

실측 신호를 이용한 GPS L1 C/A 신호에 대한 재방송 재밍 영향 분석

이준형, 정유민, 유승수, 김선용* (건국대학교)

kimsy@konkuk.ac.kr*

A Study on the Repeat-Back Jamming Effects using Recorded GPS L1 C/A Signal

Junhyeong Lee, Youmin Joung, Seungsoo Yoo, and Sun Yong Kim*(Konkuk Univ.)

요약

본 논문에서는 실측 신호를 이용한 범역 측위 시스템(global positioning system, GPS)의 재방송 재밍 영향을 분석한다. 실험을 위해 GPS 수신기로부터 약 한 칩 거리에 재방송 재밍기가 위치한 환경을 구성하여 같은 시간에 서로 다른 위치에서 저장한 신호를 사용하여 GPS L1 C/A(coarse/acquisition)신호의 재방송 재밍에 의한 영향을 분석한다.

I. 서론

범역 측위 시스템(global positioning system, GPS)은 지상, 해상, 공중 등 지표상에 위치한 수신안테나의 위치, 속도, 시간(position, velocity, and time, PVT)을 얻을 수 있는 시스템이다. 널리 사용되는 GPS L1 C/A(coarse/acquisition) 신호는 개방 서비스(open service) 신호이다. 개방 서비스 신호의 사양은 완벽하게 공개되어 있으며 인공위성 궤도에서 송신한 지표면에 도달하는 신호는 매우 미약하기 때문에 간섭(interference) 및 재밍(jamming)에 매우 취약하다[1].

재방송 재밍(repeat-back jamming, RBJ)은 GPS 수신기에 근접한 재밍기에서 수신한 위성신호를 단순히 재방사하는 기만 재밍의 한 종류이다. 이는 수신기의 위치해를 재방송 재밍기의 위치 혹은 그 사이의 위치로 혼동시키는데, 구형 난이도가 평이하고, 가격이 저렴해서 GPS 수신기에 대한 재밍에 사용되기 쉽다[2].

본 논문은 GPS 신호 기록 장치로 같은 시간에 각기 다른 위치에서 저장한 실제 신호를 사용하여 GPS L1 C/A 신호의 재방송 재밍에 대한 영향을 분석한다.

II. 수신신호모형

GPS 신호 기록장치를 활용하여 N 개의 가시위성과 단일 재방송 재밍기가 존재하는 재방송 재밍 환경을 구성하였다. 구성한 환경의 수신신호 모형은 식 (1)과 같다.

$$r(t) = \sum_{i=1}^N \sqrt{S_i} d_i(t - \tau_i) c_i(t - \tau_i) \cos(2\pi f_i t + \theta_i) + \sqrt{J} \left[\sum_{i=1}^N \sqrt{S_i} d_i(t - \tau_i - \tau_J) c_i(t - \tau_i - \tau_J) \cos(2\pi(f_i + f_J)t + \tilde{\theta}_i + \theta_J) + n_J(t) \right] + n(t) \quad (1)$$

여기서, N 은 가시 GPS 위성 수, S_i 는 i 번째 위성으로부터 수신된 신호의 전력, $d_i(t)$ 는 i 번째 위성의 항법 데이터, $c_i(t)$ 는 i 번째 위성의 C/A 부호, J 는 재밍전력, $n_J(t)$ 는 재밍기에 유입된 AWGN(additive white Gaussian noise), $n(t)$ 는 수신기에서 유입된 AWGN을 각각 의미한다.

III. 결과분석 및 결론

GPS 수신기는 IFEN사의 GPS SDR(software defined radio)인 SX-NSR을 사용하였으며, GPS 신호 저장 및 재생을 위해 RaceLogic사의 Labsat3를 사용했다. 재방송 재밍기와 GPS 수신기 사이의 거리는 GPS L1 C/A 신호의 한 칩(chip) 간격이 되는 약 300m로 설정하고 차량

통행 빈도가 낮고, 인접 도로와 500m 이상 이격 될 수 있는 장소를 선택하고 신호를 수집했다.

실험을 시작한 시점은 협정 세계표준시(coordinated universal time, UTC) 기준 오전 9시 44분이며 GPS 수신기 위치는 위도 남위 37도 31분 49.40초, 경도 동경 127도 03분 47.90초이다. 해당 시점에서의 GPS 위성 정상도(sky plot)와 재방송 재밍기의 위치에서 GPS 위성 정상도의 차이는 거의 없다. 일반적인 재방송 재밍 상황을 고려하여 GPS 수신기가 정상 신호의 측위해를 안정적으로 구한 후, 재방송 재밍신호를 인가하였다. 실측 신호를 이용한 설정한 환경에서 GPS 수신기의 측위해는 그림 1과 같다. GPS 수신기를 통해 정상 신호에서 재방송 재밍기 근처로 측위해가 이동함을 확인하였고, 그 거리는 약 322m로 실제 지도상의 거리와 유사함을 확인할 수 있다.

추후에는 재밍 공격시각과 지속시간을 다양화하여 통계적 분석을 통해 재방송 재밍신호의 영향을 더 체계적으로 분석할 예정이다.

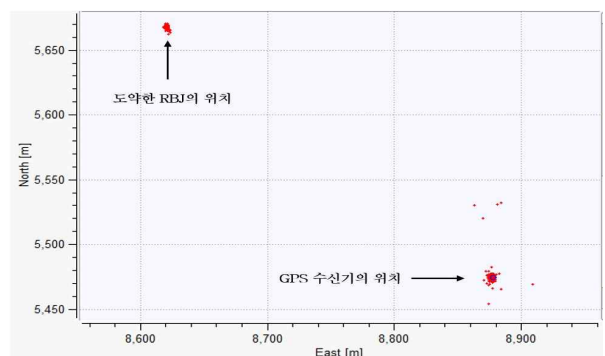


그림 1. 약 300m 만큼 떨어진 재방송 재밍기로부터 재밍 신호가 인가 되었을 때의 GPS 수신기의 측위해

ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원과 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.NRF-2018R1D1A1B07051392), (No.2018-0-00213, SW중심대학(건국대학교))

참고 문헌

- [1] E. D. Kaplan and C. J. Hegarty, *Understanding GPS/GNSS Principles and Applications, 3rd Edition*, Artech House, London, U.K., 2017.
- [2] S. Yoo, D.-J. Yeom, G.-I. Jee, and S. Y. Kim, "A novel repeat-back jamming detection scheme for GNSS using a combined pseudo random noise signal," *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, vol. 20, no. 9, pp. 977-983, Sep. 2014.