

# DGPS를 이용한 시각장애인 유도로봇의 Localization 시스템

박 승 우, 신 동 범, \*이 용 혁, \*한 진 수, 홍 승 홍  
인하대학교 전자공학과, \*한국산업기술대학교 전자공학과  
전화 : 032-868-4691 / 핸드폰 : 011-9475-0971

## Localization System of guide-robot for Visually Impaired using DGPS

Seung-Woo Park, Dong-Baum Shin, \*Eung-Hyuk Lee, \*Jin-Soo Han, Seung-Hong Hong  
Dept. of electronic engineering, IN-HA University  
\*Dept. of electronic engineering, Korea Polytechnic University  
E-mail : sw0402@hitel.net

### Abstract

This research embodied DGPS (Differential GPS) system that robot detects users present position in outside environment as part of Lacteal gland robot that is sight obstacle. Therefore, introduced GPS system that is effective means that can save essential world coordinate to realize global navigation. However, it is no the effectiveness to use GPS that is having error of tens meter to apply to lacteal gland robot that is sight obstacle without revision. Therefore, this research embodied Localization system of lacteal gland robot that is sight obstacle using DGPS that make use of FM DARC system to use DGPS to heighten navigation accuracy of this.

### I. 서론

본 연구에서는 '시각장애인 유도로봇'의 일환으로서 로봇이 외부 환경에서 사용자의 현재 위치를 검출하는 DGPS(Differential GPS) 시스템을 구현하였다. 시각장애인을 위한 보행 보조 기기들은 여러 가지 환경인식용 센서를 사용하여 시각장애인이 장애물을 회피할 수 있는 능력을 보유할 수 있게 되었고, 또 국부지역에서는 인도기능까지 구현할 수 있었지만 전역적인 위치정보를 얻기 힘들었기 때문에 global navigation을 효과적으로 실현할 수 없었다. 근래에 들어 군사용으로만

사용되던 GPS가 민간으로 개방되면서 global navigation을 효과적으로 실현할 수 있는 가능성을 보여주었다. GPS는 지구상 어느 곳에서나 24시간 이용할 수 있는 것은 물론, 기상조건, 외부의 간섭 및 방해에 보다 강하고 특히 전 세계적으로 공통좌표계(WGS-84 : World Geodetic System)를 사용하여 세계적인 절대좌표를 제공하기 때문에 guide-robot에 이용하여 global navigation을 실현하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 GPS시스템은 측위에 있어서 위성계도오차(0.57m), 위성시계오차(1.43m), 전리층 지연(7.00m), 대류층 지연(0.25m), 수신기 잡음(0.80m) 등 여러 가지 오차요인을 포함하고 있기 때문에 정확성과 안전성을 요하는 시각장애인 유도로봇에 직접 적용하기에는 부적합하다.

따라서 본 연구에서는 FM DARC시스템을 통하여 방송되는 기준국의 GPS 정보를 이용하여 DGPS를 구성하여 시각장애인 유도로봇의 위치정보를 보다 정확하게 측위할 수 있는 Localization 시스템을 구현하였다.

### II. DGPS

#### (Differential Global Positioning System)

GPS(Global Positioning System)란 미국 국방성에서 개발한 우주공간의 위성을 이용하는 전 세계적인 위치 측정 시스템으로서 20,200km 지구상공의 6개 궤도에 4개의 위성씩 총 24개의 위성으로 구성되어 전

세계 어느 곳에서도 자신의 위치를 측정할 수 있는 정밀한 전파측위시스템이다.

DGPS(Differential GPS)는 GPS의 오차를 보다 정밀하게 보정하여 이용자에게 제공하는 일종의 GPS 보정 시스템으로서, 정밀하게 측정된 기준국의 위치와 GPS 위성으로부터 수신한 신호를 비교하여 오차 보정값(Differential Correction Error)을 해상용 중파 라디오비컨 송신기로 전송하는 방식으로 DGPS 신호를 수신할 수 있는 해상, 육상의 모든 이용자들은 정밀한 위치정보를 이용할 수 있다.

두개의 수신기가 비슷한 위치에 있다고 가정했을 때 각 위성과의 의사거리(Pseudorange)에 포함되는 오차 중 위성이 가지는 오차, 전달 과정 상의 오차는 같다. 즉 두개의 수신기에서 같은 위성으로부터 받은 신호에 포함되는 오차 중 각 수신기의 특성이나 환경에 의해 좌우되는 오차를 제외한 나머지는 공통의 오차라 할 수 있다. 만일 이 두개의 수신기중 한 개가 자신의 위치를 이미 알고 있어서 위성과의 실제 거리를 안다면 오차가 포함된 의사거리에서 실제 거리를 빼면 공통의 오차에 수신기에 의해 좌우되는 오차만 남게 된다. 이 오차값을 다른 수신기에 보내어 공통의 오차를 제거하도록 하면 좀더 정확한 위치를 계산할 수 있다.

DGPS의 기본은 이 원리를 이용하여 이미 자신의 위치를 알고 있는 기준국에 수신기에 의해, 좌우되는 오차를 최소로 가지게 하는 뛰어난 성능의 수신기를 달고 공통의 오차량을 계산하여 그 값을 근방의 일반 수신기 사용자들에게 전달하여 일반 수신기 사용자들의 위치 계산 정확도를 향상시키고자 하는 방법이다.

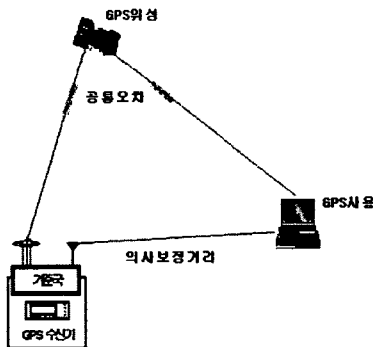


그림 1. DGPS의 기본 구성도

그림 1. 은 DGPS의 기본 구성도를 나타내고 있다.

DGPS를 실시하는 방법에는 크게 두가지 방식이 있는데 첫 번째로 정확한 3차원 좌표(경도, 위도, 고도)를 알고 있는 기준기지국에서 수신한 GPS 위치오차를 정확한 위

치오차와 비교 계산한 후 차량이나 선박 또는 사용자에게 전송하여 동일한 전파환경에서 발생하는 위치오차를 줄이는 방법과 기준 기지국에서 현재 수신 가능한 모든 위성들에 대한 Pseudo range 측정값과 여러 가지 오차 성분들을 선박 또는 사용자에게 전송하고 수신측에서 위치측정에 사용할 위성들의 오차를 보정하여 정확한 위치를 파악하는 방법이 있으며 두 번째 방법이 현재 가장 많이 사용하고 있는 방법이다.

### III. FM DARC (Data Radio Channel)

MBC 문화방송에서 송출하고 있는 FM DARC는 FM부가방송 서비스의 일종으로 FM주파수의 여유분(53Khz~100Khz)에 디지털 정보를 다중화(Multiplex)하여 오디오 FM방송과 동시에 뉴스, 증권, 기상, 교통정보 그리고 DGPS 등 각종 부가서비스를 제공해 주는 시스템이다.

DARC의 데이터 전송속도는 16Kbps로 전송 중 정보의 동기(Synchronization) 확립을 위한 BIC(Block Identification Code) 및 전송오류로 인해 발생된 손실 정보의 복원을 위한 Parity를 제외한 순수정보 전송속도는 9.78Kbps(C Frame, 데이터를 압축하지 않은 상태)를 유지한다. 이것은 초당 약 천 개 이상의 문자를 전송할 수 있다.

FM DARC는 중심주파수가 76Khz의 LMSK(Level Controlled Minimum Shift Keying)를 사용한다. 76Khz LMSK 부가방송과는 FM composite 신호에 10%의 변조도(-20dB)를 가지고 주신호의 변조도에 의해 4%에서 10%까지 연동하도록 되어있다. 주신호의 L-R 신호에 의한 FM DARC 신호의 연동 시 두 가지 이점이 있다.

멀티패스가 발생 시, 주 신호에 의한 부가신호의 간섭을 막아주고, L-R 신호가 2.5%이하 일 때, LMSK 신호의 변조도는 4%로 되는데, 이것도 주신호에 의한 간섭을 최소화시키는 기능을 한다. L-R 신호가 5%이상일 경우, LMSK 신호는 10%로 증가하고, 최대의 LMSK 신호가 변조될 때 주신호의 정보에 의해 간섭을 최소화 할 수 있다. 주신호에 의한 부가방송과 신호의 변화방법을 이용하면 주신호의 간섭으로부터 벗어날 수 있다. 다중경로에 의한 주신호의 고조파는 53Khz-100Khz 사이의 부가방송과 영역에 왜곡현상을 나타내는데, 이 영역에서 주신호의 변조도 감소로 인한 고조파 왜곡현상도 감쇄하게 된다. 주 신호가 작을 때 부가 방송파의 변조도를 줄여, 방송파의 성능의 감소없이 잠재적인 왜곡을 최소화 할 수 있으며, LMSK 부가방송 신호는 주신호인 L-R 신호에 선형적으로 반

용하도록 되어있다.

76Khz의 LMSK 신호의 이점은 부가반송파와 19K Pilot 신호에 어떤 고조파도 생성시키지 않는 것으로, 67Khz의 부가반송파는 9Khz, 10Khz, 28Khz 와 29Khz의 저조파를 생성시키는데 이러한 신호는 주 신호의 오디오 특성에 영향을 거의 미치지 않는다.

부가반송파의 중간 주파수인 76Khz의 선택은 아주 강점을 가지고 있는데, 부가반송파는 19Khz Pilot 신호에 위상동기 시킬 수 있다. 수신기에서의 다중경로 왜곡은 38Khz, 57Khz, 76Khz 와 95Khz의 신호왜곡으로 나타나는데, 이 것들은 19K pilot 신호와 38Khz L-R 신호의 배수로 L-R 신호와 Pilot 신호에 의한 76Khz의 왜곡은 LMSK 부가반송파에 의해 감소 된다. 또한 76Khz의 부가반송파는 인접주파수 57Khz와 97Khz의 간섭을 받지 않는다.

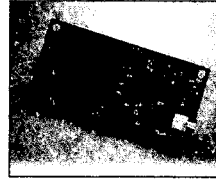


그림 3 GPS모듈

소비전력	3.3v/55mA
채널	8채널, 병렬
오차범위	25m(50%)
DGPS	지원

표 5 GPS모듈 사양

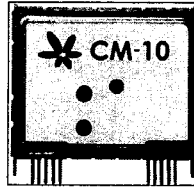


그림 4 FM모듈

소비전력	DC10V 200mA DC5V 500mA
Frequency range	87.5-108MHz
Baud Rate	4800bps

표 6 FM수신 모듈 사양

#### IV. 구현 및 실험

FM DARC를 이용한 DGPS의 구성도를 그림2에 나타내었다. 본 시스템은 크게 GPS의 기본 신호를 받아 처리하는 GPS수신모듈과 기지국의 좌표정보를 접수하는 FM DARC 모듈, 그리고 디스플레이 부로 구성된다. 본 실험에서는 직렬통신을 이용하여 노트북에 위치정보를 송신하게 하였다.

그림 5는 GPS모듈과 FM수신모듈을 이용하여 구성된 DGPS수신기를 보여준다.

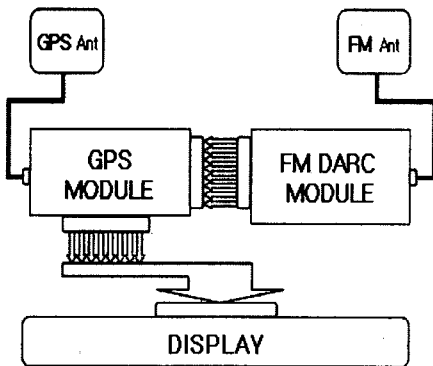


그림 2. FM DARC 시스템을 사용하여 구현한 DGPS의 구성도

시스템 구현에 사용된 사양은 GPS 수신 모듈의 경우 Trimble사의 Lassen LP를 사용하였는데 외형 및 사양은 그림 3과 표 1과 같다. FM 수신모듈은 Bway사의 CM-10을 사용하였는데 외형 및 사양은 그림 4와 표 2에서 보여준다.

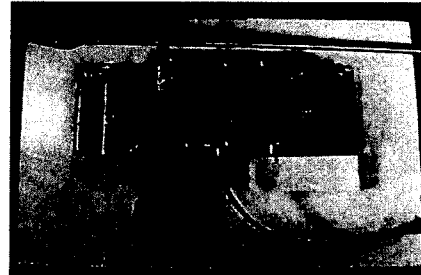


그림 5 제작된 DGPS수신기

제작된 DGPS수신기의 성능을 평가하기 위하여 GPS신호 수신이 잘되는 운동장에서 실험을 하였다. DGPS의 오차보정 성능을 검증하기 위해 특정한 곳에서 정지상태에서의 GPS와 DGPS의 신호를 각각 측정하여 비교해 보았다. 본 실험은 인하대학교내에 위치한 대한민국의 수준원점(水準原點)을 기준으로 각각 15분간 1000개의 신호를 측정하였는데 그 결과는 그림 6 과 그림7에서 보여지는 것처럼 GPS만을 사용하였을 때보다 DGPS를 이용한 실험에 있어서 실험 값의 오차가 감소한 것으로 나타났다. GPS만을 사용하였을 때 측정된 값의 표준편차를 보면 위도의 경우  $7.70638 \times 10^{-5}$ , 경도의 경우  $7.08922 \times 10^{-5}$  이지만 DGPS를 이용한 실험에서의 표준편차는 각각  $1.61854 \times 10^{-5}$ 와  $1.92455 \times 10^{-5}$ 로 나타났다.

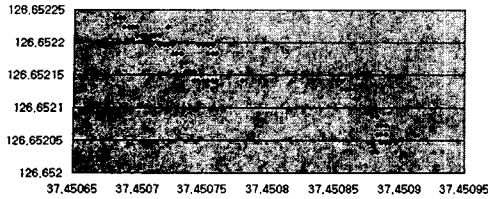


그림 6. GPS만을 이용하여 실험

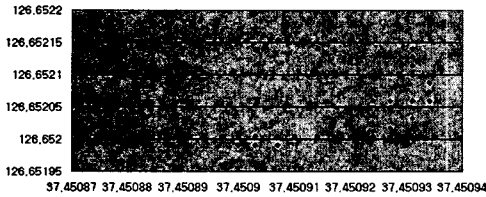


그림 7. FM DARC DGPS를 구현한후 실험

제작된 DGPS수신기의 주행중의 성능을 검증하기 위해 운동장에서 4각형 경로, 직선경로 주행실험을 하였다. 그 결과는 그림 8과 그림 9에서 보여주고 있다. 실험결과에서 보여준 것과 같이 제작된 DGPS수신기는 주행과정을 정확히 재현함을 알 수 있다.

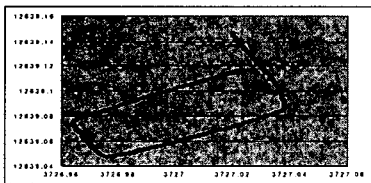


그림 8 4각형 경로의 주행실험결과

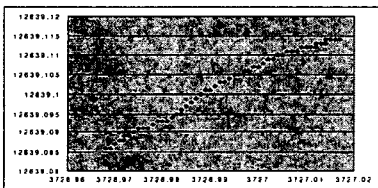


그림 9 직선경로 주행실험결과

그림 10은 실제 도로주행결과를 보여주는데 한 구간이 끊겨 있음을 볼 수가 있다. 이런 끊기는 구간은 GPS신호를 수신하지 못하거나 수신기에 포착된 GPS 위성의 개수가 3개 이하이기 때문에 발생하는 현상이다. 또한 GPS위성신호가 반사되어 수신기에 접수 될 경우 큰 오차를 발생하는 것도 확인할 수 있었다. 이런 오차들은 INS와 같은 보조 시스템을 사용하여야만

해결이 가능한 것으로 사료된다.

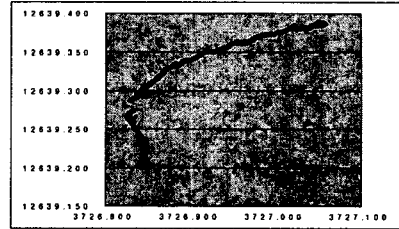


그림 10 도로 주행실험결과

## V. 결론

본 연구에서는 시각장애인 유도로봇의 localization을 위하여 FM DARC시스템을 이용한 DGPS수신기를 제작하고 유용성에 대해 검증해 보았다. 실험결과는 GPS위성신호를 잘 수신할 수 있는 구역에서 DGPS수신기의 위치측정의 정확성을 볼 수 있었으며 유도로봇에서 유용하게 사용될 수 있음을 검증하였다.

실제 도로주행에서 여러 가지 문제점들이 있는데 가장 큰 문제점은 건물 등 장애물에 의해 GPS위성의 신호를 수신하지 못하거나 혹은 멀티패스(반사파)신호를 수신하여 생성되는 오차들이다. 이러한 오차들은 INS와 통합하여만 극복할 수 있는 것이다. 따라서 Guide-robot이 DGPS와 INS 및 초음파 센서와 같은 환경인식센서를 통합하면 시각장애인의 안전한 유도를 실현할 수 있을 것이라고 사료된다.

## 참고문헌(또는 Reference)

- [1] KIS 2001, "Testing a Real Time Kinematic Service System Using FM DARC for the Nationwide DGPS Network in Korea" 2001. 6.
- [2] Takada, M.; Kuroda, T.; Yamada, O "FM multiplex broadcasting system DARC" Vehicle Navigation and Information Systems Conference, 1994. Proceedings, 1994 Page(s): 111 -116
- [3] Kuroda, T.; Takada, M.; Isobe, T.; Yamada, O. "Transmission scheme of high-capacity FM multiplex broadcasting system" Broadcasting, IEEE Transactions on , Volume: 42 Issue: 3 , Sept. 1996 Page(s): 245 -250
- [4] Trimble Navigation Limited, 1996, GPSurvey Software, User's Guide, CA, USA.