

이기종 지휘통제체계 연동을 위한 무장정보 처리 표준화 설계 방안

신진범^{*,1)} · 배정일¹⁾ · 이동관¹⁾ · 고혜승¹⁾

¹⁾ 국방과학연구소 제1기술연구본부

A Standardized Design Method of Weapon Information Exchange for Interoperability with Several Kinds of Command and Control System

JinBeom Shin^{*,1)} · JungIl Bae¹⁾ · DongGowan Lee¹⁾ · Hye-Seung Koh¹⁾

¹⁾ The 1st Research and Development Institute, Agency for Defense Development, Korea

(Received 14 April 2015 / Revised 4 September 2015 / Accepted 16 October 2015)

ABSTRACT

In this paper, we have proposed a design method for standardization of weapon information exchange between a weapon control computer of guided missile system and a high echelon command and control system. Because the weapon control computer based on diverse combat platforms is operated with several kinds of a high echelon system, it is necessary to provide a standardized design method for weapon information exchange between mutual system. In fact, it is possible to standardize a interface design specification of weapon information message because weapon information message is closely related to standard tactical data link message. It is essential that the interface design specification of weapon information is submitted to that of tactical data link information. It seems that this interface design specification is very useful in development process of the future weapon system.

Keywords : Interoperability(상호운용성), Command and Control System(지휘통제체계), Weapon System(무장체계),
Weapon Computer(무장컴퓨터), Data Link Message(데이터링크 메시지), Weapon Data Message(무장정보
메시지)

1. 서론

오늘날 유도무기 무장체계들은 독립적인 단독 운용

보다는 네트워크 중심전 기반 하에 다양한 지휘통제 체계들과 연동하여 플랫폼별로 임무를 수행한다. 지휘 통제체계들은 공군의 지휘통제소, 해군의 지휘체계와 함정별 전투체계, 그리고 육군 지휘소와 같은 체계들이다.

무장체계는 지휘통제체계와 Fig. 1과 같이 표준화 전

* Corresponding author, E-mail: jinbumshin@add.re.kr
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

슬레이터링크인 Link-16^[1], Link-11^[2], ATDL-1^[3], MDIL^[4] 및 ISDL-A/B로 연동하거나, 함정 전투체계 무장링크 및 지휘 무장링크로 연동하여 트랙 정보와 교전명령 및 교전상태 정보들을 교환한다. 무장체계는 외부 연동을 위하여 Fig. 2와 같이 무장컴퓨터에 내장된 무장정보 처리기(소프트웨어)와 데이터링크 처리기(소프트웨어) 간에 무장정보 메시지 송수신을 수행하며, 데이터링크 처리기는 무장정보 메시지를 전술데이터링크 메시지 또는 무장링크 메시지로 변환하여 상부체계와 연동한다. 현재 무장정보 메시지의 송수신은 표준화 처리 절차 없이 무장체계별로 최적화하여 사용하고 있으며, 무장체계 소프트웨어 개발자들이 적용할 전술데이터링크 또는 무장링크의 송수신 규정을 파악하여 특화된 무장정보 메시지와 메시지 송수신 처리 소프트웨어를 개발하게 되어 무장체계의 상호운용성 측면에서 호환성과 확장성이 떨어지는 문제가 있다. 그러므로 무장정보 처리 소프트웨어의 표준화 개발이 요구되며, 표준화 절차에 따른 개발은 설계개발 및 시험에 비용(인력과 시간)을 절약할 수 있게 하고, 소프트웨어 유지보수와 형상관리가 용이하다는 장점이 있다.

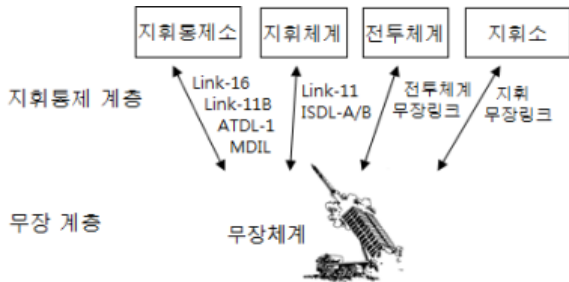


Fig. 1. Interface between C2 system and weapon system

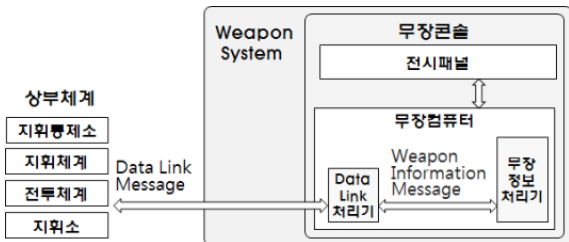


Fig. 2. Configuration of the weapon control computer

본 논문은 다양한 지휘통제체계 및 예하체계와 연동하는 무장체계의 무장정보 메시지 처리 표준화 설계를

위하여 다수의 전술데이터링크 및 무장링크에서 무장체계용 연동 메시지들을 분석하고, 그에 따라 무장정보 메시지의 종류 및 세부 정보를 제시하며, 메시지 송수신 처리 방안을 메시지 흐름도로 제시하였다. 제시된 무장정보 메시지 표준화 절차는 무장체계의 개발 시 소프트웨어 공용화 개발과 유지보수 및 형상관리에 유리할 것으로 판단된다.

2. 무장용 전술데이터링크 및 무장링크 메시지 분석

Table 1. Message analysis for weapon information exchange

순번	메시지 종류	설명
1	링크 테스트	연동 통신매체 통신상태 점검
2	체계 정보 교환	연동 체계간 정보 보고
3	트랙 정보 교환	트랙번호 및 식별치 포함 3차원 및 방위각/재머 표적 정보 포함 소스원 포함 식별치 차이/변경요청
4	특정 포인트	레이더 기지, 비행장, 부대와 같은 특정 참조점을 보고
5	트랙 갱신 요청	트랙정보 갱신 요청
6	트랙 경고/ 경고중단	트랙 경고
7	트랙 삭제	트랙 삭제
8	트랙 식별차이 보고	갱신 트랙의 IFF 관련 정보에 차이가 있음을 보고
9	트랙 식별변경 요청	트랙 IFF 정보 변경 요청
10	트랙 연관	트랙 간 연관성 보고
11	포인터 위치	관심 위치 보고
12	교전명령	트랙에 대한 교전명령 전파
13	무장상태/ 교전상태	무장체계 상태 및 교전명령에 대한 교전상태 보고
14	문자정보	트랙 관련 문자정보열 보고

무장체계는 지휘통제체계와 연동을 개시한 후에 체계 간의 식별정보를 교환하고, 트랙 정보와 식별치를 포함한 정보들을 주기적으로 수신받고, 트랙 교전 명령을 수신하여 작전을 수행하며, 해당 교전 명령에 대한 교전상태와 무장상태를 지휘통제체계로 전송하여 작전을 수행한다. 무장체계는 지휘통제체계와의 연동시에 전술데이터링크의 모든 메시지를 이용하지는 않으며, 무장체계 통제 및 감시에 적합한 메시지를 선택적으로 사용한다. 또한 무장링크도 무장체계 운용에 적합한 메시지들을 사용한다. 전술데이터링크와 무장링크의 표준서와 연동통제문서를 보면 무장체계 연동에 필요한 메시지의 종류는 유한¹⁻⁵⁾하며, 송수신 처리 규정도 유사하다. 표준서와 연동통제문서들의 분석에 따른 무장체계용 연동 메시지들의 종류는 Table 1과 같다. 이 연동 메시지들은 무장정보 메시지와 매우 밀접하게 관계되므로 이를 기준으로 무장정보 메시지 종류의 선택과 메시지 송수신 절차의 설계가 가능하다. 무장링크의 연동통제문서는 본 논문에서 별도로 기술하지 않는다.

3. 무장컴퓨터 무장정보 메시지

3.1 무장컴퓨터 소프트웨어 구조

무장체계의 무장컴퓨터에는 교전통제 및 발사통제를 위한 실시간 내장형 소프트웨어⁶⁾가 탑재되며, 외부 연동체계와 연동을 위한 소프트웨어 처리 구조는 Fig. 3과 같다. 전장정보 소프트웨어 구조체는 무장정보 처리 소프트웨어를 초기화한 후에 링크 연동 운용을 위한 설정정보를 송신하고, 운용이 시작되면 링크시작

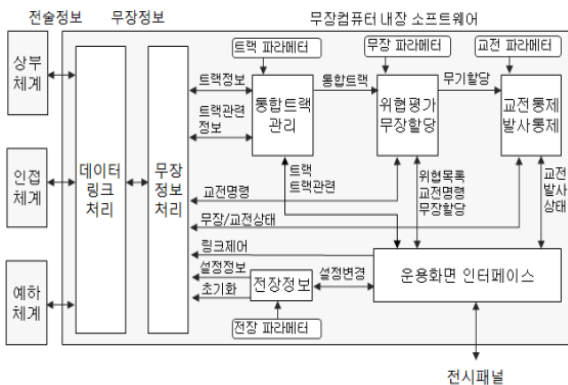


Fig. 3. Software of the weapon control computer

메시지를 전송한다. 무장정보 처리 소프트웨어는 데이터링크 처리 소프트웨어와 연동하여 트랙 정보와 트랙 관련 정보(트랙 경고, 식별차이, 식별변경 등)를 송수신 처리하고, 트랙의 교전명령과 해당 교전에 대한 교전상태 및 무장상태 정보를 송수신 처리한다. 데이터링크 처리기는 전술데이터링크 또는 무장링크를 통하여 외부 체계와 연동한다.

3.2 무장정보 처리 소프트웨어 연동 구조

무장컴퓨터에서 무장정보 처리 소프트웨어의 계층 구조는 Fig. 4와 같다. 무장정보와 데이터링크 처리 소프트웨어의 개별 연동 구조는 향후에 데이터링크 처리기가 무장컴퓨터 외부에 별도 장비로 탑재될 경우에 확장성을 제공할 수 있다는 장점이 있다.

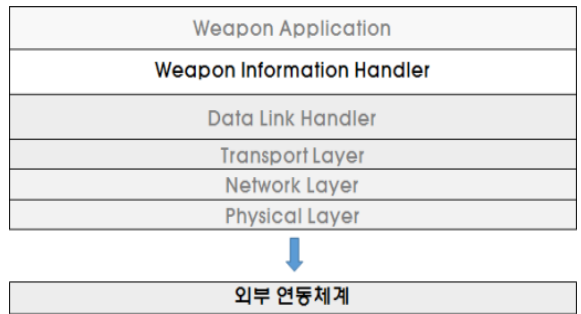


Fig. 4. Hierarchy of weapon information software

3.3 무장정보 메시지 설계

앞서 기술한 Table 1과 같이 플랫폼별 무장체계용 연동 메시지의 분석 결과에 따른 무장정보 메시지의 종류와 포함되어야 하는 세부 정보는 Table 2와 같다. 표에서는 고정 표적, 이동 표적 및 방위각/재머 표적들과의 교전에 필요한 세부 정보들을 포함하였다

4. 무장정보 메시지 송수신 처리

무장정보 메시지의 송수신 절차는 기본적으로 표준 전술데이터링크들의 송수신 규정에 적합하도록 개발되며, 무장정보 처리 소프트웨어와 데이터링크 처리 소프트웨어 간의 인터페이스 설계기술서에 규정들을 기술하였다. 본 장에서는 무장정보 처리 소프트웨어를 중심으로 무장정보 메시지의 송수신 처리 절차를 기술한다.

Table 2. Messages for weapon information exchange

순번	메시지 종류	포함 내용
1	초기화	초기화 정보
2	전장정보	무장체계 트랙번호/위치, 연동체계 IP 무장거리/형태 및 무장체계 고유번호 링크 식별 필터 및 영역 필터 포화경감 파라미터 및 링크상태 파라미터 트랙손실 판단 시간 연동링크 통신 지연시간
3	링크 제어/상태	링크 연결/해제 요청 링크 상태 : 미연결/물리연결/논리연결/ 비정상/성능저하
4	체계 정보	무장체계 및 연동체계 위치 및 트랙번호
5	트랙 정보	트랙 생성/갱신/삭제/확인
		트랙 소스원(번호) 및 트랙 품질
		트랙 번호 및 위치
6	방위각/재머 트랙	트랙 생성/갱신/삭제/확인
		트랙 소스원 및 방위각 정확도
		트랙 번호 및 방위각
		트랙 형태(플랫폼/스트로브 형태)
		위협도, 주파수/재머신호레벨
7	특정 포인트	포인트 트랙번호 및 위치
8	트랙 갱신요청	트랙번호/All
9	트랙 경고	NotForceTell/ForceTell
		NoEmergency/Emergency
10	식별 차이/변경	트랙번호/소스원/트랙형태
11	트랙 연관	연관형태/트랙번호1/트랙번호2
12	포인터	체계 형태(무장/센서/All) 및 보고 위치
13	교전명령	명령종류 - WeaponFree/WeaponTight/WeaponHold/ Engage/Assign/CeaseEngage/HoldFire/ CeaseFire/Cover/Salvo(ClearAircraft)/ Break Engage
		명령형태 - SAM/SSM/ASM/Aircraft/Helo/Missile/ Conventional(ShortRangeMissile/Guns)/ DepthCharge/Torpedo
		경보상태 : White/Yellow/Red
		트랙 번호 및 명령 소스원
		무장거리 : Short/Medium/Long 무장상태 : Available/OutOfAction 무장형태 - SAM/SSM/ASM/Aircraft/Helo/Missile/ Conventional(ShortRangeMissile/Guns)/ DepthCharge/Torpedo
14	무장상태/ 교전상태	무장상태 - Engage/Assign/Tracking/Firing/Effective/ PartiallyEffective/NotEffective/ EngagementBroken/HeadUp/ Engament Interrupted
		No of Fire Control System
		탄두형태
		문자정보
15	문자정보	트랙번호 및 문자열

4.1 무장정보 메시지 송수신 처리 설계

4.1.1 초기화 처리

외부 연동체계들과의 연동 운용을 시작하기 전에 데이터링크 처리기를 초기화하는 메시지이다.

4.1.2 전장정보 처리

무장체계에서 데이터링크 처리기의 운용에 필요한 설정정보를 전송하는 메시지이다. 설정정보에는 무장체계 트랙번호/위치, 무장 거리, 무장 형태, 무장 고유(부대)번호, 링크 식별 필터, 링크 영역 필터, 트랙 포화경감 파라미터, 링크상태(성능저하) 기준 파라미터, 트랙 손실 판단 시간 및 연동링크 통신 지연시간 등이 포함된다.

4.1.3 링크 제어/상태 처리

링크 제어/상태 관련 메시지는 링크의 동작상태 보고와 링크연동 개시/해제 제어를 포함하여야 하며, 링크 제어 및 상태 처리 절차는 Fig. 5와 같다. 링크상태 보고 정보에는 미연결, 물리연결, 논리연결, 비정상 및 성능저하 상태가 포함되어야 하며, 링크가 물리적 연결상태이면 링크 연결 및 해제 요청을 할 수 있어야 한다.

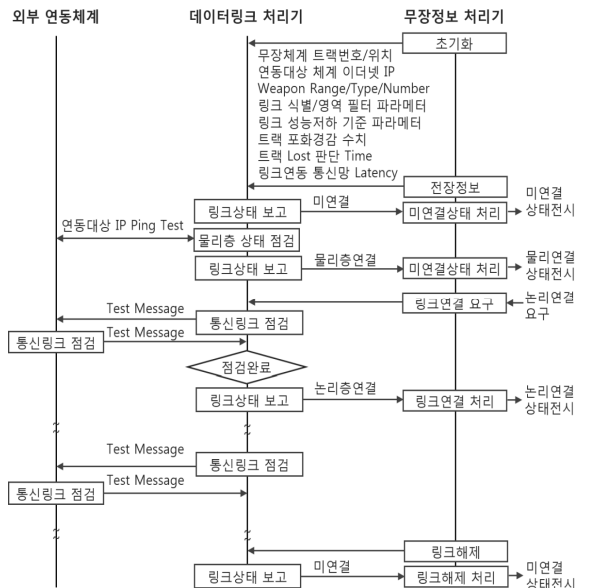


Fig. 5. Weapon information initialization, system information and link control information exchange

4.1.4 체계 정보 처리

무장체계가 외부 연동체계와 체계 위치정보와 트랙 번호를 주기적으로 교환하는 메시지이며, 수신된 외부 연동체계의 심볼 및 트랙번호가 전시되어야 한다. 체계정보 처리 절차는 Fig. 6과 같다.

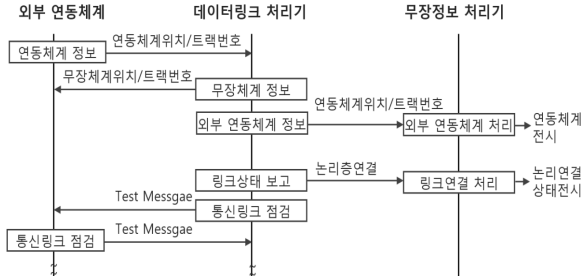


Fig. 6. System information exchange

4.1.5 3차원 트랙 및 방위각/재머 트랙 정보 처리

체계 정보의 교환 후에 트랙 정보를 주기적으로 교환하는 메시지이다. 외부에서 수신된 트랙에 대하여 트랙을 생성하거나 갱신하여야 하며, 무장체계의 로컬 트랙은 외부 연동체계로 전송되어야 하고, 트랙 삭제 메시지의 송수신이 가능하여야 한다. 트랙 정보에는 링크 트랙번호, 트랙의 위치와 속도, 트랙 탐지 소스원 트랙번호, 트랙 위치 정보의 품질, 트랙 식별치와 국적 및 트랙 형태(분류)가 포함되어야 한다. 방위각/재머 트랙의 경우 방위각, 방위각 정확도, 트랙 탐지 플랫폼 형태, 위협도, 재밍 주파수 및 재밍 신호레벨 등이 포함되어야 한다. 무장컴퓨터는 신규 트랙과 기존에 관리 중인 트랙의 코릴레이션을 계산하여야 하며, 신규 트랙의 경우 트랙 생성 동기화를 위한 확인 절차가 필요하다. 무장컴퓨터는 트랙 관리 주기에 따라 트랙 위치를 반복적으로 계산하여야 하며, 수신 트랙의 심볼과 트랙번호 및 세부 속성 정보들은 전시하여야 한다. 트랙 정보 처리 절차는 Fig. 7과 같다.

4.1.6 트랙 삭제 처리

데이터링크 처리기에서 트랙 삭제 메시지가 수신되거나, 무장체계 운용자가 트랙 삭제를 요청하였을 때 무장컴퓨터는 해당 트랙을 삭제하여야 한다. 트랙 삭제 정보의 처리 절차는 Fig. 8과 같다.

4.1.7 특정 포인트 처리

트랙과 유사하게 항공부대와 기지 사이트와 같은 특

정 체계의 위치 정보와 트랙번호의 교환이 가능하여야 하며, 수신된 특정체계의 심볼과 트랙번호가 전시하여야 한다.

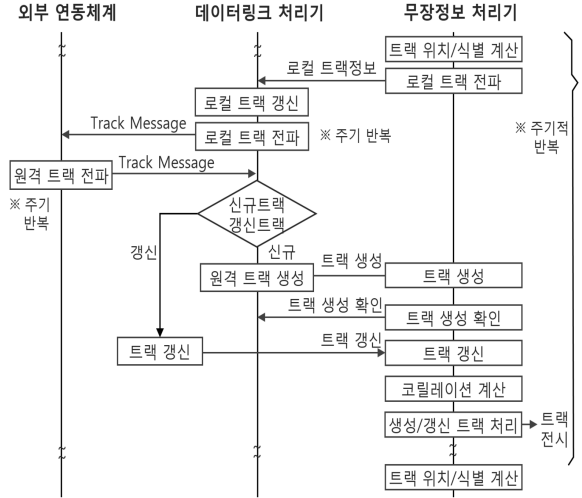


Fig. 7. Track information exchange

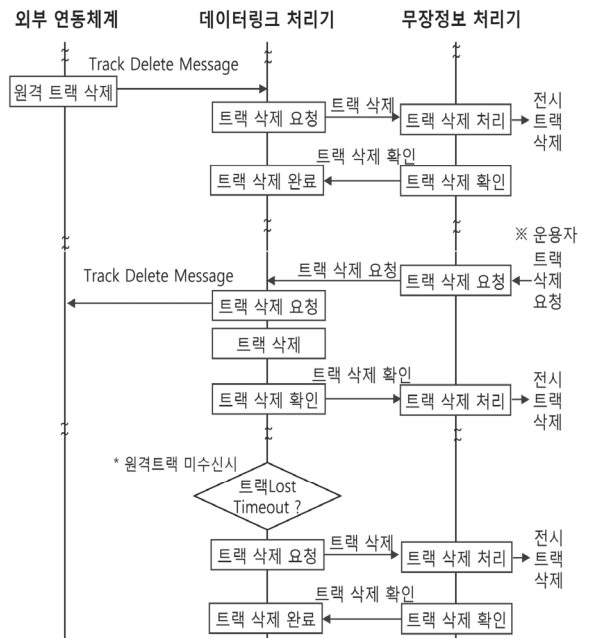


Fig. 8. Track delete information exchange

4.1.8 트랙 갱신요청 처리

지정 트랙이나 모든 트랙에 대하여 Fig. 9와 같이 트랙 갱신요청 처리가 가능하여야 한다.

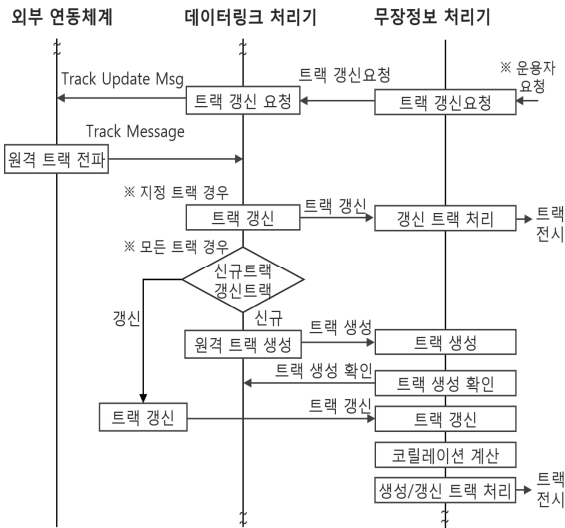


Fig. 9. Track update request information exchange

4.1.9 트랙 경고 처리

전파된 트랙에 대하여 Fig. 10과 같이 Emergency와 Forcettell 경고의 시작과 중단 처리가 가능하여야 하며, Emergency와 Forcettell은 해당 트랙에 추가적인 심볼로 전시되어야 한다.

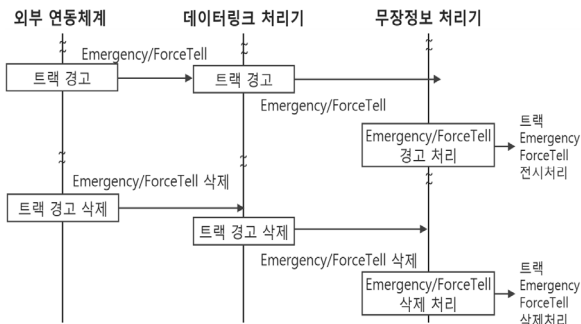


Fig. 10. Track alert information exchange

4.1.10 식별 차이/변경 처리

무장컴퓨터가 관리 중인 트랙에 대해 현재 수신된 트랙의 식별치가 다를 때 식별 차이를 해당 연동체계에 보고하여야 하며, 상부체계의 식별 변경 요청에 대해 해당 트랙의 식별을 변경하여야 한다. 예하체계와의 식별 차이는 소프트웨어에 의해 자동으로 변경 요청 처리를 하던지, 아니면 운용자가 수동으로 식별 변경을 요청하여야 한다. 식별 차이보고 및 변경 처리는 Fig. 11과 같다.

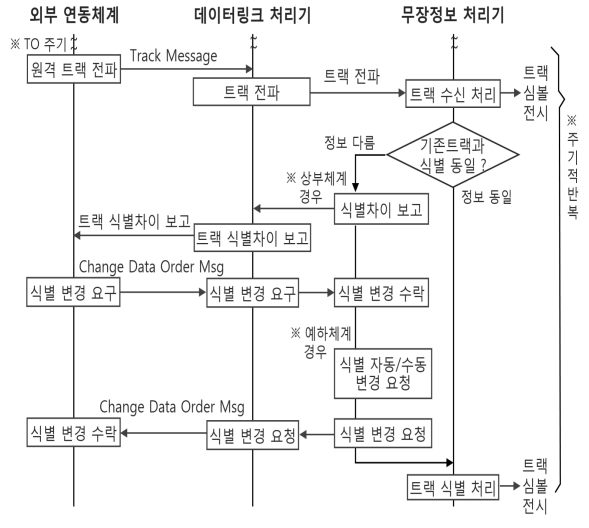


Fig. 11. ID difference report and change data order exchange

4.1.11 트랙 연관 처리

트랙들의 연관성 정보의 교환 처리가 가능하여야 하며, 정보에는 항공기 간의 페어링과 급유기 페어링 같은 연관 형태와 연관 트랙번호가 포함되어야 한다. 무장컴퓨터 소프트웨어는 Fig. 12와 같이 원격 연관 트랙 목록을 생성하고 전시하여야 하며, 로컬 연관 트랙에 대해서도 연동체계로 전파가 가능하여야 한다.

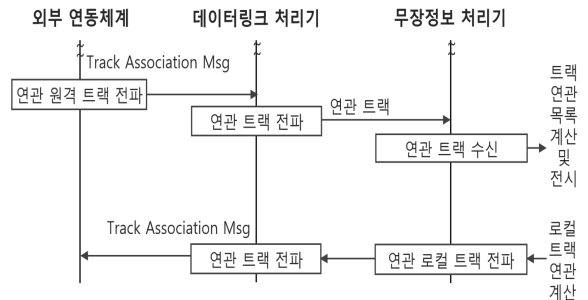


Fig. 12. Track association information exchange

4.1.12 포인터

무장체계 운용자가 입력한 주의 위치점의 송수신 처리가 가능하여야 하며, 체계 형태와 위치 정보가 포함되어야 한다. Fig. 13과 같이 수신된 포인터는 해당 위치에 전시되어야 하며, 포인터의 삭제는 운용자에 의해 수동으로 가능하여야 한다.

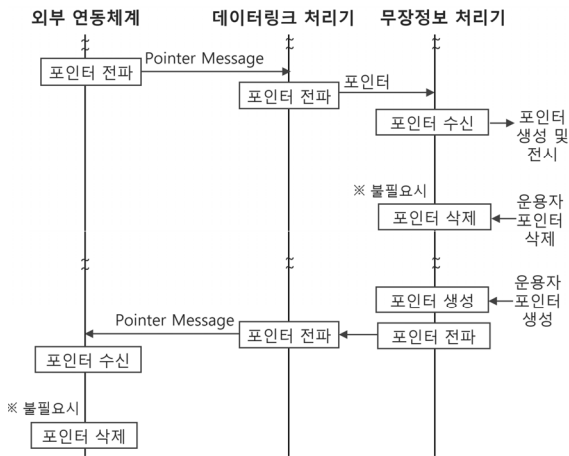


Fig. 13. Pointer information exchange

4.1.13 교전명령 및 무장상태/교전상태 처리

지휘통제체계로부터 수신된 교전명령의 처리가 가능하여야 하며, 교전명령에 대한 트랙의 교전상태와 무장체계의 무장상태의 송신 처리가 가능하여야 한다. 메시지에는 명령종류, 무장형태, 방공경보, 무장거리, 무장체계 교전상태, 무장체계 탄두형태 및 무장번호가 포함되어야 한다. Fig. 14와 같이 트랙의 교전상태는 해당 트랙에 추가적인 심볼로 전시되어야 한다.

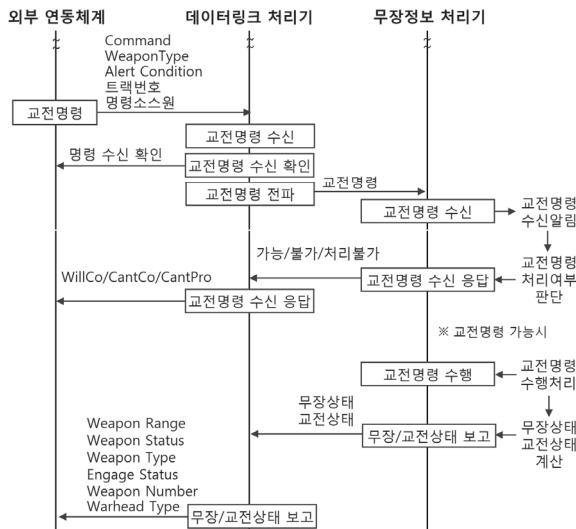


Fig. 14. Command, weapon status and engagement status exchange

4.1.14 문자열 정보

특정 트랙에 지정되는 문자열 정보의 송수신 처리가 가능하여야 한다. 수신된 문자열 정보는 해당 트랙 위치에 전시되어야 한다.

4.2 무장정보 메시지 설계 고려사항

무장정보는 데이터링크 처리기에서 데이터링크 메시지로 변환되어 외부 연동체계로 송신되므로 연동 처리 호환성과 효율성을 고려하여 무장정보 메시지의 세부 필드를 설계하여야 한다. 무장정보 메시지의 세부 필드 설계에 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

4.2.1 엔디언

전술데이터링크와 동일한 엔디언으로 필드를 구성하여야 한다. 이는 메시지의 재구성을 용이하게 한다.

4.2.2 정보 전달 투명성

전술데이터링크에서 사용하는 세부 필드의 비트 수와 동일하게 세부 필드의 비트를 구성하여야 한다. 이는 메시지 변환 프로그램을 간단화하여 빠른 속도로 정보의 교환이 가능하게 한다.

4.2.3 필드별 미정의 정보 추가

메시지의 세부 필드별로 “미정의(No Statement)”를 정의하는 것이 좋다. 이는 향후 송수신 처리 규정의 변경 및 추가 시에 쉬운 확장성을 제공한다.

4.2.4 메시지별 예비 필드

무장정보 메시지 별로 추가 사용성 및 향후 확장성을 위한 충분한 예비 필드를 포함하여야 한다.

4.2.5 시간동기

무장체계와 지휘통제체계 간의 시간동기를 위하여 메시지에 시간동기 필드를 포함하여야 한다.

4.2.6 트랙 생성 및 삭제 동기

트랙의 생성 및 삭제 시에 외부 연동체계와 보유 트랙의 수가 다를 수 있으므로 트랙 생성 및 삭제와 관련된 무장정보 메시지의 송수신 시에 확인(Acknowledge) 처리가 필요하다.

5. 결 론

본 논문은 무장체계가 외부 지휘통제체계와 연동하기 위한 무장정보 메시지들을 제시하고, 메시지들에 대한 송수신 처리 절차의 표준화 설계 방안을 제시하였다. 무장체계의 무장정보 메시지 처리는 전술데이터링크 메시지 처리 규정과 무장링크 메시지 처리 규정을 만족하며, 현재 개발 중인 무장체계에서 무장정보 처리 소프트웨어를 표준화하여 개발하고 있다. 무장정보 처리 표준화는 무장정보 인터페이스 설계기술서와 소프트웨어 규격화 문서로 작성할 예정이다.

본 논문에서 제시한 무장정보 메시지의 처리 표준화 설계 방안은 무장체계 탑재 플랫폼 별로 다양한 전술데이터링크 및 무장링크를 포함한 이기종 지휘통제체계와의 상호운용성 개발을 표준화할 수 있게 하며, 무장정보 처리 소프트웨어의 호환성과 확장성을 제공한다. 또한 절차 표준화에 따라 무장체계의 연동 개발 비용을 절감할 수 있으며, 소프트웨어의 유지보수와 형상관리가 용이한 장점이 있다. 제시된 무장정보 처리 표준화 설계 방안은 향후 무장체계의 연동성 개발에 매우 유용할 것으로 판단된다.

References

- [1] MIL-STD-6016E “Tactical Digital Information Link (TADIL) J Message Standard,” 2012. 7.
- [2] MIL-STD-6011C “Tactical Data Link(TDL) Link-11 Message Standard,” 2006. 11.
- [3] MIL-STD-6013A “Army Tactical Data Link-1(ATDL-1) Message Standard, 1997. 3.
- [4] MND-STD-0017 “MDIL Message Standard(M-SAM Digital Information Link Message Standard),” The Department of Defense, 2011. 8.
- [5] Serdar OZTURK, Emine TASDEMIR, Murat SAHIN “Multilink Processors (Link 11/16/22) and Integration Architecture”.
- [6] Yoo Myong-Hwan, Bae Jung-II, Shin Jin-Hwa, Cho Kil Seok, “Development of the Engagement Control Software Architecture Based on UML 2.0 Model”, The Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 10, No. 4, pp. 20~29, 2007. 12.