

GPS(Global Positioning System) 기술동향

정보시스템표준과 공업연구관 박상삼
02)509-7257 parkss@ats.go.kr

본고에서는 GPS(위치추적장치)는 미국이 육·해·공군을 통합한 전략 및 전술상 범 지구상 어느 곳에서든지 그 지역의 위치결정 및 항법을 지원함으로써 효과적인 전략전술을 구현하기 위해 개발되어 대륙간미사일, 민간항공기, 선박 등 특수용으로 이용되어 왔다. 그러나 정보기술의 급속한 발달로 개인용 휴대단말기, 자동차용 Navigation 등에 GPS기술이 이용되면서 일반인들에게까지 보급이 확산되면서 국민의 생활과 밀접한 관련이 있어 GPS 기술 및 표준화 동향에 대해서 서술하고자 한다.

1. GPS의 개요

가. GPS의 개념

GPS(Global Positioning System)란 전체 지구상 위치를 결정하는 시스템이다. 인공위성은 통제된 우주공간의 궤도를 비행함으로써 위성의 위치좌표를 알 수 있으며, 위성이 움직인다

할지라도 같은 시각에 위성에서 발사되는 전파를 수신할 수 있는 한 개의 수신기와 여러 위성간의 거리를 알고 있다면 위성의 위치는 떠다니는 공중 삼각점이라 볼 수 있다. 위치결정 방법은 GPS수신기가 위치하고 있는 지점과 위성간의 거리를 측정하여 그 거리벡터를 교차시킴으로서 위치를 결정한다.

나. GPS의 역사

인류최초의 GPS는 1960년대 초 미국 국방성에 의해 만들어 졌으며, 지구 전체를 군사작전 지역으로 보는 개념으로서 국가마다 다르게 채택한 타원체의 측량기준점으로는 미사일 발사가 어려우므로 지구 전체를 전천후, 실시간(Real Time), 고정밀도의 위치결정이 가능한 시스템을 자국과 NATO의 육·해·공군에게 제공하기 위하여 계획하였었다.

1964년부터 TRANSIT 위성을 이용하여

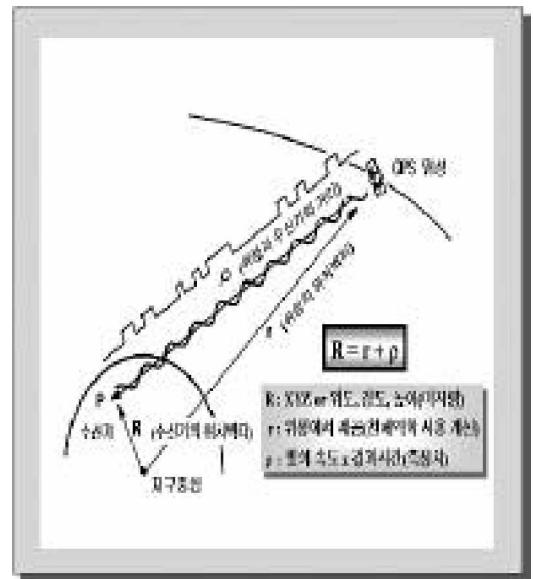
NNSS(Navy Navigation Satellite System)가 실용화되어 핵 잠수함이 자기의 위치를 정확히 측정함으로써 항해중 잠수함에서 포라리스(Polaris)중거리 탄도탄을 발사할 수 있게 되었다.

1983년 소련의 민간 항공기인 KAL피격 이후 레이건 대통령이 민간인도 GPS사용을 허용하여 선박 및 민간항공기의 자동항법장치 등에 GPS 채용이 본격화되기 시작한 이후 1993년 최종 24번째 GPS위성을 발사하여 위성 네트워크를 완성함으로써 24시간 Global 서비스가 가능해졌고, 2000년 5월부터 일반인도 GPS를 이용할 수 있도록 함으로써 측량, 휴대단말기, 자동차용 Navigation 등에 GPS기술이 본격적으로 일반인들에게 이용되기 시작하였다.

다. GPS 원리

거리의 측정은 GPS 수신기가 시간을 얼마나 정확히 측정할 수 있는가에 따라 정밀도가 결정되는 것으로서 위성에서 측정점까지의 전파되는 신호를 받아 계산되어진다. 일반적으로 GPS로 위치결정을 할 수 있는 방법으로는 절대측위와 상대측위라는 2개의 기본적인 운용 방식이 있다. 이 두 방식은 모두 위성의 반송파신호의 위상을 측정하거나 반송파신호의 코드를 추적하여 위성까지의 거리를 측정할 수 있다.

또, GPS에 의한 위치결정은 수신기를 정지(Static) 또는 이동(Dynamic or Kinematic) 환경에서 운용하며, 여러 가지 선택사양에 따라서 상대적인 위치정확도를 100m에서 1mm 정도까지의 다양한 결과로 얻을 수 있다. mm 정도의 정확도를 얻으려면 비교적 보다 많은 관측 시간과 정밀한 장비가 필요하다.



2. GPS 시스템의 구성

가. 인공위성

■ GPS 위성

6개 위성궤도상에 1개 위성궤도상에 4개 위성이 배치되어 총 24개의 위성이 55도 경사로 배치되어 지상에서 약 20,183km에서 20,187km

의 고도로 비행하며, 하루에 지구를 2 바퀴를 회전하는 주기로서 1번 회전하는데 걸리는 시간은 11시간 58분이 걸린다. 따라서 지구의 중심으로부터 위성의 높이까지를 반지름으로 하는 원주를 위성이 하루에 2회를 회전하기 위해서는 초속 3.87km로 달려야 하는데 이는 총알보다도 빠른 속도이다. 그리고 12시간이 아닌 11시간 58분이란 지구가 기하학적으로 360도 회전했을 때 걸리는 시각을 항상시로는 12시간이 되며 우리가 통상 사용하는 태양시로 측정했을 때의 시각은 11시간 58분이 된다.

정지궤도 위성이란 지구의 자전속도와 같은 속도로서 지구를 하루에 1 회 회전하는 주기를 가지고 있기 때문에 들고 있지 않은 것처럼 항상 머리위에 떠있게 된다. 이것을 이틀하여 정지 궤도위성이라 하는데 대개의 경우 통신위성 등이 그것이다.

GPS 위성의 궤도는 A에서 F까지 명명된 6 개의 궤도에 배치되어 있으며, 적도에 대해 55 기울어져 있고 적도를 중심으로 전 지구에 고르게 배치되었다. 한편 구소련의 측위 시스템인 그로나스(Glonass)는 극을 중심으로 배치이다. 이는 지구 전체를 고르게 배치한 것이 아니라 극지방에 위성이 자주 나타나도록 한 배치로서 자국의 방위를 위한 배치로 해석될 수 있다.

■ 위성의 배열 형태

각 궤도면은 4개의 위성들을 가지고 있으며 범지구적 위성 가시성(global satellite visibility)의 최적화를 위해 한 궤도 내에서의 위성들간의 거리는 균등 배치되어 있지 않다. 궤도 경로(orbital path)는 거의 원에 가까운데, 장축이 약 26,000 km 정도이며 케플러 제3법칙(행성주기의 제곱은 태양과의 평균거리의 세제곱에 비례한다.)이 적용된다. 위성들은 하루에 지구를 두 번 궤도 회전을 실시하는데, 이는 위성들이 매일 약 4분 일찍 뜬다는 것을 의미한다. 궤도주기가 지구 자전주기의 정확한 배수이므로 지구상의 위성궤도는 일일주기로 반복된다.

■ GPS 위성의 신호 체계

모든 인공위성은 10.23 MHz를 기본주파수로 하여 전파를 송출하며 기본주파수에 154를 곱하면 1,574.42 MHz의 L1 반송파가 되며, 기본주파수에 120을 곱하면 1227.60 MHz의 L2 반송파가 생성된다. P code의 반복주기는 10.23 MHz가 기본주파수이고, C/A code의 반복주기는 1.023 MHz로 기본주파수의 1/10에 해당한다.

위성 신호는 PRN(Pseudo Random, Noise)code를 사용하는데 10.23 MHz의 P code, 1.023 MHz C/A code, 50Hz의 항법메시지를 받

송파에 실려 방송하게 되는데 보통 라디오방송의 경우 한 개의 반송파에 한 개의 메시지를 실려 보냄으로써 내용을 들을 수 있지만 이것은 여러 개의 메시지를 담아 보냄으로써 잡음과 같다 하여 PRN code라 한다.

나. 지상 제어부분

제어부분은 GPS 운용에 대하여 모든 책임을 진다. 이용자 입장에서 보면 제어분야의 주요 임무는 인공위성의 항법메시지의 개정이다. 이것을 위하여 제어분야는 모든 인공위성을 추적하고 감시하는 기관으로서 주 관제소(Master Control Station)와 관제소(Monitor Station), Up link 안테나(Ground Control Station)으로 구성되어 있다.

■ 주 관제소(Master Control Station)

CSOC(Consolidated satellite Operations center)는 현재 COLORADO SPRINGS 근처 Falcon Air force state에 있으며 이곳에 주 관제소(Master Control Station)가 있다. 주 관제소의 임무는 GPS 위성에 대하여 총 지휘를 하는 기관으로 위성의 발사나 예비위성의 작동여부를 결정한다. 관제소(Monitor Station)에서 GPS 위성의 정확한 궤도정보와 GPS 위성의 시계에 대한 정확한 시각보정 정보를 전송받아 GPS 위성의 시계오차를 계산하고 예측한 다음 Up link 안테나를

통하여 GPS 위성에 다시 Upload시켜 사용자에게 전달하는 기능을 담당한다.

■ 관제소(Monitor Station)

관제소(Monitor Station)는 COLORADO SPRINGS, HAWAII, DIEGOGARCIA, ASCENSION, KWAJALEIN의 5 군데에 설치되어 있으며 이곳의 위치는 매우 정확히 측정된 위치로서 원자시계가 설치되어 있다. Monitor Station의 임무는 모든 GPS위성의 신호를 점검하고 궤도를 추적하며 예측하는 임무와 전리층 및 대류권의 지연에 대하여 관찰한 자료를 주 제어국에 전송하는 업무를 수행한다.

다. 사용자 부분

사용자 부분은 GPS 위성에서 송출되는 전파를 수신하는 수신기를 의미하는 것으로 공중·해상 및 지상을 기본으로 하여 다양한 응용 분야를 총 망라하는 군사 및 민간 분야로 구성되어 있다. GPS 수신기의 올바른 선택은 중요한 사업에 있어서 성패의 여부를 결정하는 요인이 될 수 있으며 성공적으로 GPS측량을 수행하기 위해서는 장비의 선택에 있어서 용 수신기의 요구 정밀도, 필요한 소비 전원, 작동 환경, 수신기의 가격 등을 고려하여야 한다.

■ GPS 사용 분야

현재 GPS수신기 사용은 육상, 해상 및 항공 분야까지 다양하며 지상 부분에는 측량, 측지, 항행, 기준점 측량, 경계의 결정변위 모니터링 및 교통 분야가 포함된다. 해상 분야에는 항행, 수로측량, 준설 및 시추 분야가 포함되며 항공 분야는 항공기 운행, 항공사 진측량 등이다. 일반적으로 GPS수신기는 실시간 처티에 의한 위치, 속도 및 방향을 계산하는 장비가 후처티에 의하여 계산하는 수신기보다 비용이 더 비싸다. 하지만 GPS는 점점 더 많은 분야에서 사용되어지고 있으며 가격은 갈수록 저렴해지고 있다.

■ GPS 수신기의 구조와 분류

GPS수신기의 구조는 대부분 안테나와 저장장치, 제어장치로 구성되어 있으며, 분류방법으로는 기능에 의한 분류, 채널에 의한 분류, 사용자 집단에 의한 분류가 있다.

○ 수신기의 구조

- Antenna - GPS위성 신호를 수신
- Pre amplifier - 수신신호 증폭(LNA)
- Ref. Oscillator - 시각과 주파수의 기준
- Freq. Synthesizer - LO(Local Oscillator)와 시계구동
- Down convertor - RF를 IF로 변환
- IF Section - 잡음제거, 신호상태 개선

- Signal Processor - 수신기의 핵심기능, 위성신호로 부터 각종 정보분리 (의사거리, 의사거리 변화율 등)
- Application Processor - 응용분야에 따른 기능

○ 기능에 의한 분류

- 항법용 수신기
- 측지용 수신기
- 시각 측정 및 시각동기용 수신기

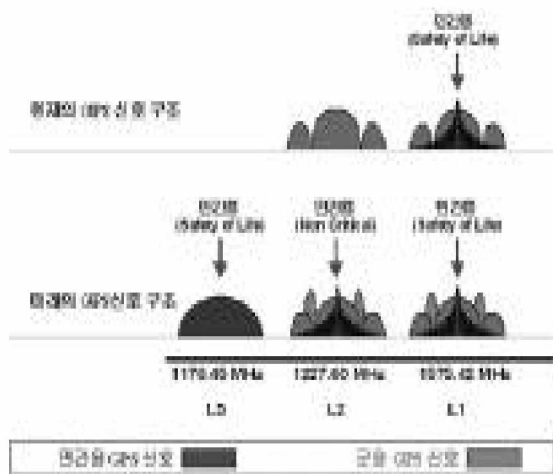
○ 이용자 집단에 의한 분류

- 민간용 수신기 : C/A 코드 수신(L1 반송파)
- 군용 수신기 : P 코드 수신 (L1, L2 반송파)

3. 21세기 GPS동향 및 활용방안

최근까지 SA라고 불리는 고의 잡음의 정도를 줄임으로써 단독측위의 수평방향 정확도가 약100m정도였으나, 2000년 5월 2일 13시(KST)에 SA가 해지되어 측위정확도가 대폭 개선되었다. 이로 인하여 항법뿐만 아니라, 통신 및 측량, 지진예시, 기상예보, 토목작업, 복지사업 등 매우 광범위한 분야에서 다양하게 응용될 것이 예상된다. 이미 많은 분야에서는 없어서는 안될 필수부분으로 사용되기 시작했다.

가. GPS 시스템 동향



GPS 현대화는 민간 신호를 탑재한 1227MHz의 L2 신호와 2005년까지 세 번째 민간 신호 제공에 대한 계획이었다. 세 번째 민간 신호는 1176.45MHz의 L5 주파수에 배치될 것이며, L5의 새로운 신호는 민간 사용자의 성능을 획기적으로 증가시킬 것으로 생각된다.

새로운 L5 신호는 민간 GPS 사용자들에게 상당히 향상된 정확도를 제공할 것이다. L5는 10.23MHz 코드의 칩 비율에 따르는 광대역(최소 20MHz)이기 때문에 P(Y) 코드보다 높은 정확도를 제공할 것이며, 실시간 Kinematic 반송파 추적 작동을 돕는 반송파를 제공할 것이다. 세 번째 민간 주파수를 이용하여 수신과 지속성과 신뢰도가 상당히 향상될 것으로 기대된다.

나. GPS의 활용분야

분야	내용
측지측량	정밀3차원 측지망구성, 기준점 측량, 중력측량, INS에 의한 항공촬영, 위성영상 획득, 각종 공사측량
지구물리학	지각변동 관측, 지질구조 해석, 항공 지구물리
항법 및 교통	지능교통형 시스템, 선박항법, 항공기항법, 고속철도
GIS	지도제작, 주제도 제작, 수자원 및 산림지원 관리 INS(Inertial Navigation System)을 이용한 매핑 시스템
기상 및 해양	해수면 감시, 시추공 위치결정, 해상 중력 측량, 준설작업, 해저지도 작성, 해양자원 탐사
재난구조 및 레저	119, 소방, 재난, 미아찾기, 등산, 여행

다. GPS의 시장동향

GPS는 매우 다양한 분야에 이용되고 있으나 향후 가장 널리 이용될 것으로 전망되는 차량항법장치에 대해 시장조사기관인 미국의 Garnter Dataquest가 조사한 결과를 보면, 차량용 항법장치의 경우 2004년에 약 1,600만 개에 30억불에 달할 것으로 전망하고, 향후 시장규모도 매년 30%이상의 성장률을 기록할 것으로 전망하고 있다. 그러나 이러한 전망은 차량용에 국한된 것으로 측량용, 항공기용, 선박용 등과 개인 휴대용 단말기를 포함하면 50억불이상의 시장일 것으로 전망된