

GPS의 군사적 응용

박 흥 원, 김 천 중

*국방과학연구소

1. 서론

항법(Navigation)이란 이동하는 항체의 위치 및 속도, 자세 등의 항법정보를 알아내는 것으로서 현대 무기체계에 서는 없어서는 안 될 필수적인 기술 분야이다. 항법 임무를 수행하기 위한 대표적인 방법으로는 크게 관성항법(Inertial Navigation) 방식과 전파항법(Radio Navigation) 방식으로 나눌 수 있다.

관성항법이란 항체의 각속도 및 가속도를 측정할 수 있는 관성센서인 자이로 및 가속도계의 정보를 이용하여 외부의 도움 없이 연속적으로 항법정보를 제공하는 방식으로 항체의 자세가 변화되어도 항상 일정한 항법좌표의 유지가 가능한 안정대를 포함하고 있는 김블형과 안정대가 없고 이를 수학적으로 계산하는 방법을 이용하는 스트랩다운형으로 나뉘어진다[1].

전파항법이란 송신기와 수신기 사이의 전파 전송 시간을 측정하여 항법정보를 제공하는 방식으로 TACAN (TACTical Air Navigation), LORAN(LONG RANGE Navigation system) 및 OMEGA 등과 같이 송신기가 지상에 위치하는 지상전파항법체계와 GPS(Global Positioning System), GLONASS(GLOBAL NAVIGATION Satellite System) 및 GALILEO 등과 같이 송신기가 우주의 인공위성에 위치하는 위성항법체계가 있다.

위성항법체계 중에서 대표적 시스템인 GPS는 다른 지상 전파항법체계가 구현하지 못한 높은 위치정확도를 제공할 뿐 만 아니라 지구상의 어느 위치에서도 동일한 높은 위치 정확도와 시각 정보를 제공하는 획기적인 항법장치로서 기존의 지상전파항법체계들을 대체하고 있는 중이며 전세계적으로 민수 분야 뿐 만 아니라 군수 분야에서도 모든 항법의 기준으로 자리 잡아가고 있는 중이다.

GPS는 미국 국방성에서 구축한 인공위성을 이용한 위치 및 시각 결정 시스템으로 기본적인 목적은 지상, 해상, 및 공중에서의 사용자의 위치를 시각 및 기상상황에 관계 없이 지속적으로 측정이 가능하도록 하는 것이다. 기본적으로 군용으로 개발된 시스템이지만 민간인용으로도 사용이 가능하다. GPS는 크게 보아 27개의 위성으로 구성된 GPS 위성군(space segment) 지상에서 위성을 추적, 관리하는 제어국(control segment), 위성신호를 수신

하는 수신기 및 사용자(user segment)의 세 부분으로 나뉘어진다. GPS 위성은 아무런 제한 없이 수신, 사용할 수 있도록 되어 있는 상용 C/A 코드 신호와 반면 암호화 되어 있어서 암호의 해독이 가능한 수신기를 이용하는 경우에만 사용할 수 있는 군용 P 코드 신호의 두 가지 신호를 동시에 송출하는 구조로 되어있다.

GPS 위성을 항법에 사용할 때 지구 대기권 밖으로부터 항법신호를 전달하기 때문에 신호를 수신할 수 있는 장비를 갖춘 사용자에게 사용자의 위치, 속도 그리고 시각에 대한 정보를 제공한다. 또한 다른 항법장치와는 달리 매우 저가이고 위치 오차가 약 25 미터(2dRMS)범위 내인 항법장치로 사용 가능하기 때문에 많은 분야에서 사용되고 있다. 특히, 현재 GPS 위성의 배치가 27개로 완료되어 항상 4개 이상의 GPS 위성이 지구 어느 곳에서도 관측 가능하게 됨에 따라 응용범위가 광범위하게 확대되고 있으며, 현재 저가의 가속도계와 각속도계인 자이로를 사용하는 관성항법장치와 결합되어 미사일이나 항공기, 함정 그리고 군사용 측지 장비로 사용되는 추세이다. 따라서, 기존에 고가의 정밀한 관성항법장치를 사용해야 하는 분야에서 저가 관성항법장치와 GPS를 통합하여 동일한 성능의 항법장치의 구현이 가능하기 때문에 효율을 높일 수 있게 되었으며, 가속도계와 자이로의 오차가 시간에 따라 누적되는 것을 항상 일정한 위치오차 범위를 가지는 GPS 위성 항법과 같이 사용하여 위치 오차를 크게 줄일 수 있기 때문에 GPS를 무기체계에 적용하기 위한 연구가 활발히 수행되었으며, 요구되는 성능과 환경에 따라 적절한 GPS 수신기가 설계되고 있다.

그런데 만약, 군사용으로 GPS 항법장치가 사용될 경우, 상용의 환경보다 더 나쁜 조건에서 사용되는 것이 보통이며, 따라서, 항법장치의 하드웨어와 소프트웨어를 이에 맞게 잘 설계하기 위해서는 일반적으로 사용되는 GPS 수신기에 수정이 많이 가해져야 한다. 예를 들어, 현재 상용 GPS 수신기의 경우, 허용 가속도가 2~4g 정도이지만, 유도무기에서와 같이 군사용으로 사용될 경우 더 큰 가속도에서도 작동해야 된다. 또한, GPS 위성으로부터 신호를 수신하여 원하는 정보를 빠른 시간 내에 출력해야 하는 등 많은 요구 조건이 추가되는 것이 보통이다. 특히 GPS가 전파항법의 일종이므로 적의 교란신호에 대한 취약성을

내재한 GPS 수신기의 사용은 제한되기 때문에 이에 대한 대책도 강구되어야 할 것이다.

현재 일부 선진국에서는 전자산업의 발달로 인하여 GPS 수신기를 구성하는 전자부품의 초소형화 및 프로세서의 성능향상이 이루어져 20 Hz이상의 출력주기를 갖는 소형 GPS 수신기가 개발되었으며 GPS 수신기내에 내장되는 알고리즘에 대한 연구가 많이 진행되어 20 g이상의 고가속도 환경에서도 동작하는 수신기의 개발이 완료된 상태이다. 이러한 개발추세는 향후 하나의 칩으로 구성된 군용 GPS 수신기의 출현을 예고하고 있다.

현재 국내의 일부 무기체계에서도 정밀한 항법 성능 및 저렴한 수신기 가격으로 인하여 각종 무기체계에 GPS 수신기를 장착하여 독립적으로 또는 보조적인 항법장치로서 사용 중이며, 미래의 정밀 무기체계는 GPS의 사용이 적극적으로 추진될 전망이다.

본 연구에서는 정밀항법이 요구되는 미래전에서는 GPS의 사용이 더욱 확대될 것으로 사료되기 때문에 현재GPS가 군사적으로 어떻게 응용되는 가에 대한 조사를 통하여 국내 국방분야에 GPS의 응용에 대한 발전방향을 제시한다. 본 논문의 구성은 2장에서 GPS의 원리에 대해서 간단하게 설명하고 3장에서 GPS의 군사적 응용에 대하여 개략적인 설명을 하고 GPS가 각종 무기체계에 어떻게 응용되는 가를 예를 들어 설명하고 4장에서 결론을 맺도록 한다.

2. GPS의 동작원리

2.1. GPS의 구성

GPS는 위성에서 제공하는 신호를 수신할 수 있는 장치를 갖고 있는 사용자라면 누구나 지구전역에서 위치, 속도 및 시각을 구할 수 있도록 지속적인 항법신호를 제공하는 시스템으로서, 그림1과 같이 위성군(Space Segment), 제어국(Control Segment), 사용자(User Segment)로 이루어진 3개의 주요 부분으로 구성되어 있다.

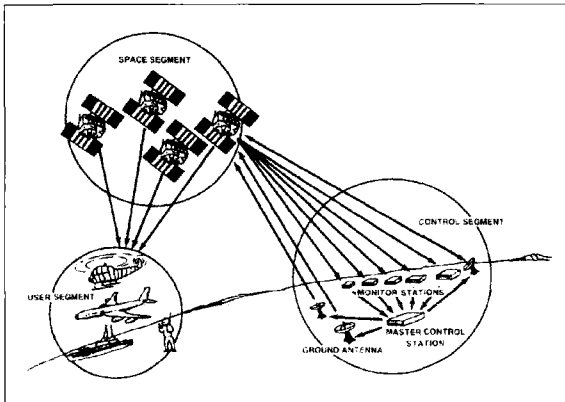


그림 1. GPS 시스템 구성도

위성군은 우주의 20,000Km 정도 상공에 위치하는 중궤도 위성으로서 시각 정보를 포함한 항법정보를 지상으로 전송하며, 지구 전역에서 동시에 4개 이상의 위성이 관측되도록 배치되어 있다. 지상에 위치한 제어국은 항법 위성의 궤도 및 자세제어, 위성의 항법 정보갱신, 유지 및 위성항법 시각 유지 등의 임무를 수행하게 된다. GPS 수신기는 항법위성으로부터 GPS 수신기까지의 전파 도달 시간 및 주파수 변화를 측정한 후, 이를 거리로 환산하여 항법의 정확한 위치, 속도 및 시각을 계산한다. 사용자는 항법위성에서 전송한 위성신호를 획득하여 항법 정보를 계산하고 이를 이용하는 것을 의미하며 일반적으로 GPS 수신기를 말한다. GPS 수신기는 그림 2와 같이 위성신호를 획득하기 위한 안테나부, 위성신호의 증폭 및 중간주파수 대역으로의 변환을 위한 RF신호 처리부, 항법신호 획득을 위한 상관기부 및 항법신호를 처리하여 위치, 속도 및 시각 정보를 계산하는 항법컴퓨터부로 나누어진다.

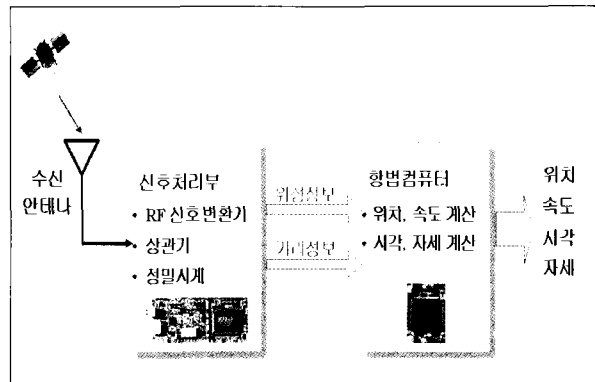


그림 2. GPS 수신기

2.2. GPS의 동작원리

GPS의 기본원리는 그림3과 같이 위성과 지구와의 거리를 전파 전달 시간으로 환산하며 다수 위성과의 거리를 산출함으로써 절대 위치를 구하는 것이다. 지금 위성에서 절대시각에 전송한 전파를 지구에서 수신하였고 지구에서도 위성과 동일한 시각을 사용한다면 위성에서 지구까지의 전파 전달시간을 측정할 수 있다. 이를 이용하여 위성과 지구와의 거리를 얻는다.

2기의 위성에서 지구까지의 거리를 알 수 있다면 그 궤적은 원이 되며 나아가 위성 3기와의 거리를 알 수 있다면 3차원의 절대 위치를 구할 수 있다. 그러나 실제로는 지구에서 사용하는 시계는 절대시각을 나타낼 정도로 정확하지 않기 때문에 4 기의 위성 전파를 수신하여 GPS 수신기의 시각오차를 교정하고 있다.

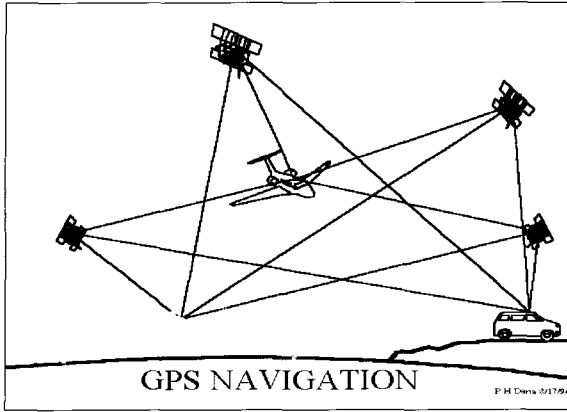


그림 3. GPS 원리

3. GPS의 군사적 응용

GPS 위성의 배치가 끝나고 GPS 시스템의 유용성이 확인된 이후에 전반적으로 GPS의 민수 분야 응용이 국방 분야보다 빠르게 성장하였으나 미국방성에서 GPS 체계를 구성한 본래의 목적은 국방분야에 적용하기 위함이었다.

GPS를 군부대 운용에 적용한 경우를 살펴보면 다음과 같다. 군에서는 예하부대의 원활한 지휘통제와 가용전력을 최대한 활용하기 위해서는 각부대의 위치를 수시로 파악해야 하며 단위부대는 이동시 위치를 상급부대에 즉시 보고해야 한다. 특히, 포병부대는 포 사격을 위해 각 포대의 위치를 정확히 알아야 된다. 그러나 야간 또는 안개 등으로 시계가 불량한 상황에서는 지도상의 기준 지형지물이 보이지 않기 때문에 위치 파악이 거의 불가능하다. 이와 같은 문제점을 GPS 수신기를 이용하여 해결하는데 GPS 수신기는 자기가 위치한 곳의 위도, 경도 및 고도 정보를 제공하여 준다. GPS 수신기가 생성한 위치 정보와 전산 지형 데이터를 함께 사용하여 포병운용, 정찰활동 등에 활용한다. 이와 같이 움직이는 모든 물체에 적용 가능한 GPS 시스템은 높은 정확도를 보유하여 전 세계에서나 기후조건에 관계없이 군함이나 군용기에 정확한 위치 정보를 제공해 준다. 현재 미국방성에서 개발한 다른 전파항법 기술들 보다 GPS가 더 항법정확도가 높기 때문에 다른 모든 운용 시스템들을 대체하고 있는 실정이다. 군사용으로 사용되는 개인용 GPS 수신기의 예를 그림으로 나타내면 그림 4와 같고 개인용 GPS 수신기를 전장에서 사용할 경우의 운용 예를 그림으로 나타내면 그림 5와 같다. 그림 5와 같이 그림 4의 개인용 GPS 수신기를 휴대하여 자기의 위치를 실시간으로 파악하며 작전의 수행이 가능하다(4).

GPS를 실전에 사용한 전투로는 90년대 초에 발발한 걸프전을 예로 들 수 있다. 이 전쟁은 GPS 위성이 모두 배치되기 전에 발발하였기 때문에 그 당시에는 16개의

GPS 위성만이 사용되어 걸프전 영역을 커버하는 데는 하루에 18시간으로 이용이 제한되었으나 GPS는 매우 효율적으로 활용되어 미군이 걸프전에서 승리할 수 있도록 하는 데 가장 결정적인 역할을 한 것으로 평가되고 있다. 특히 GPS는 육상 항법에 중요하게 이용되어 탱크 및 보병이 행체의 특징이 없는 사막에서 길을 잃어버리지 않고 목적지로 이동하기 위해서는 GPS에 크게 의존할 수밖에 없었다.

위의 실전에서 사용한 예 이외에도 GPS는 항공기의 항로, 헬리콥터 탐색 및 구조, 해상 항법, 미 해군의 원격 지상 공격 미사일 (SLAM: Standoff Land Attack Missile) 조종에도 사용되었다. 또한 미군은 GPS를 관성항법장치와 통합하여 중간 경로 조종을 하는 토마호크 블록 III, 블록 IV 순항 미사일, 트라이-서비스 원거리 공격 미사일, 연합 직접 공격 탄, 연합 원거리 탄, GBU-15 정밀 항공 폭탄을 포함한 여러 종류의 정밀 지상공격무기를 개발하였다. 또 다른 중요한 GPS 응용으로는 각종 물자 혹은 전투원을 원하는 위치까지 패러슈트 또는 패러글라이더를 이용하여 정밀 운송하는 분야에 적용하는 것이다. 패러슈트 또는 패러글라이더를 원하는 착륙 지점으로 날려보내기 위해서는 GPS에서 획득한 항법정보를 이용하여 뜻의 축으로 조향 명령을 보내는 방법을 이용하여 정확한 위치에 물자를 운송할 수 있다.

전투 탐색 및 구조 분야는 GPS 이용이 증가하고 있는 중요한 응용 분야다. 전투 탐색 및 구조 분야에 사용되는 헬리콥터 및 항공기에는 GPS가 이미 이용되고 있지만 GPS를 활용하여 조난 승무원의 정확한 위치를 찾기 위한 연구가 진행중이다. GPS를 위성통신 능력과 결합하여 조난 승무원들을 신속하게 찾아내는 방법으로 구조 시간과 비용을 절약할 수 있으며 전투시에는 GPS 및 위성 통신을 이용하여 실시간으로 아군 항공기, 헬리콥터, 탱크의 위치를 파악하여 실수로 아군에게 사격하는 일을 감소시켜 전투 자원을 효율적으로 관리할 수 있도록 한다. 또한 GPS와 통신 기능을 조종 시스템과 결합시켜 원격으로 정밀하게 표적지역에서 정찰하는 무인 비행체에도 적용 가능하기 때문에 전투에서 우위를 점할 수 있는 정보를 정확하게 획득할 수 있다.



그림 4. 개인용 GPS 수신기



그림 5. 전주시 개인용 GPS 수신기의 적용

추적(tracking) 분야 또한 GPS의 주요 응용분야이다. 유도무기 등의 무기체계 개발 후 성능을 확인하기 위해 비행시험을 실시하는 경우 비행하는 유도무기 등의 비행 궤적을 정확하게 계측하기 위해 기존에는 추적용 계측 레이더가 사용되어 왔으나 이러한 레이더의 경우 사용상 거리 제한이 있고 시험거리가 길어지는 경우 계측 오차가 증가하기 때문에 시험거리에 관계없이 높은 정확도의 항법정보의 획득이 가능한 GPS가 널리 활용되고 있다. 이 분야의 GPS 활용은 시험궤적의 정확한 항법정보의 획득이 가능하기 때문에 시험평가의 정확도를 향상시킬 수 있어 무기체계의 정확한 시험평가를 가능하게 하며 이 보다 더욱 정확한 시험평가를 위해서 DGPS도 활용되고 있다. DGPS를 이 분야에 사용할 경우에는 실시간으로 획득한 비행체의 GPS 데이터와 기준국(base station)에서 획득한 GPS 데이터를 후 처리하여 사용 가능하며 위치를 수 미터 이내의 오차범위 내에서 계측 가능하기 때문에 더욱 정확한 시험평가를 할 수 있는 장점이 있다.

위에서 언급한 것 이외에도 측지분야, 건설, 지뢰 배설

등과 같은 다양한 군사적인 분야에 응용 가능하며 우주분야로도 확대되고 있기 때문에 GPS의 군사적인 분야에서의 사용빈도는 더욱더 증가할 것으로 사료된다.

4. 결 론

전파항법의 일종인 GPS의 경우 연속항법이 어려운 단점이 있어 높은 신뢰도를 요구하는 군수분야에 단독으로 사용하기에는 사용상의 제한조건이 존재하였다. 그러나 GPS와 통합하여 GPS의 단점을 보완할 수 있는 저가의 소형 센서들의 개발이 가속화 됨에 따라 군사적인 응용분야가 점차 확대되고 있는 추세이며 전자산업의 발달로 인하여 군 요구규격을 만족하는 저가의 소형GPS 수신기의 출현을 예고하고 있기 때문에 더욱더 많은 군사분야에 GPS의 사용이 확대될 것으로 예상된다.

참고문헌

1. Elliot D. Kaplan, Understanding GPS: Principles and Applications, Artech House, 1996.
2. Bradford W. Parkinson and James J. Spilker Jr, Global Positioning System: Theory and Applications, Volume I and II, AIAA, 1996.
3. Pratap Misra and Per Enge, Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance, Ganga-Jamuna Press, 2001.
4. 김성우의 2인, "국방분야 GPS 개발현황 및 전망", 국방과학연구소 보고서, 2002. 5.

저자소개



〈박 흥 원〉

- 1979년 서울대학교 기계설계공학과 졸업(공학사).
- 1988년 서울대학교 제어계측공학과 졸업(공학석사).
- 1995년 서울대학교 제어계측공학과 졸업(Ph.D.).
- 1979년~현재 국방과학연구소 책임연구원.
- 주요 관심분야 : 관성항법, 위성항법 및 필터이론



〈김 천 중〉

- 1991년 충남대학교 전자공학과 졸업(공학사).
- 1993년 충남대학교 전자공학과 졸업(공학석사).
- 1993년~2000년 국방과학연구소 연구원.
- 2000년~2002년 한국항공우주연구원 선임연구원.
- 2003년~현재 국방과학연구소 선임연구원.
- 주요 관심분야 : 관성항법, 위성항법 및 필터이론