

이동 소방 방재 환경에서 블루투스 통신을 활용한 근접 위치인식 향상 연구

이민석, 신현식, 김동원*
(주)디트리플, 충북도립대학교

mins830@d-triple.com, hsshin@d-triple.com, won@cpu.ac.kr

A Study on the Group Location Enhancement using Bluetooth for Moving Fire Fighter

Min Seok Lee, Hyeon Sik Shin, Dongwon Kim*
Dtriple, Chungbuk Prov. Univ.*

요약

본 논문은 소방관이 화재 현장에서 진화 또는 인명구조 작업을 할 때 현장 투입 그룹의 대원 간 거리를 유추하고, 정해진 임계거리 이상 도달할 때 알람을 통해 그룹의 현장 안전 대응을 높여주고자 블루투스를 통한 거리 측정을 추진한다. 이때 블루투스 통신에 의한 가상 공간에서 그룹 대원 간의 가상공간 매핑과 함께 주변환경으로 인한 전파 간섭이나 회절로 발생하는 거리 추정 알고리즘과 칼만 필터를 통해 그룹 멤버의 이동에 따른 대략적인 위치 오차를 줄여주고, 초기 블루투스 장치의 캘리브레이션을 통해 장치간 생산시 발생하는 전파 특성에 따른 급격한 거리 오차를 줄여줄 수 있음을 보여준다.

I. 서론

행정안전부에서는 다양한 방법과 장치들을 도입하여 소방공무원의 화재진압이나 인명구조 상황에서 발생하는 안전사고에 대응하고 있다. 재난안전통신망을 위해 LTE-M 통신 장치의 보급과 IEEE 802.15.4e/g 등을 위한 Sub-GHz 보조 통신 장치를 수용하여 소방공무원의 안전을 지원하고 있다[1-4].

기존 제작된 소방방재 장치들은 진화 투입에 따라 위험 정보와 명령/보고 등을 위주로 개발되어 있어 여전히 화재현장에서 인명 피해를 입고 있다.

본 논문은 복잡한 화재 현장에서 소방대원 그룹간 통신을 위해 활용하는 블루투스 통신으로 그룹 대원간의 위치를 가상으로 매핑하고 이동에 따른 대원간의 거리 오차를 줄이기 위한 칼만필터 적용과 함께, 개별 장치 제조 시 발생하는 안테나, 신호세기 등의 오차를 줄이기 위해 생산 캘리브레이션 과정을 통해 그룹 멤버간의 위치 정확도를 향상하게 된다.

II. 본론

탄광, 지하공사, 통신서비스 제공사(KT, SKT, LGU+ 등)와 같은 지하 공동구 터널내 작업자들의 안전지원을 위해 2인 1조와 같이 물리적으로 해결하는 방법도 있지만, 작업 중 일정 영역에서 나누어 작업하는 형태의 일들이 많아지고, 작업자의 작업환경에 의한 재해로 인해 인명의 손상을 받게 된다.

인명 손상의 검출을 위해 손목밴드나 몸에 부착하는 장치를 이용하거나 혹은 주변 카메라, 레이다 등의

센서를 통해 인지하여 독립적으로 낙오되거나 위험에 처한 상황을 검출하고자 하는 연구들이 진행되었다.

본 논문은 손목밴드나 의복에 장착한 통신 장치를 활용하여 장치간 신호 세기의 감쇄를 통해 거리를 구하고 구해진 거리를 통신을 통해 상호 교환 과정을 거쳐 개별 장치간 대략적인 노드들의 가상 위치를 검출할 수 있다. 아래는 4 개의 통신 모듈을 활용하여 거리를 측정하는 과정을 보여준다. 시험을 위해 4 개를 활용하고 있지만, 그룹 설정과 멤버 설정에 따라 그 결과는 달라질 수 있다.

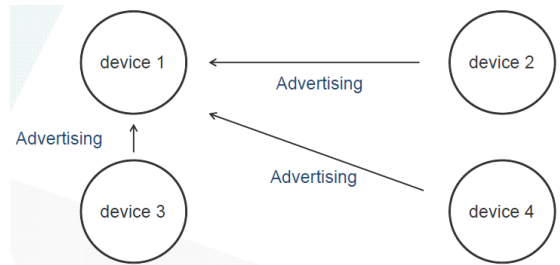


그림 1. 블루투스 통신장치의 거리 측정 설계

그림 2에서는 하나의 수신장치에서 개별 송신 장치로부터 Advertising 한 메시지를 수신한 결과 수신 신호에 대한 RSSI 값을 보여주고 있다. 송신 장치 간의 순서를 정하지 않은 상황에서 송수신 과정을 거쳐 수신된 신호를 확인할 수 있다.

```
>>> Scanning started <<<
Scan Report:
00:18:80:00:EA:4C
RSSI: -69
Name: DATS2
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -56
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:82:EB
RSSI: -79
Name: DATS3
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -56
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:EA:4C
RSSI: -82
Name: DATS2
Scan Report:
00:18:80:00:82:EB
RSSI: -65
Name: DATS3
```

그림 2. 통신 모듈별 수신신호 측정

그림 3 은 수신된 RSSI 신호를 바탕으로 거리를 추정할 때 발생하는 오류를 줄이기 위하여 칼만필터를 적용한 결과를 보여주고 있다. 칼만필터의 계수는 이동중인 보행자를 위하여 Q, R, P 값을 설정하였다.

```
>>> Scanning started <<<
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -56
Kalman_filter_rssi: -53
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:82:EB
RSSI: -70
Kalman_filter_rssi: -56
Name: DATS3
Scan Report:
00:18:80:00:EA:4C
RSSI: -68
Kalman_filter_rssi: -63
Name: DATS3
Scan Report:
00:18:80:00:82:EB
RSSI: -68
Kalman_filter_rssi: -67
Name: DATS3
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -52
Kalman_filter_rssi: -54
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:82:EB
RSSI: -65
Kalman_filter_rssi: -66
Name: DATS3
```

그림 3. 칼만 필터를 적용한 RSSI 값의 추정치

그림 4 는 칼만필터를 활용해 추정된 RSSI 값을 활용하여 노드간 거리를 측정 한 결과를 보여준다.

```
>>> Scanning started <<<
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -90
Estimated Distance: 17 meters
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -85
Estimated Distance: 10 meters
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -87
Estimated Distance: 12 meters
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -90
Estimated Distance: 17 meters
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -86
Estimated Distance: 11 meters
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -86
Estimated Distance: 11 meters
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -95
Estimated Distance: 31 meters
Name: DATS1
Scan Report:
00:18:80:00:11:71
RSSI: -85
Estimated Distance: 10 meters
Name: DATS1
```

그림 3. 추정된 RSSI를 활용한 거리 측정 결과

장치 별로 주기적으로 수집된 <장치, 거리> 세트 데이터는 통신을 통해 중계기를 거쳐 서버로 전송되고, 서버에서는 수집된 <장치, 거리> 세트를 기반으로 GUI 화면에 상대적인 위치를 보여주게 된다. 그림 5 에서는 상대 위치를 표시한 GUI를 볼 수 있다.

칼만필터에 의한 오류를 줄이더라도 장치가 보유한 고유 특성을 고려할 필요가 있으며, 이를 위하여

장치별 생산 후 1 점 캘리브레이션이나 2 점 캘리브레이션을 처리한 후 거리 오차가 효과적으로 줄어들었다.

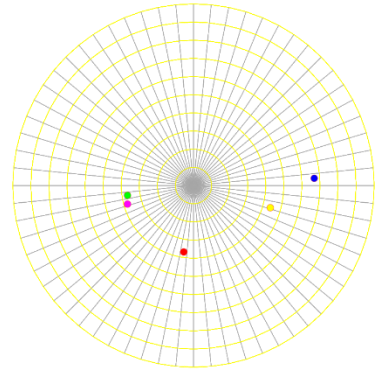


그림 5. 수집된 거리의 가상 공간 상대위치 표현

III. 결론

본 논문에서는 열악한 환경에서 그룹간 상호 위치를 검출할 때 사용한 방법으로 통신장치의 신호세기를 기반으로 이동 보행자를 고려한 칼만 필터의 적용과 함께 초기 장치별 고유한 특성을 감안하여 1/2 포인터 캘리브레이션을 통해 수용가능한 오류 내에서 상대 거리를 검출할 수 있었다.

향후 개발된 결과물을 건설공사 현장과 같은 많은 노동자들이 이동하는 환경에 확장 할 수 있도록 연구가 진행되어야 하며, 실 현장에 대한 적용 사례를 통해 부가적인 오류를 개선하여야 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2022-2024 년도 정부(과학기술정보통신부, 행정안전부)의 재원으로 과학재단 연구개발사업의 일환으로 수행하였음 ['1711190240' , 2022M3E9A109963713].

참 고 문 헌

- [1] 홍성화, 안전사고 예방강화를 위한 재난신호 전달체계 개선 방안 연구, 연구용역 최종보고서, 2019. 02
- [2] 이기영, "ZigBee 를 이용한 실내 위치 인식의 정확성 향상에 관한 연구," 한국정보기술학회논문지 제 8 권 제 5 호, pp. 85~91, 2010.5.
- [3] 조영수, 조성운, 김병두, 이성호, 김재철, 최완식, "실내의 연속측위 기술 동향," 전자통신동향분석, 22 권 3 호, pp. 20~28, 2007
- [4] 김성창, 김진호, "BLE Beacon 의 실내 측위 정확도 향상을 위한 Genetic Algorithm 기반 Kalman FilterParameters 최적화 방법," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 25 No. 11, pp. 1551~1558, 2021