

# two ray model을 기반으로 한 능동형 위치추적 시스템의 거리성능 분석

## Coverage analysis of active tracking system based on two ray model

김광진\*, 손병희\*, 서정태\*, 이정우\*, 박호현\*, 박재화\*\*, 권영빈\*\*, 최영완\*\*\*

Kwang-Jin Kim, Byung-Hee Son, Jung-Tae Seo, Young-Bin Kwon, Jae-Hwa Park, Ho-Hyun Park, Jung-Woo Lee, Young-Wan Choi

### Abstract

최근 각광받고 있는 위치기반 서비스의 모델인 긴급 SOS 시스템은 기지국망을 이용한 광역위치추적과 IEEE 802.15.4를 기반으로 하는 근거리 위치추적 시스템이 결합된 새로운 형태의 하이브리드형 위치추적 기법이다. 본 시스템에서 근거리 위치추적 범위를 정확히 추정하는 것은 중요한 이슈라 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 IEEE 802.15.4를 기반으로 하는 Zigbee 통신방식을 추정할 수 있는 최대 거리를 log distance model과 two ray ground 모델을 기반으로 추정 하였다.

Keywords : title, abstract, keywords, introduction, heading

### I. 서 론

USS (Urgent SoS System)는 응급한 상황에 처한 사람의 위치를 빠르고 정확하게 추적함으로써 시민의 안전을 보장할 수 있는 신개념의 위치기반 시스템 (Local Based System)이다.

USS 시스템에 적용되는 위치추적기술은 추적 범위가 넓으나 오차범위가 크고 특히 읍면지역에서는 위치를 추적할 수 없다는 단점을 가지는 휴대폰 망을 이용한 광역 위치추적 기술과 IEEE 802.15.4 통신 방식을 기반으로 능동형 위치추적 기법을 이용하여 근거리 위치를 추적하는 기술을 융합한 신개념의 하이브리드형 위치추적 기술이라 할 수 있다.[1]

근거리 위치추적에 사용되는 IEEE 802.15.4 통신 방식은 전송전력이 0dBm으로 제한되어지고 있고, 비 면허 대역인 2.4 GHz ISM band에서 사용되어 간섭에 영향을 받는다는 단점이 있다. 따라서 간섭의 문제를 회피하기 위해 수신신호의 세기를 검출하여 신호의 유무를 확인 하고 정보를 전송하는 CSMA-CA(Collision sense multiple access with collision avoidance) 알고리즘을 사용한다.

제안된 시스템은 근거리 위치추적을 위해 수신신호의 세기를 나타내는 지표인 RSSI(Received Signal Strngth Indicator) 값을 이용하여 신호가 들어오는 각도를 기반으로 위치를 추적한다.

본 논문에서는 우선 신개념의 USS 시스템의 개요를 설명

하고 근거리 위치추적 기술인 능동형 위치추적 시스템의 원리를 설명할 것이다.

### II. USS 시스템 및 근거리 위치추적 기법

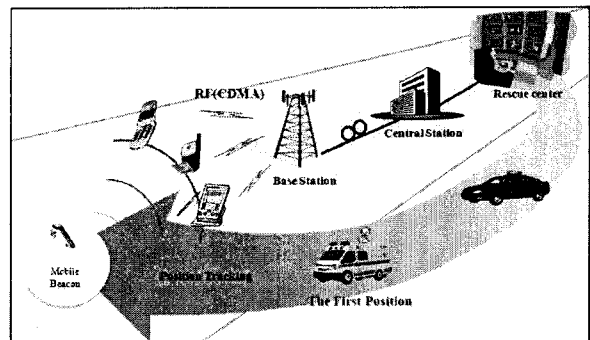


그림 1. USS 시스템 개요도  
Fig. 1. Urgent SOS system

그림 1은 제안된 USS 시스템으로서 본 시스템에서 Zigbee 통신 기반의 휴대용 긴급 신호 발생기 (Beacon)에서 응급신호가 발생하면 이를 주변 핸드폰이 받아 응급 센터에 전송한다. 응급 신호를 전송받은 응급 센터에서는 휴대폰 기지국 망에서 추적된 대략적인 위치정보를 공급받게 되고, 휴대폰 기지국 망으로부터 전송된 정보를 구급차나 경찰차등에 전송하게 된다. 이를 바탕으로 대략적인 위치에 도달한 구급차는 능동형 위치추적 기법을 이용하여 근거리 추적을 실시함으로써 응급신호가 발신된 위치를 정확히 추적하게 되는 시스템이다[2].

본 시스템에서 근거리 위치추적 기법으로 제안되어지는 능동형 위치추적 기법은 그림 2에서와 같이 처음 도착한 지점에서 신호를 수신하고 수신된 신호의 도래각과 크기를

접수일자 : 2009년 8월 04일

최종완료 : 2009년 8월 20일

\*중앙대학교 전자전기공학부 대학원

\*\*중앙대학교 컴퓨터 공학부

\*\*\*중앙대학교 전자전기공학부

교신저자, E-mail : ychoi@cau.ac.kr

바탕으로 예상된 지점을 산출하고 이동하면서 신호가 수신되는 예상지점을 줄여 가는 새로운 위치추적 방법이다. [3] 제안되어지는 근거리 위치추적 기법의 최대도달 거리를 추정하기 위해 링크버짓을 수행하여 도달 범위를 추정할 필요가 있다.

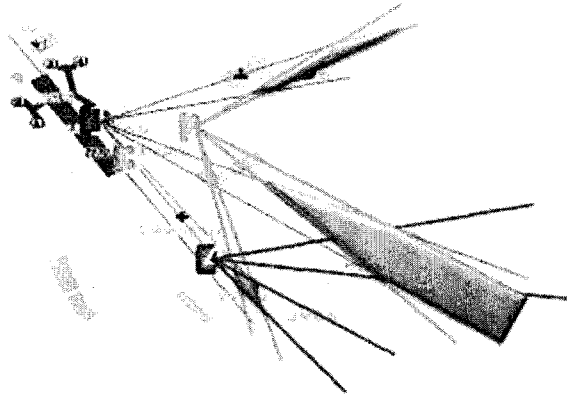


그림 2. 능동형 위치추적 기법  
Fig. 2. Active tracking algorithm

### III. IEEE 802.15.4를 기반으로 한 위치추적 성능분석

근거리 위치추적을 위해 사용되어지는 통신방식인 IEEE 802.15.4는 LR-WPAN (Low rate wireless personal area network)으로서 통신이 가능한 영역을 10m 이내로 제한하고 있다. 따라서 최대송출 전력 또한 0 dBm으로 상당히 낮은 전력으로 송출할 것을 권고 하고 있다. 그러나 국내 전파법에서는 2.4 GHz 대역의 ISM Band에서 DSSS를 사용하고 2MHz를 사용하는 통신기기의 EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power)를 10 dBm으로 제한하고 있다. 따라서 보다 장거리에서 유효통신이 가능하게 하기 위해 큰 전력인 국내기준을 적용하여 Beacon이 응급상황에서 송출하는 최대 전력을 10 dBm으로 정하였다.

$$\text{수신전력 (dBm)} = \text{송신전력(dBm)} + \text{이득(dB)} - \text{손실(dB)} \quad (1)$$

일반적으로 신호의 전송거리를 추정하기 위해 사용되어지는 링크버짓을 간략 하게 정의하면 식 (1)과 같다. 즉 송신 파워에서 이득의 총 합을 더하고 손실을 뺀 것이다. 이득은 일반적으로 송신안테나 이득과 수신 안테나 이득의 합으로 구성되어 있고 손실은 채널에 의한 손실과 송신기의 손실, 수신기의 손실의 합으로 구성되어지고 있다. 이 중 채널에 의한 손실이 가장 크기 때문에 채널 모델에 의한 손실을 계산이 필요하다.

$$PL_{LD}(d) = PL_f(d_0) - 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right)^2 \quad (2)$$

식 2는 실험적 채널 모델로 가장 많이 사용되는 log distance 모델로서 다양한 채널 환경에서 신호의 손실을 계산 할 수 있는 모델이다. 그림 3은 식 2의 log distance model을 기반으로 송신측 EIRP를 10 dBm, 수신 안테나

이득은 3 dBi로 설정 식 1의 링크버짓을 수행한 그래프이다. 그래프에서 n은 환경 변수로 n 값이 높으면 높을수록 거리에 따른 손실이 크다는 것을 의미한다.

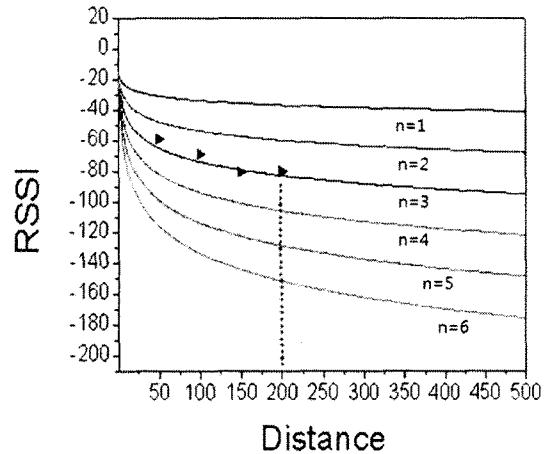


그림 3. log distance model 및 실험 결과  
Fig. 3. log distance model and experiment result

이를 기반으로 Zigbee 칩인 CC2430과 2.4GHZ 대역에서 동작하는 pre low noise amplifier와 PA로 구현되어있는 CC2591 칩을 이용하여 제작된 Zigbee 모듈을 기반으로 한강 시민공원 여의 지구에서 송신 측과 수신측을 각각 1.6 m 높이에서 가시거리를 확보한 상태에서 3 dBi안테나를 이용하여 7 dBm신호를 전송하는 조건으로 50 m 간격으로 실험한 결과 또한 그림 3에 도시하였다. 실험 결과 약 200 m 까지 전송됨을 확인 하였고 가시거리가 확보된 구간에서 RSSI (Recived Signal Strength Indicator) 값은 n=3 그래프를 따라 움직이는 것을 확인 하였다. 따라서 가시거리가 확보된 상태에서 신호의 도달 범위를 정확하게 분석하기 위해 Two ray ground model을 기반으로 분석할 필요성이 있다.

### III. Two ray ground model

LOS 는 신호가 전송될 때 반사 굴절 등에 의해 발생하 는 간섭이 없는 영역으로 일반적으로 fresnel 조건을 만족해야 한다[4].

그러나 지표면 근처에서의 통신은 송수신기의 높이와 송수신기간 거리에 따라 반사와 굴절이 일어나는 영역이 달라져 신호의 도달범위를 제한하는 요소가 된다[4].

따라서 자유공간이 아닌 주변에 장애물이 존재 하지 않는 지표면에서 안테나로부터 직접 도달하는 신호와 지표면에 의해 반사된 신호의 합을 기반으로 계산 되어지는 Two Ray Ground model을 이용하여 송수신 안테나의 높이에 따른 최대 전송 거리를 분석할 수 있다.

이를 위해 제한되어지는 요소는 안테나의 높이 이다. 위치추적기에 적용되는 안테나는 육교나 지하도와 같은 장애물에 따라 그 높이가 제한되어 지기 때문에 장애물에 영향을 받지 않는 4m 높이와 사람의 키를 넘는 높이인 2 m를 기준으로 송신 EIRP를 10 dBm으로 설정 하였고 송신기의 높이를 1.6 m로 설정 하여 분석 하였다.

이를 기반으로 계산된 결과는 그림 4와 같다. 그림 4에서 송수신기 높이에 따른 자유공간 전파와 지표면에 의해 신호의 감쇄가 급격히 커지는 경계선인 cross over 지점이 높이가 수신 안테나의 높이가 2 m에서 600 m 정도로 먼 거리까지 자유 공간 전송을 함을 알 수 있었고 4 m일 때는 약 1 km까지 자유공간 전송을 함을 확인 할 수 있다.

그러나 수신기의 유효수신 감도를 -85 dBm으로 보았을 때 최대 신호 전송거리는 높이가 2 m일 때 500 m 이고 높이가 4 m일 때 약 1 km지점까지 응급신호를 전송 할 수 있음을 확인 할 수 있다.

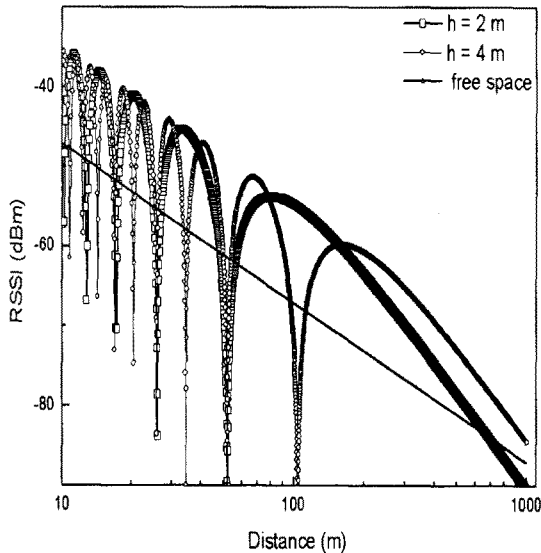


그림 4. USS 시스템 개요도

Fig. 4. The caption comes after the figure

따라서 외부 여건상 최대 높이인 4 m의 높이에 안테나를 부착하는 것이 위치추적기의 수신영역 향상위해 필요하다고 분석된다.

#### IV. 결 론

본 논문은 하이브리드형 위치추적 시스템인 USS 시스템에 적용되는 근거리 위치추적을 위해 Zigbee 모듈을 기반으로 최대 위치추적 범위를 추정 하였고 실험 하였으며 Two Ray Ground model을 기반으로 최대 4 m의 높이에서 전송 가능한 거리를 추정 하였다.

#### 감사의 글

본 논문은 서울시산학연사업(10544), 지식경제부 출연금으로 ETRI 시스템 반도체진흥센터에서 수행한 IT SoC 핵심설계인력양성사업, 중소기업청이 주관하는 산학연 공동기술개발 지원사업의 지원을 받아 연구된 결과임.

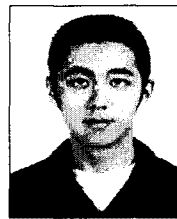
#### [참고 문헌]

- [1] 김광진, 박재화, 이정우, 권영빈, 박호현, 최영완 “농동형 위치추적 시스템에 의한 긴급 구조 시스템” Telecommunication Review, 18권 2호 2008.4
- [2] 김광진, 정인일, 박재화, 이정우, 권영빈, 박호현, 최영완 “ 긴급 SOS 시스템을 위한 응급신호 발생기의 동작 성능 분석” 정보통신 설비학회 하계 학술대회, 2008.8
- [3] 박재화, 최영완, 권영빈, 박재화, 박호현 “ 구조신호 발생기 및 이를 이용한 긴급구조 요청 방법” 출원 제 10-2007-0072413호 2007.3
- [4] John S.Seybold, “Introduction to RF propagation,” wiley-interscience, 2005



#### 김 광 진

2007년 중앙대학교 전자전기공학부 학사  
 2009년 중앙대학교 전자전기공학부 석사  
 2009년~현재 중앙대학교 전자전기공학부 박사과정  
 <관심분야> 무선 측위, 아날로그 CMOS 회로, 광 바이오 시스템, 무선통신시스템



#### 손 병 희

2009년 중앙대학교 전자전기공학부 학사  
 2009년~현재 중앙대학교 전자전기공학부 대학원 석사과정  
 <관심분야> 센서 네트워크, 무선통신시스템



#### 서 정 태

2009년 중앙대학교 전자전기공학부 학사  
 2009년~현재 중앙대학교 전자전기공학부 대학원 석사과정  
 <관심분야> 무선통신시스템, USN



#### 권 영 빈

1978년 아주대학교 전자공학과 학사  
 1981년 한국과학기술원 석사  
 1986년 프랑스 파리 ENST 박사  
 2003~2006년 중앙대학교 정보통신 연구원장, 정보대학원장, 정보처장, 전산원장  
 1995~현재 국제 패턴 인식 학회(IAPR) 이사  
 1986~현재 중앙대학교 컴퓨터공학부 교수  
 <관심분야> 패턴인식, 생체인식, RFID 국제 표준화



**박재화**

1989년 한양대학교 전자공학과 학사  
1991년 한양대학교 전자공학과 석사  
2000년 버팔로 뉴욕주립대 전기공학과 박사  
1995년~2000년 Research Scientist CEDAR SU  
NY at Buffalo  
2001년~2003년 Software Engineer Motorola

2003년~현재 중앙대학교 공과대학 컴퓨터공학부 부교수  
<관심분야> 패턴인식, 휴먼인터페이스



**박호현**

1987년 서울대학교 계산통계학과 학사  
1995년 한국과학기술원 컴퓨터공학과 석사  
2001년 한국과학기술원 전산학과 박사  
1987년~2003년 삼성전자 수석연구원  
2003년~2007년 중앙대학교 조교수  
2007~현재 중앙대학교 부교수

<관심분야> 멀티미디어 스트리밍, 멀티미디어, 정보검색, 시공간  
데이터베이스, USN



**이정우**

1994년 서울대학교 전기공학과 학사  
1996년 서울대학교 전기공학과 석사  
2003년 University of Illinois at Urbana-Champaign Ph.D. in Electrical Engineering  
2003년~2004년 University of Illinois at Urbana-Champaign Research Associate

2004년~현재 중앙대학교 전자전기공학부 교수  
<관심분야> 통신시스템, 오류정정부호, 정보이론, 무선통신, 신호처리



**최영완**

1985년 서강대학교 전자공학과 학사  
1987년 버팔로 뉴욕주립대 전기 및 컴퓨터공학과 석사  
1992년 버팔로 뉴욕주립대 전기 및 컴퓨터공학과 박사  
1992~1995 한국 전자 통신 연구원 선임연구원

1995~현재 중앙대학교 전자전기공학부 교수  
<관심분야> 광전자, 광통신 회로시스템, Microwave-Photonics, USN 등