

육내 외 위치정보측정시스템의 원리와 응용

The Principles and Applications of Outdoor & Indoor GPS(Global Positioning System)



글 | 文幸奎

(Hank Moon)

정보통신기술사,
한국기술사회 홍보위원,
엠에스아이연구소 대표이사,
E-mail : hkmoon123@naver.com

1. GPS(Global Positioning System)에 대하여

GPS란, Global Positioning System(전 지구 위치측정시스템)의 약어로 미국 국무성이 개발한 위성항법시스템이다. GPS를 구성하는 24기의 위성은 정밀한 마이크로전파를 송신하여 지구에 있는 GPS수신기의 위치, 속도, 방향 및 시간을 결정할 수 있게 해 준다. 1983년 KAL 007 추락사건을 계기로 당시 미국의 레이건 대통령이 GPS를 군용으로만 사용할 것이 아니고 민간도 무료로 사용할 수 있도록 허용하여 오늘에 이르렀다. 지금은 실제로 자동차 내비게이션, 휴대전화 등에 사용되어 필수품 화 되어 있고, 항행, 지도, 측량, 상거래, 과학, 취미, 시간정보, 지진연구, 통신망 동기 등 여러 분야에 응용되고 있다.

GPS의 인공위성에서 발신되는 신호에는 다

GPS is the Global Navigation Satellite System which is developed by the United States Department of Defense as an abbreviation of the Global Positioning System . The GPS uses a constellation of 24 Medium Earth Orbit satellites that transmit precise microwave signals, that enable GPS receivers to determine their location, speed, direction, and time. Following the shooting down of Korean Air Lines Flight 007 in 1983, President Ronald Reagan issued a directive making the system available free for civilian use as a common good. Since then, GPS has become a widely used aid to navigation worldwide, and a useful tool for map-making, land surveying, commerce, scientific uses, and hobbies such as geocaching. GPS also provides a precise time reference used in many applications including scientific study of earthquakes, and synchronization of telecommunications networks.

음의 2가지가 있다.

알마넵 데이터(almanac data)신호는 모든 GPS위성의 궤도정보가 포함되어 있다. 각각의 위성의 신뢰도와 그 위치에 관한 종합적인 데이터이다.

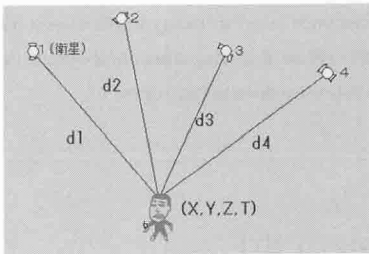
에페메리스 데이터(Ephemeris data)는 각 위성의 정확한 위치정보와 신호를 발사한 시 각정보를 포함하고 있다.

GPS수신기는 우선 알마넵 데이터를 이용하여 현재 위치에서 이용 가능한 위성을 확인한

다. 그리고 각 위성에서 수신한 에페메리스 데이터를 이용하여 수신자의 위치를 계산한다.

그러면 GPS수신기가 위도, 경도, 고도를 어떻게 계산해 내는 것일까?

보통은 위도, 경도, 고도(X, Y, Z)의 3가지의 미지수를 구하므로 3식을 만들어 연립방정식으로 미지수를 구할 수도 있겠지만 GPS수신기의 시계는 GPS위성에 탑재되어 있는 원자시계에 비해서 성능이 떨어지므로 상당히 오차가 있다. 그 때문에 현재시각 T도 미지수로서 계산해야 하므로 4식을 세워서 구해 줄 필요가 있다. 결론부터 먼저 말하면 이 때문에 4개의 위성으로부터의 정보(X, Y, Z, T)가 필요하다.



〈그림 1〉 위치계산방법도

4개의 위성에서 얻은 정보를 각각 (x_1, y_1, z_1, t_1) , (x_2, y_2, z_2, t_2) , (x_3, y_3, z_3, t_3) , (x_4, y_4, z_4, t_4) 라 하고, 각 위성으로부터의 거리를 각각 d_1, d_2, d_3, d_4 라고 한다. 전파의 속도를 이론상 광속(c)이라고 생각하면 4개의 식이 성립하고 이 4식을 연립해서 풀면 수신기의 위치(X, Y, Z)가 구해진다.

또한 수신기의 고도를 무시하여 위도와 경

$$d_1 = \sqrt{(X - x_1)^2 + (Y - y_1)^2 + (Z - z_1)^2} = c(T - t_1)$$

$$d_2 = \sqrt{(X - x_2)^2 + (Y - y_2)^2 + (Z - z_2)^2} = c(T - t_2)$$

$$d_3 = \sqrt{(X - x_3)^2 + (Y - y_3)^2 + (Z - z_3)^2} = c(T - t_3)$$

도만을 알고 싶을 때에는 3식으로 되므로 필요한 위성의 수는 3개가 된다. 따라서 자신의 위치를 알기 위해서는 최저 3개의 위성으로부터 정보가 필요하다.

GPS위성에서 발신되는 전파는 건물 등에 부딪쳐 굴절, 반사한다. 그 때문에 수신하는 장소에 따라서 오차가 많이 생기거나 혹은 위치측정이 불가능한 장소도 있다. 예를 들어 건물속의 창 쪽에서는 측정 가능한 장소도 있으나 건물 속에서의 위치측정은 곤란해진다.

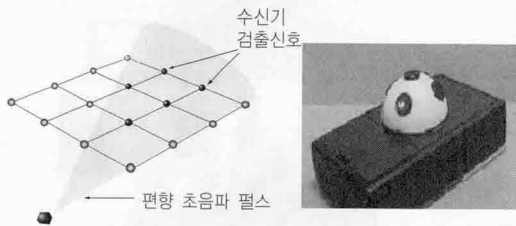
2. 옥내에서의 위치측정시스템

옥내에서는 GPS를 이용한 위치측정은 힘들다. 옥내에서 요구되는 위치정보는 보다 실시간 전송되어야 하고 보다 정확하지 않으면 그 유용성은 없어진다. 예를 들어 휴대전화를 소지한 방문객이 기밀이 요구되는 회사 연구소 건물 안에 들어오면 방문객 휴대전화의 위치를 자동으로 파악해 휴대전화에 부속되어 있는 사진촬영기능이나 메일전송기능 등을 자동으로 정지시키고 싶거나, 휴대전화 업무보고에 시달려 사생활이 엉망이 돼버린 CEO가 사무실에 들어오면 휴대전화의 위치를 정확히 파악해 휴대전화로 걸려오는 전화를 자동으로

사무실 유선전화로 전환시켜 비서에게 받게 하고 싶은 경우에는 그야말로 위치정보의 리얼타임과 정확성이 요구된다.

옥내에서의 위치정보를 취득하는 구조는 GPS의 구조와 비슷하다. 즉, 발신기와 수신기의 사이의 거리를 계산하여 삼각측량을 이용하여 위치정보를 얻는다. 사람은 소형의 발신기를 몸에 지니고 천정에 고정된 복수의 초음파 수신센서가 초음파를 수신한다.

천정에 고정된 수신센서는 각각 네트워크에 연결되어 있어 그 정보는 네트워크를 통해 PC로 넘겨진다. PC는 그 정보를 기초로 위치정보를 결정하여 위치정보를 시각적으로 표현할 수 있다.



〈그림 2〉 옥내위치측정 프로세스

〈그림 2〉 오른쪽의 모바일 발신기는 16bit의 특정 어드레스를 가져 다른 사람과 구별할 수 있다. 우선 이 모바일 발신기는 PC에 접속된 컨트롤러에서 200ms마다 무선 메시지를 수신한다. 그리고 그 무선메세지의 내용을 탑재된 FPGA에 의해 복호화해서 그것을 초음파에 태워 5ms 간격으로 발신한다. 발신을 끝낸

모바일 발신기는 다음으로 컨트롤러에서 다음의 무선메세지가 보내오기까지 195ms 동안 스탠바이 해 둔다. 동시에 PC는 천정에 준비되어 있는 수신기에 리셋시그널을 송신한다. 리셋시그널을 받은 수신기는 그로부터 20ms의 사이 초음파를 받을 수 있는 상태가 된다. PC는 리셋시그널을 내고서부터 각 수신기가 최초의 초음파를 받기까지의 시간을 검지하여 그것을 기본으로 다음과 같은 계산을 행한다.

각 수신센서와 발신기의 거리를 알면 다음은 GPS에서와 같이 삼각측정에 의해 그 위치를 구할 수 있다. 거리를 구하기 위해서 계산에 이용하는 문자들은 다음과 같다.

t_r : 컨트롤러에서 발신한 무선메세지가 모바일 발신기에 닿기까지의 시간

t_u : 모바일발신기에서 발신한 초음파가 수신센서에 닿기까지의 시간

$d_1 \sim d_n$: FGRA가 무선메시지를 복호화하는데 걸리는 지연시간 등

t_p : 프로세스에 걸리는 총 시간

l_r : 컨트롤러에서 모바일 발신기까지의 거리

v_s : rm 방에서의 음속

l_u : 모바일 발신기와 수신센서 사이의 거리
(이 값을 구해야 함)

이상을 기초로 이하의 간단한 수식변형에 의해 l_u 를 구할 수 있다.

$$t_p = t_r + t_u + \sum_{i=1}^n d_i \quad (1)$$

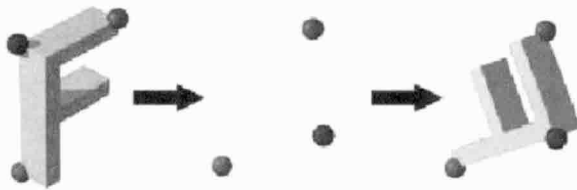
$$t_r = \frac{t_r}{c}$$

$$t_u = \frac{t_u}{v_s}$$

$$c \gg v_s \quad t_u \gg t_r$$

$$t_u \approx v_s \times \left(t_p - \sum_{i=1}^n d_i \right) \quad (2)$$

모바일 발신기와 수신센서 사이의 거리를 구하였으므로 다음은 각 센서를 중심으로 그 거리를 반경으로 하는 원을 그려 그 원의 교점을 구하면 정확한 위치를 구할 수가 있다.



평면에 목적물의 위치를 3개의 점으로 표시

3개의 점으로 3D위치 결정

측정된 위치에서 점들의 관계를 매핑하여 3D 위치 및 방향 발견

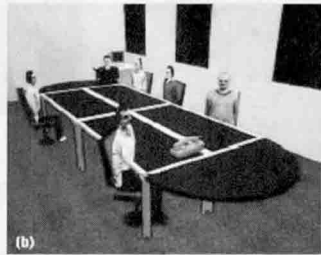
<그림 3> 3개의 모바일 발신기를 이용한 방향측정도

3개의 모바일 발신기를 동일 직선상에 위치하지 않도록 장착하면 위치뿐만이 아니라 방향도 측정할 수 있다(그림 3 참조). 이 방법은 방 속의 고정된 물체나 느린 속도로 움직이고 있는 이동 물체에 대해서 보다 유효하다.

기술 발전에 따라 옥내위치측정을 위한 모바일발신기는 보다 소형이 되고 사람의 위치는 PC상의 어플리케이션에 의해 보다 알기 쉽게 입체화되고 있다.



<그림 4> 모바일 초음파 발신기



<그림 5> 실제 위치와 비주얼의 비교

앞으로는 이 위치정보를 기초로 한 context-aware한 어플리케이션의 개발이 보다 요구되어질 것이다.

<원고 접수일 2008년 8월 19일>