Journal of KIIT. Vol. 15, No. 11, pp. 139-147, Nov. 30, 2017. pISSN 1598-8619, eISSN 2093-7571 139
http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2017.15.11.139

차기 군 위성체계를 위한 음성 및 데이터 연동시스템 구현

이경호*, 이성재**, 안종철***

Implementation of Voice and Data Interworking System for Next Generation Military Satellite System

Kyung-Ho Lee*, Sung-Jae Lee**, and Jong-Chul Ahn***

본 연구는 국방과학연구소가 지원하는 군 위성통신 사업의 일환으로 수행되었습니다.

요 약

현대의 전장 환경은 신속하게 전장 상황을 통제할 수 있는 네트워크 중심전으로 변화하고 있다. 국방부는 이를 지원하기 위해 통합 지휘 통제 체제를 구축하여 광범위한 지역에서 위성 통신 서비스를 지원할 수 있는 위성 통신 체계를 운용하고 있다. 후속 위성 체계인 차기 군 위성체계는 기존 서킷 네트워크 단점을 보완하여 ALL-IP기반 분산 망 위성링크와 육군, 해군, 공군 작전상황을 통합 관리할 수 있는 전군 통합 망 연동링크로 구성되어 있다. 위성체계 지상단말인 운반용 위성단말은 정지궤도위성의 전파 지연 현상을 극복하기 위한 SCPS－TP(Space Communications Protocol Specifications Transport Protocol)를 사용하여 Header Compression, Window scaling 기술을 적용하였고 기존 위성통신체계인 아나시스(ANASIS, Army Navy Airforce Satellite Information System) 위성 체계와 호환성 확보를 위해 음성 호 연동기술을 구현하였다.

Abstract

The modern battlefield environment is rapidly changing to the Network Centric Warfare that can control the battlefield situation. To support this, the Ministry of National Defense has established an integrated command and control system to operate a satellite communication system capable of supporting satellite communication services in a wide area. Next-generation military satellite system, which is a follow-on satellite system, supports ALL-IP based distributed network satellite link and constitutes a link to the all-military integrated network that can manage the operations of the Army, Navy and Air Force. The Flyaway satellite terminal, which is a terrestrial terminal for satellite system, uses Header Compression and Window scaling technology using SCPS-TP to overcome the propagation delay phenomenon of geostationary satellite and implemented voice call processing technology to ensure compatibility with the existing satellite communication system ANASYS satellite system.

Keywords
satellite communication, ANASIS, military voice call, TCP acceleration

* 한화시스템 소프트웨어 팀(교신저자)
- ORCID: http://orcid.org/0000-0002-5890-7719
** 국방과학연구소 제2기술연구본부
- ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4534-8337
*** 한화시스템 소프트웨어 팀
- ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5885-7945

· Received: Sep. 18, 2017, Revised: Oct. 31, 2017, Accepted: Nov. 03, 2017
· Corresponding Author: Kyung-Ho Lee
Dept. of The Software Team (Communication), Hanwha-System Co., Ltd, Korea,
Tel.: +82-31-8091-7229, Email: smkyho.lee@hanwha.com

Ⅰ. 서 론

현대의 전쟁 수행 개념은 지휘통제, 정찰, 타격 분야 등 전장 환경의 모든 요소들을 통합하여 적보다 빠른 인식능력으로 전장상환을 통제할 수 있는 네트워크 중심전(NCW, Network Centric Warfare)으로 변화하고 있다. 이러한 변화를 지원하기 위해 국방부는 2006년부터 군 최초로 지형적인 제한 없이 광범위한 지역에서 다양한 통신서비스를 제공해 줄 수 있는 아나시스 위성체계를 구축하여 운용하고 있다. 아나시스 위성체계는 육, 해, 공군의 통합 지휘 통제 체제를 구축하여 군의 전장 상황을 실시간 통합 운용하여 효율적인 군사작전에 사용하고 있다.

아나시스 위성체계는 한반도 전 지역에서 광역 네트워크 서비스를 지원하는 장점을 가지고 있지만 서킷 네트워크로 구성되어 있어 패킷통신 지원이 구조적으로 힘든 단점이 있다. 서킷 네트워크의 최대 단점은 고정 대역 위성 주파수를 전용으로 할당받아 사용하므로 데이터 전송시간이 길어질수록 회선 점유 시간이 길어져 망 전체 위성자원 효율성이 떨어진다는 단점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위해 후속 위성체계인 차기 군 위성체계에서는 한정된 주파수 자원을 시간정보로 세분화할 수 있는 MF-TDMA(Multi Frequency-Time Division Multiple Access)기술을 적용하고 있다. MF-TDMA은 다수의 사용자가 위성자원을 시간 분할 방법으로 공유하므로 다양한 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있는 장점을 가지고 있다. 위 기술은 상용 위성서비스인 DVB-RCS(Digital Video Broadcasting - Return Channel Satellite System) 표준[1]와 미군 위성체계인 WIN-T (Warfighter Information Network- Tactical)[2]체계에서 적용된 기술로써, 유연한 자원할당 구조를 지원하며 패킷기반 네트워크 효율성과 망 토폴로지 운영이 가능하도록 설계되었다. 앞으로 차기 군 위성체계는 육군, 해군, 공군부대의 특성을 고려한 독립적인 분산 망을 구축하고 신속한 작전 수행 능력과 생존성을 확보할 수 있게 되었다.

차기 군 위성체계는 우주부(Satellite)와 지상부로 구성되며 지상부는 기능에 따라 중심국(NC, Network Controller)와 단말(NM, Network Member)으로 나눠진다. 중심국은 위성의 주파수 자원을 할당하며, 단말은 주파수 자원을 할당 받아 위성 통신 서비스를 사용한다. 중심국의 링크 구성은 ALL-IP 기반 분산 망 위성 링크와 군 작전상황을 통합 관리할 수 있는 전군 통합 망 연동링크로 구성되어 있다. 지상 단말중 하나인 운반용 위성단말은 ALL-IP기반 분산 망 위성 링크를 위해 TCP 가속 기술과 전군 통합 망 연동링크를 위해 음성 호 연동기술이 적용되었다.

군 위성은 정지궤도위성으로 지상 36,000 Km 상공에서 지상 단말 간 통신서비스를 지원하고 있기 때문에 매우 긴 RTT(Round Trip Time)가 발생하게 된다. RTT는 TCP 혼잡윈도우(Congestion Window)를 발생시키고 TCP 윈도우(Window) 상승속도를 늦추기 때문에 동일한 대역폭을 가지더라도 지상통신보다 많은 전송시간이 필요하게 되므로 위성자원 효율성을 떨어뜨리는 결과가 발생한다[3]. 기존 위성 통신에서 TCP 성능 저하를 개선하기 위해 일반적으로 설계되었던 TCP 연결 분할 방식은 지상망 구간과 위성 망 구간으로 분리하여 위성링크에 최적화된 파라미터를 적용하여 TCP 성능을 향상을 시켰지만 BER(Bit Error Rate)이 높은 환경에서는 낮은 성능을 보여주고 있다[4]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 SCPS-TP[5]를 이용하여 TCP 가속기술을 구현하였다.

전군 통합 망 연동링크로 구성된 차기 군 위성체계는 아나시스 위성체계의 기반통신체계와 호환성 확보가 필요하며 부대별 위성단말이 혼재되어 운용되므로 각 부대에서 사용될 통신장비 특성을 고려한 이기종 단말 간 연동 기술이 필요하다. 운반용 위성단말에서는 아나시스 위성체계에서 수행된 단말 호 처리(Call Process)시나리오를 분석하여 물리적 회선접지정보와 음성 디지털 톤(Tone) 정보를 이용하여 가입자간 음성 기본 호를 설계하여 이기종 단말과 인터페이스 호환성을 확보하였다.

기능 시험을 위한 테스트베드는 국방과학연구소 위성모의중계기를 이용하여 우주부를 모의하고 운반용 위성단말과 시험 구성품(Packet Error Rate 계측기, 자료 전송 PC 등)으로 지상부를 구성하였다. TCP 가속 기능 시험은 PER 측정시험과 자료전송시험으로 나눠 진행하였으며, 음성 호 연동 기능시험

은 음성 통화 품질 시험으로 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 시스템설계 방안을 기술하였다. 4장에서는 제안하는 시스템 설계 방안을 입증할 수 있도록 테스트베드를 이용하여 시험평가를 진행하였으며 마지막 5장에서 결론을 지었다.

II. 관련 연구

관련 연구에서는 운반용 위성단말에서 지상통신과 같은 고속대용량 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있도록 TCP 가속기술을 비교, 분석 하였으며 아나시스 위성체계에서 운용되었던 음성서비스와 호환될 수 있도록 음성 호 연동기술을 연구 분석하였다.

2.1 TCP 가속기술 연구

TCP는 1981년 RFC 793에 공식적으로 정의 되어 꾸준히 개선되어 왔고 Fast Recovery, TCP Tahoe, TCP Reno등 다양한 알고리즘으로 계승 발전해 왔다. 위와 같은 알고리즘들은 RTT가 작은 환경에서 설계[6]되었으며 위성통신과 같이 긴 RTT를 가지는 환경에서는 긴 전송시간을 필요로 하였다.

TCP Hybla[7]은 위성 망과 같이 긴 RTT를 가지는 네트워크 환경에서 전송속도 지연현상을 극복하기 위해 제안된 프로토콜이다. 기존 유선환경에서는 RTT 고려 없이 비교적 안정된 환경에서 통신이 진행되었다면 Hybla는 전송거리가 짧은 가상 망 RTT 정보를 비교 분석하여 혼잡윈도우(Congestion Window)를 조절하여 TCP 기능을 향상 시켰다. 하지만 Hybla 프로토콜의 단점은 가상환경에서 고려된 RTT 값을 참고하여 TCP 전송기능을 확인하였기 때문에 높은 BER 무선 환경에서는 기능을 보장할 수 없는 단점이 있다.

이유는 위성 망과 같은 긴 무선구간에서는 항상 깨끗한 대기(Clear Sky)환경을 제공해줄 수 없기 때문이다. 다양한 대기 환경 변화와 재밍 공격 등으로 통신채널 오류가 빈번하게 발생되면 무선통신 환경에서는 높은 BER 이 발생되므로 Hybla 프로토콜을 이용하여서는 안정된 TCP 가속기능을 확보할 수 없다. Hybla 프로토콜은 실제 환경과 같은 BER 변수를 적용하지 못했다면 SCPS-TP을 이용한 TCP 가속기술은 높은 BER 환경과 RTT 지연현상을 극복할 수 있는 대안이다.

2.2 음성 호 연동 기술연구

아나시스 위성체계에서 휴대운반용 위성단말은 지상단말 중 하나로 통신병 1인이 휴대하여 작전운용에 활용되었다. 운반용 위성단말은 휴대운반용 위성단말을 업그레이드하여 설치 운용되므로 아나시스 위성체계와 호환성 확보를 위해 휴대운반용 위성단말의 지상망 연동 시나리오를 분석하여 지상단말과 통신서비스가 가능하도록 설계되었다. 지상망 연동 호는 위성 망 가입자와 지상 망 가입자간 통신을 의미한다.

지상망 연동을 위해서는 망 간 통신을 위해 외부망 연동 교환기가 사용되며 이 장치를 이용하여 위성 망과 지상 망 간 상호통신이 가능하게 된다. 지상망 연동 시나리오를 그림 1에서 간략화하여 살펴보면 위성모뎀(Ⓑ)에서 통화요청 메시지가 수신되면 자원 할당 메시지를 망 제어기(Ⓒ)에 요청한다(①). 망 제어기는 위성 주파수 자원을 확인하여 통화자원 할당 정보를 위성 모뎀(Ⓑ, Ⓓ)으로 각각 송신(②)하고 모뎀은 수신된 설정정보를 이용하여 모뎀간 통화동기(Sync) 모드로 전환하여 비문설정 절차를 수행한다(③). 수신 위성모뎀(Ⓓ)과 지상망 교환기(Ⓔ)는 통화로 설정을 위해 접지정보를 서로 교환하며 1차 음성 트래픽(Voice Traffic) 통신을 확인한다(④). 발신가입자(Ⓐ)는 지상망 교환기(Ⓔ)에 접속된 지상망 가입자 회선정보를 확인하기 위해 지상망 가입자 착신번호를 디지털 시그널로 혼합하여 송출하고 수신 된 시그널 정보를 확인하여 지상망 가입자는 2차 음성 트래픽(Voice Traffic) 통신을 수행하여 위성단말과 지상망 가입자 통화가 이루어진다(⑤). 위 지상망 연동 호 시나리오는 1채널 음성통화를 지원하도록 설계되었으며, 운반용 위성단말은 전군 통합 망 연동링크를 위해 다채널 통화가 가능하도록 구현하였다.

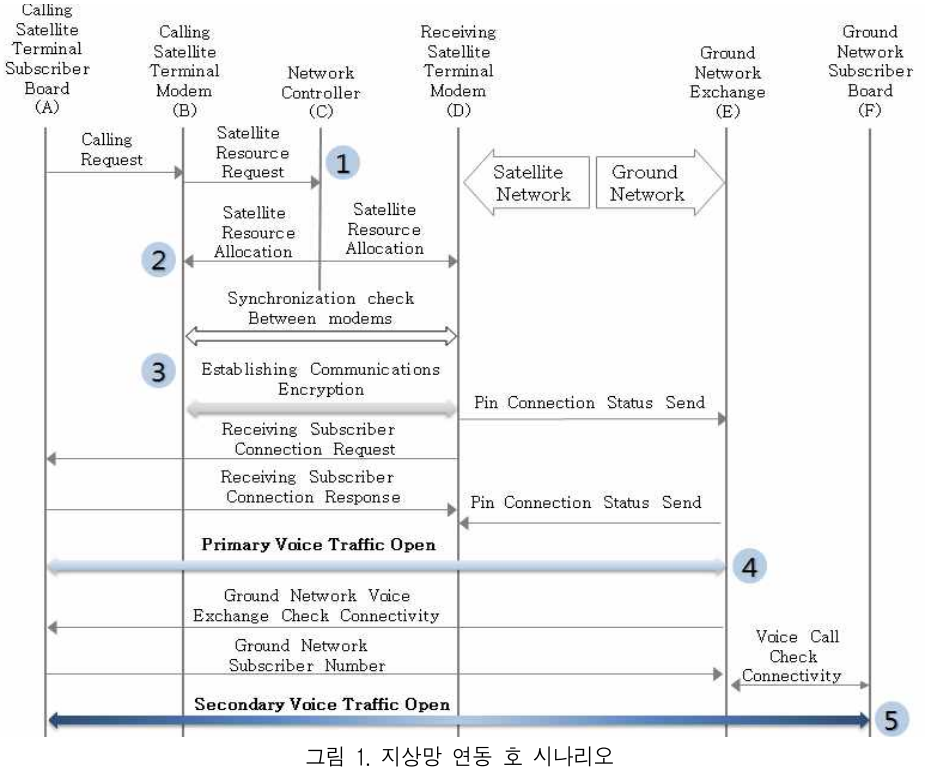

그림 1. 지상망 연동 호 시나리오
Fig. 1. Ground network interactive call scenario

III. 시스템 설계

3.1 TCP 가속설계

정지궤도위성은 넓은 가 수신 지역을 가지고 있기 때문에 핸드오버 없이 안정적인 위성통신 서비스를 지원하고 있지만 위성을 경유하는 1홉 통신인 경우 송신기에서 수신기까지 전파 지연시간이 0.25초 이상 발생하게 된다. 지연현상을 극복하기 위해 본 논문에서 제안하는 방법은 세션 연결방법에 따라 지상 세션 영역과 무선 세션 영역으로 분리하여 설계하였다.

그림 2에서 보는 것과 같이 지상 세션 (①, ②)은 IP가입자와 TCP 가속기 간 세션 이며 무선 세션 (③)은 TCP 가속기 간 세션을 의미한다.

TCP 가속기의 세션 연결 및 데이터 전송과정은 IP가입자(Ⓐ)에서 IP가입자(Ⓓ)로 보내지는 TCP 동기 확인(SYN) 메시지를 TCP 가속기(Ⓑ)에서 가로채어 저장한 후 IP가입자(Ⓓ)의 ACK 메시지를 대신 수행하여 IP가입자(Ⓐ)에게 ACK 메시지를 보내고 초기 세션 연결을 수행한다. IP가입자(Ⓐ)에서는 초기 지상 세션이 성공하면 보내고자하는 트래픽을 TCP 가속기(Ⓑ)에게 송신한다. 패킷(1)단계에서 송신패킷에 대한 ACK 메시지가 빠르게 수신되어 적은 RTT가 확보 되면 순차적으로 윈도우 크기를 늘려 TCP 가속기(Ⓑ)에게 패킷 (2, 3, 4)를 보내게 된다.

반대로 IP가입자(Ⓓ)에서는 수신된 동기확인(SYN) 메시지를 수신처리 후 ACK 메시지를 TCP 가속기(Ⓑ)에게 송신한다. 이 과정에서 Ⓒ, Ⓓ 간 지상 세션과 Ⓑ, Ⓒ 간 무선 세션이 구성되며 TCP 가속기(Ⓑ)에서 수신된 패킷(2,3,4)을 최대 윈도우 사이즈로 계산하여 TCP 가속기(Ⓒ)에게 송신한다. 마지막으로 TCP 가속기(Ⓒ)에서는 수신된 패킷 순서대로 IP가입자(Ⓓ)에게 전송한다.

지상 세션구간에서는 IP가입자 트래픽을 미리 저장하고 필요시 전송하는 데이터 캐싱 기능과 사용자 데이터를 줄일 수 있는 데이터그램 헤더 압축 기술이 적용되었다.

운반용 위성단말 위성모뎀의 하드웨어설계는 소비전력 및 회로 조립체 크기 등을 고려하여 동일한 하드웨어 플랫폼 안에 TCP 가속모듈 (TCP 가속SW + 모뎀SW)과 변복조반 (PGA)으로 구성하여 설계하였다. 변복조 반은 위성 망으로 트래픽을 송신하기 위하여 디지털 신호를 변조(Modulation)과 부호화(Encoding) 하여 중간주파수 처리 반으로 전송하며, 신호를 위성 망으로부터 수신하는 경우에는 복조(Demodulation)과 복호화(Decoding)을 수행하여 수신 트래픽 데이터를 복원하는 기능을 수행하였다. 위 과정에서 변복조 반은 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸는 아날로그 디지털 컨버터(ADC)와 디지털 신호를 아날로그 신호로 바꾸는 디지털 아날로그 컨버터(DAC) 변환기능을 지원하며 변복조 방식에 따라 프레임 규격대로 데이터 단편화(Fragmentation) 작업을 수행 하도록 설계하였다.

3.2 음성 호 연동설계

소요 군에서는 운반용 위성단말을 차량으로 주둔지 이동 시 신속한 설치, 개통시간을 요구하였으며 음성 호 연동설계검토 과정에서 개통시간 충족여부를 주요 추적항목으로 관리하였다. 개통시간을 최소화하기 위해 모듈 초기화시간 단축, 운용 파라미터 축소, 통화절차 간소화 작업 등으로 군에서 요구하는 설치 개통 시간을 충족할 수 있었다.

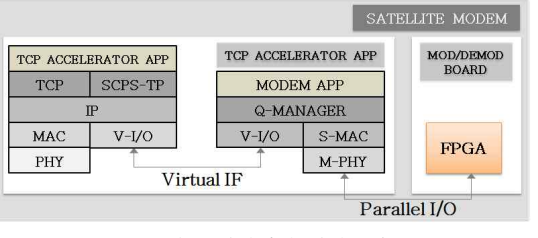

그림 3. 운반용 위성단말 위성모뎀 블록도
Fig. 3. Block diagram of suitcase terminal satellite modem

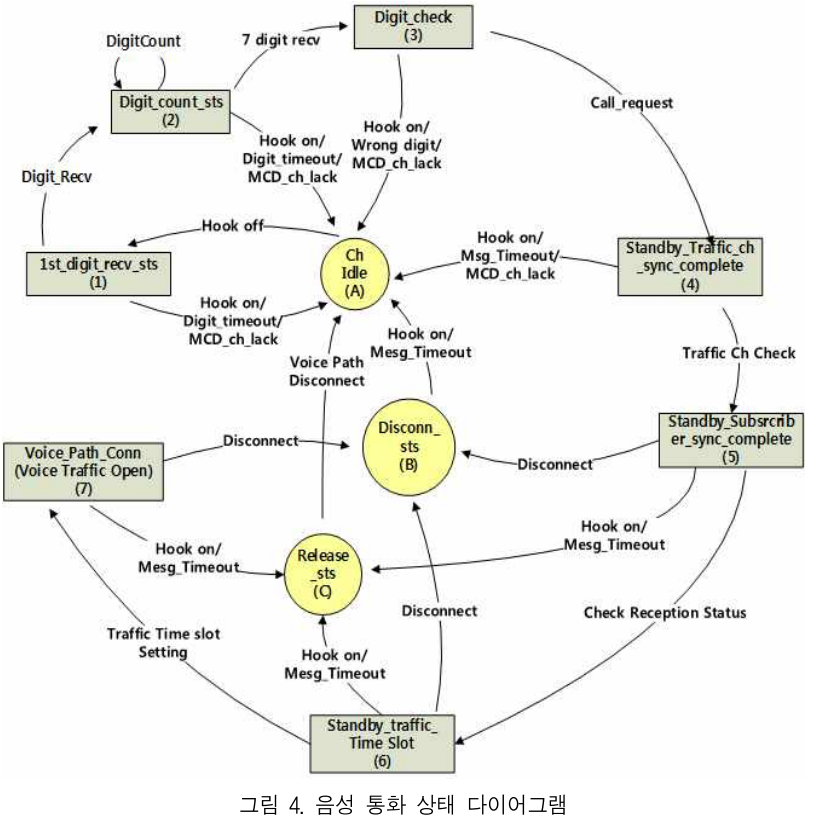

그림 4. 음성 통화 상태 다이어그램
Fig. 4. Status diagram of voice call

음성 호 연동설계는 통화단계를 간소화하여 7단계로 설계하였다. 발신자 번호요청 시 운반용 위성단말은 디지트(Digit) 수신 대기 모드(①)에서 디지트(Digit) 카운트(②)와 디지트(Digit) 유효성 검사(③)를 수행한다. 디지트(Digit) 검사가 끝나면 모뎀 통화 채널, 무선주파수(RF, Radio Frequency), 안테나 상태를 확인하여 수신 단말에게 통화 요청 메시지를 송신한다. 수신측에서는 통화 요청 메시지를 수신하면 모뎀모드를 트래픽 동기 모드로 전환하여 미리 정의된 신호를 송수신하여 트래픽 동기를 확인(④)한다. 모뎀 동기가 맞춰지면 수신채널상태를 확인하고 통화 수신 알림을 수신자에게 알려준다(⑤). 수신자가 통화를 원할 경우 모뎀은 트래픽 채널 타임 슬롯을 확정(⑥)시키고 음성 트래픽 모드로 전환하여 발신자와 수신자의 음성정보를 트래픽에 혼합하여 위성통신을 지원(⑦)한다. 각 단계에서 통화종료를 원할 경우 예외사항을 최대한 고려하여 통화종료 시퀀스를 설계하였다. 발신측은 통화종료, 비정상 디지트(Digit)선택, 모뎀 통화채널 부족상태가 되었을 경우 음성통화를 종료하고 채널 아이들(IDLE) (Ⓐ)상태로 복귀한다. 신과 수신 간 트래픽 채널 동기가 확인된 이후에는 통화종료요청(Ⓑ)과 통화종료수신(Ⓒ) 메시지를 수신했을 경우와 제어 메시지 및 하트비트(Heartbeat) 메시지가 수신되지 않았을 경우 통화를 종료하고 채널 아이들(IDLE) 상태(Ⓐ)로 복귀하도록 설계하였다.

Ⅳ. 시 험

통화시험과 TCP 가속 기능시험은 그림 5와 같이 위성모의중계기, 운반용 위성단말, 음성전화기, PER 계측기, 자료전송 노트PC를 이용하여 시험을 진행하였다.

4.1 TCP 가속 기능시험

TCP 가속 기능시험은 위성모의중계기와 운반용 위성단말 2대를 점대점(PtoP, Point to Point)로 구성하여 PER측정시험과 TCP 가속시험을 수행하였다[8].

TCP 가속기능 시험 전에 PER시험을 선행되어야 하는 이유는 무선구간의 패킷 로스(Loss)을 확인하기 위함이다. TCP 통신자체는 전송로 구간에서 패킷손실에 대한 에러 보정 기능이 내장되어 자료전송이 완료되었더라도 전송로 구간의 패킷 로스(Loss)을 확인할 수 없으므로, TCP 가속기능 시험 전 무선구간의 전송로 안정성 확인 후 TCP 가속기능을 확인하였다. PER시험은 PER계측기를 운반용 위성단말 이더넷 포트에 각각 연결하고 양방향 트래픽(2Mbps)을 전송하여 기능을 확인하였다. 총 시험 시험은 60분간 진행하였으며 그림 6과 같이 No Error를 확인하였다.

TCP 가속시험은 위성모뎀의 TCP 가속기능을 ON/OFF하여 시험을 진행하였으며 16Mbyte의 파일을 그림 5에서 보는바와 같이 자료전송노트PC #1에서 PC #2로 3차례 전송 한 후 총 데이터 합을 BIT로 환산하여 종합적인 결과 값을 확인하였다.

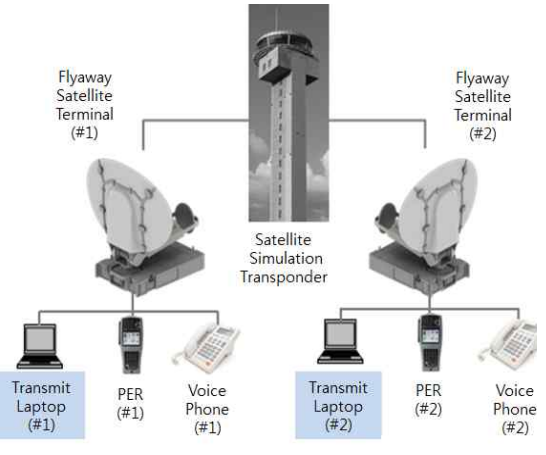

그림 5. 위성모의 시험구조도
Fig. 5. Test structure of satellite simulator link

그림 6. 2Mbps 통신시험
Fig. 6. 2Mbps communication test

표 1과 같이 TCP 가속기능이 ON일 경우 2Mbps, OFF일 경우는 0.71Mbps으로 약 3배 성능 차이가 나타났다. IP 가속 OFF시 발생하는 전송속도 지연 현상은 위성구간의 긴 지연시간과 슬로우 스타트(Slow-Start)모드에서 최대 전송율의 시간제한으로 발생하였다. 운반용 위성단말은 SCPS-TP을 적용하여 혼잡윈도우(Congestion Window)를 크기를 조절하고 TCP 통신의 최대 처리율을 높일 수 있는 윈도우 스케일링(Window Scaling) 기술과 연속되는 데이터 그램의 중복된 헤더정보를 압축하여 전송 사이즈를 줄일 수 있는 데이터 헤더 압축 기술을 적용하였다. 위 시험으로 전파 지연이 존재하는 위성 통신환경에서 TCP 가속 기능으로 긴 RTT와 높은 BER을 극복하여 지상과 같은 통신성능을 확인할 수 있었다.

표 1. TCP 가속 ON/OFF 시험결과
Table 1. TCP acceleration ON/OFF test result

	TCP Acceleration ON	TCP Acceleration OFF
1st	16,964,868byte / 67Sec	16,964,868byte / 185sec
2nd	16,964,868byte / 67Sec	16,964,868byte / 192sec
3rd	16,964,868byte / 68Sec	16,964,868byte / 187sec
Result	407,156,832 Bit (16,964,868byte×8 ×3) / 202(sec) = 2.015 Mbps	407,156,832 Bit (16,964,868byte×8 ×3) / 564(sec) = 0.71 Mbps

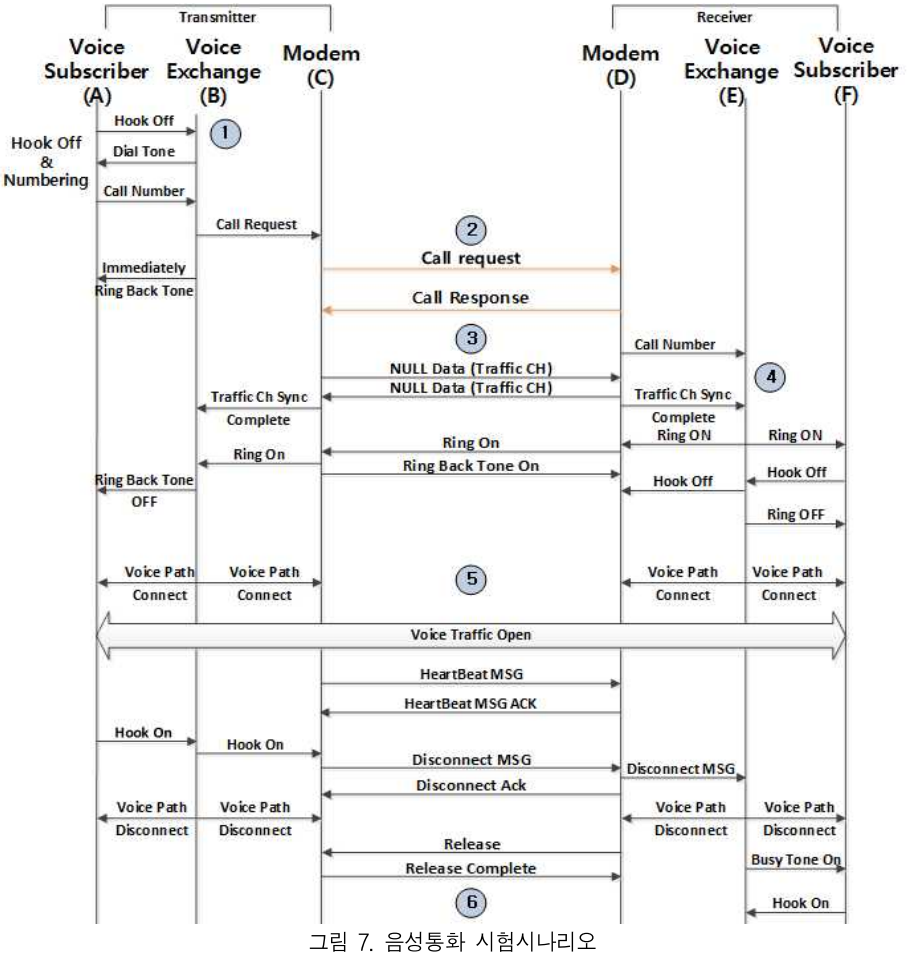

그림 7. 음성통화 시험시나리오
Fig. 7. Test scenario of voice call

4.2 음성 호 연동시험

음성 호 연동시험은 위성모의중계기와 운반용 위성단말 2대로 점대점(PtoP) 서킷망 환경을 구성하여 각각 일반 전화기를 연결하여 시험을 진행하였다. 본 시험은 그림 4의 음성 통화 상태 다이어그램을 각 단계별 상태 시퀀스 다이어그램으로 변환하여 시험 시나리오를 구성하였다.

시험 준비사항으로 음성전화기의 접지 및 링(Ring), DTMF, 톤(Tone)을 제어하는 가입자반(A, F)은 시험을 위한 전화번호 목록을 입력하였으며 위성모뎀 (C, D)은 주파수, 채널, 전력 등을 설정하여 무선구간에서 트래픽채널을 송수신할 수 있도록 설정하였다. 시험 시나리오는 점대점(PtoP)를 송신측, 수신측을 분리하여 그림 7 처럼 시험하였다.

시험 진행은 음성전화기를 Hook-Off하여 수신측 번호를 입력하면서 시작한다(①). 음성 교환 반에서는 수신된 번호를 분석하여 등록여부를 확인 후 발신 모뎀에서 수신 모뎀으로 호 요청(Call Request) 메시지를 송신한다(②). 수신 모뎀은 수신번호를 분석하기 위해 음성 교환 반으로 착신 가입자정보와 Null-Data를 이용하여 트래픽 채널 동기 작업을 준비하고(③) 음성 교환 반은 착신 가입자 번호를 분석하여 수신 가입자에게 수신 상태를 통보한다(④). 송신, 수신모뎀은 음성 트래픽 채널을 오픈하여 음성통화를 지원하며 주기적으로 하트비트(Heartbeat) 신호를 송수신하여 링크상태를 확인하였다(⑤). 모든 통화가 종료되면 Hook-On 메시지를 수신측에 전달하여 음성채널 주파수를 해제하여 통화를 종료시킨다. 위와 같은 시험 시나리오를 기반으로 음성 통화 품질 시험을 수행하였다.

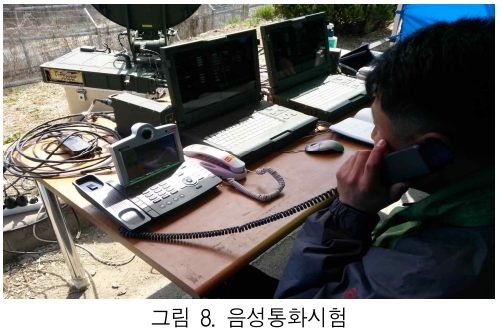

그림 8. 음성통화시험
Fig. 8. Voice call test

표 2. ITU-T P.800 MOS 품질 등급
Table 2. ITU-T P.800 MOS quality class

MOS	Quality	Impairment
5	Excellent	imperceptible
4	Good	Perceptible but annoying
3	Fair	slightly annoying
2	Poor	annoying
1	Bad	very annoying

음성 통화 품질 시험은 주변 환경 및 듣는 이의 경험에 따라 결과가 달라지기 때문에 음성 품질 시험을 정량적으로 측정한다는 것은 어려운 일이다. 따라서 본 시험에서는 음성 품질 측정 시 사용되는 표준(ITU-T P.800) 준용하여 기본적인 음성 전화 서비스의 명료성에 관한 주관적 품질기준을 1~5를 갖는 MOS(Mean Opinion Score)을 적용하였다.

음성 호 시험은 운용성 평가담당관 1명과 국과연 시제담당자 그리고 본 시험과 무관한 육군병사 2명으로 MOS품질 측정을 진행하였다. 시험 진행은 채널설정 후 20회 이상 시험을 수행하였으며 통화품질 검사결과 MOS 품질 측정 기준 평균 4.5점으로 시험 결과를 확인하였다.

V. 결 론

운반용 위성단말은 한반도 전역에서 지휘통제업무를 수행할 수 있도록 전군 통합 망 연동링크의 이기종간 음성 통신 기능을 보유하며 전파 지연 현상을 극복하기 위해 여러 환경에서 많은 실험을 진행하였다. 특히 무선구간의 패킷 드롭(Drop)현상을 막기 위해 TCP 통신 산출량을 계산하여 최적의 혼잡윈도우(Congestion Window) 사이즈를 계산하였으며 중복된 헤더 정보를 선택적으로 압축여부를 결정하기 위한 파라미터 설계능력을 가지게 되었다. 위 기술들은 운반용 위성단말에 최적화된 파라미터 설계 능력과 운용 시나리오를 만들어낼 수 있었으며, 추후 차기 군 위성체계에서 적극 활용하여 군 작전수행능력을 배가 시킬 수 있을 것으로 예상된다.

References

[1] ETSI EN 301 790, "Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for satellite distribution systems", European Telecommunications Standards Institute, Geneva, Switzerland, 2005.

[2] J. Wiss and R. Gupta, "The WIN-T MF-TDMA Mesh Network Centric Waveform", IEEE Military Communications Conf. (MILCOM'07), pp. 1-6, Oct. 2007.

[3] M. Allman, C. Hayes, H. Kruse, and S. Osterman, "TCP performance over satellite links", in Proc. 5th Int. Conf. Telecommun. Syst., pp. 456-469, Mar. 1997.

[4] M. Luglio, C. Roseti, and F. Zampognaro, "Performance evaluation of TCP-based applications over DVB-RCS DAMA schemes", Int. J. Satellite Commun. Netw., Vol. 27, No. 3, pp. 163-191, Mar. 2009.

[5] R. Wang and S. Horan, "Protocol Testing of SCPS-TP over NASA's ACTS Asymmetric Links", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 45, No. 2, pp. 790-798, Apr. 2009.

[6] J. M. KIM, N, Gebregziabher W, K. H. Lee, and J. H. Kim, "Performance Evaluation of PEP Based on Cross-Layer in Satellite Communication System", J. Korea Inst. Commun. Inform. Sci. (KICS), Vol. 41, No. 01, pp. 58-65, Jan. 2015.

[7] C. Caini and R. Firrincieli, "TCP Hybla: a TCP enhancement for heterogeneous networks", Int. J. Satellite Commun. Netw., Vol. 22, No. 5, pp. 5547-566, Aug. 2004.

[8] S. Erl and T. de Cola, "DVB-RCS2/S2 testbed: A distributed testbed for next-generation satellite system design and validation", 2014 7th Advanced Satellite Multimedia Systems Conference and the 13th Signal Processing for Space Communications Workshop (ASMS/SPSC), Livorno, pp. 382-389, Sep. 2014.

저자소개

이 경 호 (Kyung-Ho Lee)

2006년 : 국민대학교 컴퓨터응용학과(공학사)
2007년 4월 ~ 2010년 5월 : 우리별텔레콤
2010년 5월 ~ 2010년 10월 : 인포뱅크
2010년 11월 ~ 현재 : 한화시스템
관심분야 : 위성통신 소프트웨어설계, 네트워크 통신위성통신단말 시스템설계

이 성 재 (Sung-Jae Lee)

1994년 : 충남대학교 전자공학과 (공학사)
1996년 : 충남대학교 전자공학과 (공학석사)
1996년 ~ 현재 : 국방과학연구소 책임연구원
관심분야 : 위성통신 시스템 설계, RF 시스템 설계, 위성 시험장 시스템 설계

안 종 철 (Jong-Chul Ahn)

1997년 : 인하대학교 전자공학과 (공학사)
2017년 : 아주대학교 NCW공학과 (공학석사)
1997년 ~ 1998년 : 삼성전자 네트워크 사업부
1998년 ~ 2002년 : 아미텔,
2002년 ~ 현재 : 한화시스템 수석연구원
관심분야 : SW개발, 위성통신, NCW, 국방사이버