

TDOA 위치추정 시스템에서의 RWGH 방식을 이용한 NLOS 오차 완화 기법

김상록, 기영민, 김정우, 김동구
연세대학교 전기전자공학과

{khannury, mellow, c13664, dkkim} @yonsei.ac.kr

NLOS Error Mitigation Using Residual Weighting in TDOA Geolocation System

Sang Rok Kim, Young Min Ki, Jung Woo Kim and Dong Ku Kim
Yonsei University

요 약

본 논문에서는 실내환경에서 불특정 확률로 발생하는 비가시거리(Non-Line of Sight, NLOS) 오차를 최소화하기 위한 위치추정 방법을 제안하였다. 기본적인 위치추정 방식으로 TDOA 를 사용하였으며, 위치를 계산하는 과정에서 곡선의 교점을 한번에 찾는 SX(Spherical Intersection) 방법이 지닌 단점을 보완하여 시스템의 안정성을 높이고 성능을 개선하였다. 위치추정을 위해 필요로 하는 최소의 센서 수 이상을 가정하였을 때 TDOA RWGH(Residual Weighting) 방식을 적용하여 NLOS 오차를 효과적으로 줄일 수 있으며, 비중을 두지 않고 평균화하여 최종 좌표를 구하는 방식에 비하여 10 ~ 16% 정도의 성능 향상을 보였다.

1. 서론

결과를 바탕으로 5 장에서 결론을 맺는다.

위치추정 방법이 최근 802.15.4a 의 WPAN 의 핵심기술로서 연구되고 있다. GPS(Global Positioning System)의 전파를 수신할 수 없는 실내환경에서의 위치추정 방법으로는 크게 수신신호의 신호감쇄율을 이용하여 위치를 추정하는 RSSI(Received Signal Strength Indication) 방식과, 수신 전파의 방향을 인지하여 위치를 추정하는 AOA(Angle of Arrival) 방식이 있으며, 전파의 지연시간을 거리로 환산하여 위치를 찾는 TOA/TDOA 방식이 있다.

실외환경을 기반으로 하는 위치추정과는 달리 실내환경에서의 위치추정은 최대 수 미터 이하의 추정오차를 가져야 하는 제한조건으로 인하여, 매우 정확한 전파 수신이 필요하다. 위에서 열거한 위치추정 방식 중에서 전파의 높은 대역폭을 이용하여 수신정확성이 1 미터 이하까지 보장되는 TOA/TDOA 방식이 실내환경을 기반으로 하는 위치추정 방식으로써 주목 받고 있다.

본 논문에서는 사용자와 센서간의 비동기 신호를 이용하여 위치를 추정하는 TDOA 방식을 사용하였으며, 실내환경에서 자주 발생하는 NLOS 오차를 완화하기 위해 TDOA 에 RWGH 를 계산하는 방식을 제안하였다. 또한 비반복적인 방식으로 위치를 계산하는 SX 방식을 사용하였을 때, 센서의 구성도에 따라 추정된 좌표를 구하지 못하는 경우와, 다중 근으로 인해 서로 다른 두 개의 추정좌표를 구하는 오류를 줄임으로써 시스템의 안정성을 높일 수 있는 방법을 제안하였다.

본 논문의 2 장에서는 비반복적인 방식을 이용한 TDOA 방식을 설명하고, 3 장에서 NLOS 완화기법 및 제안된 알고리즘에 대해 분석하고, 4 장에서는 모의 실험 및

2. TDOA SX 위치 추정

TDOA 방식은 추정위치를 계산하기 위해 반복적인(Iterative) 방법과 비반복적인 방법으로 나뉘어진다. 반복적인 방법은 수신된 전파의 지연시간에 추가된 오차를 최소화 하기 위해 비선형 방정식을 선형화하여 반복적으로 최종 추정좌표를 구하는 방식이며, 비반복적인 방법은 위치추정 방정식끼리 서로 빼서 비선형 변수를 제거함으로써 위치추정에 필요한 최종식(Closed form)을 구하여 한번에 위치를 추정하는 방법이다. 반복적인 방식이 비반복적인 방식보다 우수한 성능을 보이지만, 연산과정이 복잡해지는 단점이 있다.

본 논문은 시스템의 복잡도를 고려하여 비반복적인 방식 중에 SX(Spherical Intersection) 방법을 선택하여 위치추정을 수행하였다.

2.1 TDOA-SX

2 차원 평면을 기반으로 하는 TDOA-SX 의 간단한 설명은 다음과 같다.[1]

$$(x_{s,i} - x_m)^2 + (y_{s,i} - y_m)^2 = D_i^2, \quad i = 1, 2, 3$$

$$d_{ij} = D_i - D_j \quad (1)$$

$(x_{s,i}, y_{s,i})$ 는 i 번 째 센서의 위치를 나타내고, (x_m, y_m) 는 사용자(mobile)의 위치를 나타낸다. TDOA 측정거리는 (1) 식과 같이 표현될 수 있으며, 1 번 째