

다중 홉 위성 통신에서 링크 실패 확률 분석

하승철, 윤희정, 김태훈^{■*}, 방인규^{■§}

한밭대학교 정보통신공학과, *한밭대학교 컴퓨터공학과, §한밭대학교 지능미디어공학과
{hsc6248, yhj010830}@naver.com, {thkim, ikbang}@hanbat.ac.kr

Analysis of Link Failure Probability in Multi-Hop Satellite Communications

Seungchel Ha, Heejung Yun, Taehoon Kim^{■*}, Inkyu Bang^{■§}

Dept. of Information and Communication Engineering, Hanbat National University

*Dept. of Computer Engineering, Hanbat National University

§Dept. of Intelligence Media Engineering, Hanbat National University

요약

본 연구에서는 저궤도(Low Earth Orbit: LEO) 위성의 수에 따른 다중 홉 위성 통신의 링크 실패 확률을 분석한다. 저궤도 위성의 수와 각 위성의 비행 궤적에 대한 데이터베이스가 주어졌을 때, 두 지상국 사이의 위성 기반의 무선 링크 생성 여부를 기준으로 다중 홉 링크 실패(link failure)를 정의한다. 최종적으로 MATLAB Satellite Communications Toolbox을 활용한 모의실험을 통해 다중 홉 경로 탐색 시도 횟수 제한에 따른 링크 실패 확률을 분석한다.

I. 서론

무선통신 시스템의 진화·발전으로 위성통신의 활용 방안과 필요성은 함께 증가하고 있다. 예를 들어, 우크라이나와 러시아 사이의 전쟁에서 스타링크(Starlink)의 위성통신 사용 사례, 애플사(Apple Inc.)에서 제공하는 위성 통신을 이용한 긴급 구조 요청 서비스 등을 생각해 볼 수 있다. 최근, 저궤도 위성군의 고도, 속도 등의 정보를 포함하는 Two-Line Element (TLE) 데이터를 활용한 연구 등을 포함하여 저궤도 위성 통신에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다 [1].

본 논문에서는 두 지상국 사이의 위성 기반의 무선 링크 생성 여부를 기준으로 다중 홉 링크 실패(link failure)를 정의하고 위성군의 TLE 데이터가 주어졌을 때, MATLAB Satellite Communications Toolbox를 활용한 모의실험을 통해 링크 실패(link failure)를 분석한다.

II. 시스템 모델 및 링크 실패 정의

본 논문에서는 지상으로부터 700km에서 2,000km의 궤도를 선회하는 다중의 저궤도 위성이 주어졌을 때, 송신 지상국(source ground station)과 수신 지상국(target ground station) 사이의 다중 홉 링크 형성을 위한 위성통신을 고려한다. 송신 지상국, 수신 지상국 및 각 위성 사이의 고도 각을 종합적으로 고려하여 다중 홉이 완전히 형성된 경우를 제외한 모든 경우를 링크 실패(link failure)로 정의하며, 그림 1은 각각 500개의 저궤도 위성이 존재할 때, 링크 성공 및 링크 실패의 예시이다.



그림 1. 링크 생성 예시: 성공(좌)/실패(우)

III. 모의실험 결과 및 결론

모의실험에서는 송신 지상국의 위도와 경도를 각각 42.3001과 -71.3504, 수신 지상국의 위도와 경도는 17.4351과 78.3824로 설정하였다. 그림 2는 위성 수와 다중 홉 링크 형성을 위한 경로 탐색 횟수의 제약에 따른 링크 실패 확률을 나타낸다. Loop Limit은 경로 탐색 횟수 제약을 나타내며, 이는 서비스 제공을 위한 지연 시간 및 하드웨어 성능에 따라 달라진다. 위성 수가 증가하고 완화된 제약조건 하에서 링크 실패 확률은 낮아진다. 본 연구 결과는 위성통신 서비스 조건에 따른 최적의 위성 수(밀도)에 대한 향후 연구의 기초 결과로 활용될 수 있다.

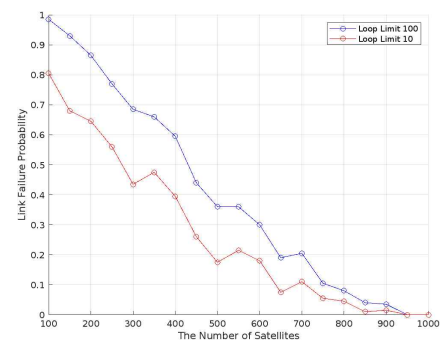


그림 2. 위성 수 및 경로 탐색 시도 횟수에 따른 링크 실패 확률

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022R1F1A1076126).

참고문헌

[1] 한상민 외, "6G 위성통신망을 위한 군집 저궤도 위성의 통신 서비스 분석,"

한국통신학회 동계종합학술발표회, 2022.