

SAR 데이터 수신을 위한 위성통신 시뮬레이터 모델 개발

조준우, 이동학, 김경록, 김재현

아주대학교

{cjw8945, inspire109, nowhere1104, jkim}@ajou.ac.kr

A Development of Satellite Communication Simulation Model for SAR Data Reception

Jun-Woo Cho, Dong-Hak Lee, Kyeong-Rok Kim, Jae-Hyun Kim

Ajou Univ.

요약

본 논문에서는 SAR 데이터 수신을 위한 위성통신 시뮬레이터 모델을 구현한 결과에 대해 소개한다. 그리고 위성 하향링크에 변조방식을 다르게 설정함으로써, 수신한 트래픽의 처리율, 비트 오류율 및 신호 대 잡음비를 측정한다. 측정된 결과를 통해, 위성의 하향링크에 활용 가능한 변조방식을 제안할 수 있으며, 향후 SAR 위성의 요구사항을 충족하는 위성 모델과 함께 고속 데이터 전송이 가능한 변조방식을 개발할 예정이다.

I. 서론

SAR(Synthetic Aperture Radar)는 위성, 무인기 등 이동하는 플랫폼에 탑재하여, 칩 펄스 형태의 전자파를 송수신하여 대상 지역의 영상을 형상화 한다. 기존의 광학 망원경과는 달리, 주간 및 야간 뿐만 아니라, 악천후 속에서도 대상 지역을 관측할 수 있다는 장점이 있기 때문에, 개발 초기에는 군에서만 사용하였으나, 점차 민간으로 확대되었다[1].

위성에 탑재된 SAR를 통해 획득한 데이터는, 우선 위성 시스템 내부 버퍼에 저장한다. 이 후 위성이 이동하면서, 지상에 있는 위성 게이트웨이와 연결이 가능할 때, CCSDS(The Consultative Committee for Space Data Systems)의 패킷 포맷 기준에 따라 SAR 데이터를 전송한다[2].

위성에서 획득한 SAR 데이터는 제한된 시간 내에 지상으로 데이터를 전송할 수 있어야 함과 동시에, 위성통신의 채널 상태에도 강인한 모습을 보여야 한다. 하지만 이러한 요구사항을 만족하는 통신 프로토콜 및 프로그램 개발에는 비용 문제와 위성의 접근성 문제가 요구된다.

본 논문에서는 SAR 데이터 수신을 위한 위성통신 시뮬레이터 모델에 대해 구현한 방법과 함께, 이들을 활용한 변조 방식에 따른 위성 하향링크의 트래픽 분석 결과에 대해 서술한다.

II. 시뮬레이터 모델

1. 시뮬레이터 모델 특징

시뮬레이터 모델은 OPNET을 기반으로 그림 1과 같이 구현하였으며, 변조방식 변화에 따른 위성 하향링크의 트래픽 분석이 가능하다. 노드의 배치를 실제 환경과 유사하게 구성하기 위해서, Campus Network 시나리오를 기반으로, 최상위 계층에는 위성 모델이 배치되고, Subnet 계층인 Korea에는 각각 위성 게이트웨이와 서버 모델이 배치된다.

2. 시뮬레이터 구성 노드

시뮬레이터를 구성하는 노드는 traffic_sender, satellite, gateway, traffic_receiver로 총 4개 이다. traffic_sender와 traffic_receiver는 OPNET에서 제



그림 1. 위성통신 시뮬레이터

공하는 워크스테이션 및 서버 노드를 활용하였으며, satellite 노드와 gateway 노드는 위성 하향링크의 트래픽 분석을 위해, 새로 정의하였다.

- satellite : traffic_sender에서 발생한 데이터를 위성 게이트웨이로 전달하는 역할을 수행한다. Transport layer까지 구현되어 있으며, traffic_sender와 gateway의 연결을 위해 Ethernet 모듈과 RF 모듈을 탑재하였다. RF 모듈에는 안테나 특성 및 위성 채널 모델이 반영된 Pipeline 소스코드가 포함되어 있다. 노드의 위치는 동경 140도, 위도 14.7도에 지구 표면에서 약 고도 550Km에 위치하도록 설정하였다.
- gateway : 위성에서 전달한 데이터를 수집하여 서버로 전달하는 역할을 수행한다. satellite 노드와 마찬가지로 Ethernet 모듈과 RF 모듈이 함께 탑재되어 있다. 또한 위성 채널 모델 및 트래픽 설정과 관련된 노드는 다음과 같다.
- rain-fading : 위성통신의 신호 감쇄 요인 중에 하나인 강우 감쇄의 지속시간 및 세기를 제어하는 역할을 한다.
- Application, Profile : 트래픽과 관련된 노드로, 트래픽의 종류 및 트래픽의 크기 등을 제어 할 수 있다.

III. 시뮬레이터 결과

1. 시뮬레이터 설정

satellite 노드와 gateway 노드는 동일 서브넷에 있다고 가정하며 이를 바탕으로 두 노드의 서브넷 마스크를 동일하게 설정하였다. 위성 하향링크의 주파수 대역은 X 밴드(약 8.2 GHz)로 설정하였으며, 대역폭은 375 MHz로 설정하였다. satellite 노드와 gateway 노드의 안테나 출력, 이득 대 잡음 온도비(G/T: Gain to noise temperature ratio), 등가 등방 복사전력(EIRP: Equivalent Isotropic Radiated Power)는 [4]를 참고하여 설정하였으며, 강우 감쇄는 100초 주기로 감쇄 정도가 변화하도록 설정하였다 [4].

트래픽은 traffic_sender 노드에서 FTP application을 통해 초당 800 Kbit가 일정하게 발생하도록 설정하였다. 변조방식은 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 8PSK, 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation), GMSK(Gaussian Minimum Shift Keying), MSK를 활용하였으며, 각 변조방식은 위성 하향링크와 관련된 RF 모듈에 시나리오 별로 설정한다[4].

2. 변조방식 별 하향링크 트래픽 분석

그림 2는 Gateway 노드에서 수신한 트래픽에 대한 처리율을 나타낸 그래프이다. QPSK, GMSK, MSK는 traffic_sender가 송신한 트래픽을 거의 일정하게 수신하고 있으나, 8PSK는 강우 감쇄에 영향을 받아 트래픽을 일정하게 수신받지 못하고, 16QAM은 트래픽을 거의 수신하지 못하는 것을 확인할 수 있다. 400초 이후에는 8PSK의 처리율이 약 1,900Kbit로 상승한 것을 볼 수 있는데, QPSK에 비해 심볼 당 비트 수가 2배 많으므로 채널 상태가 양호하다면 같은 시간 동안 처리율이 2배 정도 높다.

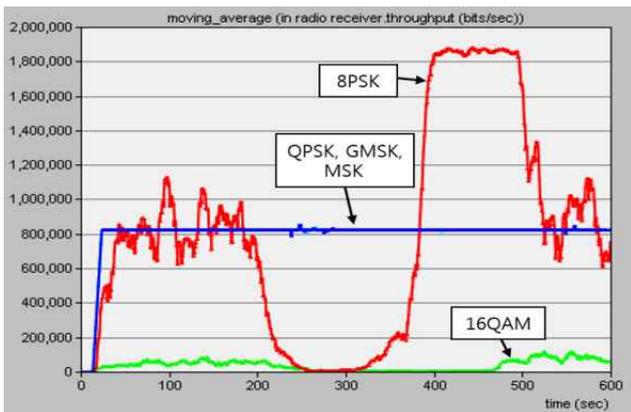


그림 2. 변조방식별 하향링크 처리율

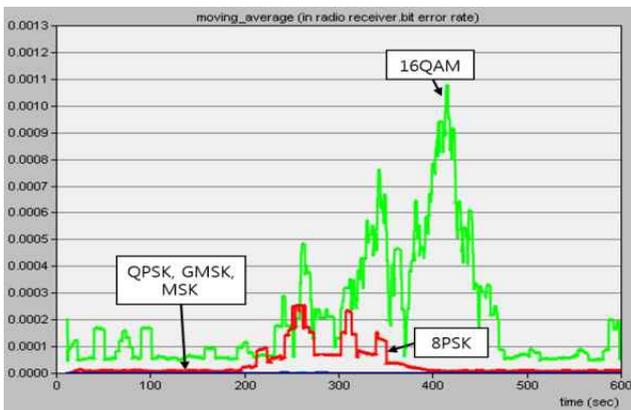


그림 3. 변조방식 별 하향링크 비트 오류율

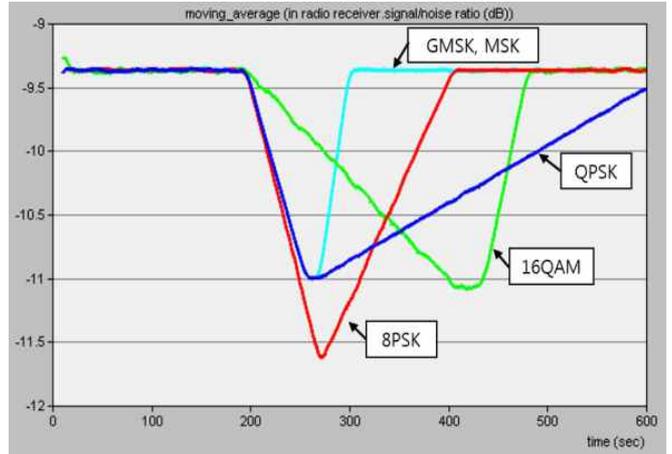


그림 4. 변조방식 별 하향링크 신호 대 잡음비

그림 3은 의 비트 오류율에 대한 그래프이다. 그림 2와 관련하여 확인해 볼 때, QPSK, GMSK, MSK는 거의 오류가 나지 않을 정도로 낮았으나, 8PSK와 16QAM은 강우 감쇄에 영향을 받아 오류가 다른 변조방식들에 비해 높음을 확인할 수 있다.

그림 4는 변조방식 별로 신호 대 잡음비를 측정 한 그래프이다. 그래프를 통해 위성 하향링크의 트래픽이 전리층 효과에 의한 fast fading 및 강우 감쇄에 의한 slow fading에 영향을 받는 것을 확인할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 OPNET을 이용하여, 위성통신 시뮬레이터 모델에 대해 소개하고, 변조방식에 따른 위성 하향링크 트래픽을 분석하였다. 변조방식별 위성 하향링크의 트래픽 분석을 통해 QPSK와 GMSK가 가장 높은 성능을 보임을 확인할 수 있었다. 본 시뮬레이터 모델을 바탕으로, SAR 위성의 요구사항을 충족하는 위성 모델과 함께 고속 데이터 전송이 가능한 변조방식을 개발할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행되었음 (NRF-2017M1A3A4A01037205)

참고 문헌

- [1] 김경록, 허민욱, 김두환, 유상범, 이상규, 이현철, 김재현, "영상레이더 잔상 제거를 위한 펄스 반복 주파수의 범위 설계," 한국통신학회 논문지, 제 41권 11호, pp.1653-1660, 2016년 11월.
- [2] "Recommendation for space data system standards - Orbit data messages", CCSDS 502.0-B-2, 2009
- [3] Sklar Bernard, Digital Communications, PrenticeHall, 2004
- [4] H. Saito, "High-speed downlink communications with hundreds mbps from 50kg class small satellites," in Proc. IAC 2012, pp.1 - 13, Jun. 2014
- [5] "Specific Attenuation Model for Rain for Use in Prediction Methods," ITU-R Recommendation P.838-3, 2005, Int. Telecommunication Union, Geneva.