

GPS 전파교란 감시기술 동향

Technical Trends of Monitoring GPS Jamming

스마트 코리아 실현을 위한 실감
방송통신 융합기술 특집

| | |
|----------------|---------------|
| 주인원 (I.O. Joo) | 위성항법연구팀 선임연구원 |
| 신천식 (C.S. Sin) | 위성항법연구팀 책임연구원 |
| 김재현 (J.H. Kim) | 위성항법연구팀 연구원 |
| 이점훈 (J.H. Lee) | 품질보증연구팀 책임연구원 |
| 손승호 (S.H. Son) | 위성항법연구팀 연구원 |
| 이상욱 (S.U. Lee) | 위성항법연구팀 팀장 |

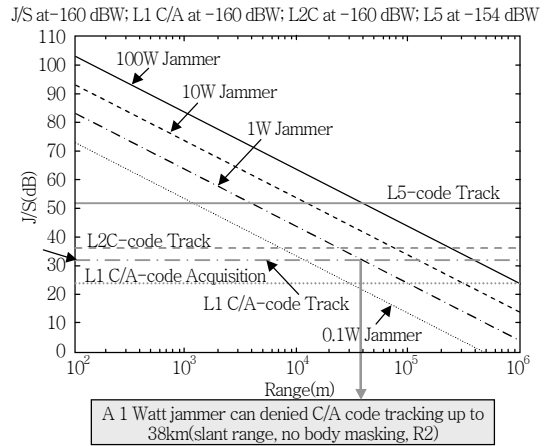
목 차

-
- I. 서론
 - II. 국외 기술 동향
 - III. 전파교란 감시 연구 현황
 - IV. 결론

미국에서 군용목적으로 개발된 GPS는 21세기에 접어들면서 차량용 내비게이션, 스마트폰 등의 일상생활에서 쉽게 사용될 뿐만 아니라, 이동통신망, 전력망, 금융망 등 국가 기간통신망에서도 활용되고 있으며, 날이 갈수록 다양한 분야에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 하지만, GPS는 신호세가 미약하므로 전파 방해에 취약하여 전파교란되기 매우 쉽다. 최근 서해안 및 금강산 지역의 GPS 교란 신호 발생으로 인해 이통사 및 항공사 등에서 GPS 신호를 활용하는데 심각한 문제를 야기하였다. 본 고에서는 GPS 전파교란 문제를 예방 및 피해를 최소화하기 위하여 국외에서 개발중인 GPS 전파교란 감시 기술 동향을 살펴보고, 국내에서 위성항법지상국 기술개발을 통하여 확보된 위성항법 신호감시국 기술과 추진 중인 전파교란 감시 기술개발 현황에 대하여 소개한다.

1. 서론

GPS는 지구 전역을 대상으로 위성을 통해 위치·시각정보를 제공하는 범지구 위성항법시스템(GNSS) 중 하나로 1970년대 초 미국 국방부에서 개발했다. 지구 대기권 밖에 있는 24개 이상의 GPS 위성 중에서 최소한 4개 이상의 위성항법신호를 수신하여 위치를 계산하는 원리다. 개발 초기에는 미사일 타격의 정확도를 높이기 위한 목적으로 쓰였다. GPS 수신기를 장착한 미사일에 목표물의 좌표를 입력하면 정확한 타격이 가능했다. 1984년에는 GPS 신호가 민간에 공개돼 선박과 비행기의 항로를 계산하는데 사용됐다. 2000년 민간용 GPS의 정밀도를 제한하던 암호화 기술이 해제된 뒤에는 위치를 정확히 계산할 수 있게 되었다. 따라서, 21세기에 접어들면서 GPS는 인류의 일상생활에까지 파고들게 되었다. 차량에 장착된 내비게이션은 GPS 위성에서 발신되는 신호를 받아 차량의 현재 위치를 파악하고, 휴대폰은 GPS를 이용하여 통신서비스와 위치기반 서비스를 제공하고 있다. 특히, 국방 분야에서 GPS는 막강한 영향력을 발휘한다. 군용기, 탱크, 함정, 통신장비는 물론 감시 정찰장비나 정밀유도무기들에 이르기까지 대부분의 무기체계는 GPS가 없으면 무용지물이나 다름없을 정도로 GPS는 현대 국방 기술의 기반으로 자리 잡고 있다. 하지만 인류의 생활을 뒤바꾸는 혁신적인 기술이 등장하면 그 기술을 역이용한 장비가 개발되는 법이다. GPS는 위성에서 보내는 전파신호를 받기만 하면 정확한 위치를 파악할 수 있어 간편하지만 위성이 상공 2만km 밖에 있어 신호세기가 미약하여 전파 방해에 매우 취약하다. 예를 들어, GPS 신호가 공기가 맑은 산 속에서 보이는 별빛 수준이라면 방해전파는 옆에서 쏘는 강한 서치라이트 수준으로, 같은 주파수 대역에 강력한 방해전파가 나타나면 GPS 신호는 교



(그림 1) GPS 교란신호 세기에 따른 영향 범위

〈표 1〉 GPS 전파 교란 주요 사례

| | |
|--------------------|---|
| 2003년 3, 4월 | 이라크전쟁 당시 이라크군이 미군의 무기체계에 혼란을 주기 위해 GPS 교란장치 사용 |
| 2007년 1월 | 미군 함정이 통신 두절 상황 훈련을 하기 위해 GPS 교란장치 가동해 미국 샌디에고 항구 주변 GPS 수신기 오작동 |
| 2010년 8월 23~25일 | 북한의 GPS 교란전파로 전남 홍도에서 충남 태안에 이르는 서해안 지역에서 몇 시간 동안 GPS 전파 수신이 중단됨 |
| 2011년 3월 4~17일 | 북한의 GPS 교란전파로 수도권 서북부 일대의 GPS 수신기 일부가 오작동. 이 때문에 GPS를 이용하는 휴대전화 시계의 시간이 맞지 않거나 통화품질이 떨어지는 현상 발생 |

<자료>: 동아일보, 2011. 6. 1.

란될 수밖에 없다. (그림 1)은 GPS 교란신호 세기에 따른 영향 범위를 보여준다. 예를 들면, GPS 교란장비에서 1Watt 출력신호만으로 대략 반경 38km범위까지 GPS 수신장애를 발생시킬 수 있음을 알 수 있다.

〈표 1〉에서는 GPS 전파교란 주요 사례를 정리하였다. GPS 신호를 교란하는 장비는 전쟁에서 먼저 사용되었다. 2003년 3월 이라크 전쟁 당시 이라크군은 미국의 주력 유도탄인 JDAM의 정밀도를 떨어뜨리기 위해 GPS 교란장치를 사용하였다. JDAM은 방향을 바꿀 수 있는 날개와 GPS 수신기를 장착한 유도탄으로 사전에 입력된 GPS 좌표를 쫓아 명중하는 방식이다. 당시 미군은 교란장치 때문에 엉뚱한 곳에

유도탄이 떨어져 크게 당황했다. 2007년 1월에는 미국 캘리포니아주 샌디에고 항구를 중심으로 비행기와 선박의 유도 시스템과 휴대전화 등이 오작동을 일으켰다. 항구에 정박 중이던 미군 함정 두 대가 통신이 두절된 상황을 가정하고 훈련하기 위해 GPS 교란장치를 작동시켜 반경 15km 주변의 GPS 수신기가 '동작불능'이 된 것이다. 국내에서도 2010년 8월 말 서해안 일부 지역에서 몇 시간 동안 GPS 전파 수신에 중단됐다. 국방부는 이를 “북한이 GPS 전파교란 장비로 벌인 일”이라고 추정하였다. 2011년 3월 초에는 서울, 인천과 파주 등 수도권 서북부 일대의 GPS 신호가 교란됐다. 이로 인해 GPS 신호로 맞추는 휴대전화 시계가 맞지 않거나 전화 통화 품질이 떨어지는 현상이 발생했다. 정부는 “휴전선과 인접한 북한의 해주와 개성 지역에서 강한 통신교란 전파가 날아왔다”고 밝혔다[1].

현재 GPS는 단순히 항법분야 활용에만 국한되지 않고, 이동통신망, 전력망, 금융망 등 국가 기간시설에 활용되고 있으며, 앞으로도 더욱더 우리의 실생활에서 매우 중요한 역할을 하게 될 것이 자명하다. 그런데 GPS 전파교란이 발생된다면 항법 및 국가 기간통신망 등에 아주 심각한 문제를 야기할 것이다. 따라서, 이와 같은 GPS 전파교란으로 인한 국가차원의 피해를 예방 및 최소화하기 위하여 GPS 전파교란 감시 기술이 개발되고 있다. 본 고에서는 국외의 GPS 전파교란 감시 기술의 동향을 살펴보고, 국내에서 발생한 GPS 전파교란 신호 분석과 현재 추진 중인 전파교란 감시 기술 개발 현황에 대해 소개한다.

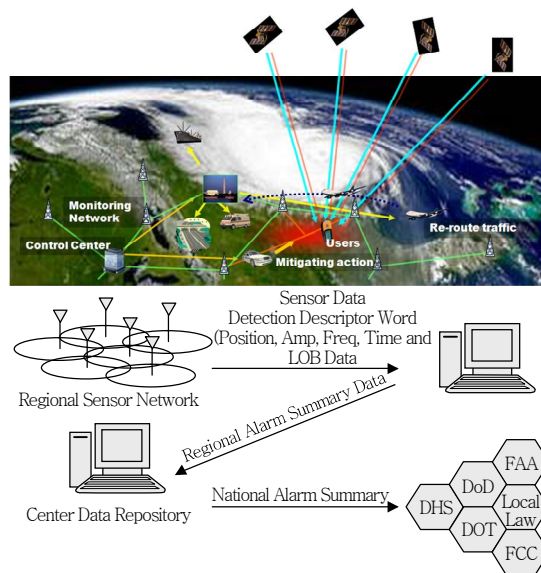
II. 국외 기술 동향

1. 미국 GPS 전파교란 감시 기술 동향

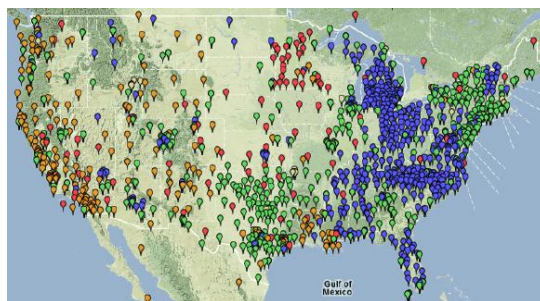
미국은 GPS 신호에 대한 전파교란 신호 감시 및

대응기술 개발과 더불어 GPS 신호에 대한 위기관리 체계를 수립·운영 중에 있다. GPS를 주요 국가 기간망으로 간주하여 국토안보부(DHS), 연방항공국(FAA)과 국립해양대기청(NOAA) 등이 공동으로 관리 운영하고 있으며 보안감시 프로그램인 IDM(그림 2)를 운영하고 있다[2].

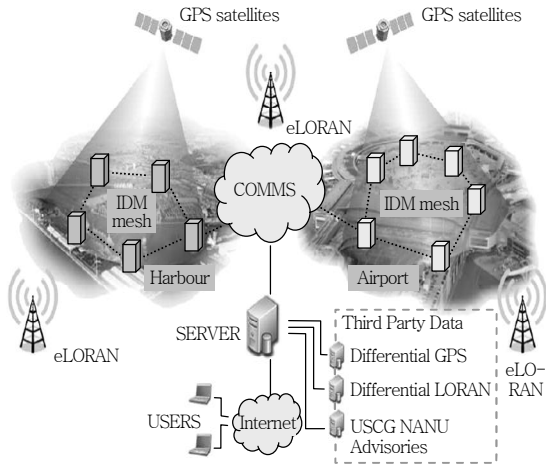
미국의 국립해양대기청(NOAA)에서는 GPS 교란 신호를 감시하기 위해 미국 내에 1400개의 CORS 지구국(그림 3)을 운영하고 있다. CORS 지구국은 연속적으로 GPS 신호의 캐리어 및 코드 위상 정보를 측정하여 CORS Network을 통해 NGS에 전송하여 GPS 교란신호를 상시 감시한다[3].



(그림 2) IDM 구성도



(그림 3) 미국내의 1400개 CORS 지구국 위치

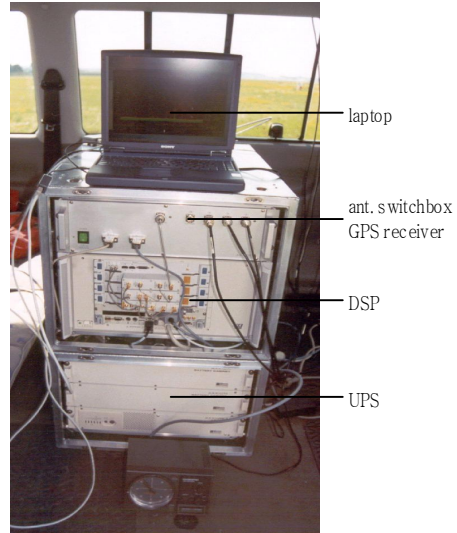


(그림 8) GAARDIAN 시스템 구성도

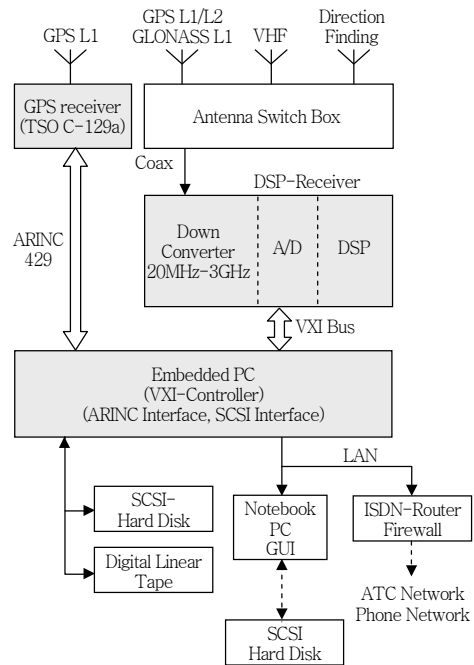
eLoran과 같은 위성항법 시스템으로부터 수신된 신호를 감시하기 위하여 로컬 네트워크를 구성하는 센서를 구축하는 프로젝트이다. (그림 8)은 GAARDIAN 시스템 구성도를 보여준다. 주로 항만이나 공항에 구축된 IDM 센서에서 항법신호의 이상현상이나 교란 신호를 수신하여 서버에서 전송하면, 서버는 PNT의 신뢰성 및 무결성 정보를 사용자에게 실시간으로 제공한다. 이러한 정보는 긴급 구조 서비스, 통신문방, 국방분야 및 교통망에 매우 중요한 정보로 활용된다.

3. 독일 GPS 전파교란 감시 기술 동향

독일은 항공항법서비스 관리 부서에서 GPS L1, L2 신호와 글로나스 L1 신호에 대해 전파교란을 감시 및 위치 파악할 수 있도록 GIMOS 시스템을 공항 부근에 설치하여 운용 중이다[7]. (그림 9)는 GIMOS 시스템 실제 사진을 보여주며, (그림 10)은 시스템 구성도를 보여준다. DSP 수신기는 FFT를 이용하여 GNSS 주파수 대역의 포함된 전파교란 신호를 검출한다. 검출된 전파교란 신호가 항법신호에 미칠 영향을 추정할 수 있다. PC는 수신된 데이터를 저장 및 관리하고, 각각의 DSP 수신기를 제어한다.



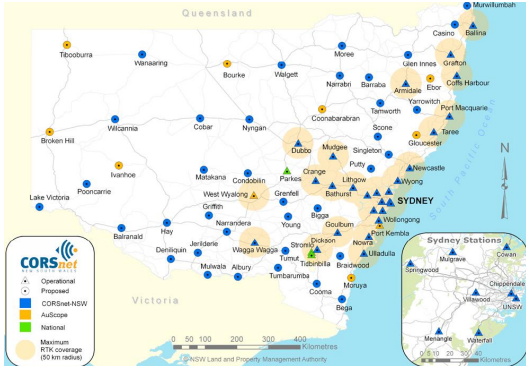
(그림 9) GIMOS 시스템 사진



(그림 10) GIMOS 시스템 구성도

4. 호주 GPS 전파교란 감시 기술 동향

호주는 ACMA에서 GNSS 보호 및 규정을 주관하고 있으며, GPS 활용장비에 혼신을 초래하는 장비 제작을 불법으로 규정함으로써 GPS 주파수를 깨끗



(그림 11) CORSnet-NSW 지구국 위치

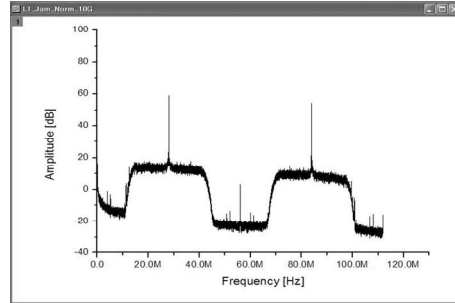
하게 보호하기 위한 보호기준을 제도적으로 운영 중에 있다[8]. 특히, 호주는 GPS 교란감시를 위해 CORSnet-NSW(그림 11)을 운용 중이다. 호주의 부동산관리국(LPMA)에서 700만 달러 이상을 투자하여 New South Wales 지역에 29개의 CORS 네트워크 구성하여 운용하고 있으며, 향후 2013년까지 70개로 확대할 계획을 갖고 있다[9].

III. 전파교란 감시 연구 현황

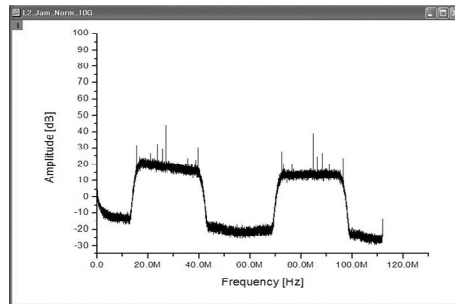
1. 국내에 발생한 전파교란 신호 분석

2011년 3월 4일~17일간 GPS 교란신호 발생 시, 한국전자통신연구원(ETRI)에서는 GPS 기능을 이용하는 이동통신 기지국의 장애 신고를 받고 경기도 파주에서 GPS 데이터를 저장하여 전파교란 신호 검출 여부를 분석하였다. 분석한 결과, 현재 가장 많이 사용되는 L1 주파수대역 외에도 L2 및 L5 주파수 대역에서도 전파교란 신호가 검출되었음을 확인하였다. (그림 12)는 GPS L1, L2 및 L5 주파수 대역에서 검출된 GPS 전파교란 신호를 순차적으로 보여준다.

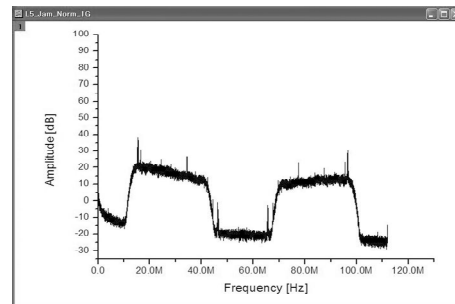
GPS L1 신호의 경우 중심 주파수에서 톤(tone) 형태의 교란신호가 검출되었고, L2 및 L5 주파수는 유효주파수 대역인 24MHz 전 대역에 걸쳐서 교란신



(a) GPS L1 대역



(b) GPS L2 대역



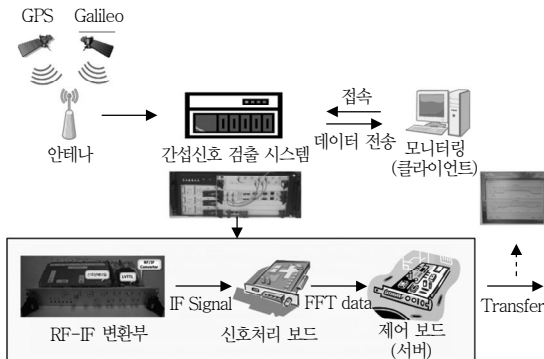
(c) GPS L5 대역

(그림 12) 국내에서 검출된 GPS 교란신호

호의 중심주파수가 이동(sweeping)하는 형태의 교란신호로 검출되었음을 확인하였다. 이는 북한에서 GPS 전파교란 신호를 송출하는 재머(jammer)에 대한 성능 시험으로 판단되며, 신호세기, 주파수 및 송출 간격을 조절하며 다양한 형태로 나타났다.

2. 전파교란 감시관련 기술개발 현황

한국전자통신연구원은 위성항법지상국 개발을 통해 확보된 위성항법 신호감시국 기술을 활용하여



(그림 13) GPS 교란신호 감시 시제품 구성방안

GPS 교란신호 감시 시제품을 개발 중에 있다. (그림 13)은 구성방안을 도시한 것으로 GPS L1 및 L2 주파수 대역의 교란신호를 감시할 수 있다. 안테나를 통해 수신된 신호는 RF-IF 변환부를 거쳐 신호처리보드내의 ADC를 통해 이산화된 데이터로 변환된다. 신호처리보드는 GPS L1과 L2 주파수 대역의 PSD를 측정하여 제어보드에서 교란신호 발생 여부를 판단한다. 제어보드는 교란신호 판단을 위한 임계치(threshold)와 IP 주소 등의 설치 운영을 위한 파라미터 등을 결정하는 설정부 및 교란신호 발생 시 문자 메시지로 발생여부를 알려주는 메시지 송신부로 구성된다. 제어보드는 서버 역할도 수행하여 원격지에서 클라이언트로 접속하여 원격감시도 가능하다.

IV. 결론

GPS는 위성에서 보내는 전파신호를 받기만 하면 정확한 위치를 파악할 수 있어 간편하므로, 군용뿐만 아니라, 21세기에 접어들면서 차량용 내비게이션, 스마트폰 등의 일상생활에서 쉽게 사용되고 있으며 이동통신망, 전력망, 금융망 등 국가 기간통신망에 활용되고 있으며, 날이 갈수록 다양한 분야에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 하지만, 위성이 상공 2만 km 밖에 있어 신호세기가 미약하므로 전파 방해에

취약하여 전파교란되기가 매우 쉽다. 따라서, 이러한 문제를 예방 및 최소화하기 위하여 국가차원에서 GPS 전파교란 감시 기술이 개발되고 있다.

본 고에서는 GPS 전파교란 감시분야의 국내외적 기술개발 동향을 살펴보았다. 국외의 경우, 국가차원에서 GPS 교란신호를 감시 시스템을 구축하여 교란신호 발생 시, 실시간으로 GPS 신호의 신뢰성 및 무결성 정보를 사용자에게 제공하여 대응하고 있다. 국내의 경우, 한국전자통신연구원에서도 다원화 항법 주파수 감시 및 이용기술개발(2011년~2014년)을 통해 항법주파수 교란신호 감시시스템을 개발 중에 있다. 최근에 국내에서 발생한 GPS 전파교란 신호의 경우 북한 소행으로 밝혀졌으며, GPS 전파교란 신호를 분석한 결과, GPS L1 신호의 경우 중심 주파수에서 톤(tone) 형태의 교란신호가 검출되었고, L2 및 L5 주파수는 유효주파수 대역인 24MHz 전 대역에 걸쳐서 교란신호의 중심주파수가 이동(sweeping)하는 형태의 교란신호로 검출되었음을 확인하였다.

GPS 전파교란은 실생활뿐만 아니라 국가 안보에도 위협하는 사태이다. GPS 활용분야 및 의존도가 높아짐에 따라, GPS 전파교란은 더욱더 증대될 것으로 예상된다. 따라서, 이러한 문제를 예방 및 최소화하기 위하여 국가차원으로 지속적이고, 체계적인 GPS 전파교란 감시 시스템의 연구·개발이 필요하다고 판단된다.

● 용어해설 ●

GPS(Global Positioning System): 현재 완전하게 운용되고 있는 유일한 위성항법시스템으로, 중계도를 도는 24개 이상의 인공위성에서 전송하는 전파를 GPS 수신기에서 수신하여 위치를 결정함. 미 국방부에서 개발되었으며 무기 유도, 항법, 측량, 지도 제작, 측지, 시각동기 등의 군용 및 민간용 목적으로 사용됨.

전파교란(Jamming): 적의 전파와 주파수를 탐지해 통신체제를 혼란시키거나 방해하는 행위를 총칭하는 군사 용어

약어 정리

| | |
|----------|---|
| ACMA | Australian Communication and Media Authority |
| ADC | Analog to Digital Converter |
| C/A | Course Acquisition |
| C/No | Carrier to Noise Density Ratio |
| CORS | Continuously Operating Reference Station |
| CW | Continuous Wave |
| DFE | Digital Front End |
| DHS | Department of Homeland Security |
| DoD | Department of Defense |
| eLoran | Enhanced Long Range Navigation |
| FAA | Federal Aviation Administration |
| FFT | Fast Fourier Transform |
| GAARDIAN | Gnss Availability, Accuracy, Reliability and Integrity Assessment for timing and Navigation |
| GIDL | Generalized Interference Detection Localization system |
| GIMOS | GNSS Interference Monitoring System |
| GNSS | Global Navigation Satellite System |
| GPS | Global Positioning System |
| HAGR | High-gain Advanced GPS Receiver |
| IDM | Interference Detection and Mitigation |
| JDAM | Joint Direct Attack Munition |
| LNA | Low Noise Amplifier |
| LPMA | Land and Property Management Authority |
| NGS | National Geodetic Survey |
| NOAA | National Ocean and Atmosphere Administration |
| PSD | Power Spectrum Density |
| RF | Radio Frequency |
| TDOA | Time Difference of Arrival |
| UHF | Ultra High Frequency |
| VHF | Very High Frequency |

참고 문헌

- [1] 전동혁, "GPS 역사 - 교란 사례," 동아일보, 2011. 6. 1.
- [2] "United States Positioning, Navigation, and Timing Interference Detection and Mitigation(IDM) Plan Summary," US Department of Homeland Security(DHS), Apr. 2008.
- [3] Neil D. Weston, Gerald L. Mader, Frank Marion, and Charles Schwarz, "Near Real-time GPS Interference Detection System in the United States Using the National CORS Network," *FIG Congress 2010*, Sydney, Australia, 11-16, Apr. 2010.
- [4] Alison Brown and Neil Gerein, "Test Results of a Digital Beamforming GPS Receiver in a Jamming Environment," *Proceedings of ION GPS 2001*, Salt Lake City, Utah, Sept. 2001.
- [5] Konstantin Gromov, Dennis Akos, Sam Pullen, Per Enge, and Bradford Parkinson, "GIDL: Generalized Interference Detection and Localization System," *ION GPS 2000*, 19-22, Salt Lake City, UT, Sept. 2000.
- [6] www.gps-world.biz/gaardian/index.php
- [7] Winfried Dunkel and Felix Butsch, "GNSS Monitoring and Information Systems at Frankfurt Airport," *ION GPS 2000*, 19-22 Salt Lake City, UT, Sept. 2000.
- [8] Five-Year Spectrum Outlook. 2009-2013, "ACMA's spectrum demand analysis and indicative work programs for the next five years," Mar. 2009.
- [9] V. Janssen, A. White, and T. Yan, "CORSnet-NSW: Towards State-Wide CORS Infrastructure for New South Wales, Australia," *Proceedings of XXIV FIG International Congress, 11-16*, Sydney, Australia, Apr. 2010.