

항법전 대응방안

최창목 · 고광섭

해군사관학교

The Mitigation Activities of NAVWAR(Navigation Warfare)

Chang-Mook Choi · Kwang-Soob Ko

Korea Naval Academy

E-mail : nav-sun@hanmail.net

요 약

위성항법시스템은 과거의 항법시스템에 비해 우수한 위치, 속도 및 시각정보를 제공할 수 있어 민간산업 분야 및 군사적응용 분야에 널리 사용되고 있다. 그러나 위성에서 보내는 신호가 지상에 도달 시 수신강도가 매우 미약하며, 공개되어 있는 위성신호체계에 의해 전파교란에 매우 취약함을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 현재 및 미래의 위성항법시스템에 대하여 조사한 후 전자전 개념을 정립하여 재머에 의해 무력화 될 수 있는 항법전에서 우리의 대응방안을 제시하고자 한다.

키워드

위성항법시스템, 전자전, 전파교란, 재머, 항법전

I. 서 론

위성항법시스템은 과거의 어떠한 지상 전파항법 방식보다도 우수한 3차원 실시간 위치 정보, 속도 정보 및 시각 정보를 제공할 수 있다는 장점을 가지고 있다[1]-[4]. 이러한 장점 때문에 군사 및 민간 산업 분야에서 널리 사용되지만, 지상에서의 수신 강도가 미약하고 공개되어 있는 위성신호체계에 의해 전파 교란에 취약한 단점을 가지고 있다[5]. 최근의 이동통신과 해상에서의 선박 항해 장애도 특정집단 또는 특정국가의 전파 교란에 의해 통신 네트워크 구축에 필요한 시각 정보와 위치 정보의 일시적 손실로 인해 발생했다[6]. 그림 1은 2010년 8월에 발생한 전파교란 관련 뉴스기사 내용이다.

이러한 위성항법시스템에 대한 교란 문제는 GPS(Global Positioning System)의 FOC(Full Operation Capability) 선언 이후 1996년부터 미국에서 본격적으로 논의 되었다. 지금의 미 정부는 GPS 현대화 정책을 추진하고 있으며, 민간에서도 수신 성능 향상을 위해 노력하고 있다. 미국에서는 새로운 전자전 형태인 항법전(NAVWAR: Navigation Warfare) 훈련을 실시하고 있는 것도 잘 알려져 있다[7].

따라서 본 논문에서는 GNSS(Global

Navigation Satellite System) 항법시스템인 미국의 GPS 및 러시아의 GLONASS(GLOBAL Navigaton Satellite System), 유럽연합의 Galileo 등 항법 시스템에 대하여 분석하고 문제가 되는 전파 교란을 전자전 개념에서 도출하여 정립을 하였다. 그리고 이러한 전파 교란에 의한 항법전 문제에 대한 우리의 대응방안을 제시하고자 한다.

II. 위성항법시스템

2.1 GNSS

GNSS는 IMO(International Maritime Organization) 등의 국제기구가 공식으로 채택한 용어로서 인공위성을 이용한 항법 방식을 일반적으로 부르는 용어이다[7]. 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS, 개발 중에 있는 EU의 GALILEO와 중국의 COMPASS 등이 GNSS이다.

2.2 GPS

GPS는 원래 군용 항법시스템이지만, 민간용으로는 제한된 범위에서 사용 가능하게 한 위성항법

시스템으로 위성에서 수신기까지의 전파도달 시간을 측정하여 정확한 3차원 위치, 속도 및 시각 측정이 가능하며 무한의 이용자가 전 세계에서 24시간 이용 가능하다.

GPS 항법의 원리는 기하학적 삼각법에 의한 위치 결정으로 위치를 정확히 아는 위성에서 출발한 위성신호를 수신하여 전파의 도달 시간 측정으로 사용자의 위치를 계산하는 것으로 최소 4개의 위성으로부터 신호를 받을 때 위치 및 시간을 얻을 수 있다[8].

GPS 위성은 24개의 위성이 각 4개씩 6개의 궤도를 따라 적도면과 55도 각도로 11시간 58분 주기로 약 20,200km 상공에서 돌고 있다[3].

2.3 기타 위성항법시스템

GLONASS는 러시아의 위성항법시스템으로서 수신기를 보유한 사용자에게 위치, 속도 및 시각 정보를 제공한다. GLONASS는 3개의 궤도에 8개의 위성으로 총 24개의 위성으로 구성되며 각 위성들은 64.8도의 궤도 경사각으로 11시간 15분을 주기로 19,100km 상공에서 작동한다[5].

GLONASS는 GPS와 비슷한 시기에 개발이 시작되어 1996년 전면 운용이 선언 되었음에도 불구하고 수년 전 까지만 해도 세계 위성항법 사용자는 물론 자국 내의 사용자에게 까지도 외면 당해왔다. GLONASS의 완전한 기능발휘를 위해 필요한 24개 위성보다도 훨씬 못 미치는 10여개만이 정상적으로 작동되었기 때문이다. 이러한 GLONASS가 다시 주목을 받게 된 이유는 최근의 일로 러시아 정부의 강력한 위성항법 현대화 정책 추진 때문이다[9], [10].

GALILEO 시스템은 GPS 및 GLONASS와는 대조적으로 민간차원에서 유럽연합에서 추진 중인 위성항법시스템이다[2].

표 1은 GNSS 중에서 GPS, GLONASS, Galileo를 비교 분석한 자료이다.

중국이 전 세계 위성항법 시스템 일명 COMPASS 시스템 구축을 위한 시험용 항법위성을 우주 궤도에 쏘아 올린 후 2009년 4월 두 번째 위성을 궤도에 진입 시키면서 위성항법시스템 개발에 박차를 가하고 있다.

또한 인도는 IRNSS(Indian Regional Navigational Satellite System)인 지역위성항법시스템 구축을 추진 중에 있으며, 일본도 미국의 GPS와 연계한 QZSS(Quasi Zenith Satellite Navigation System) 시스템을 추진 중에 있다.

표 1. GPS, GLONASS, Galileo 비교 분석

구분	GPS	GLONASS	GALILEO
위성수	24	24	30
궤도 주기	12h	11h 15m	14h 22m
궤도 수	6	3	3
궤도 고도	20,200km	19,100km	23,616km
궤도별 위성수	4	8	10
궤도 경사각	55도	64.8도	56도
주파수	1227.6MHz 1575.42MHz	1226~1257MHz 1602~1616MHz	1164~1300MHz 1559~1591MHz
변조방식	CDMA	FDMA	CDMA

III. 전파교란

3.1 전자전 개요

전자전(EW:Electronic Warfare)의 최초로 사용한 기록은 러일전쟁에서 무선통신을 방해한데서 찾아 볼 수 있지만, 제2차 세계대전 중에 영국과 독일에서 레이더에 대한 전자전이 실시된 이래, 레이더의 발전과 더불어 전자전 기술이 발전되어 왔다.

전자전은 크게 전자지원책(ESM:Electronic Support Measures), 전자방해책(ECM: Electronic Counter Measures) 및 전자방해방어책(ECCM: Electronic Counter Counter Measures)으로 구분된다. 전자지원책은 전자파를 방향 탐지, 수신 및 분석, 위치를 결정하여 신속하게 식별하는 것이며, 전자방해책은 상대방 전파의 사용을 방해하여 그 효과를 저하시키며, 전자방해방어책은 자신의 전파를 효과적으로 사용할 수 있도록 보호하는 것이다[11].

1994년까지는 위의 전자전 용어들이 사용되었으나 1995년부터 전자전 기술 분류가 현재의 전자전지원, 전자공격, 전자보호로 변경되어 사용되어 오고 있다. 그림 1은 전자전을 구분하여 나타낸 것이다[12].

전자지원은 전장에서 즉각적인 적 위협요소의 탐지를 목적으로 의도적 또는 비의도적으로 방사되고 있는 전자파 에너지를 탐색, 감청, 식별하고 방사위치를 탐지하기 위하여 취해지는 제반활동을 말한다. 따라서 전자전 지원은 전자전 수행, 위협회피 등 신속한 판단을 내리는데 필요한 정보를 제공하며 전술적 위치탐지와 전술적 위협경고도 포함한다.

전자공격은 적의 전투능력을 저하 또는 무력화시키기 위하여 적의 인원, 장비, 시설에 대하여 전자기 에너지와 지향성 에너지를 사용하는 활동

이다. 여기에는 방해 및 기만과 같이 전자파를 사용하여 적의 전자파 스펙트럼 사용을 방해 또는 저하시키는 행위와 고출력 전파에너지를 이용하여 적의 전투능력을 무력화 파괴시키는 행위를 포함한다.

전자보호는 대전자전이라고 부르기도 하는데 이는 적의 전자지원 및 전자공격에 대항하여 아군을 보호하기 위한 기술이다.

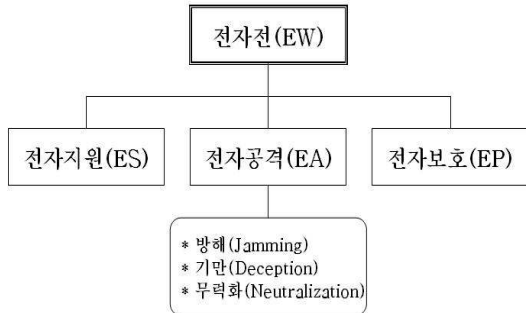


그림 1. 전자전 구분

3.2 전자공격

전자공격은 전자파 에너지를 사용하여 적 인원, 시설, 장비를 공격하거나 전투기능을 무력화시키는 전자전의 한 부분이다. EA 기술에는 방해(Jamming), 기만(Deception), 무력화(Neutralization) 등이 있다. 방해는 적 장비의 신호를 방해하기 위해 전자파 에너지를 방사하는 것을 말하고, 기만은 적을 혼란시키기 위해 오정보 또는 오신호를 흘려 보내는 것이다. 또한 무력화는 적 전자장비를 마비시키거나 영구 파괴하기 위해 전자파에너지를 사용하는 것이다[13].

방해의 목적은 사용 신호보다 큰 신호를 발생시켜 대상 수신기에 보냄으로서 적 통신망을 마비시키는 것이다. 그림 2는 전자방해 신호의 개념을 설명한 것이다.

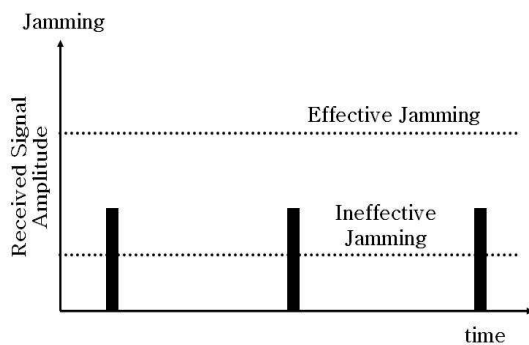


그림 2. 전자방해 신호 개념

전자방해는 방해하는 주파수 대역 폭에 따라 점 재밍(spot jamming), 광대역 재밍(barrage jamming), 소인 재밍(sweep jamming)으로 그림 3처럼 나눌 수 있다[14].

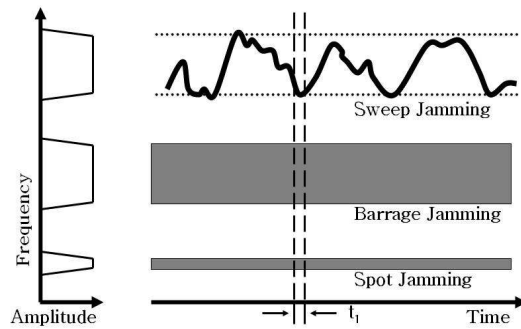


그림 3. 주파수 대역 폭에 따른 전자방해

전자기만의 목적은 적이 오판을 하게하거나 적에게 혼란을 유도하는 것이다. 전자기만의 주요 기술에는 조작(Manipulation), 모사(Simulation), 모조(Imitation)의 세가지가 있다. 조작은 아군의 전자 프로파일을 바꿈으로써 아군 활동의 징후가 변경되는 것처럼 보이는 것을 말하고, 모사는 아군의 잘못된 위치정보나 능력을 조작하여 보여주기 위해 모의 통신 및 전자장비를 사용하는 것이다. 모조는 적이 오판을 하거나 잘못된 정보를 얻도록 할 목적으로 적 통신 시스템에 침투하는 것을 말한다. 조작과 모사는 적의 전자지원 시스템이 표적이 되며, 모조는 적의 통신 시스템이 표적이 된다.

IV. 대응방안

미국을 비롯한 강대국의 위성항법 정책 추진 가속화 및 과학기술의 발달로 인하여 2015년까지 무려 100기 이상의 항법위성이 우주궤도에 배치되어 민간산업 분야 및 군사적 응용분야에 널리 상용될 것으로 판단된다.

그러나 항법위성에서 보내는 신호는 L밴드로 공개되어 있을 뿐만 아니라 약 20,000km 상공에서 송신하기 때문에 -160 dBW 이하로 매우 미약한 신호로 되어 외부 간섭에 쉽게 노출될 수 있다[5]. 앞서 III장에서 언급 했듯이 전자공격에 의해 방해(Jamming) 및 기만(Spoofing)을 손쉽게 받을 수 있다.

따라서 항법전에 있어서 전자 교란을 극복하기 위해 시스템분야, 수신기분야, 운용분야로 구분하여 다음과 같은 대응방안을 제시하고자 한다.

먼저 시스템 분야이다.

항법위성 개발 국가에서 현대화 정책을 추진하여 Power를 올리고 새로운 암호화 체계를 구현하는 등 시스템 강화를 위해 노력하고 있다. 우리 이용국의 입장에서는 환경변화에 주목해야 한다. 또한 장기적인 관점에서 위성 또는 지상파 항법 체계를 이용한 독자항법체계 개발을 고려해야 한다. 비록 대체항법시스템의 실효성 문제와 동일하게 전파를 이용하므로 간섭영향을 받을 수 있

는 문제점을 가지고 있지만 범국가적 측면에서 저비용의 인프라 구축은 필요할 것으로 본다.

다음은 수신기 분야이다.

먼저 각종 GNSS 시스템들이 L밴드 대역에서도 조금씩 다르게 사용되고 있기 때문에 항법시스템을 통합하여 사용할 수 있는 수신기를 개발하여야 한다. 통합하여 사용할 시는 단독보다는 전과교란에 강할 뿐만 아니라 DOP(Dilution of Precision) 측면에서 향상되어 정확도가 단독항법 대비 증가할 것이다.

둘째 Beamforming 기법을 이용하여 전과교란 방위에 대하여 사용을 차단하고 다른 방위의 위성들을 사용할 수 있도록 하거나 일정 고각 이상에서만 위성들을 사용할 수 있도록 제어하는 것이다.

셋째 필터링 기법을 이용하여 재머에 의한 신호를 제어하여 기존신호와 보완하는 것이다.

마지막으로 운용분야이다.

먼저 감시체계를 구축하여 모니터링에 의해 전과교란 수위에 따라 정상, 경고, 위험 등을 방송해 주는 것이다. 감시체계는 기존 구축되어 있는 관측소 또는 DGPS 기준국에서 손쉽게 수행 가능할 것으로 보이며 그림 4처럼 기준선을 설정하여 방송하면 될 것으로 본다.

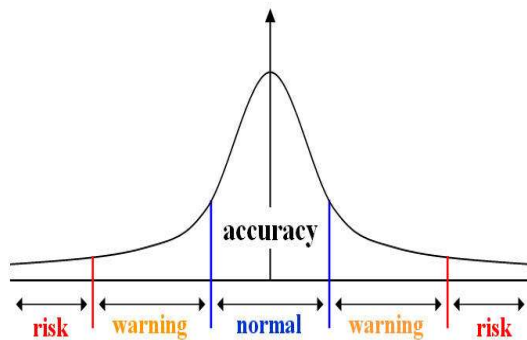


그림 4. 감시체계 경고 단계

두 번째는 대체항법 또는 Backup 시스템으로 빠르게 전환하고 보조시스템을 효과적으로 이용하는 훈련체계를 구축하는 것이다. Backup 시스템은 다른 항법시스템 또는 고전항법(천문항법, 지문항법) 시스템이 될 수도 있으며, 보조시스템은 등대와 부표 등과 같은 항로표지가 될 수 있다. 따라서 사용자는 필요수준에 따라 빠르게 Cross-check 및 다른 시스템으로 전환할 수 있도록 유지하여야 한다.

IV. 결 론

본 논문에서는 우수한 위치, 속도 및 시각정보를 민간산업 분야 및 군사적 응용분야에 제공하고 있는 위성항법에 대하여 분석하고 전자전 개

념에 있어서 전자공격 측면의 전과방해 및 전과기만에 노출 될 수 있음을 확인하였다. 또한 항법전에 대한 대응방안으로서 시스템분야, 수신기 분야 및 시스템 운용분야에 대하여 제시하였다.

참고문헌

- [1] Kwang-Soob Ko, "A Basic Study on the Jamming Mechanisms and Characteristics against GPS/GNSS Based on Navigation Warfare," Journal of Korean Navigation and Port Research, vol.34, no.2, pp. 97-103, March 2010.
- [2] Paul D. Groves, *Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems*, Artech House, Boston London, 2008.
- [3] Ahmed El-Rabbany, *Introduction to GPS*, 2nd ed., Artech House, Boston London, 2006.
- [4] E. D. Kaplan, "Understand GPS principles and application", Artech House, Boston London, pp.321 ~ 383, 1996.
- [5] John A. Volpe Navional Transportation Systems Center, *Vulnerability assessment of the Transportation Infrastructure relying on the Global Positioning System*, Final report, August 2001.
- [6] Naver News: <http://www.naver.com>.
- [7] 고광섭, "GNSS 구축 환경변화와 현대무기 체계에의 항법기술 사용전략," 한국해양정보통신학회논문지, 제14권, 제1호, pp. 267-275, 2010년 1월.
- [8] 고광섭, 최창목, "GPS를 이용한 선박의 방위정보 향상에 관한 연구," 한국해양정보통신학회논문지, 제9권, 제3호, pp. 528-533, 2005년 3월.
- [9] GPS worlds: <http://www.gpsworld.com>
- [10] GLONASS: <http://www.glonass-center.ru>
- [11] 이일근 외 6명, *레이더 공학과 전자전 응용*, 대영사, 2006.
- [12] David L. Adamy, *Introduction to Electronic Warfare Modelling & Simulation*, Artech House, Boston London, 2003.
- [13] 황춘식 외 8명, *미래정보전*, 황금알, 2009.
- [14] David R. Frieden, *Principles of Naval Weapons Systems*, Naval Institute, 1984.