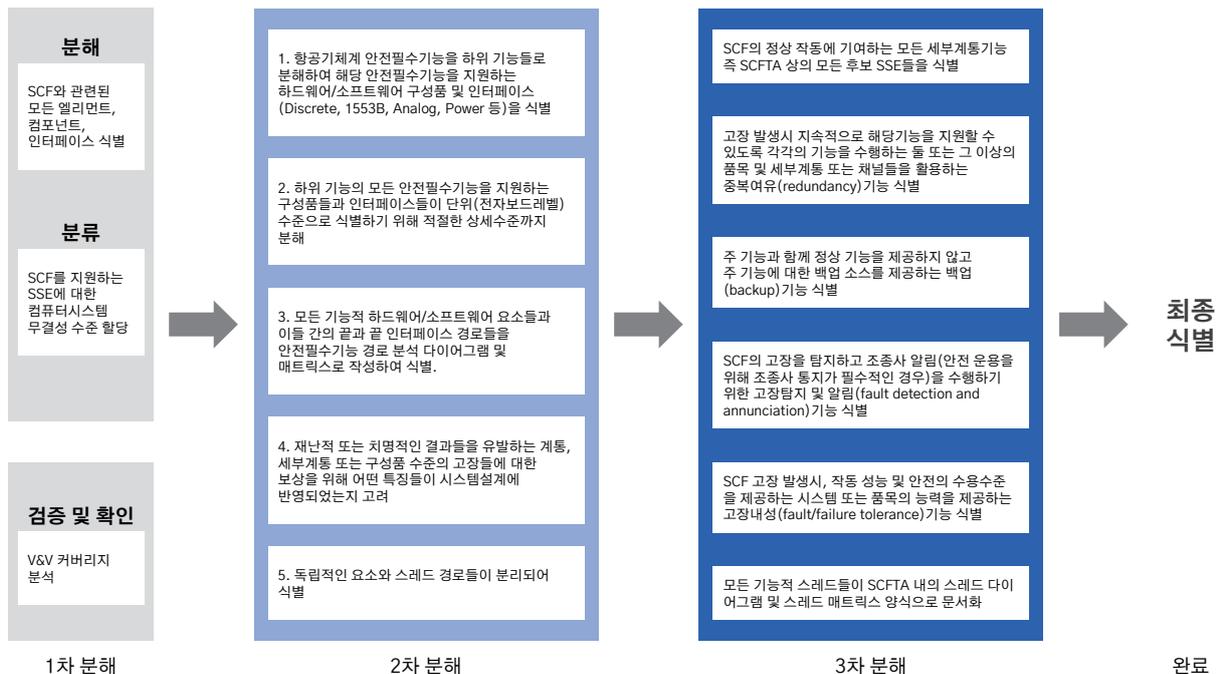


Fig. 4. SCFTA 분해 및 분석 과정

Table 2. SCF 예시

SCF No	SCF category	Subsystem	Function
SCF-001	Indication critical	Cockpit	-
SCF-002	Avoidance critical	Avionics	-
SCF-003	Emergency critical	Cockpit	-
SCF-004	Flight critical	Electrical	-
SCF-005	Operation critical	Environment	-

세부적인 항목을 설명하면, function parameter와 function ID는 SCF에 부여된 기능의 번호를 세분화하였으며, function title은 예를 들어 “Warning signal from subsystem”과 같이 SCF 기능을 설명하는 대표 제목이다. Function type은 해당 고장이 자동 및 수동으로 감지되는 것을 구분하기 위한 것이다. 또한 interface element는 아래와 같이 세 가지 항목으로 세분화하였다.

- Interface source: SCF를 담당하는 최초장비를 나타낸 것이다.
- Interface receiver: SCF에 연결된 모든 장비를 식

별하는 항목이다.

- Interface software: SCF를 통제하는 소프트웨어를 기술하는 항목이다.

3.4 SCFTA 4분석 모델 적용

본 연구에서는 항공기의 대표적인 지시필수기능인 caution & warning indication에 대한 스레드 분석을 수행해 보았다. 본 모델은 국내에서 수행한 체계개발항공기의 인터컴시스템에 내장된 소프트웨어를 대상으로 안전지원요소의 대상/비(非) 대상 여부를 위한 분석을 통해 본 식별 방법의 적절성을 검증해 보았다.

우선, caution & warning indication에 대한 SCF의 동작 시나리오를 알아보면 아래 Table 3 및 Fig. 5와 같다. 항공기 부체계(subsystem)로부터 주의 경고 신호가 발생하면 먼저 조종석 글래어 실드의 master caution light가 자동으로 점등된다. 항공기 부체계에서 생성된 해당 주의 및 경고의 PFL 목록이 자동으로 조종석의 1차 알림으로 다기능시현기(MFD)에 시현되며, 전방에 장착된 HUD 화면 및 HMDS에 “CAUTION”과 “WARNING”이 시현된 후 인터콤을 통해 조종사가 착용한 헤드셋에 주의 및 경고 음성이 재생된다.

Table 3. SCFTA 워크시트

Safety critical function thread analysis(SCFTA)& test matrix										
SCF No	SCF category	Subsystem	Function parameter	Function ID	Function title	Function type	Interface element			Safety support element
							Interface source	Interface receiver	Interface software	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

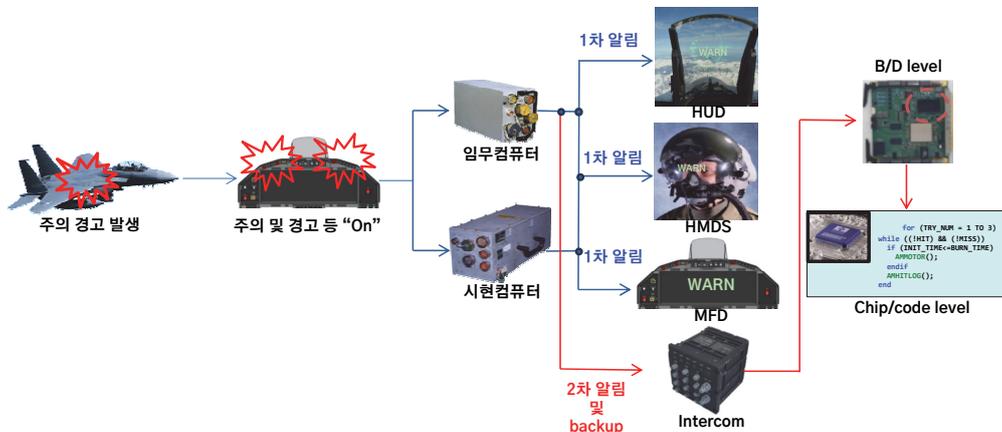


Fig. 5. 주의 및 경고 지시

Table 4. SCFTA 워크시트 분석 사례

Safety critical function thread analysis(SCFTA) & test matrix										
SCF No	SCF category	Subsystem	Function parameter	Function ID	Function title	Function type	Interface element			Safety support element
							Interface source	Interface receiver	Interface software	
SCF-001	Indication critical	Cockpit	0001	SCF001-0001	Warning signal form subsystem	Automatic	Subsystem	Warning light	-	-
			0002	SCF001-0002	Warning light on	Automatic	Subsystem	Warning light	-	-
			0003	SCF001-0003	If warning PFL received (from subsystem)	Automatic	Subsystem	Mission computer	Mission computer S/W	-
			0004	SCF001-0004	Generate WARN PFL message on the MFD video	Automatic	Mission computer	Multi function display	Multi function display S/W	-
			0005	SCF001-0005	Generate WARN mnemonics on the HUD & HMDS video	Automatic	Mission computer	HUD & HMDS	Multi function display S/W	-
			0006	SCF001-0006	Warning aural message to Intercom	Automatic	Mission computer	Intercom	Multi function display S/W	-
			0007	SCF001-0007	Display 'WARN' mnemonics	Automatic	HUD	HUD	HUD S/W	-
			0008	SCF001-0008	Play 'Warning' aural message	Automatic	Intercom	Intercom	Intercom S/W	×
			0009	SCF001-0009	Pilot depress WARN RST Button	Pilot initiated	Control panel	Mission computer	HUD S/W	-

HUD: head up display, PFL: pilot fault list, HMDS: head mounted display system

4. 결론

3.4절의 Table 4와 같이 SCFTA 분석 모델을 적용하여 지시필수기능인 caution & warning indication에 대한 안전지원요소 식별 및 분석을 수행해 보았다. 분석을 통해 인터콤 장비는 독립적이고 분리된 백업 기능이 SCF 기능경로에 제공되었으며, MFD, HUD, HMDS의 1차 알림이 동작한 후 작동하는 2차 알림 장비임을 알 수 있었다. 또한, 위 분석내용에서 제시하지 않았지만 인터콤 장비의 대부분은 고장이 날 경우를 대비하여 U/VHF 및 내부통신과 주요 음성메시지를 백업하는 기능을 자체적으로 제공하므로, 안전지원요소의 대상에서 최종 제외될 수 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 분석 결과를 실제 항공기 체계개발사업(전투기 및 헬기 개발사업)에 적용하였으며, MIL-HDBK-516C 기반의 표준감항인증기준 15장(컴퓨터시스템과

소프트웨어)을 충족하였음을 실제로 확인하였다. 또한 국내 항공소프트웨어 분야의 일보 진전과 감항인증 분야의 심사방법론을 향상을 이루어냈다.

그러나, AC-17-01의 기준을 다소 보수적으로 적용하였을 경우 전자보드에 장착된 하드웨어 컴포넌트 단위까지 스투드분석이 수행되어야 하는 것이 적절하나, 국내 항공기 개발사업의 일정 및 비용과 같은 문제로 인해 장비 단위까지만 분석이 이루어지는 것이 현실이다. 따라서 향후 더욱더 안전한 항공기를 개발하기 위해서는 이러한 문제들을 사업적인 측면에서 지속적으로 해결해 나가야 할 것이다. 위 문제들을 차근차근 해결하여 본 연구에서 제시한 분석 방법들이 앞으로 다가올 해군 및 해병대에서 운용하는 항공기를 포함한 모든 군용항공기 개발사업에 적극 활용되길 기대하며, 항공기뿐만 아니라 타 무기체계(잠수함 및 전차 등)에도 활용되길 바란다.

후기

군사 보안상의 이유로 자세한 설계내용과 기능경로 분석 내용은 공개가 가능한 선에서 제한적으로 기술하였습니다.

참고문헌

[1] DAPA, "Military Aircraft Flight Safety Certification Regulation", DAPA Instruction, Number 561, Nov. 2019.

[2] DOD, "MIL-HDBK-516C, Military Airworthiness Certification Criteria," 2003.

[3] US Department of Defense, "AIRWORTHINESS CERTIFICATION CRITERIA", MIL-HDBK-516C, Dec. 2014.

[4] Jin-Gu Heo, Yong-Ho Moon, "Software Development Process of Military Aircraft based on MIL-HDBK-516C", Journal of Aerospace System Engineering, Vol. 15, No. 3, pp. 71-78, 2021.

[5] MIL-STD-882E System Safety, 2000

[6] US AirForce, "AIRWORTHINESS CIRCULAR Verification Expectation of Section 15 Criteria", AC-17-01, Mar. 2017.