

생존체계 위협조우 상황인지를 위한 복합/다중 위협 상황 Emulation 연구

이문석*, 이정원*

*아주대학교

Study on Multiple & Complex threat situation emulation for ASE System

Moon-Seok Lee*, Jung-Won Lee*

*Ajou University

E-mail : lemon2k@ajou.ac.kr

요 약

무기체계의 현대화 및 복잡화에 따라 현대전 상황에서의 플랫폼 및 운용자에 대한 생존성 확보를 필요로 하게 되었다. 현대 전장의 복합 및 다중 위협 상황 무기체계에 대응하기 위하여 다수의 무기체계 플랫폼에서 생존체계를 함께 탑재하게 된다. 생존체계는 무기체계 플랫폼을 위협하는 위협들을 탐지/식별하며 효율적인 대응을 통하여 운용자로 하여금 정확한 상황인지를 가능하게 하고 플랫폼의 생존 능력을 향상시킨다. 생존체계가 보유하여야 할 중요 성능 인자는 복합 및 다중 위협에 대한 처리 능력이라고 할 수 있다. 이러한 복합 위협 상황 Emulation을 통하여 생존체계가 확보하여야 할 생존 능력을 검증하여야 한다. 이에 본 논문에서는 레이더, 레이저, 미사일 단일 위협 상황을 조합한 복합 위협 상황을 다룸으로 하여 생존체계가 플랫폼 탑재 이전에 성능 및 신뢰성을 확보할 수 있는 방안에 대하여 논의한다.

ABSTRACT

As the substantial increase in battlefield density, multiple and complex weapon system, Ensuring the Survivability of the platform has been emphasized. Most of platforms have equipped with ASE (Aircraft Survivability Equipment) system in order to take action against at modernized hostile weapon under current battlefield. ASE system enhance the survivability of the platform through providing accurate situation awareness information by detecting and countermeasuring hostile threats. One of Key factor of the AE system performance is handling multiple and complex threats. Multiple and complex threat emulation is an effective means of ASE system verification In this study, It discuss system verification method before installation by dealing with complex threat situation consists of individual threat

키워드

생존체계, SIL, 복합/다중 위협 Emulation

Key word

Aircraft Survivability Equipment, SIL , Multiple-threat emulation

1. 서 론

최근 무기체계의 현대화 및 복잡화에 따라 위협 상황으로부터 아군의 플랫폼을 보호하는 생존체계가 탑재되고 있다. 생존체계는 탑재되는 플

랫폼에 따라 그 구성 장비들이 차이를 보이고 있으나, 일반적으로 생존체계 시스템이 탑재되는 플랫폼의 위협 군은 레이더 기반의 위협, 레이저 기반의 위협 및 미사일로 분류지어 질 수 있다.[1] 생존 장비는 대상 위협을 실시간으로 탐지하고 무력화 및 대응 할 수 있도록 함으로써 생존체계

가 탑재된 플랫폼 및 운용자의 생존 능력을 극대화하기 위한 체계이다. 최근의 위협은 종래의 단일 위협 기반에서 더 나아가 여러 가지 위협들이 동시에 복합적으로 존재한다. 생존체계는 단일 위협뿐만 아니라 복합 위협 발생 시 최적의 대응을 선정하여 위협에 물리적으로 대응할 수 있도록 하거나 회피할 수 있는 방법을 운용자에게 제시하여 효율적으로 위협 상황에서 벗어날 수 있도록 한다. 본 논문에서는 생존체계가 조우할 수 있는 위협 중 복합위협을 대상으로 플랫폼 탑재 이전에 Emulation 함으로써 생존체계의 성능 및 신뢰성을 확보를 목표로 한다. 2장에서는 생존체계 전반에 관한 사항 및 복합 위협 상황에 대해서 기술하며, 3장에서는 생존체계가 수행하는 위협 통합에 대해서 기술하며, 4장에서는 적용 사례를 통한 시험 결과에 대해서 기술한다. 본 논문의 생존체계는 회전익 항공기를 대상으로 한다.

II. 관련 연구

2.1 생존체계

생존체계는 플랫폼의 임무탑재장비와 연동하여 플랫폼 및 운용자의 생존능력을 극대화하는 무기체계이다. 생존체계가 탐지 및 식별하여야 하는 위협은 레이더, 레이저 및 미사일 위협이 존재한다. 이러한 위협을 탐지하여야 할 위협탐지장비들이 생존체계의 센서 장비로서 생존체계 구성장비에 포함된다. 이와 동시에 각각의 위협 탐지장비로부터 수신된 레이더, 레이저 및 미사일 위협에 대하여 위협 통합을 수행하고 가용한 대응 자원을 선정하여 대응을 수행하도록 하는 생존체계제어기와 대응장비로 구성된다. 생존체계는 생존체계제어기를 중심으로 한 중앙집중형 구조로 되어 있으며, 생존체계제어기는 식별된 위협에 대한 경보 제공, 위협정보 통합 및 위협에 대해서 대응을 수행한다.[2] 아래는 생존체계의 운용개념을 나타낸다.

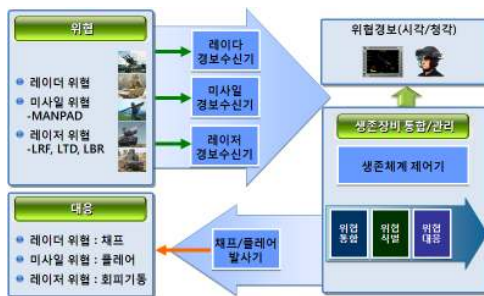


그림 1. 생존체계 운용 개념.
Fig 1. ASE Operational concept

그림 1은 위협 상황에 대한 생존체계의 운용 개념으로 모든 위협 정보가 생존체계 제어기로 취합되고, 생존체계 제어기는 얻어진 위협 정보를

통합, 식별 및 대응을 수행하여 플랫폼을 보호하고 동시에 운용자 상황인지를 위해서 시각 및 청각 위협 경보를 운용자에게 제공함을 나타내고 있다.

2.2 복합 위협 상황

생존체계는 임무에 따른 시나리오에 따라 다양한 위협들과 조우하게 된다. 생존체계 위협 탐지 장비로 수신되는 입력은 위협뿐만 아니라 전자파 노이즈, 광학 노이즈도 함께 수신된다. 노이즈 정보는 위협탐지장비에서 제거되어 생존체계 동작에는 영향을 미치지 않는다. 하나의 무기체계에 대하여 한 개의 위협으로 탐지될 수도 있지만, 위협 무기체계의 특성에 따라 여러 개의 위협으로 탐지될 수도 있다. 이러한 경우에 대하여 명확한 위협 무기체계 식별을 통하여 운용자에게 상황인지를 제공하여야 하며 효율적인 대응을 수행하여야 한다. 생존체계가 조우할 수 있는 복합위협 상황은 크게 레이더와 미사일 복합위협, 레이더와 레이저 복합위협, 미사일과 레이저 복합위협, 레이더와 레이저 및 레이저 복합위협, 다수의 복합위협이 동시에 존재하는 위협으로 분류할 수 있다. 그림 2는 단일 무기체계에서 발생될 수 있는 복합 위협과 함께 생존체계가 운용에 따라 다중 위협을 동시에 조우하는 경우를 나타내는 그래프이다.

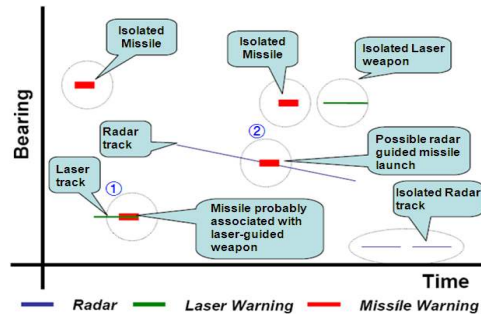


그림 2. 다중 복합위협 상황
Fig 2. Multiple-threat Engagement

생존체계 기동과 동시에 미사일 위협과 조우하며, 레이저 위협을 조우한다.(①) 생존체계는 일정 시간 이내에 두개의 미사일과 한 개의 레이저 위협을 탐지한다. 이후, 레이더 위협과 두 개의 미사일 위협과 조우한다.(②) 이와 같이 생존체계는 다양한 종류와 다중 위협 상황에 노출되며 생존체계가 탐지된 위협 정보는 위협정보 통합 과정을 통하여 적절한 대응 및 회피기동을 함께 수행한다. 따라서, 이러한 다중위협 상황을 플랫폼 탑재 이전에 Emulation 함으로써 생존체계의 성능 및 신뢰성을 확보할 수 있는 기술이 요구된다.

III. 위협 정보 통합

일반적인 관점에서 볼 때 센서 위협 정보 통합

은 동일 소스로부터 오는 정보를 다수의 센서가 수집할 경우 센서간의 탐지 오차, 탐지 시점의 차이 등으로 발생하는 정보의 불일치 문제를 해결해서 수집된 정보에 포함된 불확실성을 제거함으로써 원래 소스정보를 정확하게 식별하는 것이다. 생존체계 관점에서의 위협 데이터 통합 환경은 이러한 일반적인 데이터 통합 방법을 적용하기 곤란하다. 생존체계에서의 위협 정보 통합에 대한 특징은 3개의 독립된 위협수신기 센서가 각각 독립적이며, 한 위협에 대해 각각 한 개의 센서만이 동작하는 반면 센서가 탐지한 정보의 속성도 일부 속성만이 유사한 특성이 있다.[3] 생존체계제어기는 식별된 위협의 모호성을 제거하고 정확한 위협식별을 수행하고 한정된 가용 대응자원을 활용하기 위하여 위협 정보 통합을 수행한다.

3.1 위협정보 요소 선정

위협정보 통합은 일반적으로 아래 5개의 요소를 고려한다.[1]

- 위협탐지 방위 (Azimuth)
- 위협탐지 고각 (Elevation)
- 위협 ID (Threat ID)
- 식별 시간 (Time of appearance)
- 식별 순서 (Sequence of appearance)

위협 ID는 식별된 위협에 대한 특정 식별자이다. 위협탐지 방위와 고각 정보는 위협통합을 하기 위한 공간적인 필터링(Spatial filtering) 적용을 위하여 사용한다. 고각 측면에서 회전익 플랫폼 대상 위협은 한정되어 있으므로 고각은 고려요소에서 제외한다. 식별시간은 위협이 수신된 시간으로 복합 위협에서 나타나는 위협발생 순서에 대한 자료로 사용되며, 이를 토대로 복합위협간의 위협식별 순서 연계성을 고려한다. 위협정보 통합은 식별된 위협에 대해 상호연관성을 확인하여 통합 여부를 결정하게 된다. 다수의 위협들이 동시에 존재할 경우 모든 위협 상관관계를 검토하는 것은 과도한 시간이 소요된다. 이러한 위협통합을 개선하기 위하여 생존체계가 탐지할 수 있는 전체 탐지대역을 일정 크기 영역으로 분리하여 위협을 관리하고 위협통합 필요시 해당 영역 이내의 위협에 대한 통합을 수행한다. 이는 신규 위협 입력 시 일정 영역에 대한 상호연관성을 확인하여 위협 통합 성능을 개선할 수 있다. 이와 더불어, 위협통합 개선을 위하여 위협정보 통합이 불필요한 위협을 처리하지 않는 것도 통합 시간을 줄이는 주요 사항이라 할 수 있다. 생존체계에 직접적인 영향을 미치지 않는 위협요소들을 위협통합 과정에서 제거함으로써 효율적인 응답을 보장할 수 있다. 생존체계제어기는 식별된 위협 ID를 토대로 위협통합 가능 여부를 확인하여 위협통합을 수행한다.

3.2 위협정보 통합 알고리즘

위협정보 통합의 주목적은 생존체계가 탑재된 플랫폼의 생존능력을 확보하는 것과 한정된 대응

자원을 효율적으로 사용하는 것에 있다. 효율적이며 신속한 위협정보 통합을 수행하기 위해서는 아래와 같은 기본 규칙을 적용한다.

위협 종류(ID)를 고려한 통합 가능한 위협에 대한 위협통합 적용

위협 방위와 위협 간 시간 이격 정보는 위협정보 통합 시 최우선 고려

그림 3은 생존체계제어기에서 신규 위협들이 식별되어 위협정보통합을 수행하는 흐름도를 나타낸다.

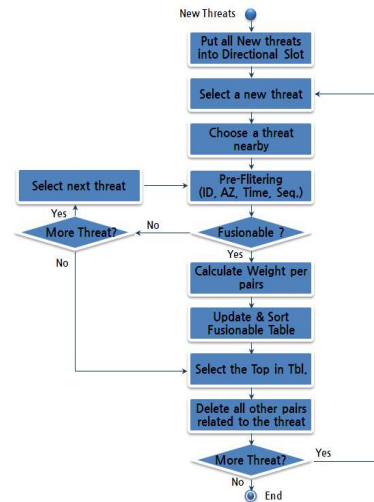


그림 3. 위협 통합 흐름도

Fig 3. Threat integration flow

위협들이 식별되면 생존체계제어기는 해당 방위 Slot에 입력하고, 위협ID, 위협방위 및 식별시간, 위협간 연계성을 확인하여 가능 위협인지 식별한다. 식별된 대상 위협에 대하여 복합무기 체계가 보유하는 위협 상관관계 보유 및 발생순서, 위협 발생 시간 및 탐지 방위가 근접한 위협에 대하여 위협통합 가능함을 확인하여 위협통합 후보테이블에 저장한다. 생존체계제어기는 위협통합후보테이블에 보유한 여러 위협통합 후보 위협군에 대하여 위협통합 가능 가중치(Weight)를 적용하여 위협통합 여부를 결정한다. 각 위협통합 가능 후보위협들에 대한 가중치는 대상 위협간 방위차와 시간차에 의하여 결정하는 Light-weight 방식을 사용한다. 2개의 위협이 통합 가능할 경우 해당 위협들에 대한 가중치는 수식 1과 같은 방식으로 산출한다.

$$W = f(Az, T, Type1, Type2) = A\Delta t + B\Delta Az + C\Delta t\Delta Az \quad \text{식 (1)}$$

가중치는 위협 종류(Type1, Type2), 방위(Az), 시간(T)에 의하여 결정된다. 식 (1)의 A, B, C는 위협 종류(Type1, Type2)에 따라 결정되는 계수, Δt 는 두 위협간의 식별 시간차이며 ΔAz 는 두 위협간의 방위 차이다. 위협통합 후보테이블의 모

든 위협조합에 대하여 가중치를 산출하면, 가중치에 대한 우선순위 정렬을 통하여 가중치가 가장 큰 위협들에 대하여 위협통합을 수행하며, 해당 위협과 연관된 위협통합 후보데이터의 정보를 삭제한다.

IV. 시스템 구현 및 시험 결과

복합위협을 구성하는 각 위협은 그 특성에 따라 세분화할 수 있다. 레이더 위협은 Search, Tracking, Active, Semi-Active, AAA, Command guidance, Lock-on, Unknown로 분류되며, 레이저 위협은 LRF, Ambiguity, Unknown, LBR, LTD로 분류할 수 있다. 복합위협은 위협 종류에 따른 조합과 발생순서를 고려하여 Emulation하여야 한다. 각 위협 특성 및 위협조합을 고려하여 생존체계를 대상으로 하는 복합 위협상황을 생성하며, 위협 방위, 시간간격 등을 고려하여 생존체계가 위협통합을 수행하여야 하는 경우와 수행하지 않아야 할 경우를 모두 고려하여 표1에서 제시된 시험 시나리오를 생성하여 복합위협 상황 Emulation을 통한 시험을 수행한다.

표 1. 시험대상 시나리오

Table 1. Target test scenario

Test Case	No. of Scenario
Radar+Missile	48
Radar+Laser	42
Missile+Laser	6
Multiple&Combined	15

복합위협 상황은 위협의 종류 및 개수, 활성화 시간, 공간 설정 등의 정보를 보유하는 시험시나리오 형태로 설정한다. 시나리오 상의 위협은 시간 이벤트에 따라 위협신호발생기를 통하여 발생하고 복합위협 상황에 맞도록 Emulation 한다. 그림 4는 복합위협상황 Emulation을 통하여 시험을 수행하는 흐름도를 나타낸다.



그림 4. 시험 방안
Fig 4. Test Method

복합 및 다중위협 상황 Emulation을 통한 생존체계 동작 검증은 생존체계연동실험실(ASE SIL) 구성 장비 및 소프트웨어를 사용하였다. 복합 위협상황은 위협을 시간 및 공간 순으로 설정할 수 있는 DSS와 SIE S/W를 사용하여 시험시나리오 형태로 작성하였다. 위협상황 Emulation을 통하여 복합 위협이 발생하면, 생존체계가 위협을 식별 및 위협정보 통합을 수행한다. 복합 위협상황 Emulation에 대한 생존체계 동작 검증은 메시지

모니터링, 모의 MFD화면에 표시되는 위협 정보, 생존체계제어기에 저장된 로그 정보를 분석하여 복합 위협 탐지를 정상적으로 수행하였는지 확인하였다. 또한, 생존체계 위협통합 여부는 대응 상황 확인을 통하여 일부 확인할 수 있다. 레이더와 미사일 복합위협이 통합되었을 경우 레이더 위협에 대하여 채프로 대응하며, 통합되지 않았을 경우는 미사일에 대한 플레어 대응 수행하므로 대응상태 모니터링을 통하여도 확인할 수 있다. 그림 5는 복합 위협상황에 대한 시험 구성 형상을 나타낸다. 복합 위협상황을 정의한 시나리오가 동작함에 따라 위협신호발생기가 활성화되고 생존체계가 위협정보를 통합하여 메시지, 모의 MFD 화면에 정보를 표시한다.

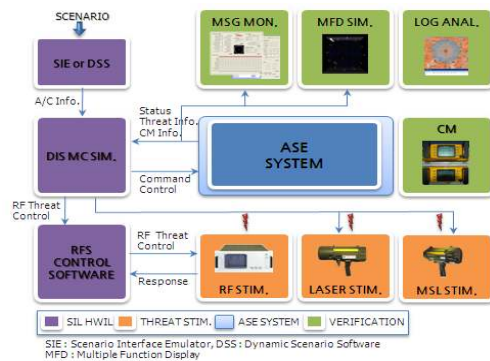


그림 5. 시험 형상
Fig 5. Test Configuration

그림 6은 레이더와 미사일 복합위협상황에 대한 시험시나리오와 시험 결과를 보인다.

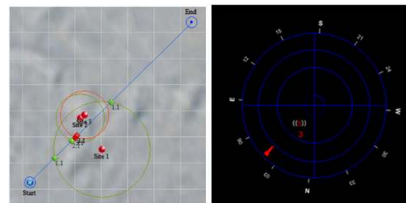


그림 6. 레이더, 미사일 복합위협 상황
Fig 6. Radar&Missile Complex threat & Display

시험시나리오 상에 탐색레이더(Site1), 추적레이더(Site2) 및 미사일(Site3) 위협을 설정하였다. 생존체계제어기는 Site1, 2, 3에서 발생한 위협정보를 수신하여 위협통합을 수행하고, 위협정보를 시현하며 동시에 레이더위협에 대하여 대응함을 보인다. 생존체계가 탐재된 플랫폼이 기동함에 따른 복합 및 다중 위협상황에 대한 검증은 DSS를 사용하여 시험시나리오를 작성하여 생존체계에 대한 성능 검증을 수행하였다. 플랫폼의 기동경로와 기동경로에 따른 항법정보, 생존체계가 조우할 수 있는 다양한 종류의 다중 및 복합 위협을 보유하는 시험시나리오의 정의를 정의하고, DSS를 사용

하여 시나리오 파일을 생성한다. 시험시나리오가 실행되어 플랫폼이 기동한 후 위협의 탐지 영역 내에 진입하게 되면 위협 종류에 따라 해당 위협 신호발생기가 작동되어 위협신호를 생존체계로 방사하게 되도록 하였다. 시험시나리오에 따라 생존체계는 위협신호 탐지 정보를 DIS로 전송하며 식별된 위협정보는 MFD 모의화면에 시현되고, 동시에 대응이 필요한 위협의 경우에는 대응을 수행하며 대응 수행여부는 다기능기현기 모의화면과 대응상태 모니터링 장치에 표시하여 확인할 수 있도록 하였다. 그림 7의 시험시나리오는 플랫폼이 8자 형태로 기동함에 따라 3개의 레이더 위협 및 1개의 레이저 위협에 대하여 시험한 시나리오와 시험 결과를 보인다. 시나리오 운용과 함께 생존체계는 정상적으로 설정된 위협을 탐지하고 위협 종류에 따른 대응을 수행함을 확인하였다.

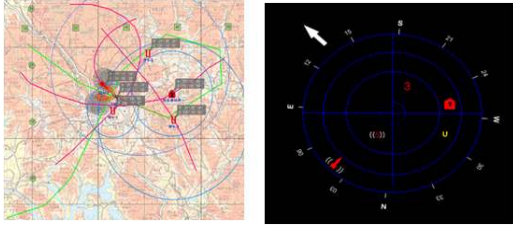


그림 7. 복합/다중 위협상황
Fig 7. Multiple-threat & Display

생존체계연동실험실 구성장비를 사용하여 복합 위협 상황 Emulation을 통하여 생존체계를 시험한 결과, 설정한 시험시나리오에 의거한 위협통합이 필요한 모든 복합위협 상황에 대하여 정상적으로 위협통합을 수행함을 확인하였으며, 위협통합이 필요치 않은 경우에 대하여도 정상 동작함을 확인하였다.

V. 결 론

본 논문에서 생존체계연동실험실을 구성하는 HWIL, HIL 장비의 활용을 통하여 실제 전장 상황에서 조우될 수 있는 다양하고 복합적인 위협 상황에 대하여 Emulation 및 시험을 수행하여 생존체계 운용 관점에서 수립된 위협 통합 기법을 적용하여 생존체계의 성능을 확인하였다.

현재 적용한 위협통합 알고리즘을 좀 더 다양하고 실제 운용환경에서 조우될 수 있는 위협들에 대해서 최적의 위협 통합 기법을 구현 할 수 있는 알고리즘을 개선하기 위해서는 지속적인 연구가 수반되어야 할 것으로 생각한다. 적용한 위협통합 기법은 생존체계가 탑재되는 플랫폼 및 생존체계 구성 장비에 의존적인 다중 및 복합위협 통합 기법이다. 무기체계의 최신화 및 복잡화가 가속됨에 따라 생존능력 확보는 필수 불가결

하며 이는 육상, 해상 및 항공에 이르는 전 무기체계 분야에 적용되어야 할 것이다. 이를 위해 생존체계가 조우할 수 있는 최신 무기체계들과 이에 대한 대응에 관련된 분야의 연구는 향후 지속적으로 추진되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Collin Hamilton, "Concept of Operations for Aircraft Survivability Equipment", EADS, 2007
- [2] 이문석, "헬기용 생존체계 성능확인을 위한 동적시나리오 모의", 지상무기학술대회, 2009
- [3] 류기열, "다중센서 데이터융합을 이용한 전장 상황인식 및 의사결정 알고리즘 시뮬레이션웨어 개발 연구", 2008