

두개의 저가형 GPS의 전역 좌표 오차 보상에 의한 실외 이동로봇의 목표점 도달 제어

박기훈, 홍윤기, 윤대성, 박승규
국립 창원대학교 전기공학과

Control of Outdoor Robot Based on Error Compensation in Global Coordinates of Two Low-cost GPS

Ki-Hun Park, Yun-Ki Hong, Tae-Sung Yoon, Seung-Kyu Park
Department of Electrical Engineering, Changwon National University

Abstract - The location of outdoor mobile robot is obtained using global coordinates from GPS. However, the error generated by GPS is about 10m ~ 100m, so the precise control is difficult. D-GPS has the error value of 1m and it is very accurate, but the price is very expensive. In this paper, a method to reduce the error in global coordinates is proposed using two low-cost GPS for the autonomous navigation control of outdoor mobile robot.

1. 서 론

로봇의 위치를 추정하기 위해서 사용되는 GPS는 위성을 이용해 지구상의 절대위치를 측정하는 전파 시스템으로 지구 어느 위치에 있더라도 비교적 정확한 전역좌표를 알 수 있다. GPS를 크게 두가지로 나누면 일반 GPS와 DGPS (Differential GPS)로 나눌 수 있다. 일반 GPS의 경우 매우 저렴하고 소형화된 모듈로 사용할 수 있는 장점이 있으나 좌표를 위성으로부터 직접 수신 처리하므로 측정 노이즈가 심하고 10~100[m] 내의 큰 오차를 가진 좌표를 출력한다는 단점이 있다. DGPS는 보정방법이라고도 하며 이미 알고 있는 위치에서 신호를 수신하여, 그 위치를 기반으로 신호의 오차를 파악 수정 후 사용자가 어떤 위치에서 좌표 요청 시 제공하는 시스템이다. 이 방식은 1[m] 내의 매우 작은 오차를 가지는 장점이 있으나 특정 기지국에서 따로 송신되어지는 방식이므로 하드웨어의 가격이 비싸지며 송신 기지국에서 100[km]를 벗어나게 되면 기지국에서 사용하는 전리층 보정치 값이 달라지게 된다[1].

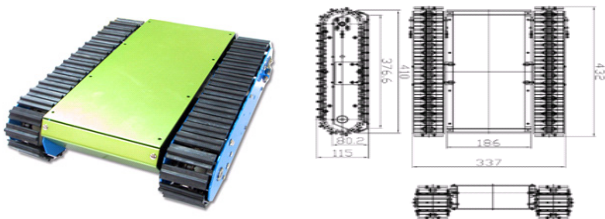
한편, 소형 실외 이동로봇은 무게가 적어 휴대성이 용이하며 적은 비용으로 제작이 가능하다. 구동방식에는 바퀴형과 트랙형이 있다. 바퀴형의 경우 저진동, 저소음의 장점은 있으나 실외 주행시 지형의 영향을 많이 받게 되는 단점이 있다. 트랙형의 경우 진동과 소음이 크지만 설계방식에 따라 지형, 지물의 영향을 거의 받지 않는 장점이 있다. 실외 이동로봇의 자율 주행을 위해서는 출발점과 목표점의 정보를 가지며 오프라인으로 구성이 가능한 광역 경로 계획이 필요하다. 이를 위해서는 정확한 로봇의 현재 위치와 방향이 필요하게 된다[2]-[4].

본 논문에서는 저가형 GPS 두 개를 이용하여 측정되는 전역 좌표의 오차를 최소화하는 알고리즘을 적용한 소형 실외 이동로봇의 자율항법을 제안하기로 한다

2. 본 론

2.1 실외 이동 로봇

실외 이동 로봇은 크기별, 구동방식 별로 나누어 진다. 본 논문에서는 크기가 작으며, 속도가 느린 반면 파워가 좋고 험한 지형을 이동할 수 있는 캐터필더형 로봇을 사용하였다. 크기가 작으므로 수송이 용이하고, 속도가 느리므로 1sec 마다 들어오는 GPS 데이터를 보다 많이 측정하여 결과에 반영 할 수 있다. 그림1은 로봇의 실제 모습과 크기, 표 1은 로봇에 장착된 모터의 사양이다.



〈그림 1〉 캐터필더형 소형 실외 이동로봇

〈표 1〉 캐터필더형 소형 실외 이동로봇의 모터 스펙

TYPE	Rated voltage VDC	No-load speed r/min	No-load current mA	Rated speed r/min	Rated torque g.cm	Output power W	Rated current mA	Stall torque g.cm	Stall current A
2638-1230	12	3000	70	2800	25	0.73	170	142	0.43
2638-1240	12	4000	80	3000	70	2.1	300	245	0.87
2638-1250	12	5000	100	4000	70	2.9	410	350	1.5

2.2 두 개의 GPS 하드웨어

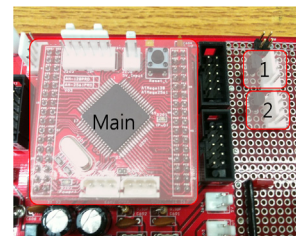
시중에 판매되는 GPS 모듈은 대부분 직렬(serial) 통신 방식으로 구성 되어있다. 즉, GPS에서 NMEA(National Marine Electronics Association)방식으로 데이터를 보내주는데 이는 약 1sec마다 송신되어진다. GPS로부터 송신된 데이터에는 위도, 경도, 시간, 위성의 개수 등 실제로 사용하지 않는 데이터도 많이 포함되어 있으므로 원하는 데이터만 분리하는 알고리즘이 필요하다. 메인 프로세서로 ATmega 128을 사용하여 GPS의 데이터 처리 및 오차 알고리즘, 로봇의 구동 명령을 동시에 실시간으로 처리하였다.



- 160 dBm SuperSense
- Cold start: 29s
- Warm start: 29s
- Aided starts: < 1s
- Hot starts: < 1s
- Max. update: 4Hz
- Acquisition: -160 dBm
- Tracking: -160 dBm
- Cold starts: -160 dBm
- Operating Temp. -40~85°C
- Protocol: NMEA

〈그림 2〉 UIGUB02-R001

ATmega 128에는 사용 가능한 직렬 통신 포트가 두 개 있다. 이 중 하나는 모터 드라이버에 사용해야하므로 두 개의 GPS에서 나오는 두 개의 serial 데이터를 하나의 직렬 통신 포트에 순차적으로 넣어주는 방식이 필요하다. 이 방식을 위해서 전자 스위치(2N2222)로 하드웨어를 구성하였다.



〈그림 3〉 구성된 test 회로도

그림 3의 방식에 의해 두 개의 GPS에서 동시에 데이터가 수신되는 현상을 막을 수 있다. 전원이 들어가는 시점으로부터 GPS가 동작을 하게 되면 데이터의 출력 시간이 비슷하여 하나의 직렬 통신 포트에 중첩되어 버린다. 이를 전자 스위치를 이용해 0.5[sec]내로 시간을 조절하여 거의 동시에 순차적으로 데이터를 받을 수 있도록 구성하였다.

2.3 초기 로봇 전역 좌표 설정

GPS는 초기 전원이 들어온 순간부터 전역 좌표를 포함한 NMEA 데이터를 출력하기까지 1~30[sec] 정도의 계산시간이 필요하다. 이 시간을 제외하고 GPS에서 들어온 NMEA 데이터에서 로봇의 현재 위치(Start Point: SP)를 설정하기 위해 최소한의 위도와 경도, 속도의 데이터를 분리해야 한다. 이러한 방식을 data grouping 또는 data parsing이라고 하며 수신 받는 메인 프로세서에서 처리하게 된다. 각 데이터들은 하나의 이름과 콤마(,)로 분류되어 있으므로 그림 4와 같은 알고리즘을 사용하여 분리하였다.

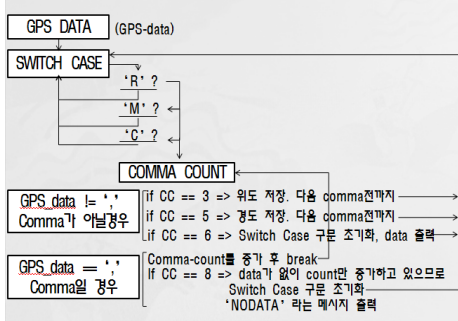


그림 4 > Data Grouping 알고리즘

2.2 절에서 제작한 하드웨어에서 들어오는 데이터를 그림 4에서 제안한 알고리즘을 적용하여 위도와 경도, 속도값을 분리하여 저장한다. 로봇의 현재위치(SP)를 설정하기 위해서는 저장된 데이터 하나만을 가지고 사용하기에는 오차가 얼마나 포함되어 있는지 알 수 없으므로 전원을 인가하고 GPS 데이터의 초기 입력 확인 후 약 3~5[sec]간 정지하여 전역 좌표 데이터를 받는다.

$$(X_{sp}, Y_{sp}) = \begin{pmatrix} X_1 & Y_1 \\ X_2 & Y_2 \\ \dots & \dots \\ X_n & Y_n \end{pmatrix} \Rightarrow \left(\frac{\sum_{i=1}^n X_n}{n}, \frac{\sum_{j=1}^n Y_n}{n} \right) = (\hat{X}_{sp}, \hat{Y}_{sp}) \quad (1)$$

식(1)에서 구한 $(\hat{X}_{sp}, \hat{Y}_{sp})$ 값을 현재의 위치로 설정하여도 되지만 측정된 값에서 현재 위치를 사용하기 위해서 위의 값과 저장된 각 값들과 비교하여 가장 오차가 적은 값을 현재 위치의 전역 좌표로 설정한다.

2.4 오차 최소화 알고리즘

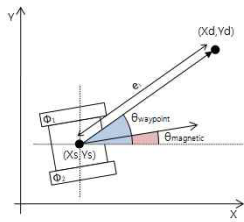


그림 5 > 오차 각도 제어 (1EA)

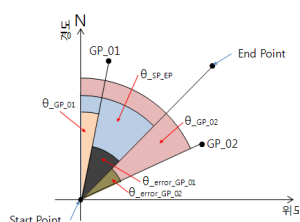


그림 6 > 오차 각도 제어 (2EA)

위의 그림 5와 그림 6에서,

- (X_s, Y_s) , ★ t Point : 현재로봇의 위치
- (X_d, Y_d) , End Point : 목표점의 위치
- $\theta_{magnetic}$: 현재로봇의 방향각도
- $\theta_{waypoint}$: 현재점과목표점과의 각도
- GP_{01}, GP_{02} : 두개의 GPS data

그림 5의 경우 하나의 GPS를 이용해 목표점을 추종하기 위한 방법이다[5]. GPS에서 들어오는 데이터를 완전히 신뢰하고 데이터에 섞여 있는 노이즈나 오차가 없을 경우 지형, 지물에 상관없이 완벽한 제어가 가능하다. 하지만 저가형 GPS의 경우 10~100[m] 내의 오차를 가진다.

오차를 줄이는 방법으로 오차범위 내에 위치한 두 개의 GPS에서 동시에 데이터를 받아 선택적으로 현재 위치 좌표를 갱신하는 방식이다. 선택적으로 받아들일 경우 현재 좌표와 정복을 기준하여 계산하는 목표 좌표의 각도와 두 개의 GPS에서 나오는 좌표의 각도를 비교하여 1차 선택을 하고 로봇의 방위각과 두 개의 GPS 좌표 각도를 비교하여 2차 선택을 한다.

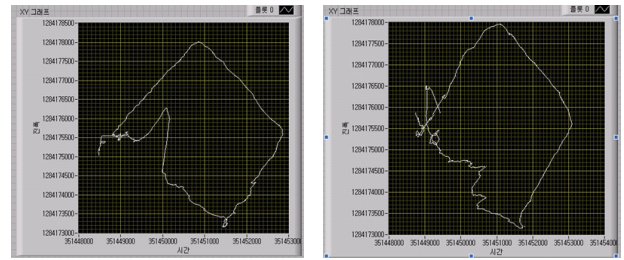


그림 7 > 하나의 GPS를 이용한 측정 결과

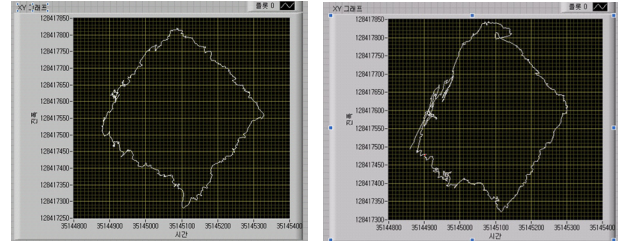


그림 8 > 두 개의 GPS를 이용한 측정 결과

위에서와 같이 선택한 각각의 좌표를 이동 평균하여 최종적인 좌표를 선택한다. 그림 7은 하나의 GPS를 이용해서 설정 구역을 돌면서 측정한 결과이고 그림 8은 두 개의 GPS를 이용하여 똑같은 구간을 이동한 결과이다.

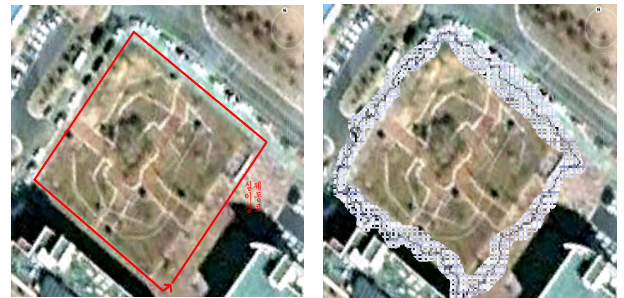


그림 9 > 구글 지도를 통한 실제 이동경로 비교

그림 9에서 오른쪽에 표시한 좌표는 두 개의 GPS를 사용하여 구한 결과를 구글 지도 위에 매칭시킨 것이다.

3. 결 론

본 논문에서는 저가형 GPS 두 개를 이용하여 측정되는 전역 좌표의 오차를 최소화하는 알고리즘을 적용한 소형 실외 로봇의 자율항법을 제안하였다. 전역 좌표의 오차는 수치적으로 2~3[m] 내로 줄어들었고 LabView를 통해 실시간으로 확인하였다. 하나의 GPS를 이용할 때 보다 지형, 지물에 의한 오차 또한 많이 줄어들었고, 선택적인 방법으로 실제 주행 방향의 직선상에 있는 좌표를 선정할 수 있었다. GPS의 개수가 많으면 많을수록 선택적인 좌표를 얻을 수 있으므로 오차를 최소화 할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김정산, "GPS위성을 이용한 자동차 항법장치," 한국통신학회, pp.801-805, 1993.
- [2] 유환신, "GPS와 INS의 센서융합을 이용한 확장형 칼만필터 설계 및 자율항법용 회피알고리즘 개발," 한국항공학회논문지 제 11권 제2호 통권 제25호, pp.146-153, 2007.
- [3] A.Zelinsky, "A Mobile Robot Exploration Algorithm," IEEE Trans. on Robotics and Automation, Vol. 8, No.6, pp. 707-717, 1992.
- [4] 황재문 외2명, "Design for Autopilot System Using GPS and Nearing Control Algorithm," 한국정보 기술학회, pp.164-165, 2004.
- [5] 박기훈 외3명 "저가형 GPS, IMU의 센서융합을 이용한 소형 실외 무인 로봇의 자율주행에 관한 연구," 제 6회 국방정보 및 제어기술 학술대회, pp.138-140, 2010.