

Zigbee기반 능동형 위치 검출 시스템 알고리즘 구현

Implementation of Active Location Detecting System by Using Zigbee Module Technique

조 현 태*, 김 동 현*, 권 영 빈*, 최 영 완**, 이 정 우**, 박 호 현**, 박 재 화***
 Hyun-tae Jo, Donghyun Kim, and Jaehwa Park, Young-Bin Kwon
 Ho-Hyun Park, Jung-Woo Lee, Young-Wan Choi

Abstract

In this paper the situation requiring emergency rescue team from the endangered person, using the structure of the signal with a transmitter that provides the service. Given real-time map information based on a directional antenna to the transmitter of the received value, and moving the location of the forecast to move the tracker to the location of the transponder, the algorithm offers. Location tracking algorithm implemented in the simulator to actually do the verification report which will show whether the performance of the show.

Keywords : title, abstract, keywords, introduction, heading

1. 서 론

현재 만들어진 긴급구조 시스템은 유선 전화나 휴대폰의 위치 추적 서비스를 통해서 이루어진다. 대부분의 사람들이 유선 전화와 휴대폰을 가지고 있으며, 이러한 기기들은 이미 통신이 가능하기 때문에 쉽게 긴급 상황을 알릴 수 있기 때문이다. 하지만 원래의 목적이 음성 통화와 같은 서비스를 위한 것이기 때문에 근본적인 문제점이 존재하게 된다. 유선전화는 정확한 위치를 쉽게 알 수 있지만 실내의 전화기 주변에서만 사용이 가능하다. 휴대폰을 통한 긴급구조 서비스는 대부분의 장소에서 이용가능하다는 장점이 있다. 하지만 휴대폰은 셀 구조로 이루어진 전화망을 이용하기 때문에, 휴대폰을 소지한 사람이 어느 셀에 있는지는 쉽게 알 수 있지만 한 셀 내에서 정확한 위치를 찾기가 힘들다. 이러한 점이 휴대폰을 통한 위치추적이 큰 오차를 가지게 되는 근본적인 이유가 된다.

긴급 구조를 필요로 하는 사람은 언제 어디서나 생길 수 있으며, 빠른 시간 내에 다른 사람의 도움을 받아야 한다. 하지만 기존의 긴급구조 시스템은 근본적인 문제점으로 인해 구조를 요청한 사람을 쉽게 발견하지 못해서 시간을 낭비하거나 유선 전화의 경우 실외에서 사용이 불가능하다는 문제점이 있다. 이러한 문제점들을 보완할 수 있는 긴급구조 시스템과 이 시스템에서 사용하는 위치 추적 알고리즘을 제안한다.

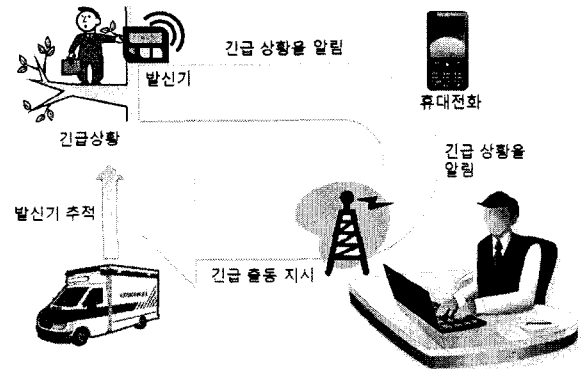


그림 1. 긴급 구조 시스템 과정
 Fig. 1. Emergency rescue system process

긴급 구조 서비스를 이용하는 사람이 위급한 상황에 처하게 되면 자신이 소지하고 있는 발신기를 통해서 긴급 구조 신호를 보낸다. 발신기가 보낸 신호는 주위의 휴대폰이 수신하게 되고, 휴대폰은 주위에 긴급한 상황에 처한 사람이 있다는 사실을 전화망을 통해 구조센터로 알린다. 구조센터에서는 연결된 무선 전화가 연결돼 있는 기지국을 통해서 구조를 요청한 사람이 어느 지역에 있는지를 가늠할 수 있다. 구조를 요청한 사람이 존재할 가능성이 있는 지역이 결정되면 해당 지역으로 구조대가 출동을 하게 된다. 구조대가 해당 지역에 도착하게 되면 발신기가 보내는 신호를 수신하게 되고, 이 발신기를 추적하여 긴급 구조를 요청한 사람의 위치를 찾아내게 된다. 위의 그림에서는 이와 같은 과정을 나타내고 있다.

접수일자 : 2009년 7월 27일
 최종완료 : 2009년 8월 14일
 *중앙대학교 컴퓨터 공학부 대학원
 **중앙대학교 전자전기공학부
 ***중앙대학교 컴퓨터 공학부
 교신저자, E-mail : jaehwa@hil.cau.ac.kr

II. 발신기 추적 알고리즘

1. 알고리즘 개요

발신기 추적 알고리즘은 구급차가 긴급상황을 알린 휴대전화의 기지국 수신 범위에 들어오게 되면 사용하는 알고리즘이다. 발신기를 소지하고 있는 사람이 구조가 되기 전까지 이동할 수 있기 때문에, 이동하는 사람을 추적할 수 있어야 한다. 발신기와 거리 멀어 신호가 미약하게 수신될 수 있으므로, 발신기를 추적하는 구급차는 고감도의 지향성 안테나를 한개이상 사용하여 발신기로부터 송신되는 신호를 수신한다. 지향성 안테나의 특성으로 인해서 신호의 방향과 안테나의 방향에 따라 수신되는 신호의 세기가 달라지게 되므로, 이를 이용해서 신호의 방향을 계산한다. 구급차에 입력되어 있는 주변 지리정보와 신호의 수신 방향을 통해 발신기의 위치를 예측하고 이동한다. 이 알고리즘의 전체적인 과정은 다음과 같다.

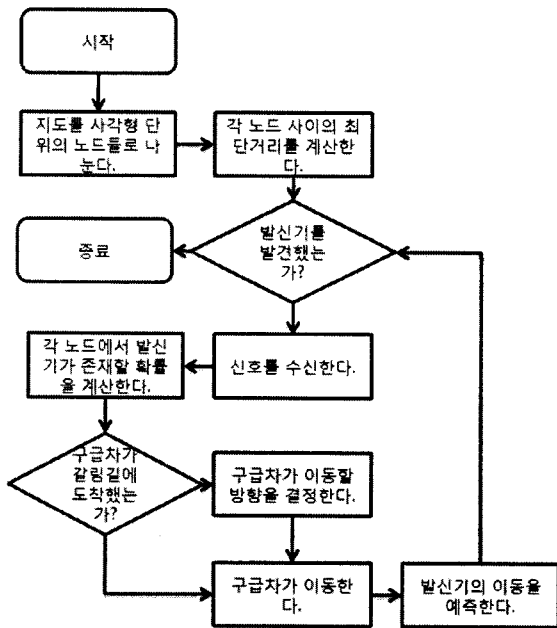


그림 2. 위치 추적 알고리즘 순서도
Fig. 2. Location tracking algorithm flowchart

2. 지도상의 위치별 발신기 존재 확률 계산

안테나에서 수신한 신호의 세기에 따라 거리를 측정하는 방법은 주변 환경에 따라 오차가 크기 때문에 정확하게 거리를 예측할 수 없다. 하지만 지향성 안테나가 신호의 방향과 안테나의 방향이 같을수록 신호의 세기가 크다는 점을 이용하면, 여러 방향으로 설치된 지향성 안테나에서 수신한 신호의 세기를 통해 발신기가 존재하는 방향을 알 수 있다. 각 안테나가 향한 방향으로 크기가 1인 단위벡터를 만들고 이를 수신한 신호의 세기와 곱한다. 그 다음 모든 벡터의 크기를 합하면 신호를 수신한 방향이 나오게 된다. 이 방법은 한 위치에서 여러 방향의 안테나를 통해 신호를 수신하여 방향을 계산하는 방법이므로 비교적 주변 환경에 영향을 적게 받는다고 볼 수 있다.

신호를 수신하는 방향이 결정되면 지도상의 각 위치가 신호의 방향과 얼마나 가까운가를 통해서 발신기의 존재

확률을 계산한다. 계산된 신호의 방향과 지도상의 특정 위치가 이루는 각도가 θ 라고 할 때, 그 지점에서 발신기가 존재할 확률은 가우시안확률 함수를 따른다고 가정한다. 지도상의 점k에서 발신기의 존재 확률은 다음과 같다.

$$F_k = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\theta^2}{2}} \quad (1)$$

3. 발신기의 이동 계산

발신기는 발신기를 소지하고 있는 사람의 이동에 따라 같이 이동하게 된다. 발신기를 가지고 있는 사람의 시간 Δt 동안 1만큼의 거리를 이동할 확률을 함수 $L(\Delta t, l)$ 로 표현할 수 있다. 이 함수는 긴급 구조 대상자의 속도 변화를 수집하여 확률 함수로 만들 수도 있으나, 일반적인 사람의 최대 속도의 범위 내에서 선형 함수를 사용할 수도 있다. 지도상의 두 점 m과 n의 거리를 l_{mn} 이라고 하면, 지도상의 위치 m에서 시간 t에 발신기의 존재확률은 위치 m 주변에서 존재하던 사람이 위치m으로 이동할 확률을 모두 더한 것과 같다. 이 내용을 식으로 표현하면 아래와 같다.

$$P_m(t) = \sum_n P_n(t - \Delta t) L(\Delta t, l_{mn}) \quad (2)$$

4. 새 신호의 수신

시간이 지나면 구급차는 새로운 신호를 수신하게 된다. 구급차는 대상을 향해 이동하는 중이기 때문에 신호를 새로 수신할 때에는 위치가 변하게 된다. 그렇기 때문에 신호를 수신하는 각도와 구급차의 위치가 변하게 되는데, 그렇기 때문에 신호를 수신한 다음 발신기의 존재 확률을 갱신해주어야 한다. 시간t 에서 위치 n에서의 확률을 $P_n(t)$ 라고 하고, 시간이 Δt 만큼 지난 뒤에 새로운 신호를 수신했다고 가정하면 다음과 같은 수식을 따른다.

$$P_m(t) = \frac{\frac{P_m(t - \Delta t)}{2} + P_m(t)}{\sum_n \left(\frac{P_n(t - \Delta t)}{2} + P_n(t) \right)} \quad (3)$$

5. 갈림길에서 이동 방향의 결정

구급차가 갈림길에 도착하면 이동 방향을 결정해야 한다. 시간이 지나면 구급차는 새로운 신호를 수신하게 된다. 구급차는 최대한 발신기의 위치에 빠른 시간에 도착해야 한다. 하지만 탐색 범위가 넓으면 발신기를 찾는데 시간이 많이 걸리게 된다. 탐색범위를 줄이면서 목적지까지 최단 경로로 이동하기 위해서는 지도상의 각 지점마다 이동거리와 확률범위를 얼마나 줄이는가를 고려해야 할 필요가 있다. 방향 k로 이동했을 때 예상되는 비용을 C_k 라고 가정하면 아래와 같은 수식을 따른다.

$$C_k = \sum_n (\alpha \times a_n(i,j) + (1 - \alpha) \times d_n(i,j)) \times w_n(i,j) \quad (4)$$

여기서 a_n 은 해당 지점에서 발신기가 있다고 가정했을 때의 면적이며, d_n 은 해당 지점까지의 이동 비용이다. w_n 은 해당 지점에 발신기가 존재할 확률이며 α 는

가중치이다. α 의 값은 여러 차례의 실험을 통해 가장 나은 값인 0.2로 선택을 하였다. 이 값은 지리 정보에 따라 다른 결과를 얻을 수 있으며, 구조지역에 따라 적절한 값을 선택할 수 있다.

III. 성능 분석

본 논문의 추적 알고리즘을 이용하여 8개의 안테나를 사용하는 긴급차량 시뮬레이션하였다. 구현 시스템은 IBM 호환 3.0GHz CPU, 8GB RAM의 64비트 윈도우즈 환경에서 개발하였다. 개발툴과 언어는 Visual studio 2008에서 개발되었으며 C++과 MFC라이브러리를 이용하여 구현되었다.

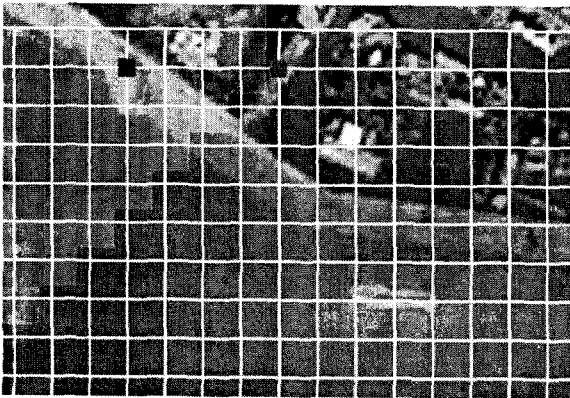


그림 3. 구현 결과
Fig. 3. Implementation result

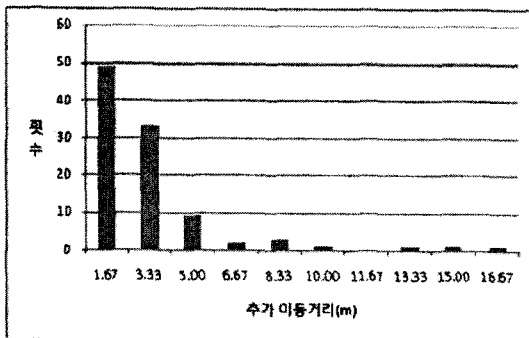


그림 4. 시뮬레이션 결과
Fig. 4. Simulation result

구현된 시뮬레이터에 선은 이동할 수 있는 길이이고, 두 선의 교차점은 각각의 노드이다. 녹색 점은 긴급차이고 푸른색 점은 긴급 구조를 요청한 사람이다. 지도상의 붉은 영역은 발신기가 존재할 확률이 있는 곳이다. 긴급차는 60km/h의 속도를 가지고 사람은 최대 12km/h의 속도를 가진다고 가정하였다. 수신되는 신호는 가우시안 노이즈를 포함하도록 구현하였다. 위의 시뮬레이터를 이용하여 100회 테스트한 결과 아래와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

IV. 결 론

현존하는 긴급구조 서비스는 일반 통신망을 이용하여 제공되었다. 하지만 통신망을 긴급구조 서비스를 고려하여 만들어지지 않았기 때문에 서비스를 제공하는데 문제점이 있었다. 이러한 문제점을 보완하고자 긴급구조 서비스를

제공하는 새로운 시스템과, 이 시스템에서 사용할 수 있는 추적알고리즘을 제안하였다. 또한 실험 결과를 통해 이 알고리즘이 비교적 높은 정확도를 보이는 것을 알 수 있다. 하지만 시뮬레이션에서 고층 건물과 같은 주변 환경정보가 들어 서비스되지 않기 때문에 이러한 점을 추후에 개선해야 할 필요가 있다. 이러한 문제점을 개선할 수 있는 방안을 마련하기 위해 더 연구하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 서울시산학연사업(10544)에 지원을 받아 연구된 결과임.

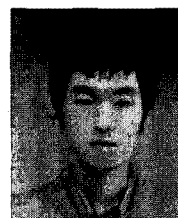
[참고 문헌]

- [1] Dr. Richard Snay, National Geodetic Survey, NOAA, http://www.ngs.noaa.gov/FGCS/info/sans_SA/compar e/ERLA.htm, 2000.
- [2] P.Deng, P.Z. Fan, "AN AOA ASSISTED TOA POSITIONING SYSTEM," IEEE, Proc. of Intl. Conf. on Communication Technology, vol. 2, pp1501-1504, 2000.
- [3] Nilsson, M., "Localization using directional antennas and recursive estimation," Positioning, Navigation and Communication, WPNC Mar. 2008.
- [4] Joseph J. Carr, "Directional or Omni-directional Antenna" Joe Carr's Receiving Antenna Handbook, Hightext, 1993.
- [5] P. Bahl and V. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-Based User Location and Tracking System," Proc. IEEE Infocom 2000, IEEE CS Press, Los Alamitos, Calif., 2000.



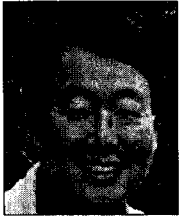
조 현 태

2009년 중앙대학교 컴퓨터공학부 졸업
2009년~현재 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학부
(공학석사)
<관심분야> Pattern Recognition, Character Recognition



김 동 현

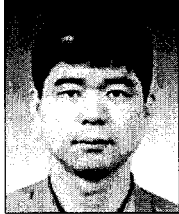
2009년 백석대학교 정보통신학부 졸업
2009년 중앙대학교 컴퓨터학과(석사)
<관심분야> Pattern Recognition



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



박 호 현

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



이 정 우

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



최 영 완

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



박 재 화

2000년 Univ.of NEW YORK (공학박사)
2000년 ~ 2003년 미국 모토로라
2003년~현재 중앙대학교 교수

<관심분야> Human Interface, Pattern

Recognition