

## 무인기 체계 적용을 위한 DVB-S2 기반 T4급 공용데이터링크 성능 개선방안

배종태<sup>1\*</sup> · 백성호<sup>2</sup> · 오지명<sup>2</sup> · 이상필<sup>2</sup> · 송충호<sup>3</sup>

### DVB-S2-based T4 class common data link performance improvement plan for UAV system application

Jongtae Bae<sup>1\*</sup> · Seongho Baek<sup>2</sup> · Jimyung Oh<sup>2</sup> · Sangpill Lee<sup>2</sup> · Choongho Song<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>Research Engineer, C4I R&D, LIG NEX1, Seongnam, 13488 Korea

<sup>2</sup>Chief Research Engineer, C4I R&D, LIG NEX1, Seongnam, 13488 Korea

<sup>3</sup>Head of C4I R&D, C4I R&D, LIG NEX1, Seongnam, 13488 Korea

#### 요 약

감시정찰을 위한 임무장비의 고도화와 다변화는 공용데이터링크의 대용량화에 대한 요구로 이어지고 있다. 해외에서는 고고도 무인기인 Global hawk에 T4급(274Mbps) 공용데이터링크가 적용되었고, 국내에서도 다양하게 연구 개발 중이다. 본 논문에서는 공용데이터링크의 T4급 이상의 대용량 전송을 위해 유럽 위성방송 규격인 DVB-S2 프레임 구조에 데이터 전송속도 손실을 최소화하면서 SNR 성능을 향상시킬 수 있도록 파일럿을 추가 적용한 구조를 제안한다. 제안하는 구조의 성능평가를 위해, 무인기 데이터링크 채널 환경을 모사하여 DVB-S2와 성능을 비교분석하였다. 시뮬레이션 결과 제안된 구조에서 DVB-S2 대비하여 T4급 전송속도에서 0.15% 전송속도의 손실이 발생하였지만, 무인기 채널 환경에서 0.2~0.3dB의 향상된 SNR 수신성능을 확인하였다.

#### ABSTRACT

The sophistication and diversification of mission equipment for surveillance and reconnaissance is leading to a demand for large-capacity public data links. Overseas, a T4 class(274Mbps) common data link was applied to the Global hawk, a high-altitude unmanned aerial vehicle, and various research and development are being conducted in Korea. In this paper, we propose a structure in which pilot is additionally applied to improve SNR performance while minimizing data transmission rate loss in the DVB-S2 frame structure, which is a european satellite broadcasting standard, for high-capacity transmission of T4 class or higher in the common data link. For the performance evaluation of the proposed structure, the performance of the DVB-S2 was compared and analyzed by simulating the UAV data link channel environment. As a result of simulation, 0.15% of transmission rate loss occurred at T4 class transmission rate compared to DVB-S2 in the proposed structure, but improved SNR reception performance of 0.2~0.3dB was confirmed in the UAV channel environment.

**키워드** : 공용데이터링크, DVB-S2, 무인기 채널, T4급 공용데이터링크, 274Mbps

**Keywords** : Common Data Link(CDL), DVB-S2, UAV channel, T4 class CDL, 274Mbps

Received 30 September 2022, Revised 12 October 2022, Accepted 17 October 2022

\* Corresponding Author Jongtae Bae(E-mail:jongtae.bae@lignex1.com, Tel:+82-31-8026-7506)

Research Engineer, C4I R&D, LIG NEX1, Seongnam, 13488 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.12.1846>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

비행체로부터 획득한 감시정찰 정보는 현재 기술의 발달로, 고해상도의 영상정보와 함께 기존과는 비교할 수 없는 다양한 정보가 포함되면서 고용량화 되었다. 군 사용 이미지/영상데이터 전송 표준으로 개발된 공용데이터링크(CDL, Common Data Link)는 이와 같이 고용량의 정보를 지상의 분석 취합 기관에 실시간으로 전송하기 위해서 고속의 데이터 전송속도 지원이 필요하다.[1, 2]

DVB-S2(Digital Video Broadcasting for Satellite, Second Edition)는 유럽 위성방송 2세대 규격[3]으로써, 기존의 DVB-S보다 훨씬 높은 전송용량을 제공하기 위해 개발되었다. 대용량 전송을 위해, 8PSK(Phase Shift Keying), 16APSK(Amplitude Phase Shift Keying)와 같은 고차변조방식이 적용되었고, 충분한 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 확보하기 위해 사논의 이론적 한계에 근접한 성능을 보이는 LDPC(Low Density Parity Check) 부호를 오류정정부호로 채택하여 HDTV와 같은 대용량 광대역 서비스가 가능하게 하였다. 그리고, 통신 방송 융합에 따른 양방향 서비스의 제공과 강우감쇠대책이 포함되었다.[3, 4, 5]

본 논문에서는 현재 드론(Drone)이나 감시정찰 유무인기(Manned/Unmanned Aerial Vehicle)등에서 사용하는 공용데이터링크의 속도를 T4급(약 274Mbps)이상으로 사용하기 위해 DVB-S2의 시스템 구조를 적용하고, 감시정찰체계 채널환경을 분석하여 보다 적합하게 변경된 구조를 제안한다. 그리고 간단한 감시정찰 유무인기 채널 모델에서 시뮬레이션하여 제안된 구조의 성능을 검증한다.

## II. 공용데이터링크

### 2.1. 공용데이터링크의 개념

정찰기등으로부터 수집한 레이더와 동영상, 사진, 각종 센서 정보 전송을 목적으로 미 국방부에서 채택한 표준을 공용데이터링크라고 한다. 공용데이터링크는 수집된 정보를 다수의 수신처에 공유하는 것이 아니라, 지정된 수신처(정보분석기관등)로 실시간 전송하는 점대점 통신을 기본으로 한다. 따라서 광대역 주파수 자원

사용, 고속의 전송속도 지원이 가능한 시스템을 구성하여 실시간 전송을 보장하고, 통달거리 확보를 위한 우수한 지향성 안테나의 사용과 네트워크 이중화, 점대점 통신을 위한 항재밍기능, 암호화기능들을 사용한다.[1, 2]

### 2.2. 공용데이터링크 개발방향

고화질의 카메라와 고성능 센서 기술의 발전으로 인해 감시정찰 체계에서 수집된 정보들이 기존에 비해 상당히 고용량화 되었고 수집되는 정보의 종류 또한 다양화 되었다. 그리고 전자전등의 다목적 임무수행은 공용데이터링크의 대용량화를 지속적으로 요구하고 있다.

이러한 기술발전 추세에 따라 해외에서는 T4급(274Mbps) 공용데이터링크가 Global hawk등의 무인기 체계에 적용되었고, 국내에서도 관련기술이 다양한 형태로 연구개발 중에 있다. 기존 T3급(45Mbps)을 넘어 T4급이상의 전송속도의 확보를 위한 과정으로 고려해야 될 요소들이 있다.[1]

#### 2.2.1. 호환성 유지

전송속도 향상등 공용데이터링크 시스템 개발을 연구하는 데 있어서 기존 공용데이터링크와 호환성을 유지하는 것은 매우 중요한 요소이다. 따라서 기존 공용데이터링크 시스템의 운용과 큰 시스템의 틀은 유지하는 것이 호환성 측면에서 유리하다. 현재 방식인 FDMA(Frequency Division Multiple Access)나 FDD(Frequency Division Duplex) 방식을 이용하는 것보다 TDMA(Time Division Multiple Access)나 TDD(Time Division Duplex)를 이용하는 것이 네트워크 효율성 측면에서 더 유리하다. 하지만 TDMA나 TDD를 운용하기 위해서는 스케줄링을 통해 노드간의 간섭을 제어해야 하고, 네트워크간의 동기화가 선행되어야 하기 때문에 비효율적인 관리와 운용에 자원을 낭비하는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 TDMA/TDD 방식에서의 전환보다는 FDMA/FDD 방식을 적용하고, 이로 인해 예상되는 전송속도의 한계와 낮은 효율성 문제는 다른 해결방안을 모색하는 것이 타당하다.[1]

#### 2.2.2. 최대 전송속도 향상

전송속도 향상은 신호의 대역폭 증가로 이어진다. 광용 주파수 대역폭을 확장하는 것은 전송속도를 확보하는 가장 쉬운 방법 이지만, 한정된 주파수자원을 원하는

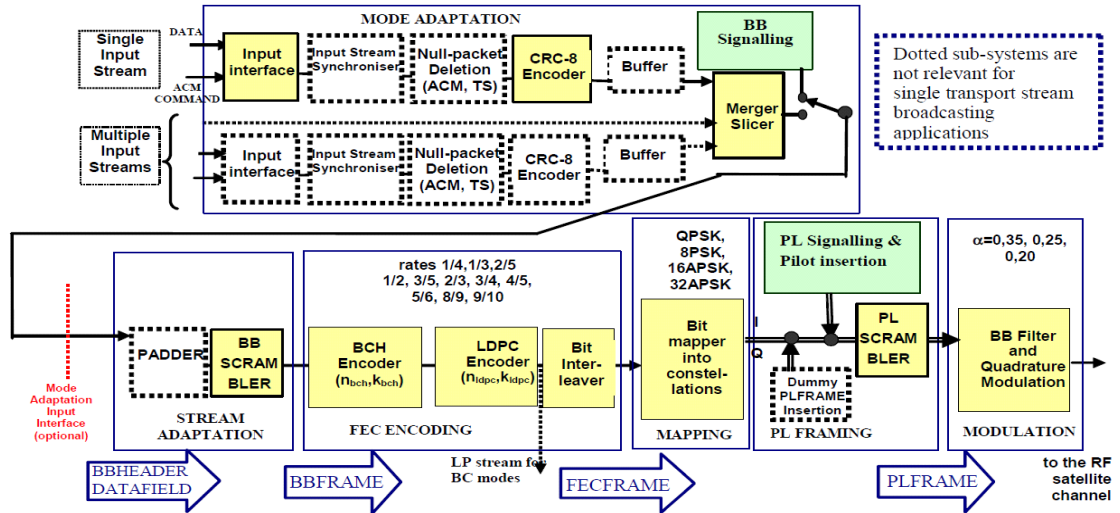


Fig. 1 DVB-S2 block diagram

대로 사용하는 것은 불가능하다. 높은 주파수를 사용하는 것도 하나의 방법이겠으나, 이 또한 통달거리 확보와 주파수 자원의 분배, 기술확보수준 고려 등의 문제를 해결해야 한다.[1]

고차변조방식을 사용하는 방법은 제한된 주파수 자원 내에서 전송 속도를 향상시키기 위한 방안 중 하나이다. 8PSK의 변조 방식외에도 16APSK, 혹은 64APSK와 같이 높은 차수의 변조 방식을 적용하는 것이 필요하다. 효율성이 좋다고 알려진 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM의 방식도 고려할 수 있는 후보군들 중의 하나이다. 실제 유선통신에서는 512QAM등이 사용되어 고속의 전송속도 확보에 기여하고 있다. 하지만, 고차변조방식을 적용할 경우 200km이상의 무선 장거리 데이터 전송 시 발생된 신호감쇠를 예방하고 보상하는 방법도 함께 고려해야 한다. 오류 정정 부호 중 샤논의 이론적 한계에 근접하여 성능이 우수하다고 알려진 LDPC나 터보 부호 등의 강인한 부호화 기술의 적용하여 충분한 수신 SNR을 확보해야 한다. 지향성 안테나의 tracking 문제로 인한 손실이 발생할 수 있으므로, 적정 수준의 gain을 갖고, 보다 정확한 tracking 알고리즘을 적용한 안테나의 적용도 고려해야 한다.

### III. DVB-S2 시스템

#### 3.1. DVB-S2 시스템 구조 및 기능

DVB-S2 시스템의 구조는 그림 1과 같이 모드적응, 스트림 적응, FEC(Foward Error Correction) 부호화, 매핑, 물리계층 프레임링, 변조기능으로 구성된다.[3, 4]

FEC 부호화에서는 외부부호로 BCH와 내부부호로 다양한 부호율의 LDPC 부호에 의해 부호화를 수행하며, 부호화 블록길이는 64,800 또는 16,200비트로 구성된다.

매핑기능은 변조방식을 의미하며, 기존 규격과 달리 고차변조방식의 적용이 특징이다. QPSK, 8PSK, 16APSK, 그리고 32APSK로 성상도 매핑을 정의하여 수행하고, 전송채널의 상태에 따라 비트 매핑을 운용중 변경하며 적용할 수 있는 적응형 시스템에 대한 내용도 고려된다.

물리계층 프레임링에서는 블록 부호인 FECFRAME과 동기되며, 동기를 유지시키기 위해 필요에 따라 Dummy Frame을 삽입할 수 있다. 프레임 동기과 변조, 부호율 정보인 PL Header, 그리고 수신기의 반송파 복구를 위한 파일럿 심볼을 삽입하여 PLFRAME을 구성하고, 에너지 분산을 위해 PL 스크램블링을 수행한다.[5]

#### 3.2. DVB-S2 PLFRAME

DVB-S2 프레임 구조는 입력 스트림부터 세단계의 변환과정을 거치는데, 입력 스트림의 변환 출력력을 BBFRAME, FEC부의 출력인 FECFRAME, 물리전송계

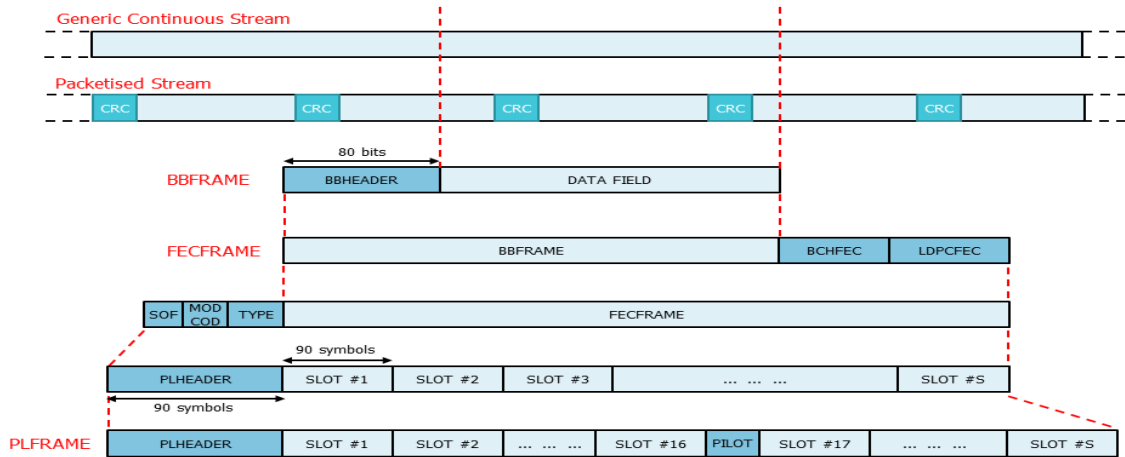


Fig. 2 DVB-S2 frame formatting process

층 및 신호출력인 PLFRAME으로 구분한다.[5]

입력 스트림은 일반적인 연속 스트림형태와 MPEG TS 스트림과 같은 패킷화된 스트림으로 구분된다. 응용되는 서비스와 사용되는 FEC에 맞게 스트림을 구분하여 입력하고, 경우에 따라서는 스트림 헤더의 Sync Byte를 CRC(Cyclical Redundancy Check) Checksum으로 대체시키거나 변화시켜서 사용할 수도 있다. DATA FIELD로 명칭되는 입력 데이터는 채널 에너지 분산을 위해 스크램블링 기능을 포함하며, 80비트(10바이트)로 구성된 헤더를 DATA FIELD 앞에 삽입함으로써 하나의 BBFRAME이 생성된다.

DVB-S2에서는 채널상황과 운용상황에 맞게 적절한 MODCOD를 설정하게 된다. 설정된 MODCOD는 고유의 부호화율을 가지며, DVB-S2 규격에 정의된 BCH부호화와 LDPC부호화가 오류정정을 위하여 수행되어 각각의 패리티가 추가된다. 따라서 K\_bch길이를 가지는 BBFRAME은 외부부호화기와 내부부호화기에 의해 부호화되며, LDPC 부호화 길이에 해당하는 64,800비트 또는 16,200비트의 고정프레임의 크기를 가지는 FECFRAME으로 완성된다.

물리계층 프레임을 의미하는 PLFRAME은 실제 물리계층 전송을 위한 프레임으로써, 먼저 프레임 시작정보(SOF), 프레임 전송방식 정보(MODCOD), 프레임 전송길이 정보(TYPE)을 FECFRAME의 앞에 삽입한다. SOF, MODCOD, TPYE은 PLS부호화를 거쳐 90심볼 길이를 가지는 PLHEADER로 구성된다. FECFRAME을 90심볼의 단위로 구분하여 전송하게 되는데 이를 슬

롯(SLOT)으로 명명한다. 슬롯의 개수는 FECFRAME의 길이와 전송방식에 따라 총 S개로 계산될 수 있다. 전송 모드에 따라 주파수, 캐리어 정보 복원, 채널추정을 위한 파일럿(PILOT) 신호가 삽입되어 최종적으로 PLFRAME을 구성한다. 파일럿은 36심볼로 구성되며, 16개의 슬롯이 전송될 때마다 한번씩 삽입된다.

그림 2는 앞서 설명한 입력 스트림부터 시작하여, BBFRAME-FECFRAME-PLFRAME까지의 변환 과정을 도식화한 블록도이다.[3, 5]

#### IV. 제안하는 PLFRAME 구조

파일럿블록은 채널정보 추정에 사용되며, 무선 전송 간에 발생할 수 있는 데이터의 주파수, 위상 편차 보상 및 수신 심볼의 Gain을 조정, 채널 정보 추정으로 수신 성능을 높여준다.[6] 그림 3은 DVB-S2에서 제시된 PLFRAME의 파일럿 블록의 배치와 추정된 채널정보의 데이터 슬롯 적용 방법 나타내었다.

DVB-S2 PLFRAME은 16개의 데이터 슬롯마다 1개의 파일럿 블록을 삽입하고 있는데 PLFRAME의 마지막에는 파일럿 블록이 삽입되지 않고 데이터 슬롯으로 PLFRAME이 구성이 마무리된다. 하나의 파일럿 블록에서 계산된 채널정보는 16개의 데이터 슬롯에 적용되는데, PLFRAME의 마지막에는 최대 32개의 데이터 슬롯에 적용되어야 한다.

본 논문에서는 추가 파일럿 블록을 삽입한 PLFRAME

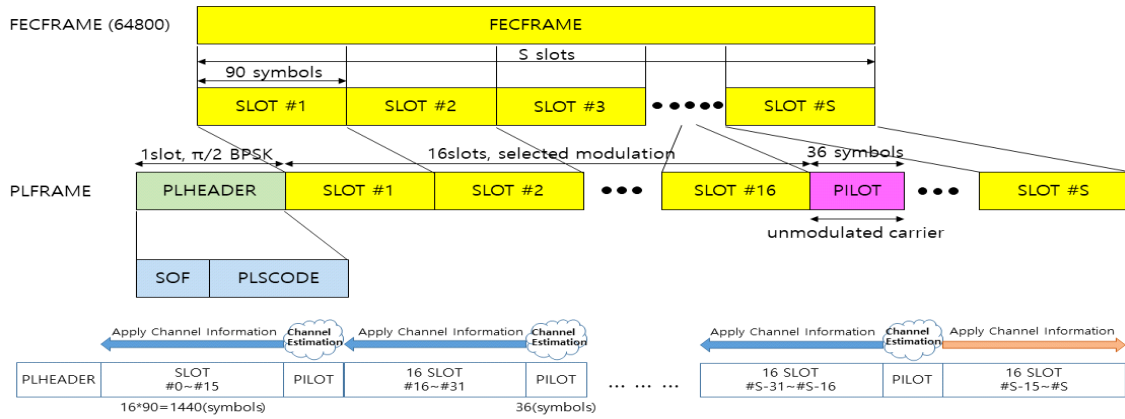


Fig. 3 DVB-S2 PLFRAME structure and channel information application method

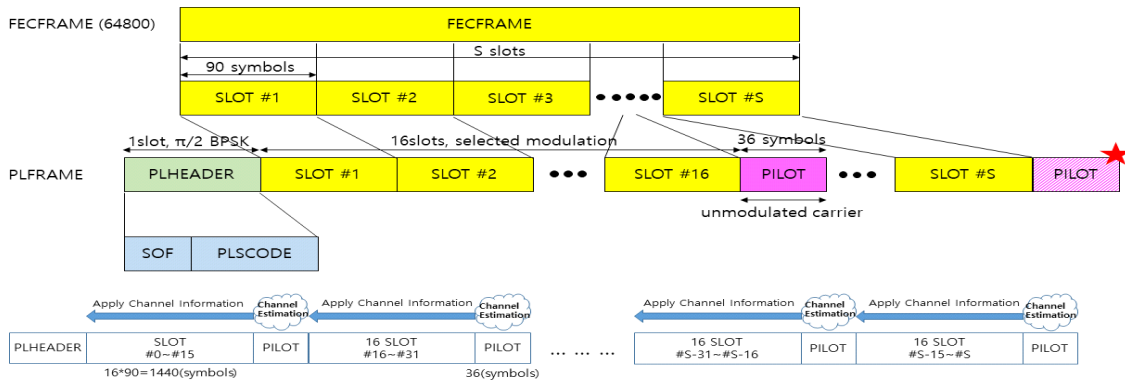


Fig. 4 Proposed PLFRAME structure and channel information application method

의 구조를 제안한다. PLFRAME의 마지막 데이터 슬롯 위치 뒤에 추가로 파일럿 블록을 한 개 더 삽입하는 구조로, 이로 인해 하나의 파일럿 블록에서 계산된 채널 정보는 최대 16개의 데이터 슬롯에 적용되므로 보다 정확한 채널정보의 적용이 가능하다. 그리고 채널정보를 적용하는 방법을 기존 DVB-S2보다 선형성을 가지고 데이터에 적용할 수 있어 성능의 향상을 기대할 수 있다. 그림 4는 추가 파일럿 블록이 포함된 제안하는 PLFRAME의 구조와 제안하는 PLFRAME의 구조에서 추정된 채널정보의 데이터 슬롯 적용 예시에 대한 구조이다.

## V. 모의시험 환경

### 5.1. 무인기 데이터링크 채널 모델

공용데이터링크로 연결되는 무인기 비행체와 지상국

간에는 기본적으로 LOS(Line Of Sight)를 확보하여 운영된다. 하지만 지형, 지물의 영향으로 멀티패스가 존재할 수 있고 이는 수신성능에 많은 영향을 준다. 비행체의 운항고도와 속도, 주변환경에 따라 수많은 무선 채널 환경이 있겠지만, 본 논문에서는 제안된 구조의 수신성능을 시뮬레이션하기 위해 간단한 2가지 채널 모델을 구성하였다.

첫 번째는 비행체와 지상국 간에 LOS path만이 존재하는 One-path 채널 모델이다. LOS 1개의 path만 존재하지만 비행체는 일정속도를 유지하면서 감시정찰 임무를 수행하는 경우가 대부분으로 AWGN이 아닌 비행체의 이동성으로 인해 발생하는 Ricean Fading 모델로 적용할 수 있다. [7]

두 번째 채널모델은 Two-path 채널 모델로 그림 5와 같이 LOS path와 지상에 반사되어 발생된 Delayed path로 구성된다.[8, 9] Delayed path는 주로 지면 반사에 의

해 발생된 것으로, LOS path에 비해 Delayed Time과 물리적 거리, 반사체에 의한 path loss를 채널 파라미터로 가진다.

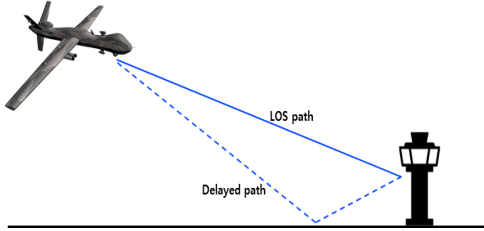


Fig. 5 Two-path channel model

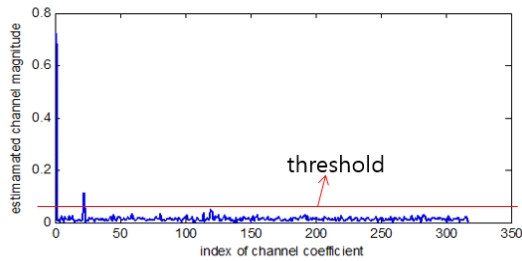


Fig. 6 Impulse response of Two-path channel model

그림 6은 Two-path 채널 모델의 채널 응답을 측정된 결과로 채널 파라미터 정보에 활용할 수 있다. 일정 기준 이상의 신호를 정하기 위해 threshold를 설정하였고, 지연시간과 path loss를 활용하여 채널을 모델링하였다. 그리고 운항고도 등을 고려하여 Ricean Fading Factor ( $K=15\text{dB}$ )를 적용하여 시뮬레이션을 위한 채널모델을 구성하였다.

### 5.2. 송수신 시뮬레이션 구성

본 논문에서는 장거리 통신에서도 사용할 수 있는 충분한 SNR이 확보된 T4급 이상의 공용데이터링크의 구성을 위해 DVB-S2의 전송구조를 기반으로 새로운 PLFRAME의 구조를 제안하였다. DVB-S2 전송구조의 사용이 비행체와 지상국간 장거리 통신에서도 사용할 수 있는 충분한 SNR을 확보하고, 제안된 PLFRAME의 성능을 확인하기 위해 그림 7과 같이 송수신 시뮬레이션을 구성하였다.

시뮬레이션에 적용되는 Equalizer, LDPC 복호 알고리즘에 따라 결과는 달라질 수 있다. 따라서 PLFRAME을 제외한 모든 블록은 변수통제하여 시뮬레이션을 진행하였다. 시뮬레이션에 사용된 Equalizer는 MMSE방식을 사용하였고[10], LDPC 복호방법은 Soft Decision 기반 Approximated LLR Sum Product Algorithm을 사용하였다.[11, 12]

## VI. 실험 및 결과

### 6.1. 전송속도비교

공용데이터링크의 T4급 전송률을 적용하기 위한 송수신 웨이브폼과 그에 따른 전송속도를 표 1과 같이 계산하여 비교할 수 있다.

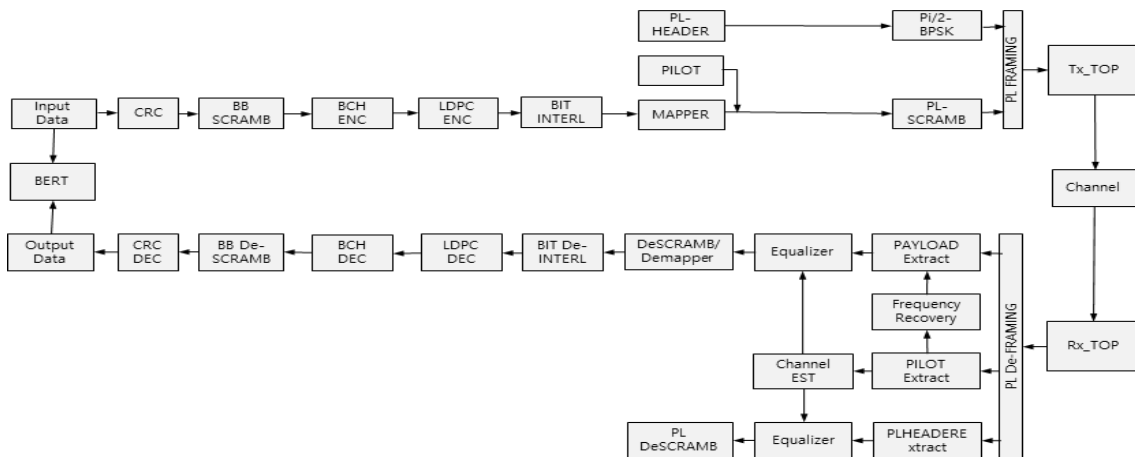


Fig. 7 Simulation block diagram

**Table. 1** Comparison of transmit/receive waveform and transmission rate

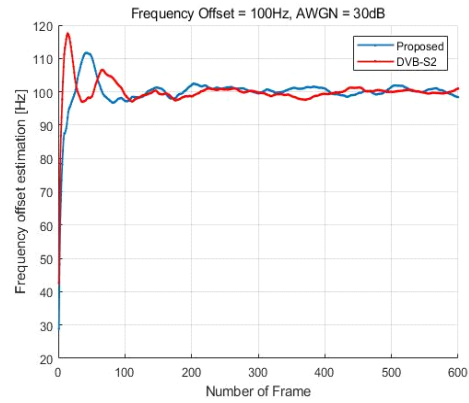
MODCOD	13(8PSK, CR 2/3)		14(8PSK, CR 3/4)	
PLFRAME Structure	Proposed	DVB-S2	Proposed	DVB-S2
Bit Num Per Sym	3	3	3	3
FECFRAME Bit Num	64,800	64,800	64,800	64,800
DATA Bit Num	42,960	42,960	48,328	48,328
FECFRAME Sym Num	21,600	21,600	21,600	21,600
SLOT Num	240	240	240	240
PLHEADER Sym Num	90	90	90	90
PILOT Blk Num	15	14	15	14
PILOT Sym Num	540	504	540	504
PLFRAME Sym Num	22,230	22,194	22,230	22,194
Symbol Rate [Msps]	144	144	144	144
Bandwidth [MHz]	180	180	180	180
Data Rate [Mbps]	278.28	278.73	313.06	313.56

T4급이상의 공용데이터링크를 위해 180MHz의 대역폭으로 8PSK, LDPC 부호화율 2/3을 사용할 경우 274Mbps, 8PSK, LDPC 부호화율 3/4을 사용할 경우 300Mbps 이상을 확보할 수 있다. 그리고 제안된 추가 파일럿 블록이 적용된 PLFRAME구조를 사용할 경우 추가된 파일럿 블록으로 인해 기존의 DVB-S2 규격을 사용할 때보다 약 0.16%의 전송속도의 손실이 발생하는 것으로 확인된다.

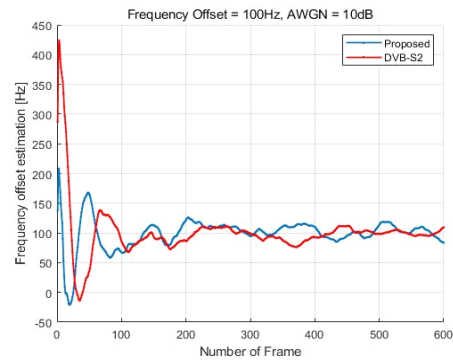
**6.2. 주파수 추적성능 비교**

제안된 PLFRAME은 DVB-S2규격에서보다 1개의 파일럿 블록을 더 사용한다. 따라서 파일럿을 이용한 주파수 추적을 보다 정확하게 추정할 수 있다. 그림 8과 9는 표 1의 송수신 웨이브폼으로 주파수편차에 대한 추적 추이를 다른 SNR환경에서 시뮬레이션 한 결과이다. 초기 추적에서 제안된 PLFRAME의 오차가 적고 빠르게 추적하는 것으로 볼 수 있으나, 초기 추적 이후에는

그림 8과 9만으로는 두 개의 PLFRMAE에 대한 정확한 비교가 어렵다.



**Fig. 8** Trace of frequency offset recovery (100Hz Offset, SNR=30dB)



**Fig. 9** Trace of frequency offset recovery (100Hz Offset, SNR=10dB)

표 2는 보다 정확하고 객관적인 결과를 확인하기 위해, 추적된 주파수의 평균과 분산을 확인하였다. 제안된 PLFRAME과 기존 DVB-S2 PLFRAME의 추적된 주파수 오차의 평균, 분산을 비교하여 주파수 보상 성능을 비교하였다.

**Table. 2** Analysis of frequency offset recovery performance of proposed PLFRAME

SNR	PLFRAME	Frequency Offset Average [Hz]	Variance of Difference
30dB	Proposed	100.2520 (+0.2520)	1.1633
	DVB-S2	99.6133 (-0.3867)	0.9136
10dB	Proposed	102.3904 (+2.3904)	129.6808
	DVB-S2	95.8216 (-4.1784)	100.4323

제안된 PLFRAME 구조는 기존 DVB-S2 PLFRAME 구조에 비해 평균적으로 주파수 추적 오차가 적은 것을 시뮬레이션 결과로 확인할 수 있다. 그리고 제안된 PLFRAME 구조는 발생된 노이즈를 주파수 추적에 반영하여 보다 빠르게 적응함으로써 주파수 오차에 대한 분산이 크게 나타나지만, 실제 DVB-S2 PLFRAME보다 정확한 추적을 하여 적은 주파수 오차 평균값을 보이고 있음을 시뮬레이션으로 확인하였다.

### 6.3. 무인기 데이터링크 채널 모델 SNR 성능 비교

그림 10과 그림 11은 무인기 데이터링크 One-path,

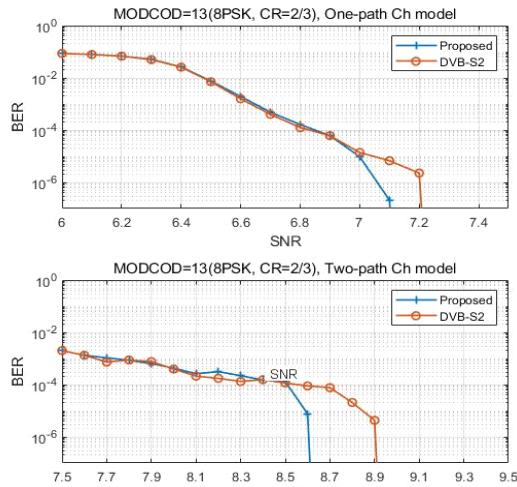


Fig. 10 Simulation result of receiver SNR performance (MODCOD=13)

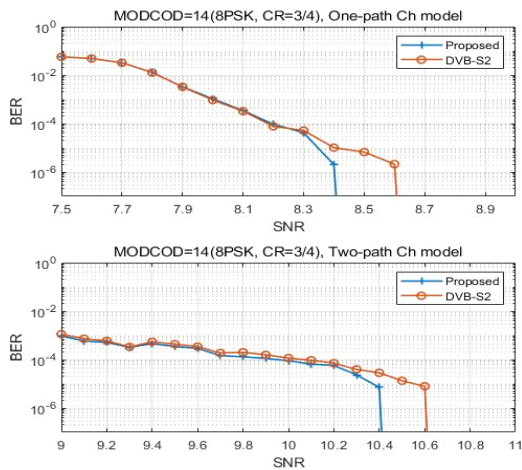


Fig. 11 Simulation result of receiver SNR performance (MODCOD=14)

Two-path 채널모델에서 제안된 PLFRAME 구조의 SNR 수신성능을 DVB-S2 PLFRAME구조와 비교한 시뮬레이션 결과이다.

시뮬레이션 결과 제안된 PLFRAME 구조는 DVB-S2와 비교하여 QEF(BER  $1.0 \times 10^{-6}$  이하)를 기준으로 할 때, One-path 채널모델에서는 0.2dB 이내, Two-path 채널모델에서는 0.3dB 이내의 SNR 수신성능의 개선을 확인할 수 있었다. 낮은 SNR에서는 제안된 PLFRAME 구조와 기존 DVB-S2의 PLFRAME간의 성능 차이가 거의 없는데, 기본적으로 FEC의 오류정정능력을 넘어서는 많은 양의 에러가 발생하였고, 노이즈로 인해 채널추적의 오계산이 발생하면서 추가 PILOT에 대한 이득이 상쇄되는 것으로 분석되었다.

## VII. 결론

대용량 전송을 위해 고차변조방식의 적용과 SNR 확보를 위한 LDPC와 같은 코딩이득이 높은 채널부호의 적용은 필수적이다. 본 논문에서는 비행감시정찰체계에 적용될 T4급 대용량 전송능력을 갖춘 공용데이터링크와 비행감시정찰체계 채널환경에 적합한 프레임구조를 DVB-S2 기반으로 제안하였다. 제안된 구조는 시뮬레이션을 통해 DVB-S2 대비 단 1개의 파일럿 블록을 추가함으로써 전송속도의 손실은 0.16%로 최소화하였고, 시간에 따라 변하는 Fading 환경에서 보다 빠른 주파수 보상 및 채널 추정을 수행하는 것을 확인하였다. 무인기 데이터링크 채널모델에서는 0.2~0.3dB의 SNR 수신 성능개선의 효과를 확인하였다.

## References

- [ 1 ] W. P. Kang, J. H. Song, K. H. Lee, D. H. Lee, S. J. Jung, and H. J. Choi, "Analysis of Common Data Link Technology Trends for the Next Generation Korean Common Data Link Development," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 39C, no. 3, pp. 209-222, Mar. 2014.
- [ 2 ] S. J. Jung, Y. G. Kim, and D. H. Lee, "Design and Performance Analysis of Common data link digital modem for surveillance UAVs," *Journal of the Korea Institute of*



*Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 1, pp. 162-168, Jan. 2018.

- [ 3 ] ETSI, *Digital Video Broadcasting(DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for broadcasting, interactive services, news gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2)*, European Telecommunication Standard Institute, ETSI EN 302 307-1 V1.4.1, Jul. 2014.
- [ 4 ] ETSI, *Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications; Part 2: DVB-S2 Extensions (DVB-S2X)*, European Telecommunication Standard Institute, ETSI EN 302 307-2 V1.3.1, Apr. 2021.
- [ 5 ] D. I. Jang, D. G. Oh, and H. J. Lee, "Technology Trends and Applications of the DVB-S2," *Broadcasting and Media Magazine*, vol. 13, no. 3, pp. 4-21, Sep. 2008.
- [ 6 ] W. Hu, Z. Wang, R. Mei, and M. Lin, "An Efficient Carrier Synchronization Scheme for Demodulation Systems," *Electronics*, vol. 10, no. 23, pp.1-10, Nov. 2021.
- [ 7 ] ETSI, *Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for Satellite Distribution Systems; Guidelines for the use of EN 301 790 in mobile scenarios*, European Telecommunication Standard Institute, ETSI TR 102 768 V1.1.1, Apr. 2009.
- [ 8 ] E. Haas, "Aeronautical Channel Modeling," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 51, no. 2, pp. 254-264, Mar. 2002.
- [ 9 ] W. Khawaja, I. Guvenc, D. W. Matolak, U. C. Fiebig, and N. Schneckenberger, "A Survey of Air-to-Ground Propagation Channel Modeling for Unmanned Aerial Vehicles," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 21, no. 3, pp. 2361 - 2391, May. 2019.
- [10] J. S. Yang, T. C. Shin, and M. H. Lee, "MIMO Channel Diagonalization: Linear Detection ZF, MMSE," *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 16, no. 1, pp. 15-20, Feb. 2016.
- [11] C. U. Baek, A. H. Lee, D. H. Lee, and J. W. Jung, "A Soft Decision Decoding Method of LDPC-Coded M-ary Pulse Position Modulated Signals in Underwater Laser Communication," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 43, no. 11, pp. 1798-1801, Nov. 2018.
- [12] S. R. Be, S. M. Moon, S. H. Kwon, H. S. Kim, B. G. Song, and I. T. Hwan, "Improved Data Detection Scheme in 5G Mobile Communication System," *Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 56, no. 2, pp.

130-137, Feb. 2019.



**배종태(Jongtae Bae)**

한국해양대학교 전파공학과 학사 (2007)  
한국해양대학교 전파공학과 석사 (2009)  
LIG NEX1 C4연구소 선임연구원 (현재)  
※관심분야: 디지털통신, 변복조기술, 채널부호, 통신시스템



**백성호(Seongho Baek)**

인하대학교 컴퓨터공학과 학사 (2005)  
고려대학교 기술경영전문대학원 국방기술경영학 석사 (2020)  
LIG NEX1 C4연구소 수석연구원 (현재)  
※관심분야: 데이터링크, 통신시스템 시스템공학, 실시간시스템, 빅데이터



**오지명(Jimyung Oh)**

고려대학교 전파공학과 학사 (1997)  
고려대학교 전파공학과 석사 (1999)  
LIG NEX1 C4연구소 수석연구원 (현재)  
※관심분야: 무선이동통신, 국방전송통신, SDR모뎀, 사물인터넷



**이상필(Sangpill Lee)**

광운대학교 전자공학과 학사 (2001)  
광운대학교 통신공학과 석사 (2005)  
LIG NEX1 C4연구소 수석연구원 (현재)  
※관심분야: UAV Datalink System Design & Optimization, Satellite Communication System



**송충호(Choongho Song)**

한양대학교 전자통신공학과 학사 (1996)  
한양대학교 전자통신공학과 석사 (1998)  
한양대학교 전자통신공학과 박사 (2002)  
LIG NEX1 C4연구소장 (현재)  
※관심분야: 지휘통제, 데이터링크, 위성통신, 전송통신체계