

# 이동 센서 환경에서 노드 이동 거리에 따른 성능 변화 연구

박세영 · 윤대열\*

광운대학교

## Performance Analysis on Nodes' Moving distances in Mobile Sensor Field

Se-Young Park · Dai Yeol Yun\*

Kwangwoon University

E-mail : android5966@kw.ac.kr / hibig10@kw.ac.kr

### 요 약

WSN (Wireless Sensor Network)에서 무선 데이터 전송 환경은 시스템 성능에 중요한 역할을 한다. 제안 이동 모델에서 이동 거리는 통신 성능에 많은 영향을 준다. 송수신 거리(d), 경로 손실(Path Loss), 수신 감도(Sensitivity), 비트 오류율(Bit Error Rate, BER), 신호 대 잡음 비율(SNR, Signal to Noise Ratio) 등은 무선 통신 시스템 설계할 때 고려사항들이다. 특히 MANET은 외부 기간망의 도움 없이 독립적으로 무선 단말끼리만 서로 통신하며 이동하는 망의 형태이다. 본 논문은 WSN에서의 최적화된 전력사용 방안으로 이동 노드들의 이동 거리가 시스템 전체 에너지 효율에 미치는 영향에 관한 연구이다. 센서 노드들의 이동 가능 거리를 통신 가능 범위 안으로 제안함으로써 전체 네트워크의 수명을 연장하는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

### ABSTRACT

In a Wireless Sensor Network (WSN), the wireless data transmission environment plays an important role in system performance. In the proposed mobility model moving distance of sensor nodes has a great influences on communication performance. Transmission/receiving distance (d), path loss (L), sensitivity, Bit Error Rate (BER), Signal-to-Noise Ratio (SNR) are considerations when designing a wireless communication system. MANET is a form of network in which only wireless terminals communicate with each other independently and move without any assistance of an existing infrastructure network. This paper is research on the optimized power usage method which is study on the effect of the moving distance of mobile nodes on the overall energy efficiency of the system in WSN. The purpose of this study is to extend the life of the entire network by proposing the mobile distance of sensor nodes within the communication available range.

### 키워드

WSN, Sensor, communication Protocol, Energy Efficiency

### 1. 서 론

무선 환경에서 전송 거리와 전파 환경은 시스템 성능에 매우 중요한 역할을 한다. 일반적인 이동 터미널과는 다른 특성이 있는 무선 센서 네트워크 시스템을 설계할 때 이동 노드들의 이동 거리는 시스템 전체 성능에 많은 영향을 줄 수 있다. 송수신 거리, 경로 손실(Path Loss), 수신 감도(Sensitivity), 비트 오류율(Bit Error Rate, BER), 신호대 잡음비(SNR, Signal to Noise Ratio) 등은 무선 통신 시스템 설계할 때 일반적인 고려사항들이

다. 또한, 무선 활용 애플리케이션에서 사용되는 주파수 대역은 무선 환경 설계에서 주요한 변수로 작용한다. 무선 통신 애플리케이션에서는 비허가 ISM (Industrial Scientific Medical) 주파수 대역인 2.4GHz을 널리 사용한다. 지그비(ZigBee)(IEEE 802.15.4), 블루투스(Bluetooth)(IEEE 802.15.1), 와이파이(Wi-Fi)(IEEE 802.11 b/g/n), WUSB (Wireless Universal Serial Bus), 고유 프로토콜(MiWi), 일부 무선 전화기 등의 수많은 프로토콜이 이 대역을 사용한다. 그렇기 때문에 2.4GHz ISM 대역에서 동작할 때는 같은 스펙트럼을 사용하는 다른 프로토콜들과 간섭을 일으키기 쉽다. 센서 노드가 이동 가능한 거리는 통신 가능 범위 즉 수신 신호를 복원

\* corresponding author

이 가능한 범위로 제한되어야 한다. 다시 말해서 신호대 잡음비 SNR이 0dB 이상이 되도록 유지하는 범위이다.

센서 노드의 이동 거리에 따른 영향을 확인하기 위하여 기존의 라우팅 프로토콜과 이동 모델을 적용하여 시뮬레이션하였다.

## II. 관련 연구

WSN은 물리적 외부 환경을 모니터링하고 데이터를 네트워크를 통해 중앙 노드(Cluster Head, CH) 또는 기지국(Base-Station, BS)로 전달하는 공간적으로 흩어져 있는 센서들로 구성된다. 최근 WSN은 양방향 통신을 지원하므로 노드에서 중앙 노드 또는 기지국으로 모니터링한 정보를 전송할 수 있을 뿐만 아니라, 기지국에서 센서의 동작을 제어할 수도 있다. [3].

라우팅 프로토콜은 모든 노드를 피어로 간주하는 평면(Flat) 네트워크 아키텍처를 가지면서, 에너지 효율성, 안정성 및 확장성 등을 구조에 포함한다. 또한, 라우팅 프로토콜은 데이터 중심 접근 방식을 사용하여 네트워크 내의 관심 사항을 전파하면서 센서 노드의 위치 정보를 사용하여 센서 노드의 주소를 지정할 수 있다[2].

무선 센서 노드들의 이동 및 이동에 따른 새로운 배치 환경에서 네트워크 수명을 연장하고 성능을 향상을 위한 여러 가지 방안들이 연구되고 있다. RWPM (Random WayPoint Mobility Model) 이동 모델은 이동 노드가 방향과 속도 변화시키는 매우 단순한 모델로 각 이동 노드의 이동 속도를 미리 정한 최소 속도(0)와 최대 속도(Vmax) 사이에서 균등하게 무작위 설정한다. RWPM은 속도 분포의 편향성, 이동 노드의 부적절 선택 및 균일한 분포 때문에 이 모델을 사용한 시뮬레이션 연구에서 공통적으로 나타나는 문제이지만, 이동 노드의 속도나 방향에 제한이 없고 새로운 이동 모델의 기준으로 사용된다는 장점이 있어서 가장 많이 활용되는 이동 모델이다[4].

LEACH-Mobile 프로토콜은 LEACH 모델의 이동성 환경을 고려하기 위하여 제안되었다. 기존의 노드에서 이동성을 가진 노드, 즉, “모바일 노드”를 추가함으로써, 기존의 LEACH 프로토콜에 이동성을 추가시켰다. 또한, LEACH 프로토콜은 CH가 참여한 노드들의 정보로 만든 TDMA 스케줄에 의해서 데이터 수신을 기다리는데, LEACH-Mobile의 CH는 데이터를 수신하기 위해서 모든 노드에 TDMA 슬롯을 배정하고 슬롯마다 송신 요청 메시지를 송신한다[1].

WSN에 네트워크 수명을 연장하려고 즉 네트워크의 에너지 총소비량을 최소화하는 방법으로 퍼지 추론 시스템이 제안되고 있다.

## III. 제안 시스템 모델

센서 노드가 이동 가능한 거리,  $d$ 는 통신 가능 범위  $R_{MAX}$ 로 수신 신호를 복원 가능한 범위로 한다. 즉 신호대 잡음비 SNR이 0dB 이상이 되도록 유지하는 범위이다. 식 1과 같이 표현할 수 있다.

$$(S/N)_{dB} \geq 0, \quad d \leq R_{MAX} \quad (\text{식 } 1)$$

경로 손실 또는 무선 신호의 감쇠는 거리에 따라 자연스럽게 발생한다. 이동 환경에 따라 송신기 수신기 간의 장애 또는 신호를 감쇠시키는 양상이 다르다. 이런 경로 손실은 방해 물질 유형 및 밀도나 무선 신호의 주파수에 따라 다르다.

무선 송수신에 따른 자유 공간 경로 손실은 통신 거리가 2배가 되면 경로 손실은 6dB 증가하게 된다. 반대의 경우로 거리가 절반으로 줄어들면 경로 손실은 -6dB 증가하게 된다. 즉 수신 신호를 추출할 수 있는 SNR이 0dB 이상이 되어서 원활한 통신이 이루어지기 위한 최대 거리는 최대 이동 거리의 1/2가 되어야 한다. 따라서 식 1은 식 2와 같이 변경되어야 한다. 노드 이동 가능 거리는 최대 거리 전송 거리의 1/2 범위 내에서 움직여야 정확한 수신이 가능하다.

$$(S/N)_{dB} \geq 0, \quad d \leq \frac{1}{2}R_{MAX} \quad (\text{식 } 2)$$

노드 이동은 센서 필드 내부로 한정하였다. 그림 1은 현재 위치  $(x_r, y_r)$  노드가 일정 시간 라운드 이후 위치  $(x_{r+1}, y_{r+1})$ 로 이동하는 모습을 보여주고 있다. 각 노드가 이동 방향  $\theta$  ( $0 \leq \theta \leq 2\pi$ )로 이동할 때 최대 이동 거리 즉 필드 경계 조건들을 보여주고 있다. 센서 노드의 이동은 센서 필드 내로 제한하고 있다. 전체 센서 필드를 2차원 평면으로 간주할 때 경계 좌표값들은 식 3에서 보여주고 있다. 이동 각도  $90^\circ$ 일 때  $(x_r, M)$ ,  $270^\circ$ 에서 이 경계 좌표값이다.

1. 위 경계면 :  $(\frac{M - y_r + x_r \tan \theta}{\tan \theta}, M)$
  2. 아래 경계면 :  $(0, \frac{y_r - x_r \tan \theta}{\tan \theta}) \quad (\theta \neq 90^\circ, 270^\circ)$
  3. 왼쪽 경계면 :  $(-x_r \tan \theta + y_r, 0)$
  4. 오른쪽 경계면 :  $(M, M \tan \theta - x_r \tan \theta + y_r)$
- (식) 3

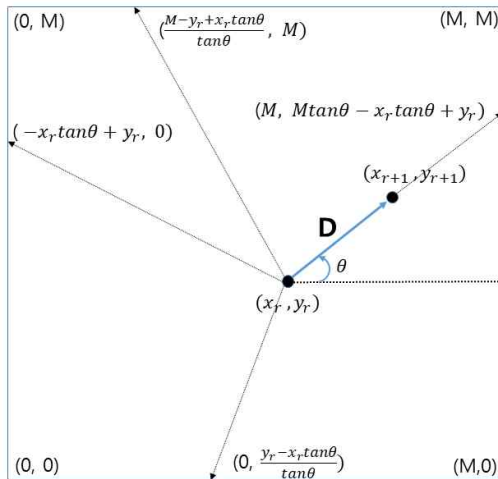


그림 1. 센서 노드의 이동 경계 조건

IV. 시뮬레이션 및 결과

표 1은 2가지 이동 모델에서 센서 노드 100개의 1라운드 50라운드 100라운드에서 노드 위치를 보여주고 있다.

표 1. 라운드별 노드 배치

이동 모델	1 round	50 round	100 round
모델1			
모델2			

그림 2는 1번 센서 노드가 5000회 이동한 궤적을 모두 그린 것이다. 전체 센서 필드를 고르게 이동하고 있음을 확인할 수 있다.

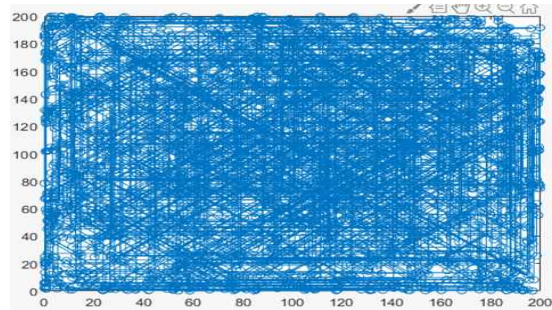


그림 2. 노드 #1의 5000회 이동 궤적

V. 결 론

무선 이동 센서 네트워크에서 이동한 궤적을 모두 그린 것이다. 전체 센서 필드를 고르게 이동하고 있음을 확인할 수 있다.

References

- [1] Singh, Santar Pal, and S. C. Sharma. "A survey on cluster based routing protocols in wireless sensor networks." *Procedia computer science* 45 (2015): 687-695.
- [2] Malik, Khawar Iqbal, and M. Mateen Yaqoob. "An Analytical Survey on Routing Protocols for Wireless Sensor Network (WSN)." *International Journal of Computer Applications* 975: 8887.
- [3] Nguyen, Minh Tuan, Keith A. Teague, and Nazanin Rahnavard. "CCS: Energy-efficient data collection in clustered wireless sensor networks utilizing block-wise compressive sensing." *Computer Networks* 106 (2016): 171-185.
- [4] Misra, Shreshtha, and Rakesh Kumar. "A literature survey on various clustering approaches in wireless sensor network." *2016 2nd international conference on communication control and intelligent systems (CCIS)*. IEEE, 2016.