

전파를 이용한 위치 정보 기술

서인식*, 고한석**

(* 고려대 대학원 전자공학과 석사과정, **동 대학교 공대 전자공학과 조교수)

1. 서론

위치정보를 측정하는 기술은 고대 별들의 위치를 이용한 방법으로 부터 나침반, 소형의 무선 기지국을 이용한 beacon 방식 그리고 현재 인공위성을 이용한 방법에 이르기 까지 획기적인 발전을 거듭해 왔다. 예로부터 위치정보는 매우 중요한 군사 전략기술에 속하였으며, 현재 미국에서 운영되고 있는 GPS(Global Positioning System)도 군사목적으로 개발된 것이다[1]. 과거에는 정확한 항해를 위해서 위치가 고정된 별을 중심으로 현재의 위치를 계산하였으나, 지금에 와서는 인위적으로 쏘아올린 별 즉, 인공위성에 의해 위치 정보를 얻게 되었다. 이는 정확도면에서 엄청난 발전을 이루었다. 이렇듯 위치정보의 획기적인 발전을 가져오게 한 원동력인 GPS와 GPS를 이용하여 위치정보의 정확도를 개선한 여러 가지 방법에 대하여 살펴보고자 한다.

현재 GPS는 미국방부에 의해 운영되고 있으며 전 세계 민간인에게 무료로 사용되고 있다. GPS시스템은 현재 민간인에게 제공되는 위치정보인 SPS(Standard Position System)과 군사용으로 제공되는 PPS(Precise Position System)으로 이원화되어 있다[1]. 표 1에서 알 수 있듯이 민간용과 군사용의 정밀도는 큰 차이가 있다.

GPS와 유사한 시스템으로 러시아의 GLONASS 시스템이 있다[2, 3]. 이 시스템은 구소련에서 개발되어 현재 러시아에 의해 운영되고 있으며, 위치의 정확도 면에서 GPS에 비해 크게 떨어지지는 않으나 아직 완전하게 구축된 시스템이 아니어서 사용면에서는 GPS에 비해 떨어지고 있다. 계획에 의하면 1996년에는 완전한 서비스를 이용할 수 있다고 발표된 바 있다[13].

GPS를 사용하여 위치정보의 정확도를 높이려는 기술로는 대표적으로 DGPS(Differential GPS) 기술과 Pseudolite를 이용한 기술이 있다[4, 5]. DGPS는 GPS위성과 수신기 사이의 오차값을 제공하여 위치측정의 정확도를 수 m 까지 줄일 수 있는 기술이다. DGPS 기술은 원래 미국의 GPS를 이용한 방법으로 개발되었으나, 최근에는 러시아 항공우주

표 1. GPS의 정확도 비교

비 고	PPS		SPS	
	설계값	측정값	No SA	with SA
위치정확도	6m	2.3m	6m	20m
CEP	-	4.6m	12m	40m
SEP	-	8.3m	22m	72m

SEP(Spherical Error Probable) : 50%의 오차확률을 가지는 구의 반지름
 CEP(Circular Error Probable) : 50%의 오차확률을 가지는 원의 반지름
 SA(Selective Availability) : 미국방부에 의해 군사용으로만 사용되는 미국방부정책

연구센터를 중심으로 DGPS와 동일한 방법으로 GLONASS에 적용하려는 연구가 진행되고 있다. Pseudolite를 이용한 기술은 지상에서 GPS신호와 동일한 신호를 송신하여 GPS수신기로 하여금 여러개의 GPS에서 위치를 제공받을 수 있게 하는 가상의 환경을 구축하여 기존의 GPS위성을 이용한 위치보다 정확한 위치를 제공하려는 기술이다.

이와 같이 전파의 지연시간을 이용하여 거리를 측정하는 시스템은 전파의 도달범위에 있을 때에 만 사용할 수 있다는 문제점이 있다. 이런 문제를 해결하기 위해서는 외부의 신호와 무관하게 단독으로 위치 정보를 제공할 수 있는 센서가 필요하며, 대표적인 예로 Gyro를 이용한 관성항법 시스템이 있다. 그러나 이러한 시스템은 Gyro의 기계 또는 전자기의 특성으로 인해 시스템을 계속 사용함에 따라 오차가 누적되는 것과 정확한 위치를 제공할 수 없다는 문제가 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 GPS와 Gyro와 Odometer를 포함한 INS(Inertial Navigation System)를 융합하여 정확한 위치 및 외부적인 전파환경과 무관하게 위치정보를 제공하는 기술로 Hybrid Navigation 기술이 있다[7, 8]. 일례를 들면, GPS의 사용이 불가능할 때 그리고 GPS와 다른 센서를 이용하여 GPS가 동작되지 않을 때에도 연속적으로 위치정보를 제공하게 하는 기술이다. 이 기술은 특히 전파의 수신 환경이 열악한 조건에서 동작하는 차량에 장착되면 효과적으로 위치정보를 제공할 수 있다. 전파를 이용한 위치정보의 측정을 위한 기본 장치는 GPS이므로, 먼저 GPS에 관하여 고찰해 보겠다.

2. GPS(Global Positioning System)

GPS의 기본적인 원리는 위성으로부터 발사되는 전파의 지연시간을 측정하여 위성과 수신기 사이의 거리(전파의 속도와 지연시간의 곱)를 이용하는 것이다. 이 원리에 의해 임의의 공간위치(X,Y,Z)을 구하기 위해서는 3개의 방정식이 필요하다. 또한 일반적으로 수신기와 위성사이의 시각이 완전히 일치하지는 않으므로 수신기와 위성사이의 시간차를 미지수로 놓는다. 이렇게 하면 총 4개의 미지수가 되므로, 현재 위치를 구하기 위해서는 최소한 4개의 위성 데이터가 요구된다. 식(1)-(4)를 이용하여 현재 위치를 구할 수 있다.

$$(X_{s1}-X)^2 + (Y_{s1}-Y)^2 + (Z_{s1}-Z)^2 = R_1 \quad (1)$$

$$(X_{s2}-X)^2 + (Y_{s2}-Y)^2 + (Z_{s2}-Z)^2 = R_2 \quad (2)$$

$$(X_{s3}-X)^2 + (Y_{s3}-Y)^2 + (Z_{s3}-Z)^2 = R_3 \quad (3)$$

$$(X_{s4}-X)^2 + (Y_{s4}-Y)^2 + (Z_{s4}-Z)^2 = R_4 \quad (4)$$

R_i = 위성과 수신기 사이의 거리
 = 빛의 속도×(지연시간-수신기와 위성의 시각차)
 (X_{Si}, Y_{Si}, Z_{Si}) = 위성의 위치

현재 총 24개의 GPS위성이 12시간을 주기로 지구 위를 돌고 있어서 어느곳에서도 적어도 4개 이상의 위성으로 부터 신호를 수신할 수 있다. 24개의 위성은 6개의 궤도면에 4개씩 배치되어 있다. 그림 1은 위성의 궤도와 위성의 위치를 나타내었다.

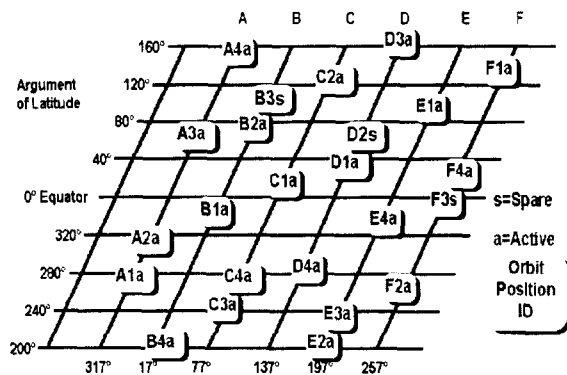


그림 1. 위성의 궤도 및 위치

GPS위성과 수신기 간의 통신은 코드다중분할접속방식(CDMA : Code Division Multiple Access)을 사용하고 있다. 각 위성의 수신기는 위성마다 고유한 의사잡음코드(Pseudo Random Noise Code)를 가지고 있어서 같은 주파수를 사용하더라도 위성마다 고유한 신호를 수신할 수 있다. 즉 서로 다른 코드의 상관값은 같은 코드의 상관값에 비해 무시할 수 있을 정도로 작은 값이 되므로 원하고자

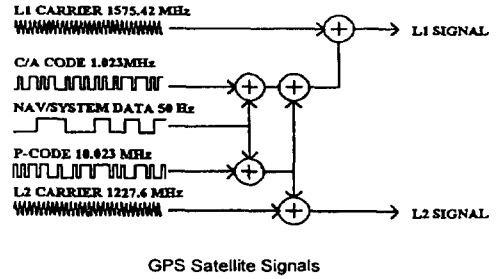


그림 2. GPS 위성 신호

하는 위성의 신호를 취할 수 있다. 이렇게 취해진 신호에는 위성의 위치정보 및 위성의 시간정보가 포함되어 있어서 수신기에서 위성으로 부터 수신한 신호를 해독하여 위성파 수신기 간의 시간 지연값을 얻어서 거리를 구하게 된다. 그런데 현재의 위치를 구하기 위해서는 4개의 위성으로 부터 동시에 신호를 수신해야 하므로 GPS수신기는 일반적으로 8-12개의 채널을 동시에 수신할 수 있는 다중채널 수신기가 사용된다. 여러개의 채널을 수신하여 가장 좋은 상태의 채널을 선택하여 현재의 위치를 계산하게 된다.

현재 GPS에서는 그림 2와 같이 두 종류의 코드가 서로 분리되어 사용되고 있다. 민간용으로 개방된 C/A (Coarse Acquisition)코드와 군사용으로만 사용이 제한된 P(Precise)코드가 있다. C/A코드는 길이가 1023비트이고 클럭주파수는 1.023MHz이며 위성의 전송 주파수 중 L1 (1575.42MHz)에 의해 변조된다. C/A코드는 암호화 되지 않아 현재 민간인의 사용이 허락되어 있으나 수신하여 처리된 위치정보는 약 100m 정도의 오차가 존재한다. GPS에서 SPS(Standard Position System)은 C/A코드를 이용한 것이다. 그러나 C/A코드와 함께 보다 정확한 위치를 제공하는 P코드가 있다. P코드는 위성의 전송 주파수 L1(1575.42MHz)과 L2(1227.67MHz)에 의해 변조된다. P코드는 길이가 매우 길며(주기가 7일) 클럭 주파수는 C/A코드의 10배인 10.23MHz이다. 또한 P코드는 Y코드로 암호화되어 있어서 해독키를 갖지 않은 일반 민간인은 사용할 수 없게 되어 있다. 군사용으로는 P코드와 C/A코드가 다 이용되는데, 이런 경우에는 위성에서 수신기까지 전파가 전달될 때 발생하는 여러 가지 오차 원인 중 이온층 및 대기층의 산란 및 굴절에 의한 오차를 줄일 수 있게 된다. 이렇게 C/A코드와 P코드를 사용하는 GPS 서비스를 PPS(Precise Position System)라 하며 현재 민간용으로 서비스되고 있는 SPS(Standard Position System)에 비해 매우 높은 정확도를 나타내며 약 1-5m 정도의 오차를 갖고 있다.

SPS를 이용한 위치오차는 PPS에 비해 매우 크다. 그 이유는 PPS가 P코드와 C/A코드 양쪽을 다 사용하기 때문이기도 하지만 보다 근본적인 이유는 미국방부의 SA (Selective Availability)에 의한 것이다. SA는 미국방부에서 민간용으로 할당된 SPS서비스에 임의의 바이어스를 첨가하여

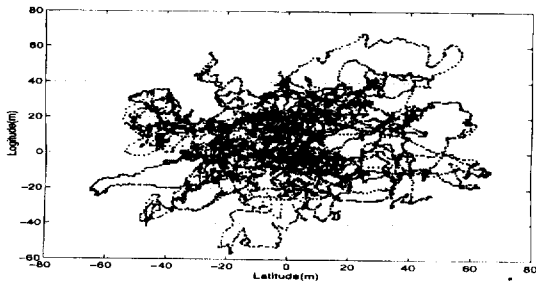


그림 3. GPS수신기에 받은 실제 데이터(2시간분량)

위치정보의 정확도를 낮추는 기술을 말한다. 실제로 이 SA로 인하여 위치오차가 매우 커지게 되어 보통 항법장치에서는 단독으로 SPS 서비스만을 가지고는 시스템을 구축할 수 없게 된다. 이는 GPS를 군사목적으로 사용하지 못하게 하려는 미국 정책에서 비롯된다. 미국의 군사용으로 사용되는 미사일 및 전투기 등에서는 SPS가 아닌 PPS를 사용하기 때문에 위치 정확도가 매우 높아 별도 시스템의 도움 없이도 이용이 가능하다. 실제로 걸프전에서 위력을 떨친 미국의 토마호크 미사일의 경우 GPS수신기가 장착되어 있으므로 고도로 정확한 공격이 가능하였다.

GPS의 오차 원인으로는 여러 가지가 있으나 다음 요인이 대부분의 오차를 발생시킨다[1, 9]. 첫째로 이온층 및 대기층으로 인해 전파경로가 굴절되어 발생하는 위치오차가 있다. 이런 종류의 오차는 이온층을 모델링 함으로서 어느 정도 줄일 수 있다고 알려져 있다. 이런 이온층의 오차를 역으로 이용하여 기상관측에 GPS 수신기를 사용하는 방법도 있다. 이는 이온층에 의한 오차를 분석함으로써 이온층의 두께 및 상태를 파악하는 것이다. 둘째로 위성을 제어하는 기지국과 위성사이에 발생하는 시각의 오차로 인해 발생하는 위치오차가 있다. 이러한 오차는 일반적으로 위성과 기지국 사이의 거리로 인해 정확한 시간의 동기화가 이루어지지 않기 때문에 발생하는 오차이다. 셋째로 위성신호의 해석에 의한 위치오차가 있다. 즉 위성으로부터 수신한 위성의 위치정보와 실제 위성의 위치정보가 다르므로 인해 발생하는 오차를 말한다. 이런 오차는 태양과 달의 중력에 의해 위성의 위치가 변하기 때문에 발생한다. 그림 3은 바로 이러한 오차를 적나라하게 보여 주고 있는 실제 데이터이다. GPS 수신기가 한 삼각점에 오랜동안 고정되어 있을 때 수신받은 신호는 그림 3에서 나타나듯이 삼각점 (0,0)을 중심으로 시간적으로 강도가 랜덤으로 변화하는 bias와 noise의 출현을 관찰할 수 있다.

이러한 위치정보의 오차를 발생시키는 원인을 어느 정도 제거할 수 있는 시스템으로 DGPS가 있다. 특히 이 DGPS는 미국방부에서 의도적으로 정확도를 떨어뜨리는 정책인 SA에 의한 오차를 효율적으로 제거할 수 있는 방법이므로 미국에서는 많은 지역에서 DGPS서비스를 하고 있다. 다음은 여러 가지 원인에 의해 발생된 오차를 줄이는 DGPS 방법을 고찰하겠다.

3. DGPS(Differential GPS)

DGPS는 GPS에서 발생하는 오차의 원인을 효과적으로 제거할 수 있는 시스템이다. 이 방식은 위치를 알고 있는 지점에 GPS기지국을 설치하고 이 기지국에서 수신한 위치정보와 실제 위치정보와의 차이를 이용하여 오차값을 찾아낸다. 그리고 이러한 오차값을 동일한 지역, 동일한 시간대에 있는 이동 GPS수신기에 실시간으로 전송하여 현재 위치정보의 정확도를 높이는 방법이다. 이러한 방법은 앞서 지적한 여러 오차 원인 중 이온층 및 대기층의 오차와 미국방부에서 의도적으로 SPS서비스의 오차를 증가시키는 SA의 효과를 매우 효율적으로 제거할 수 있다. DGPS방식을 사용하게 되면 위치 오차값이 수 m 내외가 된다. 이는 DGPS를 사용하지 않은 방법에 비해 위치오차가 매우 큰 폭으로 줄어든다.

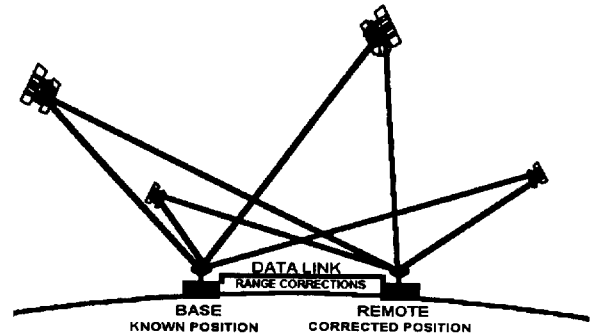


그림 4. DGPS 방식

DGPS를 가능하게 하기 위해서는 지상 기지국과 이동 수신기에 오차값을 전송하기 위한 주파수대 그리고 효율적으로 오차값을 전송하는 위치오차정보 전송방식이 필요하다. DGPS 방법은 현재 미국에서 실용화되어 있으며 주로 해안 지역에서 많은 서비스를 하고 있다[4]. DGPS 방식은 위치 오차정보를 전송하는 방식에 따라서 여러 방식이 사용되고 있다. DGPS 방법과 함께 GPS위성전파의 반송파 위상을 검출하여 도달 지연시간을 더욱 정밀하게 검출하는 반송파 위상검출 방식이 있다. 이 방법은 매우 정확도가 높아서 위치 오차가 수 cm로 알려져 있다. 그러나 반송파의 위상을 검출하기 위해서는 위상을 검출할 수 있을 정도의 기본적인 정확도가 필요하며 또한 위상을 검출할 수 있는 GPS수신기도 필요하게 된다. 이 시스템은 위치를 고도로 정밀하게 측정하는 측량 분야에서 사용되고 있다. DGPS는 현재 미국 해안 경비대(Coast Guard)에서 서비스하고 있으며 서비스의 범위는 점차 확대되어 가고 있는 추세이다. 이 방법은 DGPS기지국과 이동 수신기 사이의 거리가 멀리 떨어져 있지 않을 경우에 유효하며 우리나라의 경우에는 약 4개의 DGPS기지국이 있으면 DGPS서비스를 할 수 있다고 발표

된 바 있다.

4. GLONASS

위치정보를 제공하는 시스템으로는 미국의 GPS 외에도 구 소련에서 개발되어 현재 러시아에 의해 운영되고 있는 GLONASS가 있다. GLONASS는 GPS와 동일하게 전 세계적인 위치정보를 제공하고 있다. GLONASS는 수신기와 통신 방식에 있어서 GPS와 차이가 있다. GPS는 CDMA방식을 사용하므로 사용되는 주파수는 하나이며 위성마다 고유한 PRN코드가 있어서 수신기에서 여러 위성으로부터 오는 신호를 분리해 내고 있다. 반면에 GLONASS는 주파수다중분할방식(FDMA)이므로 위성마다 수신기와 수신하는 주파수가 각각 고유하게 정해져 있다. GLONASS는 3개의 궤도면에 각각 8개씩의 위성이 돌고 있으므로 총 24개의 위성에 대한 주파수를 할당해야 한다. 다음 식을 이용하여 주파수를 할당한다.

$$L1 : 1602 + 0.5625 \times n(\text{주파수 채널 번호}) \text{ MHz}$$

$$L2 : 1246 + 0.4375 \times n(\text{주파수 채널 번호}) \text{ MHz}$$

GLONASS의 궤도면에 있는 위성의 위치는 그림 5와 같다.

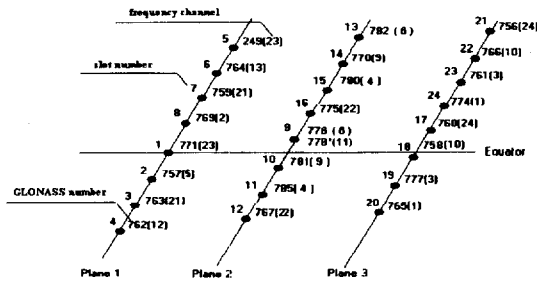


그림 5. GLONASS의 궤도

GLONASS와 GPS는 표 2에 나타난 것과 같이 매우 유사하다. 위성에서 위치정보를 얻을 때 위성의 위치에 따라 오차값이 변하는데 이러한 오차값을 DOP(Dilution of Precision)이라 하며 실제로 수신기에서 받는 위치 오차 값은 식 (5)에 의하여 표현된다.

$$RMS \text{ 위치오차} = DOP \times RMS \text{ 거리오차} \quad (5)$$

식 (5)에 의하면 위치오차값이 DOP값에 비례하여 변하며 DOP값을 작게하면 전체적으로 위치오차의 값이 줄어들음을 알 수 있다. 그런데 이 DOP값은 수신기와 수신기에 송신하는 위성의 각에 의해서 결정된다. 따라서 DOP값을 줄이기 위해서는 가능한 한 수신기와 GPS위성의 각도를 최적으로

표 2. GLONASS와 GPS의 비교

항목	GPS	GLONASS	
전송주파수	L1: 1575.42MHz L2: 1227.60MHz	L1: (1602+0.5625n)MHz L2: (1246+0.4375n)MHz n=1,2,3,...24	
코드	CDMA C/A Code: L1 P Code: L1 & L2	FDMA SP: L1 HP: L1 & L2	
코드주파수	C/A : 1.023MHz P : 10.23MHz	SP: 0.511MHz HP: 5.11MHz	
좌표시스템	WGS84	PZ-90	
시각시스템	UTC	UTC	
정확도	수평	100m	100m
	수직	140m	150m

WGS84: World Geodesic System -1984
 UTC : Universal Time Coordinated
 SP : Standard Precision
 PZ-90 : Parameters of Earth
 HP : High Precision

표 3. GPS와 GLONASS의 성능 비교

항목	수평 오차(m)		수직오차(m)
	50%	95%	95%
GPS(SA off)	7	18	34
GPS(SA on)	27	72	135
GLONASS	10	26	45
GPS+GLONASS	9	20	38

맞추어야 한다. 그렇게 하기 위해서는 많은 위성이 궤도에 떠있어서 수신기가 최적의 DOP 조건에 있는 위성을 선택할 수 있어야 한다. 위성의 수를 늘리기 위해서는 많은 위성을 쏘아 올려야 하므로 비용이 너무 많이 든다. 추가적인 비용이 들지 않고도 사용 가능한 위성을 늘리는 방법으로는 GLONASS를 이용하는 방법이 있다. GPS와 GLONASS를 동시에 이용이 가능한 수신기를 사용하면 DOP값이 현격히 줄어들 뿐 아니라 위성을 잡지 못할 확률도 크게 개선된다. 표 3에는 GPS와 GLONASS의 성능을 비교하였다[2, 3].

5. Pseudolite

위성의 위치정보 정확성을 높이는 방법으로 DGPS 외에도 Pseudolite를 이용하는 방법이 있다. 이 방법의 원리는 지상에 있는 기지국에서 위성의 신호와 동일한 양식을 갖는 신호를 송신하여 수신기로 하여금 가상위성이 있는 것처럼 하는 방법이다. 이 방법을 사용하면 GPS위성의 오차 원인인 이온층, SA 등이 제거되므로 정확한 수신기의 위치를 측정할 수 있다. 그러나 가상위성으로부터 수신기까지 전파의 도달거리가 직선이어야 하며 전파의 도달 세기가 일정해야 하는 문제점을 안고 있다. 이로 인해 현재 차량에는 사용되지 못하고 항공기에만 사용되고 있다.

Pseudolite를 이용하여 위치정보를 측정하게 되면 안개, 폭우 등 악천후에서도 항공기의 정확한 위치를 측정 할 수 있다. 현재 이 방법은 항공기의 자동 이착륙에 적용할 수 있도록 개발되고 있으며, 미국 FAA(Federal Aviation Administration)에서 만든 Category I, II, III의 규정을 만족시키는 시스템으로 연구가 진행되고 있다. Category I, II, III의 요구 조건은 항공기의 안전한 이착륙을 유도할 수 있도록 정확한 항공기의 위치오차를 수 cm로 한정하고 있는데 이처럼 정확한 위치를 측정하기 위해서는 현재 Pseudolite를 이용한 방법이 가장 효율적이다.

Pseudolite를 이용하는데는 몇가지 문제가 있다. 그 대표적인 것으로 흔히 CDMA시스템에서 발생하는 근원문제(near-far problem)가 있다[6]. 근원문제는 다음과 같다. Pseudolite를 이용하기 위해서는 지상에 GPS위성의 신호와 동일한 양식의 신호를 송신하는 지상 기지국을 여러개 두어야 한다. 그런데 이렇게 지상에 둔 여러개의 기지국은 항공기의 비행에 따라 기지국과의 거리가 변화된다. 이런 상황에서 항공기가 지상의 가상위성으로부터 받는 신호는 항공기의 이동에 따라 신호의 세기가 달라지게 된다. 즉 가까이 있는 지상의 가상위성으로부터 받는 신호와 상대적으로 먼곳에 있는 가상위성으로부터 받는 신호의 세기는 많은 차이를 보이게 된다. 이때 상대적으로 가까이 있는 가상위성으로부터 받는 신호가 먼곳에 있는 가상위성으로부터 받는 신호에 왜곡현상을 일으키게 하므로 상대적으로 먼곳에 있는 가상위성의 신호를 이용할 수 없게 한다. 따라서 이러한 현상을 제거하기 위해서는 가까운 가상위성으로부터 송출하는 신호와 먼곳에 있는 가상위성으로부터 송출하는 신호의 세기를 조절해야 한다. 이렇듯 항공기의 위치 변화에 따른 지상 가상위성의 전파 세기를 조절하는 시스템이 필요하게 된다.

이런 문제 외에도 신호가 직접 GPS수신기에 직선 거리로 도달되지 않고 반사되어 신호의 중첩현상이 일어나 이른바 다중경로(Multipath) 현상도 또한 문제점으로 지적되고 있다.

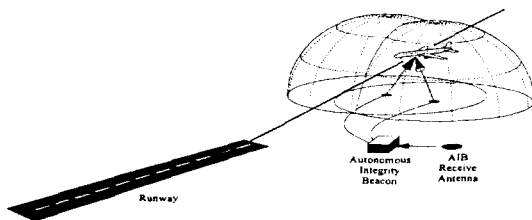


그림 6. Pseudolite를 이용한 시스템

6. Hybrid 시스템

앞에서 언급한 시스템은 모두 전파를 이용하였으므로 전

파의 도달이 미치지 않은 지역에서는 사용이 불가능하다. 따라서 위치정보를 제공하는 여분의 센서를 사용하여 전파가 도달하지 않은 지역에서도 연속적으로 위치를 제공할 수 있는 시스템이 필요하다. 이는 주로 전파의 환경에 민감한 자동차의 항법장치에 많이 사용되는 시스템의 형태이다. 즉 자동차가 도심지역이나 터널을 통과하게 되면 GPS신호를 받을 수 없게 되고 따라서 GPS수신기를 이용할 수 없게 된다. 이런 상황에서 연속적으로 위치를 검출하기 위해서는 Gyro, 지자기 센서 등 차량의 위치와 무관하게 계속적으로 위치정보를 제공하는 센서가 필요하다.

Gyro센서는 차량이 진행함에 따라 오차가 누적되어지는 특성이 있어서 일정 시간 이상을 사용하면 오차가 너무 커져서 효용가치가 없게 되는 문제점이 있으며, 지자기 센서는 지구의 지자기의 세기를 검출하여 차량의 위치를 추적하는 방법이므로 주위 자장을 일으키는 물질이 있으면 역시 효용가치가 없게 되는 단점이 있다[10~12]. 이런 문제를 해결하기 위해 GPS위성을 사용할 수 있는 지역에서는 Gyro와 지자기 센서등 여러 센서를 융합하여 위치를 제공하고 GPS위성을 사용할 수 없는 지역에서는 GPS수신기 이외의 센서를 이용하여 항상 주행하는 차량에 위치를 제공하는 Hybrid 시스템이 있다. 이런 Hybrid 시스템의 대표적인 것으로 GPS수신기와 Gyro 그리고 Odometer를 융합한 시스템이 있다.

또한 이러한 형태의 시스템에 지도의 위치정보를 추가하여 주행하는 차량에 보다 효율적인 위치정보를 제공하는 시스템이 개발되고 있다. 이런 시스템을 사용 가능하게 하기 위해서는 주행하는 도로의 지도가 차량에 부착되어 실시간 이용이 가능해야 한다. 현재 이와 같은 기술을 사용하기 위해서는 지리정보시스템이 얼마나 효율적으로 구축되었는가에 따라 Hybrid 시스템의 성능이 좌우된다.

단일 센서 방식의 대표적인 문제로는 각각 센서에서 발생하는 잡음 및 바이어스를 들 수 있다. Gyro나 GPS에서 자체적으로 발생하는 잡음 및 바이어스를 효율적으로 해결하는 알고리즘의 연구가 Hybrid 시스템의 성능을 좌우한다. 이와 같은 문제의 해결을 위해서 통계적인 특성이 다른 센서를 융합하여 잡음 및 바이어스를 제거하는 다중센서 융합 방법이 있다. 이는 다중센서를 이용하여 주위 환경이나 센서 작동 상황에 따라 확률적으로 정확하고 신임있는 센서에게 가중치를 주어 위치정보를 예측하는 기술이다. 이미 일본에는 이런 방법을 이용한 시스템이 상품화되어 차량의 주행시 많은 도움을 주고 있다. Hybrid 시스템은 이와 같이 서로 다른 통계적 특성을 가진 센서를 이용하여 정밀도를 높이는데 사용되고 있지만 군사용으로는 GPS위성의 사용이 불가능 할 때 계속적인 위치정보를 제공하는 수단으로 이중의 센서를 이용한다. 걸프전쟁때 위력을 떨친 토마호크 미사일의 경우에도 GPS수신기 뿐 아니라 Gyro도 함께 장착이 되어 있다. 이런 군사용의 무기에서는 특히 시스템의 안정성이 매우 중요하다. 따라서 여러개의 센서를 동시에 사용 가능한 시스템이 필요하다. 현재 미국에서 군사용으로 GPS와 INS(Inertial Navigation System)의 융합에 대한 연

구가 활발히 진행되고 있으며 현재 미군의 전투기에 장착되어 테스트되고 있다고 발표된 바 있다.

7. 맺 음 말

지금까지 우리는 전파의 특성을 이용하여 위치를 측정하는 여러 기술을 살펴보았다. 특히 위치정보의 획기적인 발전을 가져오게 한 원동력인 GPS를 이용하여 위치정보의 정확도를 개선한 여러 방법에 대하여 살펴보았다. 그러나 전파의 지연시간을 측정하여 위치를 추적하는 방법은 전파가 도달 할 수 없는 상황이나 GPS위성이 동작되지 않을 경우에는 문제가 되고 있다. 또한 민간인에게 제공되는 GPS의 SPS 위치정보는 수신 상태가 좋더라도 noise와 bias로 인하여 100m 정도의 오차는 존재한다. 따라서 GPS 수신기만 단독으로 부착하여 차량항법에 사용할 수는 없다. 이를 대처하기 위해서는 서로 독립적으로 동작하는 위치센서를 융합하여 시스템의 가용성을 높이는 것이 가장 적절한 방법이다.

이런 상황에서 현재 위치의 오차를 개선하는 방안으로 DGPS기술을 이용하여 해결하는 방안도 역시 전파를 이용하는 방법이므로 차량이 도심을 주행하는 경우에는 사용이 불가능하다. 발표된 자료에 의하면 도시구조에 따라 GPS 사용 가능 비율이 다르나 현재 50% 내외로 알려져 있다. 그러므로 차량 항법장치는 INS를 포함한 Hybrid 시스템으로 개발하는 것이 가장 효과적이며 일본의 경우 차량항법장치는 대부분 이런 방식으로 개발되고 있다. 국내에서도 이 분야의 연구가 자동차 회사를 중심으로 활발히 이루어지고 있으며 학계에서도 정확한 위치정보의 제공이 구현 가능한 기술 개발 위주로 이루어져야 한다고 본다.

참 고 문 헌

[1] B.W Parkinson, "History and Operation of NAVSTAR, the Global Positioning System," IEEE Transactions on Aerospace and Electronic system, Vol 30, pp.1144-1160, Oct. 1994.

[2] P. Misra, M. Pratt, "GLONASS Performance in 1995," MIT Lincoln Laboratory Report

[3] P. Misra, M. Pratt, "GLONASS Performance in 1994," MIT Lincoln Laboratory Report

[4] Report to the committes on Appropriations, "Differrential GPS:An Aid to Positive Terrain Cntrol," U.S Federal Railroad Administration, June 1995.

[5] H. S Cobb, D. G Lawrence, B. S Pervan, "Precision Landing Tests with Improved Integrity Beacon Pseudolites," ION GPS-95, 1995.

[6] A. Ndili, "GPS Pseudolite Signal Design," ION-GPS-94

[7] S. P Karatsinides, "Enhancing Filter Robustness in

Cascaded GPS-INS Integration," IEEE Transactions on Aerospace and Electronic System

[8] M. A Kao, D. H Eller, "Multiconfiguration Kalman Filter Design for High Performance GPS Navigation," IEEE Transactions on Automatic Control, vol AC-28, Mar 1983, pp 304-314

[9] H. S Cobb, D. G Lawrence, "Observed GPS Signal Continuity Interruptions," ION-GPS-95

[10] M. A Veiss "The Design of Kalman Smoothers for Global Positioning System Data," IEEE Transactions on Instrumentation and Meaurement, vol 38, pp.652-657, Apr. 1989.

[11] R. A Singer, "Estimating Optimal Tracking Filter Performance for Manned Maneuvering Targets," IEEE Transaction on Aerospace and Electronic System, vol aes-6, July 1970, pp 473-483

[12] S. M Bennett, R. B Byott, D.Allen, J.Brunner, S.Emge, "Fiber optic Gyro For Land Navigation," Vol, 2510 pp 28-36, SPIE

[13] "The government of the russian federation ,The decree," March July, 1995 Number 237 Moscow

저 자 소 개



서인식(徐仁植)

1969년 10월 17일생. 1994년 2월 고려대 공대 전자공학과 졸업. 1994년 2월-1995년 8월 삼성전자(주) 연구원. 1995년 8월-현재 고려대 대학원 전자공학과 석사과정. 관심분야:시스템 통합, 데이터 융합, 신호처리.



고한석(高漢錫)

1960년 8월 10일생. 1982년 5월 Carnegie-Mellon Univ. Pittsburgh, Pennsylvania 전자공학과 졸업. 1986년 5월 Univ of Maryland, College Park, Maryland 시스템공학과 졸업(석사). 1988년 5월 Johns Hopkins Univ, Boltimore, Maryland 전자공학과 졸업(석사). 1992년 5월 Catholic Univ of America Washington D.C. 전자공학과 졸업(공학). 1983년 9월-1995년 2월 White Oak 연구소, Silver Spring, Maryland 책임 연구원. 1992년 9월-1995년 2월 Univ of Maryland Baltimore County 조교수. 1995년 3월-현재 고려대 공대 전자공학과 조교수. 관심분야 : 정보처리(데이터 융합, 시스템 인 터그레이션, tracking, 데이터 축소, 정보이론), 신호처리(음성, 화상처리)