

저가형 GPS 를 활용한 위치 정밀도 향상 연구

임찬희, 도영수, 전재욱

성균관대학교 정보통신대학

roy980618@skku.edu, cok2529@skku.edu, jwjeon@skku.edu

Location Correction of multiple low-cost GPS receivers

Chan-Hwi Lim, Young-Soo Do, Jae-Wook Jeon

College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요약

본 논문은 다수의 저정밀 GPS(Global Positioning System) 센서를 활용하여, 보다 정밀하고 정확한 GPS 좌표 보정 모델을 설계하고자 한다. 제안 모델에서는 다수의 저정밀 센서에서 GPS 좌표를 수합한 뒤, 최소자승법과 선형칼만필터로 값을 보정한다. 본 논문에서는 Horizontal Accuracy 가 2m 인 저정밀 GPS 센서를 활용하여 제안 모델을 설계하였으며, 저정밀 센서와 제안 모델 비교 실험에서 제안 모델의 46% 정밀도 향상을 확인하였다.

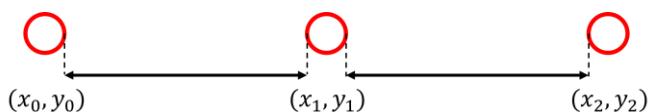
1. 서론

GPS 센서는 다양한 연구와 실용 분야에 쓰이고 있지만, 높은 정밀도와 신뢰도를 보장하는 GPS 모델은 높은 가격 때문에 사용에 있어 많은 제약이 있다. 본 연구는 다수의 저가 GPS 센서를 이용한 위치 보정 모델 설계를 목표로 한다. 시중에서 쉽게 구할 수 있는 저가 GPS 센서들을 활용하여 높은 정밀도와 정확도의 위치 정보를 추출할 수 있는, 보다 높은 접근성의 비용 효율적인 모델이 다양한 연구 및 실용 분야에 쓰이고자 한다. 본 연구에서는 선행연구[1]에서 제안한 최소자승법과 칼만필터를 이용하여 보정 모델을 설계하였다.

2. 본론

1) 제안모델

본 논문에서는 3 개의 GPS 센서에서 GPS 좌표를 수신하여, 최소자승법과 선형칼만필터를 활용하여 좌표를 보정하는 모델을 제안한다.



(그림 1) 최소자승법 적용을 위한 3 개의 GPS 센서 배열

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{x}_0 \\ \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{v}_0 \\ \hat{v}_1 \\ \hat{v}_2 \\ \hat{v}_3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

최소자승법은 다수의 관측 방정식과 조건 방정식을 추론할 수 있을 때, 최적치를 도출할 수 있는 선형 회귀 방법이다. 그림 1에서 볼 수 있듯이, 세 개의 센서가 일정한 간격으로 배열이 되어 있다는 점을 이용해, 기준 센서가 양측 센서의 중점이 되도록 수식 (1)을 설계하였다.

선형 칼만 필터는 오차가 정규분포를 따를 때, 관측치와 목표치의 관계방정식, 현 목표치와 다음 목표치 간의 관계방정식을 기반으로 오차 보정을 할 수 있는 재귀 필터이다[2]. 선형칼만필터의 시스템 모델은 수식 (2), (4)와 같다. 세 좌표의 속도가 같다는 점을 활용하여, 상태변수를 세 GPS 센서의 좌표와 속도로 설정하였으며, 이에 따른 행렬 A 와 H 는 수식 (3), (5)에서와 같다. 실험에서는, 칼만필터 목표치의 초기 값을, 고가형 GPS 의 초기값으로 설계하였다.

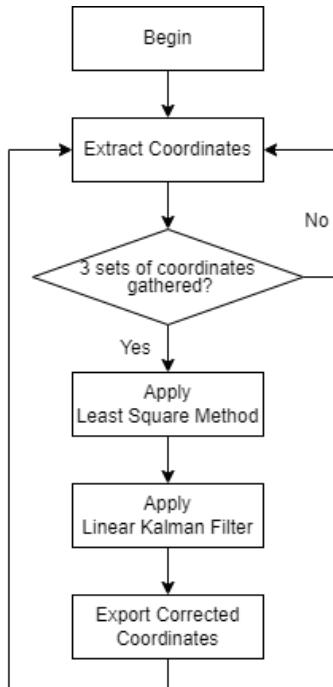
$$z_k = Hx_k + v_k \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ \dot{x} \end{bmatrix}_k + v_k \quad (3)$$

$$x_{k+1} = Ax_k + w_k \quad (4)$$

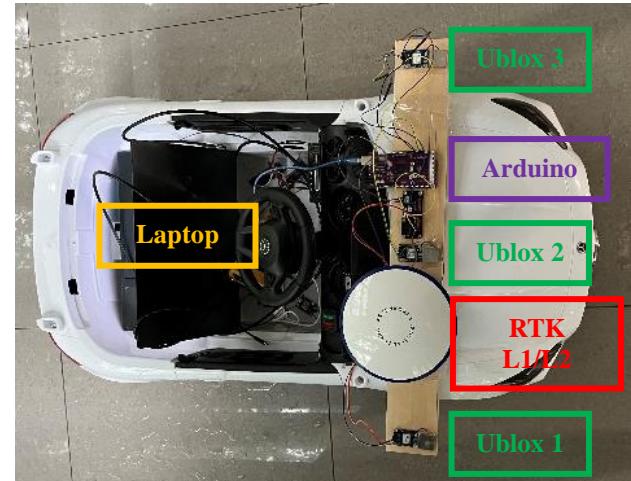
$$\begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ \dot{x} \end{bmatrix}_{k+1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & dt \\ 0 & 1 & 0 & dt \\ 0 & 0 & 1 & dt \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ \dot{x} \end{bmatrix}_k + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ w_k \end{bmatrix} \quad (5)$$

본 연구는 앞과 같은 연산을 위해, 일정한 간격으로 GPS 센서 3 개를 배열하여, 마이크로 컨트롤러에 연결하였으며, 그림 2의 순서도에 따라 3 세트의 좌표를 노트북에서 저장 및 가공하였다.



(그림 2) 제안 모델의 순서도

2) 실험 과정 및 결과



(그림 3) 3 개의 ublox-7M-NEO 와 Arduino Mega 를 연결한 제안 모델과 Ascen Korea RTK L1/L2, AKN940LTE 를 적재한 RC 카

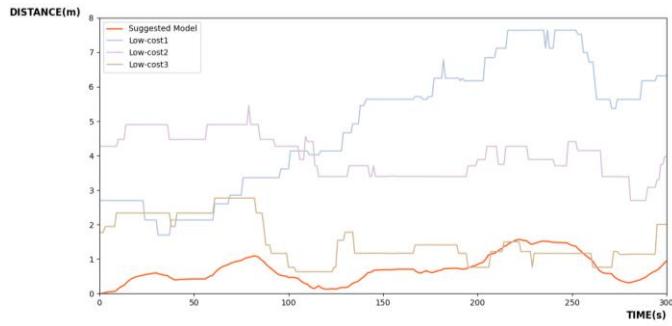
실험에서는 그림 3 와 같이, Horizontal Accuracy 가 2m 인 저정밀 GPS 센서 Ublox-7M-Neo 3 개를 합판에 고정하여 Arduino Mega 에 연결하여 제안 모델을 설계하였다. Horizontal Accuracy 가 0.01m 인 고정밀 GPS 센서 Ascen Korea RTK L1/L2, AKN940LTE 와 해당 제안 모델을 RC 카에 적재하여, 실 주행에서 저정밀 센서, 제안 모델, 고정밀 센서의 GPS 측정을 진행하였다.

GPS 측정은 1 초마다 갱신하였으며, 고정 좌표에서 800 회씩 측정/비교하였다. 저정밀 센서의 측정치와 제안 모델의 보정치의 평균과 표준편차를 계산하고 이를 고정밀 센서의 측정치와 비교하여 제안 모델의 정밀도와 정확도를 검증하고자 하였다. 실험결과는 표 1 과 같다.

<표 1> GPS 센서 별 측정 위도/경도 평균 및 표준 편차 (rad)

	고정밀 센서	저가형 1	저가형 2	저가형 3	제안 모델
위도	37.175562	37.175604	37.175587	37.175572	37.175568
경도	126.583020	126.583018	126.582988	126.583027	126.583023
위도표준편차	-	0.000018	0.000007	0.000006	0.000004
경도표준편차	-	0.000013	0.000004	0.000002	0.000002

실험 결과, 제안 모델의 보정치 평균이 고정밀 센서의 측정치 평균에 더 유사하였으며, 제안 모델 보정치 표준편차 또한, 저정밀 센서 측정치 표준편차보다 작은 값을 보임으로써 제안 모델의 효용성을 입증하였다.



(그림 4) 고정밀 센서 측정치 기준 저가형 센서/제안 모델 측정치 거리 오차(m)

이어, 그림 4 와 같이 고정밀 센서의 측정치를 기준으로 저가형 센서 측정치와 제안 모델의 보정치의 거리 오차를 계산하였으며, 저정밀 센서 오차 평균은 1.510m, 제안 모델 오차 평균은 0.702m 으로 제안 모델의 기준 저정밀 센서 대비 46% 정밀도 향상을 확인할 수 있었다.

3. 결론

본 논문에서는 다수의 GPS 센서를 활용해 위치정보를 취득, 최소자승법과 선형칼만필터를 통해 해당 위치 정보를 보정하는 GPS 정밀도 개선 모델을 제안했다. RC 카 주행 실험을 통해 제안한 모델의 효용성을 입증하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부-산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(P0022098, 2023년 미래형자동차 기술융합 혁신인재양성사업)

참고문헌

- [1] 엄현섭, 김지언, 백준영, 이민철, “최소자승법과 Kalman Filter 를 이용한 AUV 의 DGPS 기반 Localization 의 위치 오차 감소”, 한국정밀공학회지 27, 52-60
- [2] 김성필, “칼만 필터는 어렵지 않아”, 서울, 한빛아카데미, 2019