

## ICT 기기를 활용한 재난안전통신망 강화 방안

# The Improvement of Disaster Safety Network using ICT Devices

홍성화

목포해양대학교 항해정보시스템학부

Sung-Hwa Hong

Division of Navigation Information System, Mokpo National Maritime University, Jeollanam-do, 58628, Korea

### [요 약]

현재 기후 변화를 비롯한 여러 자연재해 및 여러 재해로 인해 막대한 손실을 가져오고 있으며, 이러한 자연재해는 원천적 차단이 어렵다. 그러나 이런 재난 현장의 정보를 실시간으로 수집하여 빠른 시간내에 피해를 줄이기 위한 방안으로 본 연구에서는 ICT 기술을 접목하여 대응전략을 구사하며, 미래 유비쿼터스 사회를 대비하기 위한 USN 기술을 응용한 모델이 필요하여 제안하고자 한다. 제안 알고리즘은 이동 방향이 일정하지 않아도 보다 적은 수의 이동 기지국만으로도 디지털 각도기를 활용한 방향각과 정지시 확인할 수 있는 추정 위치를 연계하여 위치 파악이 가능하다는 것을 시뮬레이션을 통하여 분석한 바에 따르면, 제안한 알고리즘이 기존 알고리즘들보다 더욱 효율적임을 확인하였다.

### [Abstract]

Natural disasters destroy decades of human effort and investments, thereby placing new demands on society for reconstruction and rehabilitation. In most case, the natural phenomena triggering the disasters are beyond human control. In order to solve the problems that the information resources can not be shared among disaster management sectors and their work is hard to be coordinated in city, an idea of application of ubiquitous sense network and ICT technology to model the architecture of the disaster prevention system based on the analysis of characteristics of disasters. The proposed algorithm simulated that it is possible to locate the terminal by linking the direction angle and the estimated position that can be confirmed at the time of stopping, even if the movement direction of the terminal does not move in a certain direction with only a smaller number of mobile base stations. We also confirmed that the proposed algorithms analyzed through simulation are more efficient than existing algorithms.

**Key word** : Sensor, PS-LTE, Location, LTE, Mobile node.

<https://doi.org/10.12673/jant.2019.23.2.194>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 10 April 2019; Revised 12 April 2019

Accepted (Publication) 23 April 2019 (30 April 2019)

\*Corresponding Author; Sung-Hwa Hong

Tel: +82-61-240-7272

E-mail: shhong@mmu.ac.kr

## I. 서론

재난이 발생할 때 재난 상황에 대한 여러 상황 정보들을 송수신하기 위한 통신 방법으로 기존 음성 중심의 협대역 통신서비스는 음성, 문자, 사진 및 동영상 등과 같은 다양한 멀티미디어 정보가 송수신이 필수적인 재난 상황 대응에는 극히 제한적일 수밖에 없다. 이러한 기존 음성 중심의 협대역 서비스에서 다양한 멀티미디어 전송 서비스가 가능한 광대역 서비스인 LTE(long term evolution) 기반의 상용망 서비스가 현재 우리나라에서 구축을 시작하고 있으며, 해외 일부 지역에서도 구축 예정 및 시범 서비스를 운영하고 있다. 하지만 아직 공공 재난 상황에 즉각적으로 대응하기에는 통신서비스망으로 운영하기에는 부적절한 실정이다[1]-[4].

이러한 원인으로 다양한 멀티미디어 서비스가 가능하며 공공 재난 상황 대응에 적합한 광대역 LTE 서비스 기반 통신 기술 개발 필요성이 요구되고 있으며, 이에 따라 3GPP(3rd generation partnership project)의 산하인 TSG SA(Technical specification group service and system aspect)의 WG(Working group) 6에서 PS-LTE(Public safety long term evolution)에 대한 기술 표준화 작업을 진행하고 있다.

기존 재난망 시스템을 구축하고 있던 통신기술들은 주로 TRS (trunked radio system), 디지털 TRS, 및 VHF/UHF(very high frequency/ultra high frequency)등이 존재하고 있는데 이러한 통신기술을 기반으로 하는 재난망 시스템은 각 기관에서 별도로 운영하는 관계로 상호간의 주파수 문제 및 관리 주체의 상이로 상호 공동 운영하기가 어렵다.

현재 차세대 재난망 기술로서 대두되는 PS-LTE는 LTE 기술을 근간으로 공공안전 통신에 필요한 기술들을 표준으로 내세운 기술로 단말 간 통신, 그룹통신 등을 지원하는 통신 기술이다. 현재 우리가 재난망 시스템 구축을 목표로 망을 구축 중이며, 전 세계적으로 이 기술을 활용한 재난망 시스템 구축에 많은 노력을 하고 있다[4]-[6].

LTE는 3GPP의 Release 8을 근간으로 표준을 설정하고 있으며, PS-LTE(Public Safety-LTE)는 Release 12, 13을 표준으로 기술을 적용하고 있다. 특히 PS-LTE는 MCPTT 기능, uni-cast, multi-cast 그리고 ProSe 기능등을 이용하는 상태에서도 push-to-talk 기능을 사용할 수 있도록 하고 있다. 따라서 PS-LTE 서비스 또한 기존 LTE 서비스를 그대로 적용할 수 있어 모든 전통적인 IP 기반 어플리케이션을 그대로 서비스가 가능할 수 있어 다양한 정보원으로부터 어플리케이션에 서비스를 제공할 수 있다.

현재 사회재난이 급격히 증가하고 있으며, 이러한 다양성과 복잡성이 증대되고 있는 국가적 재난상황에 효과적으로 대비하고 대응하기 위해서는 선진화된 재난안전시스템이 요구되고 있으며, 공공안전 및 재난구조를 위한 고도화된 국가공공 재난을 위한 고도화된 재난 안전 통신 인프라의 필요성이 대두되고 있다. 국가재난안전망이란 재난이 발생하였을 경우, 군과 경

찰청, 방재청, 지방자치단체 등 관련 기관의 무선 통신망을 하나로 통합해 지휘체계를 일원화하고 신속하게 대응하기 위한 국가 차원의 무선통신망을 의미하며, 재난안전무선통신 기술은 VHF, UHF, 아날로그 TRS를 거쳐 준광대역 디지털 무선 통신 기술로 진화되고 있으며, 현재 각 국가마다 이러한 기술을 이용하여 독자적인 공공 재난안전통신망을 구축 중이다. 그러나 현재 이러한 국가 재난안전통신망은 여러 기관으로 나누어져 있으며, 특히 무선통신망에 관련되어서는 기관별 이용효율을 구분하여 보며 매우 비효율적으로 운영되고 있다고 판단된다. 따라서 본 논문에서는 보다 효율적인 무선 재난안전통신망 서비스 기술 구현에 중점을 두고 있다[1]-[6].

## II. 이동형 기지국을 활용한 재난안전통신망 강화 방안

LBS(Location-based service)로 센서 혹은 이동 단말의 위치를 인식할 수 있는 장비들이나 모듈들을 사용하여 산악지역이나 건물에 밀집한 도심지역 혹은 이동 단말들이 쉽게 이동할 수 있는 공간에서 이동 단말들의 위치를 드론을 기반으로 위치를 확인하는 것은 쉬운 일이 아닐 것이다. 그러나, 기술의 발전으로 인한 GPS의 성능이 발전하였지만 아직 GPS모듈을 이용한 위치 인식시스템에는 해상 및 육상에서의 위치 인식에서 많이 사용되고 있으며 보다 많은 활용 여지가 많이 남아 있다. 현재 대부분의 기존 센서네트워크의 위치 인식은 다수의 이동형 기지국이 GPS에 의존한 위치정보를 가지고 이동 단말에게 최소 3개 이상의 위치 파악 송신 정보 메시지를 보내주어야 한다. 특히 어느 정도의 이동 속도를 유지하는 소수의 단말들 간의 위치 인식은 많은 지연시간과 큰 오차를 가진다.

### 2-1 삼변측량/추측측량

일반적으로 특정 위치를 측정하는 방법은 이미 알려진 위치를 이용하여 알려진 위치와 알고자 하는 위치간의 거리 또는 각도 정보를 취득하는 것이 일반적이다. 주로 사용되는 3가지 측량방법이 있는데, 첫 번째는 추측측량 (dead reckoning) 방법으로 이미 알려진 위치에서 알고자 하는 위치까지의 거리와 각도 정보를 측정하는 것이다. 두 번째 방법은 삼각측량 (triangulation) 방법으로 알려진 두 지점의 거리(밀변거리), 각도 정보를 이용하여 다양한 위치에 대한 정보를 알아내는 것이다. 세 번째 방법은 삼변측량(trilateration) 방법으로 알려진 두 지점간의 거리정보(삼각형의 밀변 거리)를 토대로 알고자 하는 지점과의 거리를 측정한다.

본 연구에서는 단말이 이동하는 환경에서 소수의 이동형 기지국으로 단말의 위치를 알지 못하는 이동 단말들의 위치 추정을 할 수 있도록 항법 장치에 이용되는 GPS 센서와 가속도 센서를 이용하여 이동형 기지국이 자신의 이동 방향과 이동 거리

를 인지할 수 있는 추측 측량 기술을 이용한 위치 인식 방법이다. 이는 이동 단말이 이동형 기지국으로 보낸 위치 파악 송신 정보의 위치와 거리 정보를 자신의 저장장치에 저장하고 자신이 이동한 벡터만큼 위치 파악 송신 정보도 갱신하면서 3개 이상의 위치 파악 송신 정보가 모이면 자신의 현 위치를 파악하게 하는 방법이다.

이동 단말들 모두가 이동하는 환경에서 이동 단말은 통신 범위 안의 이동 기지국 위치 파악 정보를 수신 받아 자신이 이동 거리와 방향 벡터만큼 수신한 이동 기지국 위치정보를 보정하여 자신의 메모리에 저장하고, 3개 이상이 되면 삼변 측량에 의해 현 위치 파악을 수행한 후 트래버스 기법을 수행하면서 이동 방향에 대한 자신의 위치 파악을 결정한다.

여기서 이동 기지국과 이동 단말간의 거리  $d$ 는 RSSI(received signal strength indication)를 이용하여 측정한다. 이동 단말들이 서로의 일정한 거리를 유지하고 또한 단말들이 같은 방향으로 이동하는 환경에서는 망에서의 위치 파악은 1홉 범위 내에서 고정 좌표를 가진 이동 기지국을 3개 이상 파악할 확률이 높지 않다. 만약 이동 단말이 3개 이상의 위치 파악 송신 정보 정보로 자신의 위치를 파악하였다고 하여도 시간이 경과하면서 가속도와 디지털 나침반의 각  $\theta$ 오차가 지속적으로 누적되어 오차범위는 확대되고 파악된 위치도 확실하지 못하게 된다.

추측 측량 기법은 GPS가 동작하지 않는 곳에서 보조적인 위치 추적 항법 기술로 가속도 센서와 디지털 나침반을 활용하여 단말이 이동한 거리와 방향을 벡터로 인지하여 자신의 위치를 추정할 수 있다.

가속도 센서에 의해 단말의 이동거리는 다음과 같이 구한다. 가속도  $a$ 는 단위시간당 속도의 변화량이고, 속도  $s$ 는 거리의 변화량이므로, 가속도가 확인되면 속도변화는 가속도에 시간  $t$ 를 곱하게 되므로 속도  $s$ 는 초기속도  $s_0$ 에 단위시간 동안 속도변화를 더해 주어 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$s = s_0 + at \tag{1}$$

속도가 확인되면 단위시간 동안 이동한 거리를 계산할 수 있다. 계산된 이동한 거리  $l$ 는 속도에 시간값을 곱해 계산하면 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$l = s \cdot t \tag{2}$$

### 2-2 트래버스 기법

이동방향  $\theta$ 는 디지털 나침반을 통해 구한다. 따라서, 삼변 측정 기법을 활용한 평면직각좌표계는 직교하는 두 개의 직선을 좌표축으로 하고 각 축으로부터의 수직거리로 그 점의 위치를 표시하는 좌표계이며, 드론이 앵커의 역할을 수행하였을 경우, 드론이 이동 시의 이동각 및 정지시의 GPS 좌표 및 추정값을 활용하여 중심값을 나타낼 수 있다. 이러한 삼변측정은

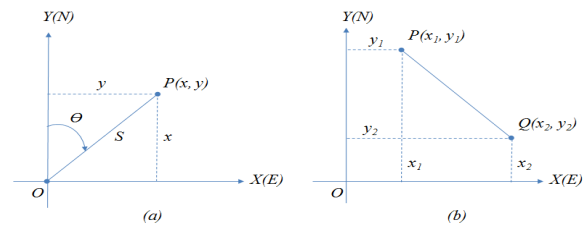


그림 1. 직교수직좌표계  
Fig. 1. Rectangular coordinate system.

지표면이 좁고 곡선이 없는 일반 평대지에서는 간단한 수학적 표현에 의하여 매우 편리하게 사용할 수 있는 장점이 있다.

그러나 지구의 곡률을 고려해야 하는 매우 넓은 지역의 표시에는 투영법을 통해 2차원의 좌표를 정의해야 활용이 가능하다. 그림 1.(a)에서와 같이 초기 위치파악 및 중간 위치 파악을 위한 점 P의 위치는 P로부터 Y축 및 X축에 내린 수선의 발  $(x, y)$ 의 값으로 정의되며, 그 값은 간의 거리 S와 방향각(또는 방위각)  $\theta$ 를 알면 다음과 같이 구할 수 있다. 또한 그 값은 GPS 값과 RSSI를 통한 위치 값을 활용하여 인식한다. 그림 1.(b)에서 두 점 P, Q 간의 거리도 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$x = S \cos \theta, \quad y = S \sin \theta \tag{3}$$

$$PQ = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

여기서는 자오선 방향을 N으로 하고, 이에 직교하는 축을 E으로 하여 (X, Y)와 함께 표기한다. 추정된 위치값을 이용하여 트래버스 기법을 활용한 방위 값과 가속도 센서를 활용한 위치 추정을 할 수 있게 된다. 이러한 트래버스를 활용한 기법은 공간 연산을 위해서는 기본적으로면서 많이 사용되는 방법은 대 표점 중심 계산 방식이다. 중심점은 많은 수신된 위치 정보의  $x, y$  좌표 정보를 토대로, X와 y 좌표의 평균을 구하는 방법이다. 즉 평균 중심점은 점 집합의 중심 위치(average location)이라 할 수 있다.

$$(x_m, y_m) = \left( \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right) \tag{4}$$

$(x_m, y_m)$  : 평균 중심점,  $n$ : 점의 총 수

또한 공간 분포에서 각 점들이 얼마나 평균 중심점(mean center)으로부터 떨어져 있는지의 정도를 측정하는 것이다. 즉, 각 점들을 토대로 평균 중심점을 구한 후, 그 평균 중심점에서 각 점까지의 차를 곱한 후, 합한 값들을 점들의 수로 나눈다. 그리고 이 값에 루트를 씌우면 표준 거리(standard distance)를 얻을 수 있다. 이러한 표준 거리는 점의 속성 유형에 따라 다른 결과를 가지므로 점이 대표하는 속성성(수직, 수평 거리, 고도,

이동 속도)에 따라 표준 거리는 다를 것이다.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - y_m)^2}{n}} \quad (5)$$

이 표준거리를 이용하여 표준 편차 타원(standard deviational ellipse)을 계산할 수 있다. 표준 편차 타원은 점 분포의 공간 편이를 보여주는 방법으로 공간 분포의 방향적 특성을 보여준다. 특히 표준 거리를 이용한 원보다는 타원을 이용하여 공간 분포를 살펴볼 수 있다. 표준 편차 타원을 만들기 위해서는 세 가지 과정이 요구 된다. 우선 점들의 대표점으로서 평균 중심점을 계산한다. 두 번째는 각 점에서 평균 중심점까지의 차이(=x<sub>i</sub>-x<sub>m</sub>)를

$$\tan q = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i'^2 - \sum_{i=1}^n y_i'^2) + \sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i'^2 - \sum_{i=1}^n y_i'^2)^2 + 4(\sum_{i=1}^n x_i' \sum_{i=1}^n y_i')^2}}{2 \sum_{i=1}^n x_i' \sum_{i=1}^n y_i'}$$

(x'<sub>i</sub> = x<sub>i</sub> - x<sub>m</sub>, y'<sub>i</sub> = y<sub>i</sub> - y<sub>m</sub>)

최종적으로 구해진 정보를 이용하여 표준 편차 타원의 장축과 단축을 다음과 같이 구해질 수 있다.

$$\delta x = \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n (x_i' \cos \theta - y_i' \sin \theta)^2)}{n}} \quad (6)$$

$$\delta y = \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n (x_i' \sin \theta + y_i' \cos \theta)^2)}{n}}$$

여러 기준점 측량 방법 중에서 방향과 거리를 가지고 있는 선분의 연속인 트래버스를 이용하여 수평 위치를 결정하는 방법인 트래버스 위치 측정 방법은 각 측정점의 좌표를 측선의 방향과 거리를 이용한 벡터를 활용하여 결정한다. 이를 위해서는 기준이 되는 측정점을 연결하는 측선의 길이와 그 방향을 관측하여 측정점의 수평위치(x, y)를 결정하는 방법을 사용하는데, 거리의 각에 의한 수평 위치를 측정할 수 있다. 그림 2에서 다음과 같이 보여준다.

$$\begin{aligned} x_2 &= x_1 + l \cos \theta \\ y_2 &= y_1 + l \sin \theta \end{aligned} \quad (7)$$

이러한 트래버스 측정 방법은 2방향만 제시하므로 선점이 용이하고 후속 위치 측정이 단조롭다. 또한, 장애물이 많거나 협소한 지역에서도 쉽게 추정이 가능하다. 또한 잘못 추정하였을 경우 쉽게 재 추측하기가 쉬우며, 삼각 측정에 비하여 추정 시간이 줄어든다. 허나, 측정수가 많아졌을 경우 오차 누적

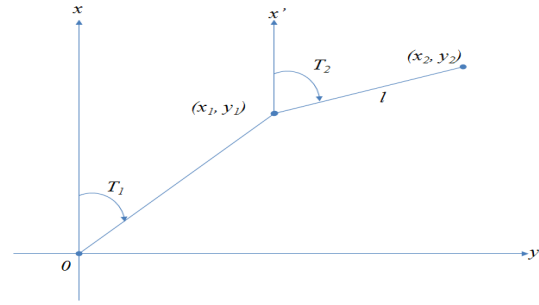


그림 2. 좌표결정의 원리  
Fig. 2. the principle of coordinate determination.

이 심해지기 때문에 측정수를 제한할 필요가 있으며, 넓은 지역은 측량에는 트래버스 점만으로는 부적당하다.

특히 이 방법은 거리와 각을 조합하여 측정점의 위치를 구하는 것으로 정확도는 이들의 추정 정확도에 좌우된다. 특히 트래버스 기법 중에 결합 트래버스 기법은 한 기지점(삼각점)에서 출발하여 다른 기지점에 결합시키는 방법으로 추정결과 오차점검이 가능하며, 가장 정확도가 높다. 기지점의 관계 위치가 추정결과를 점검하기 위한 조건이 된다. 이 기법은 대규모 지역의 정도 높은 추정에 사용한다.

### III. 제안한 위치 인식 알고리즘

#### 3-1 제안한 알고리즘

그림 3에서 보여주고 있는 가속도 센서와 디지털 나침반을 이용한 삼변측정 및 트래버스 기법을 활용한 위치 인식 기법을 정리해 보면 다음과 같다.

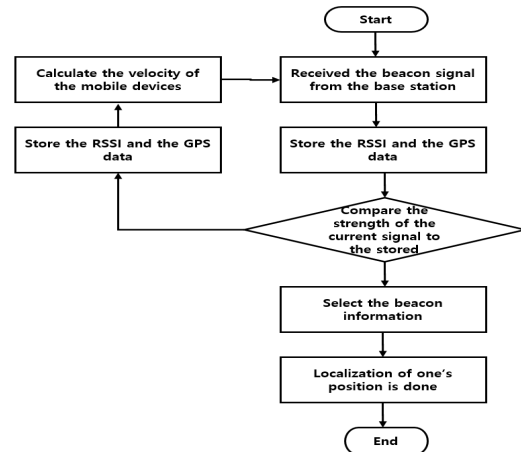


그림 3. 제안한 알고리즘의 순서도  
Fig. 3. the flowchart of the proposed algorithm.

1. 이동 단말이 이동 기지국 통신반경 안으로 이동 시 위치 파악 송신 정보 수신
2. 위치 파악 송신 정보로부터 이동 기지국의 위치와 거리 값 (RSSI 값) 계산하여 메모리에 저장
3. 이동 단말은 자신이 이동 거리와 방향으로 저장된 이동 기지국의 위치를 보정
4. 단말의 통신 반경 안에 이동 기지국 또는 이동 기지국의 위치를 감지하고 있는 이웃 단말을 인지하였을 때 위치 파악 송신 정보 수신
5. 이동 기지국 정보가 3개 이상이 되면 한계점 값 이상의 위치 파악 송신 정보 정보만 선정
6. 삼변 측량을 활용한 트래버스 기법 통해 자신의 위치를 위치 인식

위치 인식 시뮬레이션 분석을 위해서 다음과 같은 측정 기준을 이용하였다.

- 평균 위치 오차: 모든 이동 단말의 계산을 통하여 얻어진 예상위치( $X_{ei}, Y_{ei}$ )와 실제 위치( $X_i, Y_i$ ) 사이의 평균거리

$$Average\ location\ error = \frac{\sum \sqrt{(X_{ei} - X_i)^2 + (Y_{ei} - Y_i)^2}}{Number\ of\ Sensor}$$

- 이동 시 단말의 방향각 위치 오차: 삼변 측량을 위한 중심점에서의 이동시 방향각을 고려한 트래버스 기법을 통해 얻어진 위치

Ta, T1, T2 ... 각 측선의 방향각

Sa, S1, S2 ... 각 측선 길이(다각변의 길이)

A점 좌표( $X_a, Y_a$ ), B점 좌표( $X_b, Y_b$ ), 각 점의 좌표값( $x_1, y_1$ ), ( $x_2, y_2$ ), ... 라면

$$\begin{aligned} St. A : X_a, Y_a \\ St. 1 : x_1 = X_a + S_a \cos T_a, \quad y_1 = Y_a + S_a \sin \alpha_a \\ St. 2 : x_2 = X_1 + S_1 \cos T_1, \quad y_1 = Y_1 + S_1 \sin \alpha_1 \\ St. 3 : x_3 = X_2 + S_2 \cos T_2, \quad y_1 = Y_2 + S_2 \sin \alpha_2 \\ \vdots \\ St. B : x_b = X_n + S_n \cos T_n, \quad y_b = Y_n + S_n \sin \alpha_n \end{aligned}$$

$$x_b = X_a + \sum S \cos T, \quad y_b = Y_a + \sum S \sin T$$

( $x_b, y_b$ ): 측량결과로 계산된 점 B의 좌표

( $X_b, Y_b$ ): 점 B의 기지좌표

이 때 발생 가능한 오류 요인에 대한 가정은 다음과 같다.

- RSSI 값 오류: 이동 기지국과 이동 단말 사이의 거리 값의 추정치인 RSSI 값은 이론상으로 거리의 제곱에 반비례하여 신호의 세기가 감쇠하나, 실제 측정 시 환경요인으로 오차가 발생한다.
- 단말의 이동 속도: 위치추정 시간 동안 이동 거리가 오

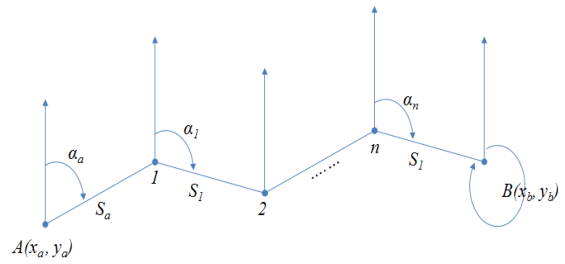


그림 4. 결합 트래버스의 계산  
Fig. 4. the computation of a coupled traverse.

류의 원인이 된다. 즉 속도가 증가하면 오류 값이 증가하며, 여기서 실험하는 이동 단말들의 속도는 인간이 보행시의 속도(보행 시 1.5m/s, 달릴 경우 3m/s, 5m/s)로 제한한다.

- 방향성안테나 빔 폭: 이동 단말이 수신한 각은 각 섹터의 중심각을 수신하므로 섹터안테나의 빔 폭  $\Theta$ 의 오차 값은 없다고 가정한다.
- 내장형 센서 모듈(가속도 센서, 디지털 나침반, GPS) 오류: 가속도 측정용 센서, 방위 및 각도에 대한 정보 측정이 가능한 디지털 방위계, GPS 모듈에 의한 오류는 없다고 가정한다.

### 3-2 시뮬레이션 분석

가속도 센서를 이용한 제한기법은 200 x 200m<sup>2</sup>의 통신 가능 지역에 단말들을 불특정하게 분포시키고 최대 속도 범위 안에서 일정 방향으로 정지·이동한다고 가정하였다. 그림 4와 5에서 보여주는 바와 같이 이동 단말의 속도가 증가할수록 위치 오차는 증가할 수 밖에 없다. 또한 기지국의 수가 증가하면 단말의 정지 상태 때 위치 추정을 하게 되는 삼변 측결과 이동시 벡터를 고려한 트래버스 기법을 활용하게 되는 가속도 센서를 이용한 알고리즘은 단말의 이동 속도가 빨라질수록 이동 기지국 정보를 수신할 확률이 높아지기 때문에 이동 속도 별 위치 오차 변화율이 작을 수 밖에 없다.

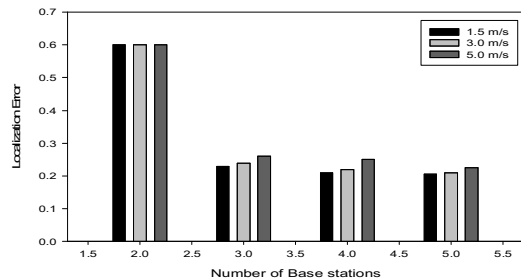


그림 5. 기지국 수에 따른 이동 단말 별 위치 오차  
Fig. 5. the location error of mobile node by base station number.

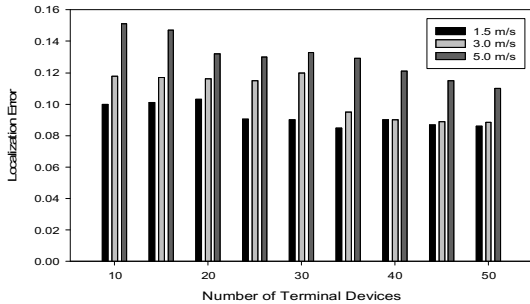


그림 6. 단말 수에 따른 속도 별 위치 오차

Fig. 6. the position error by speed according to number of mobile nodes.

또한 그림 4에서의 이동형 기지국의 갯수에 따른 오차에서는 기지국의 갯수가 증가하지만 오차 변화는 거의 없음을 확인할 수 있다. 허나, 단말의 갯수에 따른 오차에서는 단말의 갯수가 증가함에 따른 위치 오차는 조금씩 감소하는 것을 확인할 수 있다.

이러한 결과는 이동형 기지국은 고정형 기지국의 증가에 따른 위치 오차는 적을수 밖에 없으며, 단말의 증가에 따른 위치 변화 오차는 기지국 정보를 인식하는 단말간의 정보 교환 증가에 따른 위치 오차 변화 폭이 감소하므로 단말의 수가 많아질수록 확률적으로 낮아진다.

#### IV. 결 론

기존 무선망 네트워크에서의 위치 추정 알고리즘은 주로 단말이 고정되어 있는 상태에서의 3개 이상의 절대 위치를 확인할 수 있는 기지국을 활용한 위치 추정 기법을 사용하였다. 그러나 본 논문에서는 이동 단말을 활용하여 지속적으로 이동 가능한 이동 기지국의 위치를 삼변 추정을 활용한 트래버스 기법을 사용하여 단말 및 이동 기지국의 위치를 추정하는 위치 인식 알고리즘을 제안하였다.

제안 알고리즘은 이동 방향이 일정하지 않아도 보다 적은 수의 이동 기지국만으로도 디지털 각도기를 활용한 방향각과 정지 시 확인할 수 있는 추정 위치를 연계하여 위치 파악이 가능하다는 것을 시뮬레이션을 통해 분석한 바로 제안한 알고리즘

이 기존 알고리즘들보다 더욱 효율적임을 확인하였다.

또한 RSSI를 이용한 거리측정과 가속도 센서를 이용한 트래버스 기법의 이동거리측정을 통한 위치 추정 기법을 통해 그 실용성을 입증하였으나 추가적인 향상을 위해서 드론에서 송수신에 적합한 방향성 안테나 등 하드웨어의 연구뿐만 아니라 에너지 효율적인 알고리즘의 추가적인 연구도 필요하다고 하겠다.

#### Acknowledgements

본 연구는 한국방송통신전파진흥원의 2018년 하반기 연구과제의 일환으로 수행하였음. [과제명 : 안전사고 예방강화를 위한 재난신호 전달체계 개선방안 연구]

#### References

- [1] MSIP, Republic of Korea, Request on prioritization and expeditious completion of 3GPP Work Items and Study Items related to Public Safety LTE, 3GPP RP-141097, Sept. 2014.
- [2] MarketsandMarkets, Wireless broadband in public safety (2010-2015), June 2011.
- [3] ETSI EN 300 396-2, Terrestrial trunked radio; Technical requirements for direct mode operation; Part 2: Radio aspects," 2007.
- [4] TTA, 3GPP work items for public safety LTE and PPDR broadband network in Korea, 3GPP RP-141098, Sept. 2014.
- [5] ETSI TR 102 485, "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Technical characteristics for Broadband Disaster Relief applications (BB-DR) for emergency services in disaster situations; System Reference Document," 2006.
- [6] Y.S. Uddin, D.M. Nicol, and T.F. Abdelzaher, "A post-disaster mobility model for delay tolerant networking," in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2009 Winter*, Austin: TX, pp.2785-2796, 2009.



홍 성 화 (Sung-Hwa Hong)

2008년 8월 : 고려대학교 전자컴퓨터공학과 (공학박사)

2009년 3월 ~ 2011년 8월 : 동양미래대학교 소프트웨어정보학과 교수

2011년 8월 ~ 현재 : 목포해양대학교 해양정보통신공학과 부교수

※관심분야 : USN, 홈네트워크, 센서 네트워크, 임베디드 시스템, 계측제어