

고속 비동기식 UWB 무선측위 기법

남궁영*, 양석철, 강동우, 신요안
 송실대학교 정보통신전자공학부

Rapid Asynchronous UWB Position Location Scheme

Young Namgoong *, Suckchel Yang, Dongwoo Kang, and Yoan Shin
 School of Electronic Engineering, Soongsil University
 E-mail : *ngy0520@amcs.ssu.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a rapid asynchronous UWB (Ultra Wide Band) position location scheme based on double RTTs (Round-Trip Transmissions). In the proposed scheme, to avoid performance degradation of the position location in harsh multipath channel environments where LoS (Line-of-Sight) components are not always guaranteed, the remaining RTT information is solved from realistic double RTTs. Simulation results in IEEE 802.15.4a UWB channel models reveal that the proposed scheme can achieve closely comparable position location accuracy of the conventional ToA (Time of Arrival) method based on triple RTTs, while reducing the processing delay required for the calculation of the position locations.

I. 서론

IEEE 802.15.4a에서 고려하는 UWB (Ultra Wide Band) 무선측위 방법[1]은 태그 (Tag)와 비콘 (Beacon)들간의 RTT (Round-Trip Time) 정보를 이용한 전형적인 ToA (Time of Arrival) 방법이 대표적이다. 이러한 전형적인 ToA 무선측위 방법은 비콘들간의 동기가 불필요한 비동기 방식으로서 시스템 구성이 간단하나, 총 3번의 UWB 펄스 송수신 과정이 요구되어 전력 소모뿐만 아니라 처리 시간의 증대가 불가피하다.

이에 본 저자들은 단일 송수신 기반의 비동기식 UWB 무선측위 기법[2]을 제안하였으며, 이 기법은 LoS (Line-of-Sight) 성분이 보장된 채널 환경에서 저전력 및 고속처리에도 불구하고 전형적인 ToA 무선측위 방법과 거의 유사한 무선측위 성능을 보임을 확인한 바 있다.

한편, 본 저자들이 기존에 제안한 무선측위 기법은 UWB 펄스의 단일 송수신 과정만을 필요로 하는 매우 간단한 구조를 가지고 있으나, LoS가 보장되지 않는 다

중 경로 채널 환경에서는 마스터 비콘 (Master Beacon)과 태그간의 RTT 정보에 대한 오류가, 나머지 두 개의 슬레이브 비콘 (Slave Beacon)과 태그간의 거리 정보를 산출하는데 있어서 예상치 못한 잡음과 같은 영향을 미치게 되므로 무선측위 성능이 열화될 수 있다.

이에 본 논문에서는 LoS가 보장되지 않는 다중 경로 채널 환경에서 발생하는 무선측위 성능 열화를 해결하고 전형적인 ToA 방법과 비교해 전력소모와 처리 시간을 줄일 수 있는 효과적인 UWB 무선측위 기법을 제안한다.

II. 본론

본 저자들이 [2]에서 제안한 UWB 무선측위 기법은 마스터 비콘과 태그가 각각 한번씩 UWB 펄스를 전송하는 단일 송수신 과정만을 필요로 하게 된다. 그림 1은 단일 송수신 기반의 UWB 무선측위 과정을 시간 흐름에 따라 도시하고 있고, 이 기법을 통해 측정되어야 할 시간 관련 파라미터들은 표 1에 제시되어 있으며, 표 2에서는 각각의 RTT 정보들을 추정하기 위한 계산식을 나타내고 있다.

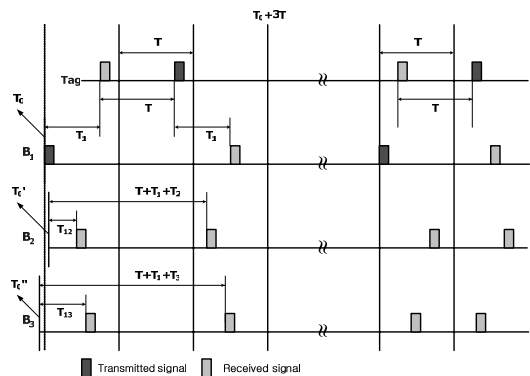


그림 1. 단일 송수신 기반의 UWB 무선측위 과정에 대한 시간 흐름도[2]

이 논문은 정보통신연구진흥원의 2005년도 IT 기초기술 연구지원사업 (#05-기초-034)의 지원 결과임

표 1. 단일 송수신 기반의 UWB 무선측위 기법을 위한 시간 관련 파라미터[2]

T	신호 전송에 요구되는 대기 시간
T_1, T_2, T_3	태그와 비콘들간의 신호 전송 소요 시간
T_{12}, T_{13}, T_{23}	각각의 비콘들간의 신호 전송 소요 시간
T_0	마스터 비콘에 제공되는 시각 동기 정보
T'_0, T''_0	슬레이브 비콘들 자체의 시각 동기 정보
X_T	마스터 비콘에 의해 측정된 태그 신호의 도착 시각
Y_B, Y_T, Z_B, Z_T	슬레이브 비콘들에서 측정된 마스터 비콘과 태그 신호의 도착 시각

표 2. 단일 송수신 기반의 UWB 무선측위 기법에서 RTT 정보를 추정하기 위한 계산식[2]

$X_T - T_0 = T_1 + T + T_1$	이 식을 이용하여 T_1 을 추정
$Y_B - T'_0 = T_{12}$	이 식을 이용하여 T'_0 을 추정
$Y_T - T'_0 = T_1 + T + T_2$	이 식을 이용하여 T_2 을 추정
$Z_B - T''_0 = T_{13}$	이 식을 이용하여 T''_0 을 추정
$Z_T - T''_0 = T_1 + T + T_3$	이 식을 이용하여 T_3 을 추정

본 논문에서는 LoS가 보장되지 않는 다중 경로 채널 환경에서 발생하는 기존 제안 기법[2]의 무선측위 성능 열화를 해결하고, 전형적인 ToA 무선측위 방법에 비해 전력 소모와 처리 시간을 줄일 수 있는 고속 및 저전력 기반의 UWB 무선측위 기법을 제안한다. 이 기법은 기존에 제안한 기법[2]을 두 번 적용하는 기법으로 두 개의 마스터 비콘과 태그가 서로 한번씩 UWB 펄스를 송수신하여, 총 2번의 송수신 과정이 요구된다. 그림 3은 제안된 무선측위 기법의 전체적인 구성 및 신호 전송을 도시하고 있으며, 기본적으로 태그, 두 개의 마스터 비콘 B_1 과 B_3 , 슬레이브 비콘 B_2 , 그리고 PU (Process Unit)로 구성된다. 여기서는 앞서 표 1에서와는 달리 T_1, T_3 는 태그와의 송수신을 통해 측정된 RTT 정보를 그대로 이용하고, T_2 는 실제 거리보다 작게 추정할 경우에 발생하는 심각한 오류를 막기 위해 B_1 과 B_3 이 각각 마스터 비콘일 때 측정된 두 개의 거리 정보 중에 큰 값을 선택하게 된다.

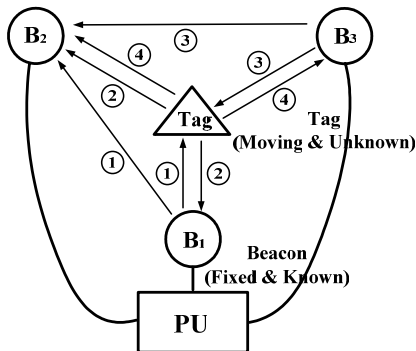


그림 3. 제안된 UWB 무선측위 기법

III. 실험 결과

제안된 UWB 무선측위 기법과 전형적인 ToA 방법의 무선측위 성능을 비교하기 위해 IEEE 802.15.4a UWB 다중 경로 채널 환경 중에서 열악한 LoS 환경인 CM1 (Residential LoS)과 CM3 (Office LoS) 채널 환경들을 고려하였다. 그림 4와 5에서는 SNR (Signal-to-Noise Ratio)이 20 dB인 경우의 무선측위 성능을 비교하고 있는데, 여기서 $Prob(d < d_r)$ 는 실제 태그 위치와 추정된 위치간의 거리, 즉 추정 오차 d 가 d_r 보다 작을 확률을 나타내며, “Conventional”은 기존의 기법[2], “Proposed”는 본 논문에서 제안한 기법의 무선측위 성능을 나타낸 것이다.

모의실험 결과, 제안된 UWB 무선측위 기법은 두 번의 펄스 송수신만을 이용함에도 불구하고, LoS가 보장되지 않는 다중 경로 채널 환경에서 전형적인 ToA 방법에 거의 필적하는 매우 우수한 무선측위 성능을 보임을 알 수 있다.

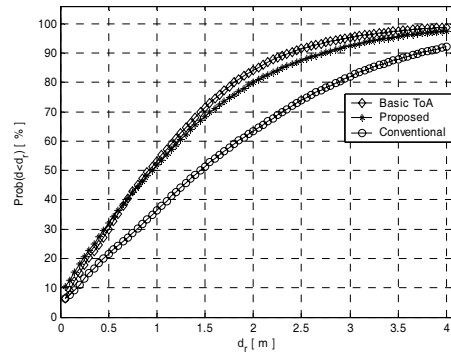


그림 4. 제안 기법들과 전형적인 ToA 방법간의 무선측위 성능 비교 (CM1, SNR = 20 dB)

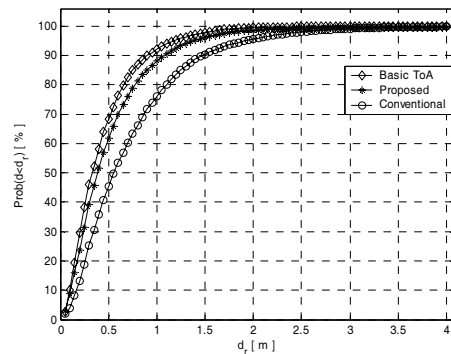


그림 5. 제안 기법들과 전형적인 ToA 방법간의 무선측위 성능 비교 (CM3, SNR = 20 dB)

참고문헌

- [1] <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4a.html>
- [2] D. Kang, Y. Namgoong, S. Yang, S. Choi, and Y. Shin, “A simple asynchronous UWB position location algorithm based on single round-trip transmission,” Proc. ICACT 2006, Phoenix Park, Korea, February 2006