

## 영상정보용 공용데이터링크 표준화 발전방향

정종문 | 박규철 | 원태연 | 오의환 | 고동철 | 홍석준\* | 윤창배\* | 김호\* | 박의영\*\*

연세대학교, \*삼성탈레스, \*\*국방과학연구소

### 요 약

미래 전에서는 정보의 중요성이 더욱 부각되고 있으며 정보의 수집 및 전파, 정확한 지휘결심 및 전파, 기동타격체계의 통제 등으로 이어지는 지휘통제의 전 과정을 유기적으로 연결하여, 그 성능을 극대화시키는 것이 네트워크 중심전(NCW: Net-Centric Warfare)의 개념이다. NCW 실현을 위해 개발중인 여러 체계 중 주목 받고 있는 것이 무인기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)이다. 무인기는 감시정찰, 고정밀 타격, 그리고 전투피해평가 기능 등을 수행하며, 전술적인 상황인식이 가능하게 한다. 무인기가 이러한 임무를 수행하기 위해서는 비행체의 상태정보, 비행체의 조종통제정보, 그리고 임무 탑재체가 획득한 정보의 간단없고 정확한 전달이 요구된다. 이러한 정보를 전송하기 위한 비행체와 지상체간의 제반 통신을 데이터링크(Data Link)라 하며, NCW 구현에 있어서 가장 핵심이 되는 요소이다. 세계 각국은 영상정보 수집자산으로서 무인기와 데이터링크의 개발에 박차를 가하고 있는 실정이며, 우리 군도 전력화가 계획된 각 세대별 무인기의 통합운용을 위한 영상정보 공용데이터 링크(MPI-CDL: Multi-Platform Image and Intelligence Common Data Link)를 개발중에 있으며 지속적인 영상정보 수집자산의 소요증가에 따른 주파수 획득문제와 사업별 독자적인 데이터 링크의 개발을 지양하고 기존체계와의 상호운용 및 단절없는 통신을 보장을 위해 개발과 동시에 국가적 차원에서의 기술구조 표준화가 추진되어야 한다. 이러한 시점에서 본고에서는 먼저 선진국의(CDL: Common Data Link) 표준화 동향을 알아보고, 상호운용성과 연동을

위한 한국형 MPI-CDL 기술 표준화방향을 제시하고자 한다.

### 1. 서 론

현대전과 미래전의 양상은 첨단 정보수집체계로부터 획득하고 융합된 정확한 정보를 기반으로 지상·해상·공중의 모든 전력이 효과적으로 통합·운용되는 “입체적 총력전”의 개념과 급속히 발전하는 정보기술을 기반으로 “아군측의 정보 능력과 정보 흐름을 보장하면서 상대측의 정보 능력과 정보 흐름을 파괴 또는 마비시키면 승리할 수 있다”는 정보전(Information Warfare)의 개념으로 대변된다. 또한 과학기술의 발달로 고속의 기동력과 무기체계의 정확한 타격, 사거리 및 위력의 증대 등으로 인해 전장영역이 점차 확대되어 지상, 공중, 해상 및 전후방을 단일 전장화 하는 비선형 입체전장의 형태로 발전되고 있다. 이러한 양상을 견주어 볼 때, 정보의 수집 및 전파, 정확한 지휘결심 및 전파, 기동타격체계의 통제 등으로 이어지는 지휘통제의 전 과정을 유기적으로 연결하여, 그 성능을 극대화시키는 것이 승리의 관건이다. 특히, 비선형 입체전장에서 가장 중요한 전투 전력중의 하나가 네트워크 즉, 네트워크중심전(NCW: Net-Centric Warfare)이다. NCW 개념은 1998년도에 미 해군 제독, A. K. Cebrowski의 의해 처음으로 제시되어, 교리와 정보기술의 발전과 함께 미래 전장의 핵심요소로 발전하였다. NCW는 복합체계(System of System) 즉, 감시정찰체계(Sensor), 지휘통제체계(C2: Command & Control), 정밀타

격체계(Shooter) 등, 다양한 무기/비무기체계가 상호운용성을 기반으로 연동(internetworking)이 가능하도록 통합하여 디지털화 된 정보가 신속하고 정확하게 유통되어 미래전장 능력을 보장할 수 있는 강건한 네트워크를 구현하는 것이다 [1].

최근의 아프가니스탄과 이라크 전쟁에서 가장 주목 받은 새로운 무기체계는 무인기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)이다. 무인기는 중심 깊은 적에 대한 정보의 수집과 적의 기동 조기포착, 공세 이전의 적 핵심 전력을 무력화 할 수 있는 정보 등을 수집하는 감시정찰 기능과, 무기를 장착하여 핵심표적을 직접 타격할 수 있는 고정밀 타격 기능, 그리고 표적 타격 후 전투피해평가(BDA: Battel Damage Assesment) 기능을 수행하며, 전략 및 전술적으로 포괄적인 상황인식(SA: Situation Awareness)을 가능하게 한다. 무인기가 각 임무와 관련된 탑재체로 적합한 체공시간 동안 지구 대기권 또는 그 이상의 공간에서 특정 임무를 수행할 수 있도록 비행체의 상태정보, 비행체의 조종통제, 임무 탑재체가 획득 및 수행한 정보 전달이 요구된다. 이러한 정보를 전송하기 위한 비행체와 지상체간의 제반 통신을 데이터링크(Data Link)라 하며, NCW 구현에 있어서 가장 핵심이 되는 요소이다. 세계 각국은 영상정보 수집자산으로서 무인기 개발뿐만 아니라 NCW 구현을 위한 데이터링크의 개발에도 박차를 가하고 있는 실정이며, 우리군도 이러한 필요를 인식하고 영상정보용 공용데이터 링크(MPI-CDL: Multi-Platform Image and Intelligence Commom Data Link)를 개발 중에 있다. MPI-CDL 개발과 더불어 다음과 같은 목적으로 국가적 차원에서 기술구조의 표준화가 선행되어야 한다.

먼저 정확한 표준이 있는 시스템들은 여러 업체들이 경쟁적으로 표준에 맞게 개발을 할 수 있으며 성능의 비교 분석이 가능하므로 가장 성능이 좋은 시스템을 선정할 수 있다. 개발하려는 시스템은 여러 작은 개별적인 시스템들 단위로 제작이 되어 하나로 합쳐지게 되는데 표준화에 맞춰 제작이 되어야 원하는 전체 시스템 구조를 이루게 되면서 성능을 발휘하게 된다. 그리고 표준에 의거한 시스템 설계가 이뤄질 경우 차기에 다양한 신기술들이 개발될 때에 전체 시스템을 교체하지 않고서도 신기술을 도입한 부분적인 개별단위 요소들을 교체함으로써 전체적인 시스템의 성능 향상을 가져 올 수 있는 큰 장점을 지닌다. 마지막으로 주기단위로

교체되는 군 보직 특성상 향후 시스템을 이해하고 유지 및 보수함에 있어서 MPI-CDL 기술표준이 기술교범과 같은 역할을 할 것이며 이를 통해 발전 지향적이고 끊임 없는 시스템 사용 및 개발이 이어지게 될 것이다 [2].

이러한 이유로 본고에서는 먼저 선진국의 CDL 발전 및 표준화 동향을 알아보고, 상호운용성과 연동을 위한 한국형 MPI-CDL 기술 표준화 구조 설계 방향을 제시하고자 한다.

## II. 선진국의 CDL 발전 동향

디지털 데이터 링크는 한 장치에서 다른 장치로 디지털 데이터를 전송하기 위한 연결 수단이다. 아날로그 방식의 통신에서 디지털로 변화함으로써 유통되는 정보의 명확성과 적시성은 전쟁에서 아주 중요한 요소로 작용하고 있다.

표적 정보, 교전 지시 명령 등과 같이 데이터의 양이 작고 매우 짧은 지연시간과 보안이 요구되는 실시간성 전송정보를 유통하는 전술데이터링크(Tactical Data Link)와는 달리 감시 및 정찰 정보를 다루는 광대역의 영상정보 데이터 링크는 몇가지 다른 성격을 지닌다. 우선 데이터의 양 측면에서 매우 큰 용량을 가지게 되며 수집된 정보를 모든 전투원에게 전달하는 것이 목적이 아니라 정보 분석 기관에 전달하는 것을 기본 목적으로 한다. 주로 성능이 우수한 지향성 안테나를 이용하여 지정된 사용자에게만 전송하며 대용량의 정보를 전송하기 위해 넓은 주파수 대역을 필요로 한다.

특히 전송속도측면에서 실시간 및 근실시간 전송을 지원하기 위해서 전술데이터 링크는 수십 Kbps의 전송속도가 요구되지만 영상정보 데이터링크는 수십에서 수백 Mbps의 전송속도가 요구된다. 즉, 대용량의 영상정보를 고속 전송하기 위해서는 전용의 데이터링크가 필요하다. 본 절에서는 영상정보를 전송하기 위한 데이터링크 선진 기술을 알아보고자 한다 [2].

### 1. CDL

Common Data Link(CDL) 프로그램은 Interoperable Data Link(IDL)에 기초한다. 1979년 미공군(USAF)과 국가안전보장국(NSA)은 U-2에 장착하기 위한 IDL을 개발하였다. 1988

년 IDL의 성공으로 국방부 전반에 걸쳐 적용 가능한 표준화된 통신 아키텍처를 개발하게 되었다. CDL은 광대역의 정보, 감시 및 정찰 자료가 수집되고 배포되는 것에 적용하게 되었다. CDL 프로그램은 군 또는 정부기관에서 운영하는 ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) 수집 체계의 데이터 링크 간 상호 운용성을 보장하여 단절됨이 없는 유연한 통신이 가능하도록 하기 위한 것이다. CDL은 양방향 동시 전송 방식, 항재밍(Anti-Jamming) 능력을 지니고 있는 ISR 센서, 센서 플랫폼, 지상 터미널사이에 디지털 데이터 통신을 제공하기 위해 대역확산 방식의 점대점 통신 방식을 적용한다. 업 링크는 200Kbps로 작동되며 최대 45Mbps까지 가능할 것이다. 다운링크는 10.71~45Mbps, 137Mbps 또는 274Mbps에서 운영된다. 장차 548Mbps와 1,096Mbps 전송률도 지원될 예정이다.

CDL 계열은 5개 등급으로 구성되어 있으며 기본적으로 통달 거리는 가시거리(LOS)로 제한되지만, 중계기를 이용할 경우 비가시거리 (BLOS)까지 통신이 가능하다. 등급분류는 다음과 같다.

- Class I : 마하 2.3의 속도와 80,000ft 에서 운영되는 공중 플랫폼과 지상체계
- Class II : 마하 5.0, 150,000ft
- Class III : 마하 5.0, 500,000ft
- Class IV : 750 nm에서 선화하고 있는 위성의 터미널
- Class V : 더 큰 고도에서 운영되고 있는 중계 위성의 터미널

CDL은 I/X band(9.7-10.5GHz)와 Ku-band(14.5-15.35GHz)를 이용하며 CDL 장착이 가능한 위성의 개발로 plus I/X band (7.25-8.4GHz)와 EF/S band (2.2-2.3GHz)를 이용한다 [2-5].

## 2. TCDL

Tactical Common Data Link (TCDL)는 Defense Airborne Reconnaissance Office (DARO)과 Defense Advanced Research Projects Agency(DARPA)에 의해 작전과 기술의 달성을 위해 계획되었다. TCDL의 목적은 광범위한 정보, 감시 및 정찰(ISR) 체계에 응용이 가능한 저비용, 경량의 CDL로 기존 체계와 호환이 가능하도록 디지털 데이터 링크 그룹을

제공하는 것이다. 초기의 TCDL 설계는 UAV(Predator와 Outrider)활용을 목표로 하였다. 장차 TCDL 설계는 유무인기 응용 분야(Guardrail, Rivet Joint, Reef Point, ARL 및 JSTARS)로 추가적으로 확대될 것으로 예상된다. TCDL은 Ku 대역에서 동작될 것이며, 순방향링크(forward link)에서 200Kbps와 역방향링크(return link)에서 10.71 Mbps의 전송률로 상호 동작할 것이며, Tactical Control System (TCS)와 연동될 것으로 예상된다. 추가적으로, TCDL은 다른 주파수 대역에서도 동작할 수 있을 것으로 예상되며, 다른 전송률의 순/역방향 링크에서도 작동할 것으로 예상된다 [2-5].

TCDL 통신 체계는 점대점 또는 LOS 송신의 방법으로 인한 지상 터미널과 정보 수집 플랫폼 간의 양방향, 디지털 송신을 제공한다. 명령 링크 전송률은 Predator UAV 명령 링크의 64Kbps 전송률을 포함하며 적응적 CDL에서 200Kbps이다. 공중 터미널은 CDL보다 낮은 10.71Mbps의 전송율로 TCDL 지상 터미널, CDL 지상 터미널, 또는 원격 비디오 터미널(RVT)에 의해 LOS를 수신 할 수 있는 역방향링크 전송률로 전송한다.

TCDL 역방향링크는 14.40에서 14.83GHz 대역 안에서 동작하여야 하고, 순방향링크는 15.15에서 15.35GHz 대역 안에서 동작해야 하고 5MHz 스텝 크기나 그 이하로 조정할 수 있도록 요구한다.

## 3. MP-CDL

Multi-Platform - Common Data Link (MP-CDL)는 원래 Joint Surveillance Target Attack Radar System (JSTARS) E-8C, 지상 기지국, Common Ground Station(CGS)과의 데이터를 송수신하는 Surveillance and Control Data Link(SCDL)를 대신하기 위해 계획 되었다. 공군은 MP-CDL 프로그램을 네트워크 중심의 Network Centric Collaborative Targeting (NCCT) Advanced Concept Technology Demonstration (ACTD)을 지원하는 네트워크 중심 전장 수용 능력을 위한 데이터 링크로 재편성 하였다. MP-CDL은 Multi-Platform Radar Technology Insertion Program (MP-RTIP) 계열의 체계를 지원할 것이다. 그리고 공중과 지상의 정보, 감시 및 정찰(ISR) 체계 간의 네트워크 중심 데이터 링크를 제공할 것이다.

MP-CDL 목표는 네트워크화 된 환경 안에서 수용 가능하

〈표 1〉 CDL 종류별 주요 설계 요구조건 [2]

	전송 속도		관련 주파수	통신 거리 (Km)
	Uplink	Downlink		
CDL	200kbps	10,71/45Mbps 137/274Mbps 548/1,096Mbps (지원 예정)	I/X band Ku-band EF/S band plus I/X band	24,384 45,72 152,4 1,389
TCDL	200kbps	10,71Mbps	Ku-band	4,57
MP-CDL	59/500 kbps, 45Mbps	45/137/274 Mbps	X band Ku-band Ka-band	12,19

고, 작전상으로 효율적인 LOS, 광대역, 공대공과 공대지, 일대대와 일대일 연결성을 제공하는 것이다. 중앙 공중 터미널과 활성화 되어 있는 클라이언트들의 수로 나타내어지는 네트워크의 크기는 다양한 임무활용에 주소를 할당하기 위해서 측정할 수 있어야 한다. 기존의 CDL 일대일 신호로부터의 변형을 강조한, 네트워크 작동에 덧붙여서 MP-CDL 터미널들은 CDL 지상 또는 공중 터미널들과 일대일 상호 작동할 수 있는 것에 관한 수용력을 지원한다. 중앙적 공중 터미널에 관해 예상되는 요구사항은 단일 일대일 데이터링크 작동이 독립적이며 동시에 다사용자 네트워크와 작동할 것이다. 터미널의 일대일 데이터 링크는 존재하는 CDL 지상 통신장치와 표준 전송률이 274Mb/s 이상에서 설정된 공중 정보 송신(ABIT) 릴레이 터미널들(T)과 상호 동작이 가능하다.

터미널의 일대일 데이터 링크에 관한 목적(O: Objective)의 요구사항은 CDL 지상과 플랫폼 통신장비와 상호 동작이 가능해야하며, ABIT 릴레이와 수집기는 표준 데이터 전송률이 274Mb/s 이상이어야 한다. 중앙 공중 터미널로부터 클라이언트 터미널로의 방송 데이터 송신 전송률 수용력은 45(T: Threshold)/137(O)Mb/s (2.2Mb/s(T) 항재밍성 채널 포함)이다. 개별 클라이언트로부터 중앙 공중 터미널로의 데이터 전송률 수용력은 0.059(T)/45(O) Mb/s 이다. 다중 클라이언트로부터 중앙 공중 터미널로의 총 전송률 대역폭은 0.5(T)/45(O) Mb/s가 될 것이다.

MP-CDL 체계는 추가적인 연결이 가능하고, 대역폭을 측정할 수 있으며 다중 구성이 가능하도록 개방/측정인 구조를 갖게 될 것이다. 초기에는 40,000ft. 고도로부터 최대 LOS로 예상되어지며 Ku 대역(T)에서 운용 가능하되, 다중 동시

적 링크들(O)을 허용하기 위해서 하나 또는 그 이상의 대체 RF대역들(X, Ku, Ka)안에서 작동하도록 장치 성장 수용력을 지원해야 할 것이다 [2].

### III. 선진국의 CDL 표준화 동향

선진국에서는 영상정보용 공용데이터링크의 시스템간의 기술적 상호운용성을 보장하기 위하여 표준들을 제정하여 운용하고 있다. 북대서양 조약기구인 NATO(North Atlantic Treaty Organization)에서 회원국 간의 연합임무 수행을 위해 제정한 STANAG(STANdardization AGreement)과 미국 국방성에 의해 제정된 디지털 이미지 및 이미지 관련 제품군에 대한 표준화 규격서인 NITFS (National Imagery Transmission Format Standard)가 그 대표적이 예이다.

#### 1. STANAG 4586

STANAG 4586은 UCS (UAV Control System)와 C4I 시스템 (Command, Control, Communications, Computers and Intelligence), 그리고 UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 간의 통신을 발전시키기 위한 표준으로서 서로 다른 소스들로부터의 받은 정보에 대한 종합 처리과정을 용이하게 하며 기존 시스템들의 통합과 계속적인 실용화를 가능하게 하는 것이 특징이다. STANAG 4586은 공개되어 있으며 Edition 2.5 발표 이후 현재 추가 표준화가 진행 중이다. 이 표준에서 다루고 있는 표준화 요소로 살펴보면 다음과 같다.

- 상호운용성
- 구조
- 인터페이스
- 통신 프로토콜
- 데이터 구성요소
- 메시지 포맷

또한 운용상의 요구사항들을 적용시킬 수 있는 다섯 개의 LOI(Levels of Interoperability)를 표준에서 정의하고 있다. 각각의 운용상의 요구사항들과 승인된 CONOPS(Concept of

Operation)는 구체적인 UAV 시스템이 요구 될 LOI를 결정 짓는다. 상호운용성에 대한 5가지 level의 세부적인 사항은 다음과 같다.

- Level 1 : UAV와 관련된 데이터와 메타데이터의 간접적인 수신/송신
- Level 2 : UAV와 관련된 데이터와 메타데이터의 직접적인 수신/송신
- Level 3 : UAV payload의 제어와 감시
- Level 4 : 발사와 회수를 제외한 UAV의 제어와 감시
- Level 5 : 발사와 회수를 포함한 UAV의 제어와 감시

## 2. STANAG 7085

STANAG 7085는 기본적인 이미지의 데이터 전송에 사용되는 하향 링크의 세 클래스를 위한 상호운용성의 표준을 제공한다. STANAG 7085는 현재 Edition 3이 비공개로 비준되어 있으며 계속해서 표준화 작업이 진행 중이다. 표준에서 언급하는 하향 링크의 세 클래스는 아래와 같이 나뉜다.

- Annex A : 아날로그 링크
- Annex B : 점대점 링크
- Annex C : 방송 디지털 링크

이 표준에서는 다음과 같은 세부 표준화 요소들을 제공하여 상호운용성에 초점을 맞추고 있다.

- simplex/duplex
- 데이터 전송률
- 반송주파수
- 채널 다중화
- 인터리빙
- 암호화

이들을 표준화함으로써 어떠한 데이터의 형태 (즉, STANAG 7023, 4545) 이던지 간에 관계없이 임의의 링크에서 작동 및 적용이 가능하다 [6].

## 3. NITFS

NITFS는 미국 국방성에 의해 정의된, 디지털 이미지 및 이미지관련 제품군을 포매팅/교환하기 위한 표준이다. 이 표준은 이미지 및 이미지관련 정보의 포매팅, 전송, 수신 및 처리과정을 위해 사용되는 시스템들의 상호운용성을 규정한 것으로, 이를 National Imagery Transmission Format (NITF) 파일 형식으로 표현을 하고 있다. NITFS는 1998년 version 2.1로 표준화 되어 있으며 현재까지 국제표준(ISO/IEC 12087-5)으로서 사용되어 왔다.

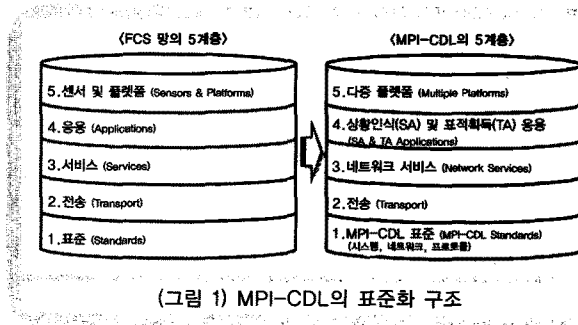
NITFS은 동일 하드웨어나 소프트웨어가 없이도 다음과 같은 보편적인 특징과 기능을 제공한다.

- 수행 능력의 다중 레벨
- 가변 이미지 크기와 가변 이미지 해상도
- 벡터 그래픽
- 비파괴 이미지 삽화 및 오버레이
- 비파괴 그래픽 주석
- 국제 표준을 이용한 이미지 압축
- ISO/IEC JPEG 압축
- 내포된 텍스트 파일이 이미지의 정보를 전달
- 확장된 이미지의 제공과 데이터의 기록
- 파일 안에서 각각의 세그먼트들을 분류할 수 있는 기능

## IV. MPI-CDL 표준화 구조 설계방향

영상정보용 공용데이터링크를 표준화함에 있어 고려해야 할 가장 중요한 요소는 미래 영상정보 데이터링크를 이용할 미래 전투시스템 망 기반으로 연동이 가능하도록 설계하는 것이다. 즉, 영상정보용 공용데이터링크와 미래 각종 무기 체계와의 상호운용성을 보장하기 위해서는 영상정보용 공용데이터링크의 확장성 있는 표준화 구조가 요구되며, 이러한 표준화 구조의 개념과 정의는 선진국 (즉, 미국)의 미래 전투시스템의 망에서 정의하고 있는 표준화 구조를 기반으로 한국형에 적합하게 재 정의하여 정립할 수 있을 것이다. 본고에서는 영상정보용 공용데이터링크의 표준화 구조를 미국의 Future Combat System (FCS) 망에서 정의하는 것과

같이 5 개의 계층 구조로 정의하되, 각 계층에 대한 개념과 세부 항목들은 한국형 영상정보용 공용데이터링크에 적합하도록 수정하여 (그림 1)과 같이 제시하였다. 미래 전투시스템 망 기반에 맞춰진 표준화 구조를 따름으로써 확장성과 연동성이 보장할 수 있는 구조로 설계될 것이라 예상되며 세부 구조는 다음과 같다.



(그림 1) MPI-CDL의 표준화 구조

### 1. MPI-CDL 표준계층 (MPI-CDL Standards Layer)

MPI-CDL 표준계층은 상위 계층들의 개념과 범위를 정의하고 각 계층의 세부항목에 대해 규정하고 있다. 즉, MPI-CDL 표준계층은 영상정보용 공용 데이터링크의 표준화 구조를 명시하고 있는 문서와 시스템, 그리고 프로토콜 등을 포함하고 영상정보용 공용 데이터링크가 설계되고 적용되는 것을 규정 및 관리하는 기능을 포함한다. 또한 각 시스템의 속성들이 망 중심의 체계에 맞도록 규정하고 양끝 통신 시스템 사이의 정보전송 및 기술교환이 가능하도록 규정 및 관리하는 역할을 하는데 자세한 기능은 다음과 같다 [7].

- 상위 계층들에 대한 규정 및 관리
- MPI-CDL망에 바로 적용 가능한 시스템 설계 속성 관리
- 정보 제공의 시간제한 규정
- 망 중심의 환경에 정보와 적용기술들이 맞춰질 수 있도록 규정
- 정보 보증 규정 및 관리

### 2. 전송계층 (Transport Layer)

전송계층은 기본적인 구성으로 본다면 일반적인 인터넷에서 사용되는 Transfer Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP) 5계층 체계에서 응용계층을 제외한 제 1계층인 물

리 (Physical)계층부터 제 4계층인 전송 (Transport) 계층까지의 기능을 규정짓고 있는 계층이다. 본 계층에서 표준화하고 있는 기능은 다음과 같다.

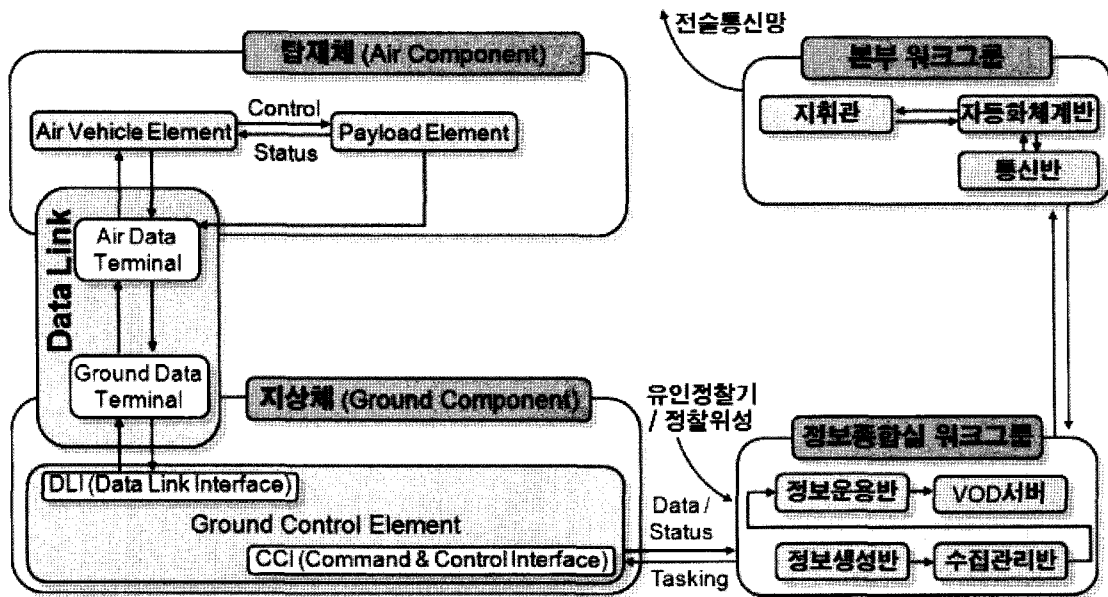
- TCP/IP 의 5개 계층 중 4개의 계층 기능
  - PHY(Physical) - Network Access
  - Internet - Transport
- 정보보증(IA : Information Assurance)
- 정보 분배 관리 / 감독 기능
  - MPI-CDL 송 · 수신기
  - MPI-CDL 연동구조
  - MPI-CDL 상위 시스템 구조
- 통합 망 관리 기능
- 장비제어 기능
  - 교환 메시지 종류 및 프레임 구조 설계

### 3. 네트워크 서비스계층 (Network Services Layer)

네트워크 서비스계층은 다수의 지상체와 탑재체 간의 네트워크 서비스를 제공하고 응용 계층의 응용 프로그램들을 지원하는 역할을 수행하는 계층이다. 네트워크의 구성에 따라 상이한 다중 프로토콜 연동기능을 포함하고 개방형 구조를 가짐으로써 미래 소프트웨어의 변화와 업그레이드를 쉽게 수용이 가능하다. 또한 UAV를 운용함에 있어서 각 계대별로 어떠한 네트워크 구조를 갖게 되며 계대와 계대간 또는 한 계대 내에서의 UAV 중계 운용 방법에 대해 정의한다. 즉, 네트워크 서비스계층에서는 작전개념이 정해진 후에 계대별 운용되는 다수의 MPI-CDL 지상체와 탑재체간에 대한 네트워크를 어떻게 구성할 것인가에 대한 개념의 정의를 포함한다.

본 계층에 대한 기능은 다음과 같다.

- MPI-CDL 운용모드
  - 운용모드별 주파수운용
  - 운용모드별 메시지 교환 프로토콜
- 이종 소프트웨어 또는 하드웨어 사이의 연동
- 메시지 번역 및 연동
- Multiple Protocol 사이의 공동형식 / 형태(Format) 연동
- 다수의 지상체와 탑재체간의 네트워크 구성 기능 (중계



(그림 2) MPI-CDL의 데이터 흐름도

기능 포함)

- 운용 모드별 각 터미널이 교환해야 하는 메시지 / 메시지 교환 절차 제공

#### 4. 상황인식 (SA) 및 표적획득 (TA) 응용계층 (SA & TA Applications Layer)

상황인식 (Situation Awareness, SA) 및 표적획득 (Target Acquisition, TA) 응용계층은 임무를 수행하기 위해 망 중심의 계획, 실행 및 평가 방안을 제공하는 계층으로써 작전 개념이 결정된 후 어떠한 방식으로 상황인식 및 표적획득을 할 것인가에 대한 구체적인 개념을 정의하고 있으며 이는 공역 통제에 대한 개념을 포함한다. 또한 응용계층은 효과적인 MPI-CDL 운용하고 각 전장 지휘통제 기능 영역을 지원하기 위한 소프트웨어 서비스 패키지들을 지원하는 역할을 포함한다. 응용계층은 아래와 같은 특징을 지닌다.

- 작전개념이 결정된 후의 구체적인 MPI-CDL운용 개념
- MPI-CDL 운용시 공역 통제에 대한 정보
- 중복성 없는 기능적인 서비스 제공
- UAV 또는 영상 단말기를 바꿔도 적응적으로 영상 정보가 연동되도록 하는 기능

#### 5. 다중 플랫폼 계층 (Multiple Platforms Layer)

다중 플랫폼 계층은 영상정보용 공용데이터링크를 통해 수집 가능한 모든 영상정보를 공동 운영토록 만들어주는 계층이며, 각 계대별 임무가 부여된 후의 적용되는 작전 운용 개념을 포함한다. 또한, 각종 영상센서를 통해 감시 및 정찰 (ISR : Intelligence Surveillance Reconnaissance) 정보가 수집 되면 수집된 각종 정보가 이 계층을 통해서 자동으로 융합되어 종합적인 상황인식 정보가 사용자에게 제공되게 되는 데 이를 통해 각 계대별로 작전 운용 개념을 수립하게 된다. 다중 플랫폼 계층은 다음의 기능을 포함한다.

- 각 계대별 임무, 작전 개념
- 영상정보 데이터 처리 기능
- 다중적인 복합 영상 데이터 분석기능
- 주요 정보판별 기능
- 영상정보의 정확도 분석 및 중복영상 정보확인
- 영상정보간의 상관성 분석
- 정보융합기능 (자동 및 반자동 정보 융합)

## V. MPI-CDL 표준화시 고려사항

앞서 언급한 표준화 구조틀로 영상정보용 공용데이터 링크를 설계시 다음과 같은 주요 사항들을 고려해야한다.

### 1. MPI-CDL 운용 시나리오

MPI-CDL을 통해 전달되는 정보는 UAV의 탑재체, 지상 통제센터의 지상체, 그리고 지휘소의 C4I 시스템으로 전달되게 된다. (그림 2)에서 표현한 바와 같이 UAV의 광학센서로부터 얻은 영상정보는 몇 홉(탑재체→Data Link→지상체)을 거쳐 지상에 있는 통제센터로 전달된다. 여기서 탑재체는 Air Vehicle Element와 Payload Element로 구성되어 있어 각각 통제와 상태/영상정보 전송을 담당하게 된다. 또한 탑재체와 지상체 사이에서는 Data Link, 즉 MPI-CDL이 형성되어 있어 이것의 Air Data Terminal을 통과하여 다시 Ground Data Terminal을 통해 지상체로 영상정보가 전달되게 된다. 지상체에서는 Data Link Interface(DLI)를 통해 영상정보를 수신하게 되며 이는 다시 Command & Control Interface(CCI)를 통해 정보종합실 워크그룹으로 영상정보를 전달하게 된다. 여기에 전달되는 영상정보는 UAV뿐만 아니라 유인정찰기 또는 정찰위성으로부터의 정보도 포함된다. 영상처리장비 인터페이스를 통하여 정보종합실에서 1차 정보처리 되고, 영상처리 PC를 통해 정보종합실 내에서 정보생성반, 수집관리반, 정보운용반에서 정보처리를 거친 후 VOD(Video On Demand) 서버에 저장된다.

정보종합실의 워크그룹 스위칭 허브를 통해 본부 및 전산

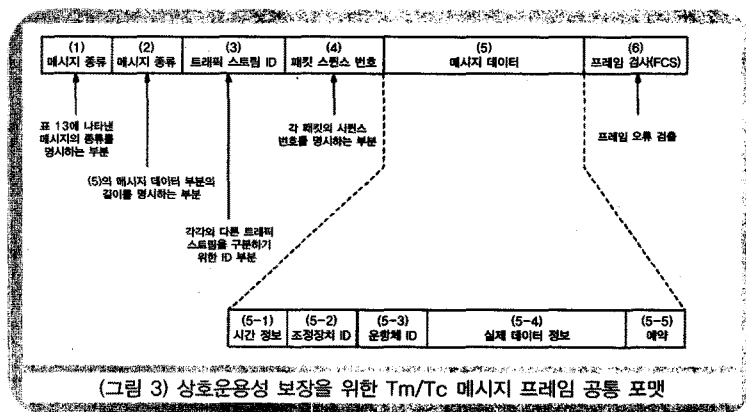
셀터로 정보가 전송된다. 본부로 전송된 영상정보는 본부 워크그룹 스위칭 허브를 통해 수신되며 통신반 및 자동화체계반의 분석을 거쳐 지휘관 및 참모장의 검토를 받는다. 전산셀터로 전송된 영상정보는 백본 스위칭허브를 통해 수신되며 중앙 서버에 저장되며 체계관리자의 검토를 받게 되고 전술통신망을 통해 전술제대의 전투지휘소에 전달된다.

### 2. 상호운용성 보장을 위한 Tm/Tc 메시지

영상정보용 공용데이터링크는 MPI-CDL의 주 장비에 대하여 Tm (Telemetry) / Tc (Telecontrol)채널을 통하여 관리 및 제어 메시지를 전달하게 된다. 장치의 상태에 대한 메시지를 Tm메시지, 장치의 자율적 운행에 관련된 제어 메시지를 Tc메시지라고 하며 이들 메시지를 통해 장치의 운행, 방향, 위치, 엔진 등에 대한 다양한 동적 제어 및 변화를 가능하게 한다. Tm메시지는 주로 운항체의 위치정보를 전송하거나 운항체의 비행상태, 엔진상태에 대한 정보를 전송, 혹은 중계관련 정보를 전송할 때 사용되며, Tc메시지는 주로 운항체의 비행상태/엔진상태를 변경하거나 운용모드 변경, 주파수 변경 요청 등에 사용된다.

전체적인 메시지 프레임의 포맷은 (그림 3)과 같이 설계할 수 있다. 각각 다른 종류의 프레임은 (1)의 메시지 종류 부분과 (3)의 트래픽 스트림 ID, 그리고 (4)의 패킷 시퀀스 번호로 구분된다. 메시지의 상세 내용은 (5)의 메시지 데이터 부분에 포함되며, 세부적으로 사건이 발생했을 시의 시간 정보가 포함되고 (5-1), 관련된 조정 장치 및 운항체의 ID가 포함된다(5-2, 5-3). 각 메시지의 특성에 따른 상세한 내용은 (5-4)의 실제 데이터 정보 부분에 명시될 것이다. 향후 필요에 따라 추가적인 관리가 가능하도록 (5-5)의 추가 예약 부분이 삽입되어 있다.

메시지를 교환하는 절차는 네트워크의 구성과 운용모드에 따라 달라지며 이는 임무와 환경에 따라 결정된다. 이는 중계 UAV가 있는 경우(중계모드)와 없는 경우로 구분되며 데이터를 전송하고자 하는 임의의 탑재체 또는 지상체(Source Terminal)로부터 목적지 터미널인 지상체 또는 탑재체 (Destination Terminal)까지 경로가 형성되고 전송 대역이 할당되어 data가 전송되는 일련의 과정은 (그림 4)와 5에 표현되었으며 IEEE





802.16j 표준의 중앙 집중형 스케줄링 모드에서 RS(Relay Station)를 이용하여 data 전송을 위해 대역을 요구하고 할당하는 과정과 흡사하다.

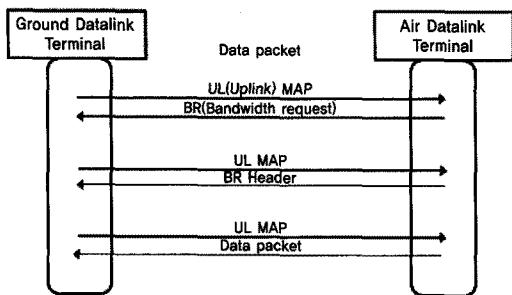
## VI. 결 론

미래 네트워크 중심의 전쟁을 대비하여 상호운용성 확보와 동시에 개발시간 단축, 예산 절감을 위하여 표준화는 필수적이며 특히 영상정보 데이터링크는 매우 다면적이고 복합적인 시스템 및 망운용 구조를 지니기 때문에 절대적으로 표준화가 필요하다. 우리나라 영상정보 수집자산의 소요증가에 따른 주파수 획득문제와 사업별 독자적인 데이터 링크의 개발을 지양하고, 기존체계와의 상호운용과 단절없는 통신을 보장하는 영상정보용 공용데이터링크를 구축하기 위해서는 개발과 더불어 기술구조에 대한 표준화 작업을 추진

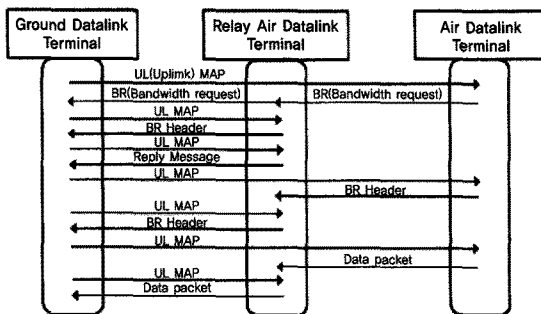
하여야 한다. 표준화의 틀을 만들고 송·수신기 구조, 다중 접속방식, 메시지 프레임 구조, 운용모드, 통합운용방안 등 계층별로 표준화 해야할 목록들을 하나씩 선정하여 표준화해나가야 한다. 또한 네트워크 운용, 주파수 운용, 시스템의 상위구조, 연동구조 방식 등에 대한 기본규격 역시 제공하여야 한다. 이러한 표준화 요소들에 대한 명확한 표준화가 선행되어야 현재 개발중이고 또한 개발 예정인 각종 영상정보용 데이터링크에 대한 통합운용성과 상호운용성, 그리고 효율성이 확보될 수 있는 기술적 토대가 마련될 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 정종문, "NCW 기반의 한국형 FCS Network 발전방향," 합동참모본부 제2회 합동 지휘통제통신 발전 세미나, 국방회관, 2008.9. 4.
- [2] 정종문, 김동구, 고동철, 안찬호, 김형찬 (2008), 영상정보 수집 자산용 주파수 공유 통신망 표준화 방안, 방위사업청.
- [3] <http://www.iai.co.il/22031-en/homepage.aspx>
- [4] <http://www.elisra.com/index.asp>
- [5] <http://www.l3-com.com>
- [6] Terry Bandzul, STANAG 4586 - Enabling Interoperability, CDL Systems Ltd, Calgary, Canada
- [7] 정종문, 고동철 (2008), "한국형 FCS (Future Combat System) 망 발전방향," 대한전자공학회지 제35권 제10호, pp.89-97.
- [8] 정종문, 고동철, 박규철, 원태연, 오의환, (2009) "주파수 공유 신기술 동향 및 군 적용 방향", 참동참모본부 군 주파수 정책발전 세미나, 국방부 시설본부 대강당, 2009. 12. 10.
- [9] 정종문, 박규철, 원태연, 오의환, "군 전술환경과 미래 전장운영 개념에 적합한 센서 네트워크 구축 방안," 합동참모본부 제3회 합동 지휘통제통신 발전 세미나, 국방부 시설본부, 2009. 12. 3.



(그림 4) GDT와 ADT간의 데이터 교환 프로세스



(그림 5) 중계 UAV를 통한 데이터 교환 프로세스

약 력



1992년 연세대학교 학사  
 1994년 연세대학교 석사  
 1999년 펜실베니아 주립대 박사  
 1997년 ~ 1999년 펜실베니아 주립대 조교수  
 2000년 ~ 2004년 오클라호마 주립대 조교수  
 2004년 ~ 2005년 오클라호마 주립대 부교수(정년보장)  
 2000년 ~ 2005년 미국 OCLNB 연구소 소장  
 2000년 ~ 2005년 미국 국방부(US DoD) 연구책임자  
 2005년 ~ 현재 연세대학교 부교수, 국방부 자문위원

정 종 문

관심분야 : NCW, FCS, WIN-T, JTRS, USN, C4ISR전투망, 영상정보데이터링크 CDL/MP-CDL, NCES/SIPRNet



1998년 육군 3사관학교 전기전자 공학과 졸업  
 2009년 ~ 현재 연세대학교 전기전자공학부 석사과정  
 관심분야 : NCW, TICN, WSN, MPI-CDL, Ad-hoc네트워크

박 규 철



2003년 육군사관학교 토목 공학과 졸업  
 2009년 ~ 현재 연세대학교 전기전자공학부 석사과정  
 관심분야 : TICN, NCW, MPI-CDL, Mesh 네트워크, Ad-hoc 네트워크

원 태 연



2005년 한양대학교 세리믹 공학과 졸업  
 2009년 ~ 현재 연세대학교 전기전자공학부 석사과정  
 관심분야 : NCW, TICN, ITS, Ad-hoc 네트워크, MPI-CDL

오 의 환

약 력



1993년 공군사관학교 전자공학과 학사  
 1995년 ~ 1996년 공군 18전투비행단 F-5 전투기 조종사  
 1997년 ~ 1999년 공군 17전투비행단 F-4 전투기 조종사  
 1999년 ~ 2002년 공군 3훈련비행단 T-37 교관 조종사  
 2002년 ~ 2003년 공군 3훈련비행단 KT-1 교관 조종사  
 2005년 Oklahoma State Univ, Electrical Engineering MS  
 2005년 ~ 2007년 공군 항공사업단 항공전력계획 담당  
 2005년 ~ 2007년 공군 전투발전단 전투기소요 담당  
 2007년 ~ 현재 연세대학교 전기전자공학부 박사 과정

고 동 철

관심분야 : NCW, 전술데이터링크, 보안



1997년 광운대학교 공과대학 전자공학과 졸업  
 2006년 연세대학교 공학대학원 전자공학과 졸업  
 현재 삼성탈레스 재직 중  
 관심분야 : 전자공학, 통신공학, 초고주파 공학

홍 석 준



1997년 한국해양대학교 공과대학 전자통신공학과 졸업  
 2002년 성균관대학교 과학기술대학원 전자공학과 졸업  
 현재 삼성탈레스 재직 중  
 관심분야 : 전자공학, 통신공학

윤 창 배



1993년 연세대학교 분대학원 전자공학과 졸업  
 1993년 ~ 현재 삼성탈레스 재직 중  
 관심분야 : 무선 통신

김 호



2003년 연세대학교 전기전자공학부 졸업(Ph.D)  
 현재 국방과학연구소 재직 중  
 관심분야 : 이동통신, 데이터링크

박 의 영