
GNSS 구축 환경변화와 현대무기체계에서의 항법기술 사용전략

고광섭*

Circumstance Change of GNSS & Application Strategy of Navigation Technology
for Modern Weapon System

Kwang-Soob Ko*

요 약

미국, 러시아, 유럽연합 및 중국의 인공위성 항법 시스템 현대화 정책 추진 가속화 및 위성항법 기술 발전으로 2015년까지 무려 100기 정도의 항법 위성이 우주궤도에 배치될 것으로 전망된다. 이러한 각국의 경쟁적인 위성항법 시스템 개발은 현재 GPS 일변도의 전 세계 위성항법 시스템 의존도를 획기적으로 낮출 뿐 아니라 위성항법 신호의 다원화로 민간사용 분야는 물론 군사 분야에서도 많은 변화가 예상된다. 본 연구에서는 급변하는 전 세계 위성항법 시스템구축 환경 변화에 따른 정책 및 기술 특성을 분석하여 미래 인공위성 항법 기술사용 및 국방과학 분야 접목에 대한 우리의 대응전략을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

Recently, the implementation & modern policy for Global Navigation Satellite System have actively been performed by USA, RUSSIA, EU & CHINA. Therefore 100+ navigation satellites will be in orbit by 2015, and the user of military and civil will benefit from the use of a total constellation of 100+ satellites. It means that the deepest dependence to GPS would be declined. In the paper, the latest technology development & implementation policy of GNSS have been analyzed. Specially, we focused on circumstance change of GNSS & application of navigation technology for modern weapon system. Finally, the application strategy of the integrated GNSS is suggested for military and civil as well.

키워드

전세계위성항법, 글로나스, 갈릴레오, 콤파스, 무인 비행기, 정밀유도무기

Key word

GNSS, GLONASS, GALILEO, COMPASS, UAV, PGM

I. 서 론

GPS(Global Positioning System)를 인터넷, 이동통신 등과 함께 21세기 정보화 시대에 인간의 생활에 큰 영향을 준 3대 발명으로 까지 부르는 가장 큰 이유는 GPS가 과거 어떠한 전파항법 방식도 갖고 있지 못한 3차원의 고정밀 실시간 위치, 이동체의 속도, 정확한 시간 정보를 세계 어느 곳에서나 기상 에 구애 받지 않고 제공 할 수 있기 때문이다[1]. 이러한 이유 때문에 군사적 사용 목적을 위해 개발 되었음에도 불구하고, 오늘날에는 정보화 시대에 부응하여 군사 분야, 과학기술 분야 등 민간 산업 분야에 까지 널리 응용되어 그 중요성이 매우 높게 평가 되고 있다.

현재 미국의 GPS 시스템이 전 세계 위성항법 시스템을 대표 할 만큼 널리 사용되고 있는 가운데, 주요 강대국들이 전 세계 위성항법 시스템 구축 및 기술개발을 서두르고 있는 이유는 민간분야 사용상의 측면도 있지만, 자국의 첨단 무기 체계 시스템의 안전 운용을 위해서 GPS와 같은 전 세계 위성항법 시스템과 기술 확보가 절실히 요구되고 있기 때문이다. 2003년 미-이라크전에서 보여진 미국의 첨단무기체계 대부분이 GPS 인공위성항법 기술이 적용되었다는 사실을 주목한 결과이기도 하다.

머지않아 성능면에서 GPS와 대등하거나 오히려 사용자 측면에서 보면 유연성이 뛰어난 전 세계 위성항법 시스템들이 새롭게 탄생 될 예정이다. 2010년 연말까지 러시아의 GLONASS 시스템 업그레이드 종료에 이어 유럽연합의 GALILEO, 중국의 COMPASS 등 전 세계 위성항법 시스템 구축이 수년 내 완성 될 것으로 예정되어있다[2,3,4,5]. 또한 인도도 전 세계 위성항법 시스템 구축을 추진하고 있고, 일본은 미국의 GPS와 연계한 QZSS(Quasi Zenith Satellite Navigation System) 시스템을 추진 중에 있다. 전 세계 위성항법 시스템의 정밀도와 사용상의 유연성 향상을 위해 사용되는 디퍼렌셜 위성항법 시스템을 위한 정지위성 까지를 포함 하면 지구 상에는 다소 시간 차이는 있겠지만, 향후 2015년까지 무려 100기 정도의 항법 위성이 배치 될 것으로 판단된다. 이러한 각국의 경쟁적인 위성항법 시스템 개발은 현재 GPS 일변도의 전 세계 위성항법 시스템 의존도를 획기적으로 낮출 뿐 아니라 위성항법 신호의 다원화로

민간사용 분야는 물론 군사 분야에서도 많은 변화가 예상된다.

본 논문은 최근 들어 급변하는 전 세계 위성항법 시스템구축 환경 변화와 관련기술 분석을 바탕으로 미래 인공위성 항법 기술의 국방과학 분야 접목에 대한 우리의 대응전략을 제시하기 위하여 작성하였다.

II. GNSS의 현대화 정책과 기술 분석

2.1 독립위성항법 및 종속위성항법 시스템

GNSS (Global Navigation Satellite System)는 IMO (International Maritime Organization) 등의 국제기구가 공식으로 채택한 용어로서 “인공위성을 이용한 항법 방식을 일반적으로 부르는 용어”이다. 위성항법 시스템의 대명사처럼 알려진 GPS도 GNSS의 한 종류임은 당연하다. GNSS는 크게 독립위성항법 시스템과 종속위성항법 시스템으로 구분할 수 있는데, 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS, 개발 중에 있는 EU의 GALILEO와 중국의 COMPASS 등이 독립위성항법 시스템이다. 독립위성항법 시스템은 우주공간에 배치된 항법 위성에서 발사된 항법신호만으로 위치정보를 산출하는 방식인 반면에, 종속위성항법 시스템 일명 DGNSS(Differential GNSS)은 독립위성항법 시스템으로 수신된 항법정보와 별도의 지상 또는 위성에서 계산한 항법위성의 의사거리 보정치 등을 사용하여 위치정밀도를 개선하는 방식이다. DGNSS는 GNSS 보다 위치정밀도가 양호하여 민간 수신기를 사용하여 군사용 수신기 정도의 정밀도를 얻을 수 있는 장점이 있어서 세계 각국에서 독립위성항법 체계와 연계하여 위성신호를 사용할 수 있는 DGNSS 체계 및 기술을 개발 하고 있다[4]. 대표적인 DGPS 계열로는 미국의 LASS, WAAS 일본의 MSAS 유럽의 EGNOS, 한국의 RBN/DGPS 및 NDGPS 등이 있다. 그 외 GLONASS의 현대화 정책 추진 조기 완성으로 2010년 말까지는 지금까지 소극적이었던 러시아의 DGLONASS 정책도 적극적으로 전환 될 것으로 보고되고 있으며[4,5], 유럽과 중국의 독립위성항법 시스템 구축 시기에 병행하여 DGNSS의 표준화 기술에 대한 연구도 활성화 될 것으로 예상 되고 있다. 특히 수년 내 주요 강대국들의 독립위성항법 시스템 구축 완료에 따라 100기 이상의 항법위성이

우주공간에서 서비스를 할 예정이어서 통합 GNSS 및 DGNSS 에 대한 국제정치적, 기술적 공조문제가크게 대두 될 것으로 판단된다. 그림 1은 대표적인 독립항법 및 종속항법 시스템이라 할 수 있는 GPS와 DGPS의 실측 위치로서 남해안 해안에서 실측한 데이터이다[8]. 그림에서 GPS(SA)로 표시한 실측치는 미국의 SA(Selective Availability: 고의적으로 위성궤도에 오차요인을삽입하여 정밀도를 떨어뜨리는 정책) 정책 해제 이전의 위치 측정치다. GPS로 표시된 실측치는 SA 해제 직후의 실측치를 나타낸다.

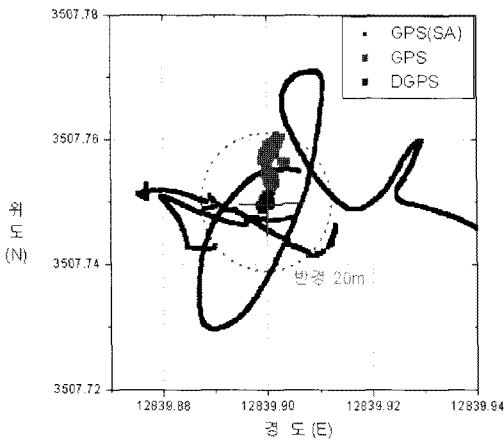


그림1 GPS와 DGPS 정밀도 비교
Fig.1 The Comparison of GPS & DGPS Positioning Accuracy

2.2 최근의 GNSS의 현대화 정책추진과 기술특성

주요 강대국들의 범국가적 지원 아래 경쟁적으로 추진되고 있는 GNSS 현대화 정책 및 기술개발의 주요인들을 국제회의의 자료 및 학회 보고 기술 자료[1,4,7]를 토대로 종합해 보면 아래와 같이 요약 할 수 있다.

첫째, GNSS의 사용이 자동차, 선박, 항공기, 군사무기 체계 등에서의 활용 외에도 최근에는 위치 정보와 이동 통신을 이용하는 각종 멀티미디어 서비스, 텔레메틱스, LBS, 유비쿼터스 컴퓨팅, 이동형 로봇, 관광, 보안 시스템 분야 등 사회전반으로 확산됨에 따라 새로운 항법 신호 서비스가 필요하고, 둘째, 지상에서의 항법위성 수신 전계강도 미약으로 전파간섭에 의한 사용상의 문제점이 대두 되었으며, 셋째, 강대국들의 자국 군사용 신호

코드 보유 필요성 불가피 대두, 넷째, GNSS의 기술 개발에 따른 경제적 효과가 기대 되기 때문이다. 아래에서는 2000년 이후 최근까지 추진되고 있는 GNSS 현대화 정책 추진에 대하여 정책 및 기술특성을 중심으로 분석하였다.

2.2.1 GPS

2009년 10월 기준 작동 GPS 위성은 31기이다. 위성 수는 설계 목표치 24개를 넘는 숫자로 GPS 시스템의 현대화 과정에서 위성교체 등 GPS 현대화 정책이 추진되고 있음을 의미 한다. GPS 현대화 계획은 크게 3가지로 요약 할 수 있다. 첫째는 군용 목적으로 L1, L2 주파수에 새로운 M 코드를 삽입하고, 둘째는 새로운 반송파 신호로 L5 주파수를 항공분야 등에 사용 하도록 하며, 셋째는 L2 주파수에도 민간용 코드를 추가 하는 일이다. 표 1은 미 국방성의 GPS 현대화 기본 추진계획과 최근의 변화를 고려하여 작성한 자료이다[4,7].

표 1. GPS 현대화 추진일정
Table 1. The Road Map for GPS Modernization

추진계획	기간
GPS IIR 위성 - L2 신호에 C/A코드 삽입 - L1 & L2 M-code 삽입	2003-2010
GPS IIF 위성 - L2 C/A에 코드 삽입 - L1 & L2에 M코드 삽입 - L5 신호 발사	2005-2014
GPS III 위성 - L2 신호에 C/A코드 삽입 - L1 & L2 M코드삽입 - L5 발사	2010-2018

기본 계획에 따르면 Block IIR-M 위성과 일부 Block IIF 위성이 운용 될 경우 L1, L2 두개의 민간주파수의 코드 정보를 이용한 측위가 가능하여, 현재의 DGPS 기법을 이용하지 않고도 3~5m의 정밀도를 얻을 수 있을 것으로 전망된다. 또 제 3 민간주파수인 L5 신호서비스가 시작되면 민간 주파수로 L1, L2, L5 의 세 가지 주파수를 이용할 수 있게 되어 세 주파수의 민간코드 정

보만으로 1~3m의 정밀도를 얻을 수 있다. 그럼에도 불구하고 GPS 위성교체 과정에서 발생하는 의사거리 측정 등 위치측정 원리에 가장 기본이 되는 문제 해결에 결함이 있는 것으로 확인 되는 등 현대화 추진에 대한 지연 요소도 발생하고 있다. 2009년 3월에 발사된 GPS IIR-20(M)의 신호 이상 발생은 하나의 예이다[4]. 또한, 적정수준의 위성 출력과 지상에서의 수신 전계 강도 확보, 타 위성 항법체계나 위성통신 사용 주파수와 상호 간섭문제 해결 등의 만족도가 향후의 GPS현대화 추진계획의 완성에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 한편 새로운 군용코드인 M 코드를 추가하고 현재 이용되고 있는 P(Y) 코드보다 출력 파워를 높일 계획이어서 재밍 방지 기능과 신호의 보안성이 크게 향상될 전망이다.

2.2.2 GLONASS

GLONASS는 GPS와 비슷한 시기에 개발이 시작되어 1996년 전면 운용이 선언 되었음에도 불구하고 수년 전까지만 해도 세계 위성항법 사용자는 물론 자국 내의 사용자에 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[4,5]. 최근 러시아 정부의 GLONASS 현대화 정책 추진에 대한 검토결과 첫째는 우주궤도에 조기에 항법위성 24기를 배치하고, 둘째는 항법 위성 지상 통제국을 해외까지 확대 하며, 셋째는 DGLONASS 기술 개발, 넷째는 자국의 위성항법 수신기 양산 등을 통한 위성항법 산업의 활성화, 다섯째는 현재 GLONASS에서 채택하고 있는 FDMA 통신방식을 CDMA방식으로 전환 시도 등을 확인하였다. GLONASS 위성은 2009년 6월 18일 현재 총 19개의 위성이 가동 되고 있고, 2010년 전에 24기의 항법위성이 배치 될 것으로 예정되어 있다. 특히 기존의 FDMA 방식에서 CDMA 방식으로의 항법정보 전송 전환 시도는 획기적인 사건으로 평가 된다. 왜냐하면 GPS를 비롯하여 GALILEO 및 COMPASS도 CDMA 통신방식을 사용함에 따라 GLONASS를 타 위성항법 체계와의 신호사용 호환을 용이 하게 함으로써 경쟁력을 강화하려는 의지가 담겨 있기 때문이다.

2011년까지 SBAS(Space Based Augmentation System)형 SDCM(System of Differential Correction and Monitoring) 구축을 위한 2기의 정지 위성을 쏘아 올려 GPS 수준의 정밀도 제공을 계획 하고 있다.

2.2.3 GALILEO

GALILEO 시스템이 갖는 의의는 여러 가지가 있지만, 국제 정치적 측면으로는 미국으로 부터의 위성항법 신호 종속 탈피, 기술적으로는 위성항법 기술이 선진국을 주축으로 평준화 되어 가고 있다는 데 큰 의미가 있다. GALILEO 탄생과정 중에 나타난 미국과 유럽 국가들의 요구와 상호관계에서 잘 나타난 바 있다. 2000년 5월 GALILEO 주파수를 할당 받기로 되어 있는 WRC-2000회의 며칠 전인 5월 1일 자정을 기해 클린턴 대통령의 지시로 미국방성이 전격적으로 SA 해제를 한 것은 대표적인 예이다[9].

GALILEO 시스템의 기술적 특징 중 하나는 E5A-E5B(1,164-1,215MHz), E6(1,260-1,300MHz), E2-L1-E1(1,550-1,591MHz) 등 사용 주파수가 많아 다양한 서비스를 제공 할 수 있다는 점과 통신기법으로 CDMA 방식을 채택하여 다른 위성항법 방식과의 상호 운용성을 높일 수 있는 점이다. 이러한 특성을 살려 시스템이 완성되고 FOC(Full Operation Capability)가 선언 되면 GALILEO 시스템이 제공하는 실시간 위치정밀도는 5-10m 수준, 유럽, 아프리카, 러시아를 유효 범위로 하는 SBAS형 DGNSS체계인 EGNOS의 경우 1-3M 수준으로 예상 된다[10,11]. 2009년 가을 유럽연합의 GIOVE-A 발사 이래 실시해 온 실험결과 성공 공식선언, 2011년 까지 최초 4기의 항법위성발사, 2013년 까지 16기의 위성 발사 후 FOC(Full Operational Capability) 선언 계획발표[2,4] 등으로 미루어 30기의 위성을 모두 궤도에 올리는 시기는 최초 계획 했던 2008년 FOC 시기보다 늦은 2013년-2015년쯤으로 늦추어 질 것으로 판단된다.

2.2.4 COMPASS

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 전 세계 위성항법체계 개발에 대한 강대국들의 관심이 증폭 되고 있고, 예상을 뛰어 넘는 중국의 빠른 위성

항법 개발 구축 진행은 전문가들까지 놀라게 하고 있다. 이와 같은 중국의 COMPASS 체계 구축 진행은 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS에 이어 수년 내에 개발 완성을 목표로 하고 있는 GALILEO 시스템을 의식한 중국의 우주 인프라 구축을 위한 국가정책이 원동력이 되고 있다. 중국은 최근 COMPASS의 완성목표를 2010년 말까지 10기, 2015년 까지 30기의 위성을 단계적으로 우주궤도에 배치하겠다고 발표하였다[4]. 이는 GALILEO의 완성목표가 2008년에서 2015년 정도로 늦어지고 있는 가운데 중국의 위성항법체계의 조기 구축이 갖는 의미는 기술적, 세계 안보적 측면에서 시사하는 바가 크다. 서방국가의 안보전문가들은 중국의 GALILEO 개발 참여에 우려의 시각을 보낸 바 있어 급진전한 중국의 COMPASS 구축 진행에 있어서 GALILEO 기술 유출을 의심하기도 하고 있다. 또한, COMPASS에서 사용하는 4개의 주파수 대역 중 2개가 GALILEO 주파수 대역폭과 겹치고, GPS나 GLONASS 주파수에도 간섭을 야기시킬 가능성이 있어 기존 국가들과 기술적으로나 외교적으로 문제점이 나타날 소지도 있다.

ITU 정책은 특정 주파수에 대하여 전파발사를 시작하는 첫 번째 국가가 주파수 사용우선권을 갖는다. 따라서 여타의 사용자가 그 주파수를 사용하려면 사전에 허가를 받아야 하거나 반드시 상호 간섭을 해결할 수 있음을 입증해야 한다. 따라서 중국은 유럽에서 개발하고 있는 위성항법 시스템과의 마찰을 피하고 주파수 사용 권한을 확보하기 위하여 실험용 항법위성 2기를 이용하여 광범위한 연구를 진행해 왔다. COMPASS 개발 진행에 대한 정보가 제한적이기는 하지만 학술논문이나 국제회의 등의 자료를 종합하면[4,11] CDMA기법 사용, GPS보다 강한 수신강도, GPS와 동등한 성능이 예상된다.

III. 위성항법의 유도무기체계 및 UAV 응용 기술

위성항법 시스템이 미사일을 비롯한 무기체계에 적극적으로 사용되게 된 계기는 걸프전 이후라 할 수 있다. 당시 미군은 사막에서 지상군의 위치정보 획득을 위해 민간용 수신기 까지 사용 하였으며, 장거리 미사

일 일부에 군사용 P 코드 GPS 수신기를 기존의 관성항법 방식과 복합적으로 사용하여 작전을 수행 한 바 있으나, 대부분의 장거리 미사일은 관성항법 위주의 항법 방식 체계를 교체 하지 못하여 정밀타격 효과를 크게 보지는 못 하였다[14]. 위성항법 유도 방식이 본격적으로 채택되어 정밀타격효과를 보게 된 대표적인 사례는 2003년 미-이라크 전이다[14,17]. 이후 미군이 수행했거나 진행되고 있는 대부분의 무기체계에 GPS방식과 관성항법 방식의 복합 항법/유도방식이 미래전에서의 정밀타격 작전을 수행 하는데 위성항법 방식이 필수 조건으로 자리잡아 가고 있다. 유도무기의 장거리화 및 정밀화가 미래전 작전 성공에 결정적 요소로 부각되고 있는 상황에서 강대국 위주의 독립위성항법 방식에 대한 개발과 기존의 위성항법 체계의 업그레이드 정책은 국가 안보 차원에서 추진되고 있음은 이를 잘 입증해 주고 있다.

걸프전(1990년), 코소보전(1999년), 아프가니스탄전(2001년) 및 이라크전(2003년)을 거치면서 나타난 전쟁의 양상은 센서의 양과 질 향상으로 인한 네트워크 중심전, 정밀유도무기 체계의 위력증대, 스텔스 및 전자전 수단 중요성 증가 및 무인기의 사용증대로 요약 될 수 있다. 특히, 인공위성 항법에서 실시간으로 제공하는 3차원 위치정보와 속도 정보는 정밀 유도 무기체계와 무인항공기 운용에 핵심적 요소로 입증된 바 있다.

3.1 GPS 항법정보 유도방식

미사일은 목표물에 대한 정보를 이용하여 경로를 수정하고 제어하여 목표물을 격파시킬 수 있는 무인 비행체의 일종으로서 유도장치, 조종장치, 구동장치, 탐색기, 항법장치 등으로 구성된 유도조종장치와 탄두, 추진기관등으로 구성되어 있다. 미사일의 항법장치는 관성항법장치의 자이로와 가속도계를 이용하여 위치, 속도 및 자세 등의 항법정보를 구한다. 3개의 가속도계에서 산출한 가속도 정보를 적분하여 속도를 계산하고, 한번 더 적분을 함으로써 거리를 계산하는 과정을 거쳐 기본 정보를 얻는다. 이러한 정보는 좌표변환을 통해 미사일의 항법정보를 얻는다. 관성항법 방식은 전파를 사용하지 않기 때문에 전파방해에 영향을 받지 않는다는 장점이 있지만 관성항법의 가장 큰 문제점으로 지적 되어 온 시간 경과에 따른 오차 누적의 문제점은 여전히 해결되어야 할 과제였다.

특히, 잠수함이나 장거리 유도 무기체계에서는 이 문제를 해결 하지 않고는 정밀 항해나 정밀 타격의 효과를 기대 할 수 없다. 따라서 10m 수준의 정밀도를 제공 할 수 있는 GPS 항법정보를 관성항법 방식과 결합하여 사용함으로써 기존의 관성항법에 기반을 둔 미사일이나 무기체계의 성능을 획기적으로 향상 시킬 수 있다 [15,19].

관성항법 과 위성항법을 결합한 무기체계의 출현은 최근 미군이 수행하는 전투에서 보편화 되었으며, 전술한 바와 같이 최근의 위성항법 방식은 실시간으로 3 차원 위치정보는 물론 속도정보 및 시각 정보를 지구상 어느 곳에서나 제공하기 때문에 미래전에 대비한 하이브리드 항법방식이 탑재된 무기체계개발은 강대국과 기술 선진국들에 의해 더욱 가속화 되는 추세이다 [4,17].

3.2 GNSS의 정밀 무기체계 및 UAV 성능 향상 특성
 걸프전에서 선보이기 시작한 정밀유도무기 사용 (PGMs)은 코소보전 30%, 아프가니스탄 60%, 이라크전 80%-90% 등으로 뚜렷하게 사용 비율이 증가 되었다 [14]. 한편 조종사가 탑승하지 않은 상태에서 원격조종에 의해 또는 입력된 프로그램이나 비행체 스스로 주위환경을 인식하고 판단하여 자율적으로 비행하는 UAV(Unmanned Aerial Vehicle) 는 영상신호정보 수집, 감시정찰, 대공방 기만/제압, 대지/대공 공격/정밀타격/통신중계, 전자전/ 표적기 등 현대전에서 다양한 임무를 수행 해 왔다. 2007/2008년 국제 무인기 협회에 따르면 성능에 따라 비행고도 250m 부터 20,000m, 비행거리 10Km부터 2000Km, 체공시간 1시간부터 24시간 이상, 이륙중량 5Kg부터 12,000Kg 등으로 로 분류 하고 있다[18]. 이는 베트남전 당시 초기의 전술 정찰용 UAV가 사용된 이래 걸프전, 이라크전, 아프가니스탄 전을 거치면서 UAV의 기능과 효과가 빠르게 진화되고 있음을 의미한다.

정밀유도 무기체계와 UAV 실전 사례[14,16,17]를 바탕으로 미래 무기체계에 나타난 특징들은 보면 아래와 같이 요약 가능하다.

첫째, 시대에 따라 정밀도와 신뢰도가 현격하게 개선 되고, 둘째, 무기체계 유효사용거리가 범세계적으로 까지 확대되며, 셋째, 전천후 사용 요구 등으로 요약 할 수 있다. 아래에서는 정밀 타격 무기체계와 UAV 체계의

성능 향상에 결정적인 역할을 하고 있는 위성항법 체계와 이 시스템이 제공하는 기술 특성과 무기체계의 상관성에 대하여 검토 하고자 한다.

3.2.1 GPS항법 기술의 정밀 무기체계 적용 분석

사막의 모래폭풍, 구름, 안개 등 기상과 천상의 영향으로 각종 폭탄·및 미사일이 날씨의 영향을 받지 않고 전천후 공격을 할 수 있게 하고 오폭 가능성을 줄게 하는 등 2000년 이전의 유도무기체계와 비교하여 획기적으로 향상 되게 한 것은 단연 GPS라 단언 할 수 있다. 이라크 전 개전 초기 4일 동안 미군 폭격기와 전폭기가 1000 회 이상 출격하고 350발 이상의 토마호크 크루즈 미사일이 발사 되었으나 민간 시설에 대한 오폭은 거의 나타나지 않았다.

앞에서 설명한 바와 같이 GPS는 미국방성에서 운용 중인 24개의 GPS 위성으로부터 신호를 1초 간격으로 지속적으로 수신하여 군사용 수신기의 경우 10m정도의 위치정확도로 자신의 현재의 위치좌표를 스스로 파악 하는 능력을 지니게 된다. 비행경로나 목표지점의 위치 좌표를 미리 확인하여 입력하는 경우 현재의 공격 위치로부터 해당 비행경로를 거쳐 목표물의 위치까지 방향과 거리를 실시간으로 계산하여 정확하게 유도하는 것이 가능하기 때문에 정밀 유도무기체계를 정확하게 목표물에 이동 시킨다.

1990년 초 걸프전만 하더라도 유도무기의 위치정밀성이 뒤떨어진 상황이었기 때문에 특정 목표물을 공격하기 위해서는 목표물 주위의 수 Km 범위에 이르는 넓은 지역에 폭탄을 투하하고 미사일 공격을 감행했기 때문에 민간인들의 인명피해도 컸고 공격효율도 떨어졌다. 그러나 GPS 기술을 적용하여 입력된 목표물의 위치 좌표로 미사일을 유도하는 방식을 적용함으로써 목표물 반경 10m내로 정확하게 타격이 가능해졌기 때문에 공격효율이 향상 된 것이다[14,15].

걸프전, ‘사막의 폭풍 작전’ 당시 사용됐던 레이저 유도 방식 폭탄도 두꺼운 구름과 안개에 속수무책이었던 단점을 GPS 항법 정보를 사용함으로써 극복하였다.

그렇다면 GPS의 어떤 특성이 불과 몇 년 만에 무기체계 개념을 바꾸어 미래전 형태를 바꿀 수 있었을까?

이를 위해서는 전파항법 시스템의 구비조건과 전파항법시스템의 무기체계 적용에 대하여 살펴 볼 필요가 있다.

미래 전과항법의 구비조건은 2차 대전 이후부터 항법 학자나 항해계기 운용자들에 의하여 꾸준히 제시 되어 왔다.

미래 전과항법 시스템이 갖추어야 할 조건은 위치정 밀도, 사용 신뢰도, 신호 수신 연속성, 범세계적 사용, 간편성 및 날씨에 무관한 전천후 사용 조건들이 핵심이다 [19]. 이 조건들은 앞에서 설명한 바와 같이 첨단 무기체 계의 성능 개선에 요구되어지는 것들과 대부분 일치한 다. 한편, 당대의 최첨단 기술을 이용하여 개발 된 LORAN, 데카, 오메가 시스템을 비롯하여 최초의 위성 항법인 미국의 NNSS(Navy Navigation Satellite System) 및 구 소련의 차카 시스템 등도 군사적 목적을 위해 함 정, 항공기등의 위치 측정 등에 사용되기는 했으나 무 기체계에 적용 된 사례는 없다[19]. 특히 미 해군 주도로 세계 최초로 개발된 NNSS의 경우도 운용 시작부터 위 성 신호 사용의 비연속성과 정밀도, 고속 이동체에서의 문제점 등으로 무기체계 적용이 부적절하였다. 이는 미 국방 담당자들에게 새로운 위성항법 개발 필요성을 느끼게 했고, 20년 동안의 연구 개발 끝에 GPS 항법 시 스템이 완성되었다.

GPS와 같은 미래 전과항법 구비조건을 갖춘 GNSS 시스템의 탄생과 이 시스템이 갖는 이동체의 3차원 좌 표, 속도, 방향을 실시간으로 제공하는 기술 특성은 과거 의 무기체계 운용 개념을 획기적으로 바꾸어 미래전 양 상도 바꾸어 가고 있음을 부인 할 수 없다.

3.2.2 GPS 항법기술의 UAV 응용 분석

무인 항공기 기술구성은 체계종합기술, 공력설계기 술, 기체구조기술, 추진기관기술, 비행제어기술, 무장 제어기술 및 임무장비기술 등 다양한 기술이 필요하다. 무인 항공기가 미래전 수행에 없어서는 안 될 주요 무기 체계로 등장한 것은 기술발전과 더불어 초창기의 무인 항공기에 비하여 성능이 월등하게 좋아지고 있기 때문 이다[15,16]. 이러한 배경에는 정보통신기술, 컴퓨터기 술, 광학기술 등을 바탕으로 한 센서 및 탐지기술과 정 보처리 기술 등 외에도 원격유도 비행과 자율비행에 가 능케 하는 항법기술을 바탕으로 하는 비행제어 기술의 눈부신 발전이 크게 기여하였음을 상기할 필요가 있다. 특히, 항법기술 중 유도무기, 잠수함 등에서 기본적으로 사용 되어온 관성항법을 보완하여 제공시간과 비행 거리의 확대, 자율비행능력 향상 및 정밀도 향상을 뒷

받침 해 준 결정적인 것은 GPS 인공위성 항법 응용기술 이다.

베트남전이나 초기의 걸프전에서 사용된 무인항공 기에는 GPS 체계가 개발 중이거나 운용의 초기시점이 라서 당시에 사용된 무인항공기는 가시선 범위 내에서 의 원격조종에 의한 운용이 대부분 이었고, 사용도 극히 제한 적이었다[16]. 무인항공기에 사용 된 항법 기기는 시간에 따라 위치오차가 누적 되는 특성이 있기 때문에 장시간 운용제약, 원거리에서 정확한 3차원 위치정보 제공 부재로 자율비행에 의한 무인항공기를 운용하기 어려웠다.

걸프전 당시 미 지상군들에 의해 위치확인 수단으로 사용된 GPS 수신기는 민간 코드인 C/A 코드 수신기가 대부분 이었다. 당시 연합군이 보유한 군사용 수신기는 840개인데 반하여 상업용 수신기는 무려 6,500개였다. 그러나 무인항공기 및 유도 무기 등의 무기체계 탑재용 으로 개발된 군사용 코드의 신무기 체계 내장은 미미 했 던 것으로 보고 된 바 있다[14].

2000년 이후에 사용된 무인항공기의 비행거리의 향 상, 체공시간의 증가, 자율 비행능력의 향상 배경에는 GPS 와 관성항법장치를 복합한 항법장치에서 제공하는 3차원 위치정보, 속도정보 및 시각정보의 역할이 컸음은 당연하다. 특히, 정밀 타격을 위한 표적의 위치정보 제 공, 자율비행 및 원거리 비행능력 향상, 정밀유도 무기 또는 정밀폭격 운용지원 또는 직접 수행의 경우에는 위 성항법 시스템과 응용기술 사용이 더욱 절실하다. 표적 의 정밀위치가 확보되지 않은 정밀타격이란 무의미하 기 때문이다.

IV. GNSS의 무기체계 적용 한계성 및 대응방안

앞에서 살펴 본 바와 같이 위성항법에 대한 세계적 환경은 2015년을 분기점으로 크게 달라진다. 독립위성 항법 시스템으로는 GPS, GLONASS, GALILEO 및 COMPASS 4개의 전 세계 위성항법에 필요한 100기 이 상의 항법위성이 항법정보를 서비스함으로써 현재 GPS의 군사용 코드 수신기에서 제공하는 정밀도 약 10m 보다 양호한 위치 정보를 얻을 수 있다. 따라서 현

재 GPS위주로 되어 있는 전 세계 위성항법 수신기 사용 판도가 크게 달라 질 것이 분명해 보인다. 아울러 대부분의 항법위성에서 항법위성 정보 변조 및 복조 방식을 스펙트럼확산 방식에 기반을 둔 CDMA기법을 사용하기 때문에 항법위성의 상호 호환성도 크게 개선 될 것으로 전망되어 통합형 하이브리드 방식의 독립위성 항법 수신 장치의 출현 등 새로운 기술 개발이 예상되고 있다. 이와 같은 향후의 위성항법 기술개발이 예상됨에 따라 군사분야에서도 현재 미국 위주로 되어 있는 정밀유도 무기체계 등의 첨단 무기 체계 개발이나 운용이 전 세계 위성항법 개발주도국을 중심으로 더욱 확산 될 것으로 보인다. 반면에 이러한 장점에도 불구하고 몇 가지 우려되는 사항이 여전히 남는다. 첫째는 독립 위성항법 시스템이 개발주도국의 군사용 우주 인프라 성격이 강하여 필요시 신호사용에 대한 제한요소가 있고, 둘째는 GPS에서 나타난 것처럼 지상에서의 수신 신호강도 미약에 따른 재밍문제, 셋째는 전 세계 항법체계의 위성항법으로의 단일화 현상 심화 등이 대표적이다. 특히, 전 세계 위성항법 시스템 개발국 외의 국가, 개인, 단체의 군사용 위성항법 신호 사용은 철저히 통제될 것으로 보인다. 이는 현재의 GPS에 대한 미국의 정책이 잘 말해 주고 있다[12,13]. 따라서 독립 위성 항법 시스템을 보유 하지 않은 나라에서의 위성항법정보 사용은 무기체계의 경우 극히 제한 적일 수밖에 없으며, 사용 한다 하더라도 민간 신호 코드 위주로 사용할 것으로 판단된다. 또한, 더 이상의 비밀이 아닌 GNSS 신호 재밍 기술 발달로 이를 극복해야 하는 것은 군사분야 사용은 물론 민간 분야에서도 마찬가지다. GNSS가 사회 전반의 인프라로 자리 잡고 있는 현실에서 이 시스템에 문제가 생길 경우 민간 분야에도 큰 영향을 주기 때문이다.

기본적으로 미국은 GPS 사용 이래 군사용 GPS 칩이나 수신기의 사용을 미군이나 NATO군으로 제한하고 있으나 특별한 경우 별도의 MOU를 체결한 국가에게는 극히 제한적으로 사용을 허가 하고 있다. 따라서 현재 전 세계적으로 군사분야에 사용되고 있는 대부분의 위성 신호는 민간용 신호이다. 2015년을 전후한 GNSS의 환경이 획기적으로 변화한다 하더라도 군사전용 코드는 개발당사국을 제외 하고는 사용이 제한 될 것으로 판단됨에 따라 향후의 위성항법 시스템 환경변화에 따른 무기체계사용에 대한 대응전략 수립이 필요하다. 특히, 정

책적인 측면으로 개발 당사국과의 적극적인 MOU체결을 통해 군사용 코드 신호사용을 확대하고, 기술적 측면에서는 통합 GNSS수신기를 사용함으로써 위성신호 사용의 안정성을 높이고, 위성신호의 재밍 및 재밍 대항기술을 향상하여 인공위성 항법 신호의 무기체계 사용 효과를 극대화하기 위한 전략적사고와, 기술개발이 절실히 요구된다.

V. 결 론

2015년쯤이면 미국, 러시아에 의한 GPS, GLONASS의 현대화 정책 종료, EU의 GALILEO, 중국의 COMPASS 위성 항법 시스템이 새롭게 구축 되어 지구 상공에는 100개 이상의 항법위성이 서비스를 하게 된다. 이와 같은 GNSS 환경의 변화에 따라 CDMA 통신기법 채택에 따른 통합 GNSS 수신기 등장, 민간용 위성 수신기 1-3m 정밀도 획득 가능, 재밍 및 재밍 대응기술 개발, 사용자 탈 GPS 가속화, 위성항법기술 산업 발달 등 많은 변화가 예고되고 있다. 특히, 향후의 GNSS 기술이 국가 산업 인프라 및 첨단 군사무기 개발이나 운용 등에 미치는 영향이 절대적이어서 전략적 사고를 갖은 정책 추진 및 기술개발에 대한 범국가적 차원의 노력이 필요하다.

참고문헌

- [1] 고팡섭, “인공위성 항법기술의 정밀타격 무기체계 응용,” 제11회 해양과학기술 심포지움, 2006년 11월.
- [2] Galileo : <http://www.galileoju.com>
- [3] European Space Agency: <http://www.esa.int>
- [4] GPS worlds: <http://www.gpsworld.com>
- [5] GLONASS: <http://www.glonass-center.ru>
- [6] 고팡섭 “GPS 항법 신호를 사용 할수 없게 된다면,” 국방일보 칼럼, 2008년 10월 20일.
- [7] GNSS 기술협의회, “다원화 GNSS 시대에 대비한 국가전략수립 방안 연구,” 한국 GNSS기술 협의회 연구보고서, 2005년 1월.

- [8] 최창묵, “한국내륙에서의 해양용 DGPS 유효범위 및 전계강도 분석,” 군사과학대학원 석사논문, 2001년.
- [9] EUROPEAN COMMISSION, “The Galileo Project: GALILEO Design Consolidation,” EUROPA Aug. 2003.
- [10] Ms.Ruth Neilan, “U.S. Space-Based Positioning, Navigation, and Timing,” 12th IAIN World Congress, International Symposium on GPS/GNSS, Jeju, Korea, Oct. 2006.
- [11] Gunter W. Hein, “GALLEO on the Horizon,” 12th IAIN World Congress, International Symposium on GPS/GNSS, Jeju, Korea, Oct. 2006.
- [12] US DOT, “Vulnerability Assessment of the Transportation Infrastructure Relying on the GPS,” DOT of USA, Aug. 2001.
- [13] Joint Chief of Staff, “Electronic Warfare,” Joint Publication, Jan. 2007.
- [14] 해군대학, “이라크작전의 대해부,” 해군인쇄창, 2003년 12월.
- [15] 한국국방연구원, “21세기 군사혁신과 한국의 국방 비전,” KIDA 출판부, 2003년 2월.
- [16] 국방기술품질원, “2007 국방기술 조사서 무인기편”, 2008년 8월
- [17] 국방기술품질원, “2007 국방기술 조사서 유도/방공 무기체계 편,” 2008년 8월.
- [18] Office of the Secretary of Defense, “Unmanned Aircraft System Road Map 2005-2030,” Office of the Secretary of Defense, 2005.
- [19] 정세모, “전파항법 및 전파수로측량”,아성출판사, 1987년

저자소개



고광섭(Kwang-Soob Ko)

1979년 해군사관학교 (이학사)
 1983년 한국해양대학교(공학석사)
 1991년 미 클락슨대 전자공학과
 (공학박사)

1983년~2006년 해군사관학교 교수
 2007년~2008년 해군대학 교수
 2009년~현재 해군사관학교 및 해군대학 명예교수
 2009년~현재 해사 강의전담교수
 ※ 관심분야 : 전파/위성항법, 해양통신, 해양안보/
 무기체계