

# 군 위성 통신용 운반용 위성 단말 ALL-IP 데이터 네트워크 시스템 구현

이덕우\*, 이성재\*\*

## Implementation of IP Packet Data Transmission System for the Military Satellite Communications Flyaway Satellite Terminal

Deok-Woo Lee\*, Seong-Jae Lee\*\*

### 요 약

군 위성용 통신시스템은 회선 교환 방식 시스템에서 ALL-IP 데이터를 전송하기 위한 새로운 운용개념 및 시스템 설계가 요구된다. ALL-IP 데이터의 핵심은 패킷 기반 효율적인 데이터 처리 방식으로 패킷 타이핑을 하는 것이다. 또한, 위성 시스템에 적용되는 IP 데이터는 주파수 자원의 효율성 및 전송 간 지연에 대한 대책이 필요하게 된다. 주파수 자원은 위성 시스템의 핵심 요소로써 한정된 주파수 자원에서 어떻게 하면 작은 주파수 자원을 통해서 IP 데이터를 전송하기 위한 시스템 설계가 요구된다. 정지궤도 위성을 이용해서 데이터를 전송하기 때문에 데이터 전송 지연이 발생하게 된다. 전송 지연, 비트 효율 등 위성에 특화된 환경을 고려해서 IP 데이터를 전송하기 위한 시스템 설계 기술이 적용되어야 한다. 본 논문에서는 주파수 자원 및 위성 데이터 지연에 대한 운반용 위성 단말에 적용된 설계에 대해서 논의할 것이다.

### Abstract

The military satellite communications system requires a new operating concept and system design to transmit All-IP based data as a circuit switching system. The core of All-IP data is packetizing in a packet-based efficient data processing method. In addition, The IP data applied to the satellite system requires measures against the efficiency of frequency resources and delay between transmissions. A frequency resource is a key element in a satellite system. In a limited frequency resources, a system design for transmitting IP data through a small frequency resources is required. Since the satellite system transmits data using Geo-Stationary satellites, data transmission delay occurs. A system design technique for transmitting IP data should be applied in consideration of the satellite-specific environment such as transmission delay and bit efficiency. In this paper, we will discuss the design applied to the Flyaway Satellite Terminal for the frequency resource and satellite data delay.

### Keywords

flyaway satellite terminal, ALL-IP, IP accelerator

\* 한화시스템 다계층네트워크(교신저자)  
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4897-6251>  
\*\* 국방과학연구소 국방우주기술센터  
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3310-6170>

• Received: Sep. 01, 2021, Revised: Oct. 06, 2021, Accepted: Oct. 09, 2021  
• Corresponding Author: Deok-Woo Lee  
Dept. of The Multi-layer Network Group, Hanwha-System Co., Ltd, Korea,  
Tel.: +82-31-8020-7834, Email: [dw2003.lee@hanwha.com](mailto:dw2003.lee@hanwha.com)

## 1. 서 론

오늘날 통신시스템 기술이 발전함에 따라서 다양한 데이터 전송 시스템이 개발되고 있다. 서킷 기반으로 설계된 시스템은 모바일 기술발전으로 패킷 기반 설계로 변경되고 있다. 군 통신장비도 서킷 기반에서 패킷 기반으로 변경되고 있으며, 그중에서 위성 통신 시스템도 IP 패킷 기반으로 데이터를 송수신하는 시스템이 개발되고 있다. 하지만 상업용 시스템은 기존 시스템의 혁신을 통해서 전송시스템이 전부 변경되고 있지만, 군 시스템은 기존 시스템과의 호환성도 중요시된다. 그런 점에서 서킷 기반 데이터 시스템을 바로 패킷 기반 데이터 시스템으로 변경할 수 없다.

서킷 기반 데이터 시스템에 연동된 패킷 기반 데이터 시스템 설계도 군 시스템에서는 요구하게 된다. 그중 대표적으로 진행되고 있는 군 위성 통신 체계-II도 패킷 기반의 통신시스템으로 구성되고 있다. 이전 군 위성 통신 체계는 서킷 기반 기술을 적용하여, 단일 또는 이중 중앙제어 시스템을 중심으로 전 단말이 동기 기반으로 설계되었고, 그에 따른 설계 어려움과 분산 시스템 구축에 큰 문제점을 가지고 있었다. 또한, PAMA(Pre-Assignment Multiple Access) 기반 고정주파수 할당으로 통신위성의 중요 파라미터인 주파수 자원 효율이 극히 비효율적인 시스템이었다[1].

군 위성 통신체계는 서킷 기반 기술에서 패킷 기반 기술을 적용하여 단일망과 분산망 위성 통신 시스템을 구축하여, 적재적소에 주파수 자원을 할당, 회수하여 효율적인 주파수 자원관리를 할 수 있도록 지원하고 있다. 주파수 자원관리를 효율적으로 하기 위해서 자원할당 방식을 여러 방식으로 지원하고 있는데 대표적으로 고정 자원할당을 위한 PAMA와 요구에 의한 자원할당 DAMA 방식을 전부 지원한다. 지원 링크 별로 PAMA/DAMA를 전부 지원하여 지원 링크 별로도 주파수 자원 효율성을 극대화하였다. 자원할당은 단순 단말에서 지원하는 차원이 아니고 망관리기 및 망제어기를 통해서 할당받게 되며, 할당받은 자원은 각 단말에서 관리 및 회수 절차를 수행하게 된다.

그림 1의 군 위성 통신 체계는 유연한 망 토폴러

지 구축을 통해서 위성 주파수 자원에 대한 효율적인 관리를 수행하게 된다. 또한, 주파수 자원관리를 통해서 망 생존성 및 운용 효율성도 극대화한다. 주파수 자원 측면에서 군 위성 통신은 여러 단말을 제공하고, 다양한 전송 용량을 가지고 있다. 본 논문에서는 여러 단말 중 운반용 위성 단말에 대해서 논할 것이며, 운반용 위성 단말에 관한 내용을 설명하면서 다른 단말 운용 개념도 설명을 할 것이다. 위성 통신은 여러 장점 때문에 군에서도 주 통신수단으로 사용되고 있다. 장점으로는 대용량 데이터를 LOS(Line of Sight)만 확보하면 지형적 영향이 없이 전송할 수 있다. 지형적 영향이 별로 없으므로 신속한 전개를 통한 광역 작전을 수행할 수 있게 된다.

운반용 위성 단말은 여단급 부대에서 운용 가능한 위성 단말로써 차량 등을 통해서 작전지까지 장비를 이동하고, 통신병 2인이 장비를 설치 장소까지 운반하여 고정설치 후 음성, 데이터 서비스를 제공하는 단말이다. 음성, 데이터 전부 IP 패킷 데이터로 전송하게 되면, 수신된 단말들도 IP 데이터로 수신 처리를 하게 된다.

본 논문은 운반용에 적용된 서킷 기반과 패킷 기반 사이 변환 기술에 대해서는 논하지 않을 것이다. 그 대신 위성 시스템 설계에서 제일 중요시되는 주파수 자원 및 위성 지연에 대한 설계만 논할 것이다. 전송 지연에 관련된 위성 기술은 QoS와 IP 가속 능력이 중요한 요소이다. 운반용 위성 단말에 적용된 기술에 대한 설계 및 시험 결과에 대해서 논할 예정이다.

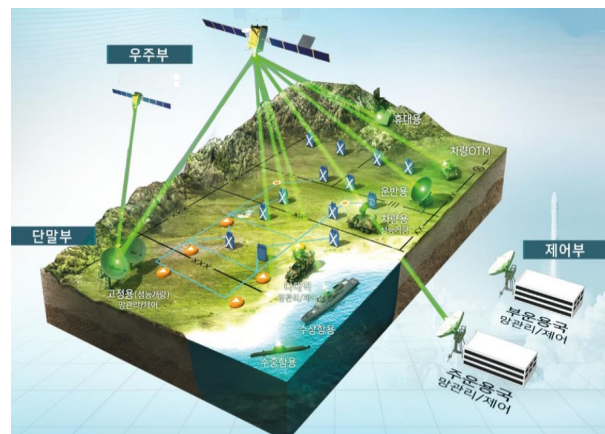


그림 1. 군 위성 통신용 운용망

Fig. 1. Operation of the military satellite communication

본 논문의 2장에서는 위성 환경에서 TCP/IP 문제점 및 적용할 패킷 기반 기술, 패킷 시스템 개요 및 설계 내용을 기술하고, 3장에서는 설계된 패킷 처리 가입자와 패킷 처리 시스템의 측정결과를 기술하였다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺었다.

## II. 관련 연구

본 논문에서 군 위성 통신용으로 개발된 운반용 위성 단말은 여단급에 사용되는 장비이다. 그림 2의 운반용 위성 단말은 IP 기반 음성 및 데이터 전송을 위한 단말로써 안테나장치, 송수신장치, 가입자 정합장치로 구성된다. 안테나장치는 안테나조립체, 고출력증폭반, 저잡음증폭반, 안테나 지지조립체로 구성되며, 송수신장치는 중간주파수변환반, GPS 수신반, 시스템제어반, 가입자정합반, 전원공급반, 패킷경로제어반, 고속링크 모뎀, 저속링크 모뎀으로 구성된다. 가입자정합장치는 확장 가입자로 패킷경로제어반, Ethernet 정합반, E1D1 정합반, 2W4W 정합반, CB정합반, 저속음성 정합반으로 구성된다[2]. 운반용 위성 단말은 여단급 지휘 통제 지원을 위해서 다양한 체계 연동 장비와 연동 기능을 제공하며, 송수신할 연동 장비 데이터를 IP 데이터로 변환하고 군 위성 통신체계 단말들과 데이터를 주고받게 된다. 또한, 위성 채널 환경 즉 데이터 전송 지연, 페이딩 현상, 장거리 통신 등 열악한 환경에서도 강인한 데이터를 전송하기 위한 알고리즘 포함하고

있다. 본 논문에서 논할 IP 라우팅 기능과 IP 가속기 기능은 패킷경로제어반에서 제공하는 기능이다[3].

### 2.1 위성 환경에서 TCP/IP 문제점

#### 2.1.1 비트 오류율(BER)

데이터는 다양한 매체를 통해서 전송되지만, 대부분 네트워크 프로토콜은 지상 환경에서 사용되도록 설계되었다. 대부분 지상 환경에서 전송되는 데이터는 비트 오류율이 매우 낮습니다. 일반적으로 10<sup>-10</sup> 미만 또는 Error Free입니다. 하지만 위성 링크에서는 위성 환경 즉 경로 손실 때문에 일반적으로 비트 오류율이 훨씬 높습니다. 일반적으로 10<sup>-2</sup> ~ 10<sup>-6</sup> 정도 됩니다. 비트 오류율을 개선하기 위해서 FEC(Forward Error Correction)를 사용하며, 시스템이 허용 가능한 수준으로 비트 오류율을 개선합니다. 더 낮은 비트 오류율은 시스템 복잡성을 개선하고, 채널 용량을 줄일 수 있다. FEC에 사용되는 code rate도 Trade-off 관계가 있다. 따라서 위성 환경에 적합한 FEC 선택도 중요하다.

#### 2.1.2 전송 지연(Latency)

지상 환경에서 매체 간 전송 지연 시간은 일반적으로 매우 낮습니다. 예를 들면, 북미 대륙을 가로지르는 Prorogation 시간은 약 30msec 이하입니다.

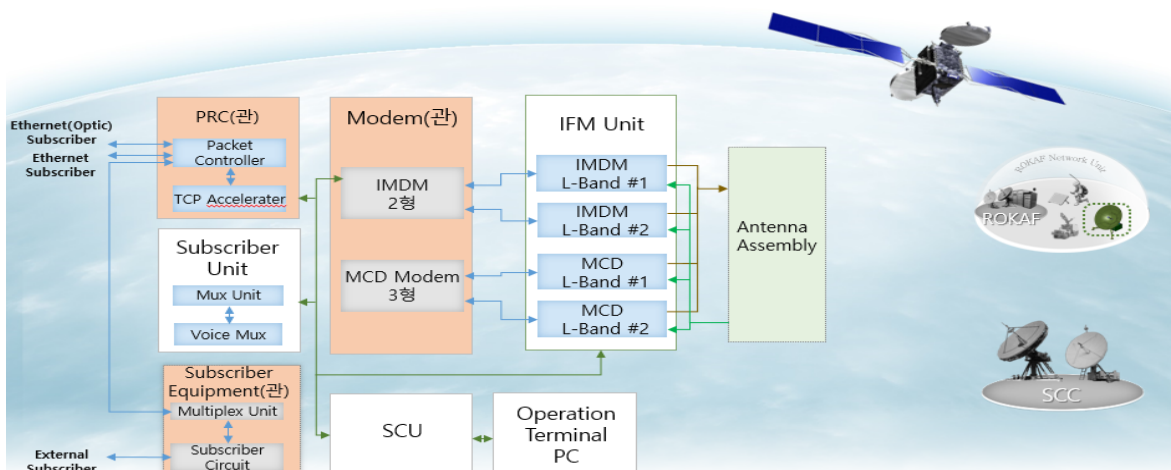


그림 2. 운반용 위성 단말 시스템 구조  
Fig. 2. Flyaway terminal system architectures

하지만 위성 시스템에서는 정지 위성 간 전송 지연이 훨씬 더 높습니다. 약 편도 250msec입니다. 위성 신호처리 지연 시간을 무시해도 왕복 500msec임을 의미합니다. 이런 지상 환경 전송 지연과 위성 환경 전송 지연 간 시간 불일치는 기존 설계된 네트워크 설계에서 위성 애플리케이션 간 효율성에 문제가 발생하게 됩니다. 특히 짧은 패킷 전송에서는 TCP 데이터 전송 간 전송 지연이 많은 문제점이 발생하게 됩니다. 전송 간 매개변수를 변경하지 않고서는 RTT(Round Trip Time)를 줄이기 위해 아무것도 할 수 없습니다. 전송 지연에 맞는 프로토콜 향상이 필요합니다.

위성 링크에서 실제 데이터 처리량은 창 크기를 RTT로 나눈 값입니다. RTT 값이 증가함에 따라 데이터 처리량도 감소하고, 링크는 더 많은 대역폭을 요구하게 됩니다. 전송 지연을 줄일 수 없는 경우 주파수 대역폭을 최대한 증가하지 않으면서 데이터를 전송하려는 방법을 찾아야 합니다

### 2.1.3 비대칭(Asymmetry)

지상 네트워크와 달리 위성 링크는 종종 비대칭 모드로 작동하여 송수신 균일하게 전송하는 것이 아니고 송신데이터가 더 높은 전송속도로 업링크 데이터를 전송하기도 합니다. 이것은 두 가지 주요 원인으로 인해 발생합니다. 첫 번째는 위성 터미널, 특히 휴대용 또는 모바일 단말의 업로드 파워 제한 때문입니다. 파워를 효율적으로 사용하기 위해서 중

계국에서 모바일 단말의 다운로드 데이터를 업로드 데이터보다 많이 받는 것입니다. 이런 비대칭 데이터 흐름 제어는 단말 쪽 전원 또는 배터리 효율을 향상할 수 있습니다.

두 번째는 사용되는 데이터양에 따라서 비대칭 구조로 설계된 경우이다. 예를 들면 웹서버에 접속해서 방대한 양의 정보를 비교적 짧은 요청에 대한 응답으로 받는 경우 등이다. 업 링크, 다운 링크 비대칭은 TCP 환경에서 셀프 클럭 방식(Self-Clocking)의 이상적인 환경이 아니다. 고속 다운 링크를 통해 수신되는 대부분의 TCP 세그먼트는 저속 업링크를 통해 전송되는 ACK로 응답합니다. 그러면 저속 업링크는 ACK로 인해 혼잡해질 수 있습니다. 흐름 제어가 시작되어 스스로 혼잡하지 않더라도 고속 다운 링크를 통해 전송할 수 있는 트래픽 양이 줄어듭니다[4].

위성 링크를 사용하면 비트 효율, 전송 지연, 비대칭 데이터 전송 등 다양한 문제점을 내포하고 있습니다. 이런 문제점을 해결하고 실제 위성 시스템에 적용하여 시험 결과를 도출할 것이다.

## 2.2 패킷경로제어반 설계

그림 3처럼 운반용 위성 단말의 패킷경로제어반은 IP 스위칭, 정적, 동적 라우팅 기능을 수행한다. 라우팅 프로토콜로 OSPF, RIP, BGP 프로토콜을 지원하여 대역별 및 링크별 최적 경로를 선택하여 데이터를 전송하게 된다.

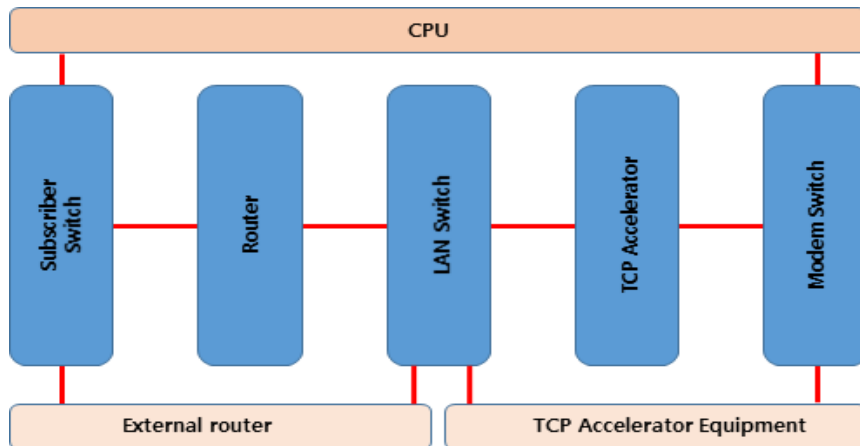


그림 3 패킷경로제어반 블록도  
Fig. 3. Packet Routing Controller structure

또한, QoS 기능을 제공해서 데이터별 우선순위에 따라서 데이터를 전송하게 된다. QoS 맵핑/마킹 기능에 따라서 IP 주소를 DSCP 마킹 기능 및 DSCP 에 따른 Class 맵핑을 하게 된다. 또한, 큐잉/쉐이핑 기능을 적용하여 최대 최소 대역폭에 대한 데이터 전송 보장을 제공하여 데이터 전송을 하게 된다. 또한, 위성 통신의 경로 지연에 따른 TCP 성능 저하가 발생하게 되는데 이를 보상하기 위한 TCP 가속 기능도 제공한다.

군 위성 단말 간 중요 정보의 유통 우선순위를 위해서 모뎀과 연동하며, 패킷 단위로 데이터를 처리한다. QoS 기능에 따라서 데이터 우선순위도 정하게 된다. 데이터 전송 지연 시간, 지연에 따른 지터(Jitter), 전송 에러 또는 패킷 손실률 등을 고려해서 데이터 서비스를 제공하게 된다.

운반용 위성 단말에 적용된 QoS는 DSCP-Class 맵핑으로 QoS class 번호, QoS DSCP 코드값, QoS policy-map, 큐잉, 쉐이핑을 설정하여 제공하게 된다. 패킷경로제어반은 동적 라우팅 기능을 통해서 IP 스위칭 기능을 제공하는데 Designated Router 중심의 중앙 집중형 라우팅 프로토콜 운용으로 L3 경로 선택기능을 제공하게 된다. 패킷 처리를 위한 스위치 기능은 발생한 트래픽 신호 IP에 따라서 스위칭 된다.

### 2.3 운반용 TCP 가속 기능

운반용 위성 단말 내 실장된 패킷경로제어반은 TCP 가속 기능을 제공한다. 네트워크 간 통신 성능을 향상하기 위해서 제공되는데 정지 위성 전송 지연 때문에 TCP 가속 기능이 필요하다. 또한, 위성 환경에서는 한정된 주파수 대역폭 및 공간 손실에 따른 패킷 손실 등 많은 영향을 받게 된다. 이런 제한된 환경상에서 통신 품질을 유지하기 위해서 비트 오류율이  $10^{-6}$  이하의 데이터 품질을 가져야 한다. TCP 가속 기능도 제한된 위성 환경에 맞게 기능 제공되어야 한다[5].

TCP/IP는 4계층 통신 규약(프로토콜)으로 규정된다. Application Layer, Transport Layer, Internet Layer, Network Access Layer로 구분되며 TCP 가속 능력을 최적화하기 위해서 가속 기능은 Application Layer의 데이터 압축, 캐싱 기능, Transport Layer의 TCP 최

적화, TCP/IP 헤더 압축, Network Layer의 IP 라우팅 최적화를 적용해서 TCP 가속 기능을 제공하게 된다. 운반용 위성 단말에 실장된 TCP 가속 모듈은 전송제어 프로토콜 가속 능력을 내장하고 있어서 위성 지연에 따른 TCP 감속을 보장한다. 또한, IP Traffic 압축 기능을 제공해서 압축 및 전송제어 프로토콜로 내부 4Mbps 이상 성능을 제공한다. 전송제어 프로토콜로 TCP 가속기(TCP Acceleration), 데이터 압축 기술(Data Compression Techniques), QoS 지원(QoS Support) 등과 같은 기능을 보유해서 위성 구간의 물리적 지연 현상을 극복할 수 있게 되었다. 본 장비의 TCP 가속기는 위성 구간에서 발생하는 단/양방향의 패킷지연(Round-trip Delay)을 극복할 수 있는 Flow Control 기법(Streamin 기법, Ack 최소화 기법)을 적용하고, 위성 구간의 데이터 손실 극복을 위한 Error Control 기술을 적용했다[6]-[8].

### III. IP패킷 전송 측정결과

군 위성 통신에 적용된 기술 및 설계 기법을 확인하기 위해서 운반용 위성 단말과 고정용 단말 간 IP 패킷 데이터 전송 시스템을 구성하였다.

그림 4처럼 시험방법은 실 위성을 이용해서 고정용 위성 단말과 MF-TDMA 및 PTP 링크를 구성해서 시험하였고, 또한, PTP 링크는 별도 가입자정합 장치 연동을 통해서 시험하였다. 각 시험은 가속 능력 및 QoS 설정을 통해서 TCP 패킷 전송 능력을 확인하였다.

#### 3.1 MF-TDMA 가속 능력 확인

운반용 위성 단말은 MF-TDMA(Multi Frequency-Time Division Multiple Access) DAMA(Demand-Assigned Multiple Access) 방식과 PTP방식을 지원하는데 MF-TDMA 방식은 운반용 위성 단말에 유입되는 트래픽 데이터에 대한 이전 정보 즉 트래픽 발생 패턴이나 트래픽 종류 등을 바탕으로 자원을 요청하고, 망제어기의 제어에 따라서 효율적으로 위성 자원을 할당하여 위성망 자원할당 지연으로 인한 다량의 데이터 폐기를 최대한 억제하게 된다.



그림 4. 운반용 위성 단말 IP시험 구성

Fig. 4. Test configuration of flyaway satellite terminal IP

File Type	File Size (byte)	Direction	SCT(PRC) ~ FSE(PRC)			
			Average Transmission Time TCP Off	Transmission Time	Average Transmission Time TCP On	Transmission Time
TXT	105848244	up	267.9KB/s	395초	1890.1KB/s	56초
	105848244	down	154.5KB/s	685초	366.2KB/s	289초
TXT	105848244	up	267.9KB/s	395초	1890.1KB/s	56초
	105848244	down	169.6KB/s	624초	366.2KB/s	289초
TXT	105848244	up	267.9KB/s	395초	1890.1KB/s	56초
	105848244	down	166.6KB/s	635초	366.2KB/s	289초
TXT	105848244	up	267.9KB/s	395초	1890.1KB/s	56초
	105848244	down	167.4KB/s	632초	366.2KB/s	289초
TXT	105848244	up	267.9KB/s	395초	1890.1KB/s	56초
	105848244	down	174.3KB/s	607초	366.2KB/s	289초

그림 5. MF-TDMA IP 데이터 전송 결과

Fig. 5. MF-TDMA IP data transmission results

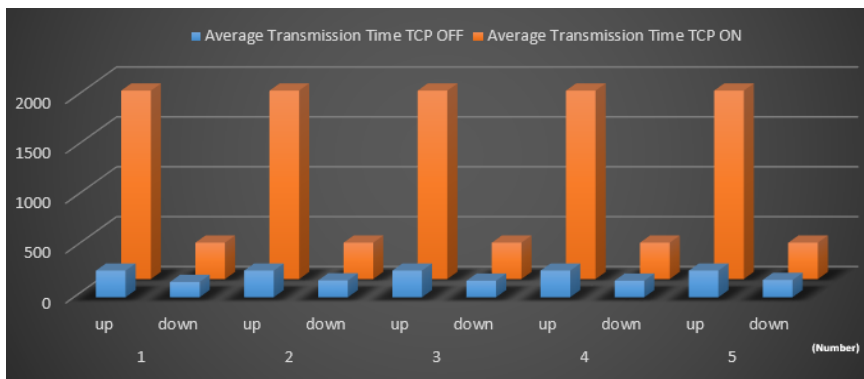


그림 6. MF-TDMA IP 데이터 전송 비교 결과

Fig. 6. MF-TDMA IP data transmission comparison results

MF-TDMA 방식은 망제어기의 효율적인 자원할당을 기반으로 소요 가입자에 대해서 자원할당을 하게 된다. 한정된 주파수 자원에 서로 공유해서 데이터를 전송하기 때문에 대용량의 데이터 전송 시스템에서는 단점을 가지고 있다. 본 시험에서는 MF TDMA

기반으로 가속 기능에 따라 전송시간을 비교한 데이터이다. 그림 5, 6의 본 결과에서 확인할 수 있듯이 평균 전송속도에 차이점이 발생함을 확인할 수 있다. 파일 종류가 TXT인 경우에 가속 기능 및 압축 기능으로 최대 전송속도가 증가함을 확인할 수 있다.

File Type	File Size (byte)	Direction	SCT(가입자정합장치) ~ FSE(가입자정합장치)			
			Average Transmission Time TCP Off	Transmission Time	Average Transmission Time TCP On	Transmission Time
TXT	105848244	up	267.2KiB/s	396초	2860.7KiB/s	37초
	105848244	down	173.8KiB/s	609초	2940.2KiB/s	36초
TXT	105848244	up	267.2KiB/s	396초	2940.2KiB/s	36초
	105848244	down	146.1KiB/s	724초	2940.2KiB/s	36초
TXT	105848244	up	267.2KiB/s	396초	2860.7KiB/s	37초
	105848244	down	161.3KiB/s	656초	2940.2KiB/s	36초
TXT	105848244	up	266.6KiB/s	397초	2860.7KiB/s	37초
	105848244	down	152.0KiB/s	696초	2940.2KiB/s	36초
TXT	105848244	up	267.2KiB/s	396초	2940.2KiB/s	36초
	105848244	down	249.6KiB/s	424초	2940.2KiB/s	36초

그림 7. PTP IP 데이터 전송 결과  
Fig. 7. PTP IP data transmission results

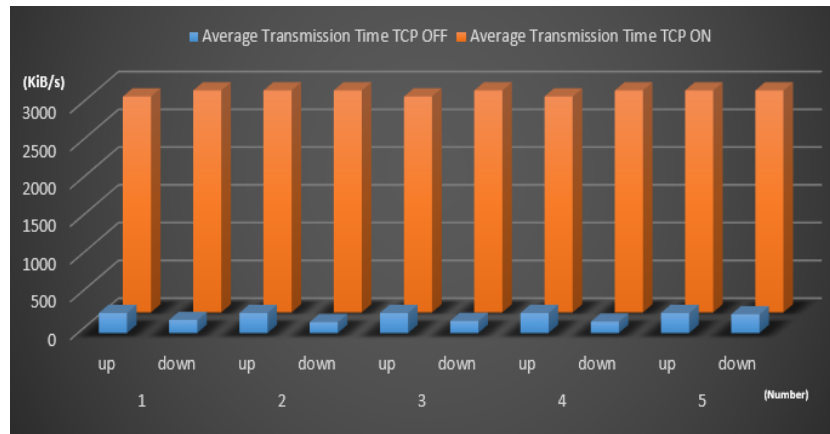


그림 8. PTP IP 데이터 전송 비교 결과  
Fig. 8. PTP IP data transmission comparison results

### 3.2 PTP 링크 가속 능력 확인

다음은 PTP 링크에서 운반용 위성 단말에 유입되는 트래픽 데이터에 대한 가속 능력 성능이다. 링크 상 전용 전송 링크를 설정하기 때문에 동일 데이터를 전송하면서 MF-TDMA 방식보다 PTP 링크 방식이 최대 전송속도 증가를 확인할 수 있다. 신속한 Point to Point(이하, PTP) 연결을 위해서 고정할당방식인 Pre-Assignment Multiple Access(이하, PAMA)망과 최소한의 생존 기능을 위해 협대역 주파수를 할당하게 된다.

그림 7, 8의 본 시험 결과를 통해서 MF-TDMA, PTP 링크 모두 IP 가속기 성능이 필요한 것을 알

수 있다. 특히 고정 위성에 따른 전송 지연은 TCP/IP의 패킷 전송률 저하를 방지할 수 있다.

또한, 군 위성 통신에 가장 중요한 주파수 할당 즉 주파수 자원 효율성을 위해서 IP 가속기 능력이 꼭 필요하며, 그에 대한 군 위성 통신에 적용된 제반 기술을 본 시험을 통해서 확인하였다[9].

### IV. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 군 위성 통신용 운반용 위성 단말을 이용한 ALL-IP 데이터 전송 시스템에 관해서 기술하였다. 군 위성 통신체계는 기존 체계에서 구현된 서킷 기반 데이터에서 패킷 기반 데이터로 설계가 변경되었다. 또한, 위성망을 이용한 IP 데이터를

전송하기 위한 최적화된 시스템 설계를 적용하여 제작되었다. 운반용 위성 단말은 고속링크와 저속링크로 구성되는데 본 논문에서는 고속링크에 대한 MF-TDMA와 PTP 링크에 대한 데이터 교환을 위한 ALL-IP 설계에 대해서 논했다. TCP는 인터넷을 통한 전 세계 데이터 통신의 표준이 되고 있다. 군 위성 통신 장비도 IP 데이터를 전송하기 위한 체계로 변경되고 있다. 위성 통신은 긴 전송 대기 시간의 영향으로 최소화하여 TCP 세션의 성능을 향상할 방법이 필요하게 된다.

본 장비에서는 전송 Delay에 따른 TCP 최적화, TCP/IP 헤더 압축 등이 적용된 단말을 시험을 통해서 확인하였다. 군 장비 특성상 상세 기술내용은 보안 때문에 기재하지 못했지만, 본 시험을 통해서 IP 가속기 성능을 확인할 수 있었으며, 또한 패킷(Packet) 기반 처리를 위한 라우터 프로토콜을 포함한 다양한 기술이 적용되어서 위성망에 특화된 다양한 문제점에 대한 패킷 처리 기술이 포함되어 제작되었다. 이상으로 All-IP 기반 시스템 중 운반용 위성 단말에 관해서 기술하였다. 본 논문에서 설계된 운반용 위성 단말은 ALL-IP 기반 군 위성 통신 체계에서 널리 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

## References

- [1] Deok-Woo Lee, Seong-Jae Lee, and Won-Sang Yoon, "Implementation of IP Packet Data Transmission System for the Next Military Satellite Flyaway Satellite Terminal", JKIIIT, Vol. 14, No. 4, pp. 51-59, Apr. 2016. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2016.14.4.51>.
- [2] Byungjun Park, Chunwon Kim, Wonsang Yoon, and Seongjae Lee, "An Antenna & RF System for Fly-away Satcom Terminal Application on Ka-band", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 17, No. 4, pp. 485-486, Aug. 2014. <http://dx.doi.org/10.9766/KIMST.2014.17.4.485>.
- [3] Kyung-Ho Lee, Sung-Jae Lee, and Jong-Chul Ahn, "Implementation of Voice and Data Interworking System for Next Generation Military Satellite System", JKIIIT, Vol. 15, No. 11, pp. 139-147, Sep. 2017. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2017.15.11.139>.
- [4] Memotec Inc, "TCP Acceleration Option NetPerformer System Reference", Document, No. 1609, pp. 1/1-3/2, Apr. 2011.
- [5] Y. Zhang, "A multi-layer IP security protocol for TCP performance enhancement in wireless networks", IEEE Trans. J. Sel. Area. Commun., Vol. 22, No. 4, pp. 767-776, May 2004. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2004.825993>.
- [6] Seong-Ho Kim and Tae-Hun Lee "Study of LTA MF-TDMA Network with a BSDT(Block Sensing Diversity Transmission) Algorithm in GEO Satellite Network for on the Move Terminals", Journal of KIIT, Vol. 13, No. 11, pp. 17-24, Nov. 2015. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2015.13.11.17>.
- [7] Kronewitter F.Dell, Ryu Bo, Zhang Zhensheng, and Ma Liangping, "TCP Accelerator for DVR-RCS SATCOM Dynamic Bandwidth Environment with HAIPE", Journal of communications and networks, Vol. 13, No. 5, pp. 518-524, Oct. 2011. <https://doi.org/10.1109/JCN.2011.6112309>.
- [8] Tsunoda Hiroshi, Ohta Kohei, Kato Nei, and Nemoto Yoshiaki, "A proposal of TCP congestion control for LEO Satellite Network taking into account handover problem", Joint Conference on Satellite Communications, No. 2000, pp. 265-270, Dec. 2000.
- [9] J. Doffoh, R. Mereish, and M. Puckett, "Analysis and comparisons of acceleration protocols for TCP over satellite", in Proc. IEEE MILCOM, Atlantic City, NJ, USA, Oct. 2005. <https://doi.org/10.1109/MILCOM.2005.1605698>.



저자소개

이 덕 우 (Deok-Woo Lee)



2000년 2월 : 수원대학교  
정보통신공학과(공학사)  
2000년 8월 ~ 2003년 1월 :  
(주)머큐리  
2003년 2월 ~ 현재 :  
(주)한화시스템 수석 연구원  
관심분야 : 위성통신 시스템 설계,  
기저대역 설계, 신호처리 Hardware 설계

이 성 재 (Seong-Jae Lee)



1994년 2월 : 충남대학교  
전자공학과(공학사)  
1996년 2월 : 충남대학교  
전자공학과(공학석사)  
1996년 1월 ~ 현재 : 국방과학  
연구소 책임연구원  
관심분야 : 위성통신 시스템 설계,  
RF 시스템 설계, 데이터링크 설계