

# 표준편차를 이용하여 안정적인 경로를 선택하는 라우팅 알고리즘

신현준\* · 전민호\* · 강철규\*\* · 오창현\*

\*한국기술교육대학교 · \*\*전자부품연구원

## Routing Algorithm to Select a Stable Path Using the Standard Deviation

Hyun-jun Shin\* · Min-Ho Jeon\* · Chul-Gyu Kang\*\* · Chang-Heon Oh\*

\*Korea University of Technology and Education · \*\*Korea Electronics Technology Institute

E-mail : champ5866@kut.ac.kr

### 요 약

무선 센서 네트워크에서는 주로 위치 추적과 같은 주변의 정보를 얻고자 하는 환경에 사용되며, 이러한 정보는 무선 링크를 통해 전송하기 때문에 불필요한 재전송을 요구하고 많은 손실이 발생한다. 이 때문에 신뢰적이고 에너지 효율적인 링크를 선택하기 위해 RSSI(received signal strength indication), LQI(link quality indication)등을 이용하여 무선 링크에 대한 품질을 추정하는 기법이 필요하다. 본 논문에서는 센서 노드간의 각 경로 내의 표준편차가 작은 경로에 우선순위를 정하고 우선순위가 높은 경로마다 LQI 값을 각각 누적하여 높은 값을 가지는 경로를 선택하며 그 중에서도 hop count가 적은 경로를 선택하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 전체 LQI의 값이 높고 hop count가 적은 경로라도 노드간의 편차가 다양하여 수명이 단축되는 경로를 제거하기 때문에 보다 안정적인 경로를 선택할 수 있는 장점이 있다.

### ABSTRACT

The wireless sensor network is used to get information that location tracing or data of surrounding areas. Unnecessary retransmission request or many energy consumption because the transmission over the wireless links. In order to select the link of reliable and energy efficient to estimate the quality of radio link technique is required using RSSI, LQI, and so on. In this paper, each path between the sensor nodes, a small in the path within standard deviation of shall be determined the priority. Each path a high priority of the node values, respectively LQI is accumulated. Node can be selected the high LQI value path. Among them the less hop count to select the path is proposed. The proposed algorithm is removed the paths of shorten life using high the LQI value of the entire and high hop count even less variation. So its advantage that the sensor nodes can be selected more reliable path.

### 키워드

표준편차, RSSI, hop, 라우팅, 무선 센서 네트워크

### 1. 서 론

무선 센서 네트워크는 많은 수의 센서 노드들을 특정지역에 배치하여 그 지역에서 발생하는 각종 이벤트 정보를 사용자에게 전달한다. 고려되어야 할 사항은 센서 노드의 제한된 에너지 자

원을 효율적으로 사용하는 방안이다. 왜냐하면 무선 센서 네트워크의 가장 큰 제약점은 센서 노드들이 배터리를 에너지 공급원으로 하고 있어 한정된 에너지를 가지기 때문이다. 따라서 센서 노드로 에너지를 지속적으로 공급하거나, 또는 배터리 재충전과 같은 방법으로서의 에너지 공급이 필

요하다. 하지만 현실적으로 어려움이 많아 한정된 에너지를 효율적으로 사용하는 기술이 매우 중요하다. 현재 대부분의 센서 네트워크 분야에서는 한정된 에너지를 극복하기 위한 에너지 절약 기법을 연구하는데 많은 노력을 기울이고 있다[1].

에너지의 소모를 줄이는 방법으로는 사용하지 않는 무선 송수신기의 전원 차단, 무선 송수신기의 출력 제어, 에너지 효율을 높은 프로토콜 사용 등이 있다[2],[3].

본 논문에서는 무선 센서 네트워크에서 노드들의 에너지 소모를 줄여 생존 시간을 최대한 늘리는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 센서 노드간의 각 경로 내의 표준편차가 작은 경로에 우선순위를 정하고 우선순위가 높은 경로마다 LQI를 각각 누적하여 높은 값을 가지는 경로를 선택하여 그 중에서도 hop count가 적은 경로를 선택하는 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성으로 II장에서는 관련 연구로 RSSI와 LQI에 대해 기술한다. III장에서는 제안하는 알고리즘의 원리에 대해 설명한다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 2-1 수신이득에 따른 RSSI

RSSI를 이용한 거리 측정은 송신기와 수신기 사이에서 전파의 경로 손실을 이용하여 거리를 수학적으로 측정하는 것으로 수신 신호의 세기가 멀어질수록 신호가 약해지는 것을 응용한 것이다.

Friill의 전파경로손실 공식에 따라 자유 공간에서의 신호 감쇠는 식 (1)과 같이 거리의 제곱에 반비례하며, 수신이득에 비례한다[4].

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L} \quad (1)$$

$P_t$ 는 송신 전력이며,  $P_r(d)$ 는 수신 전력,  $G_t$ 는 송신 안테나 이득,  $G_r$ 는 수신 안테나 이득,  $d$ 는 송수신 안테나 사이의 거리(m),  $L$ 은 전파와 관계 없는 시스템 손실 계수이다.

RSSI는 식 (1)을 이용하여 식 (2)와 같이 구할 수 있다.

$$RSSI(dBm) = 10 \cdot \log P_r(d). \quad (2)$$

### 2-2 링크 품질에 따른 수신 세기

LQI는 전달 받은 패킷의 신호 세기나 품질을 나타내며 수신자의 신호세기 측정 모듈을 사용하여 측정된 신호 세기 또는 신호 세기 대 잡음의 비율로 결정한다. LQI는 각 수신 패킷마다 측정되며 이 값은 0x00~0xFF까지의 범위를

가지고 가장 높은 수치(0xFF)가 가장 좋은 신호 품질을 의미하며 LQI를 기반으로 링크 비용을 계산하면 좋은 신호 품질은 낮은 경로비용으로 나타난다. LQI 값은 RSSI에 근거하여 계산된다. RSSI 값은 1바이트로 표시되며 표준 문서의 범위에 따라 0~255 사이의 정수 값을 갖는다[5].

$$LQI = \frac{RSSI_{receive}}{RSSI_{max}} \quad (3)$$

여기서,  $RSSI_{receive}$ 는 노드가 패킷 수신 시 측정된 RSSI 값이다.

## III. 표준편차를 이용한 라우팅 알고리즘

새로운 노드가 네트워크에 접속하기 위해서는 연결 단계를 거쳐야 한다. 이 단계에서 새로운 노드는 이웃 노드들을 발견하기 위해 스캔과정을 수행하고 가장 강한 RSSI를 갖는 노드를 부모 노드로 선택하여 이 노드와 연결을 수행한다. 하지만 이 과정은 싱크 노드와 타겟 노드와의 경로에 편차가 큰 경로는 고려하지 않아 가장 강한 RSSI를 찾아 경로를 선택하더라도 편차가 커 노드의 에너지가 빨리 소모하여 노드의 에너지가 빨리 소모되는 경우가 발생할 수 있다[6]. 따라서 센서 노드간 각 경로마다의 LQI를 비교하여 표준편차가 작은 경로를 찾은 후 누적 LQI와 적은 hop count를 비교하여 가장 안정적이며 효율적인 경로를 찾는 알고리즘을 제안한다. 표준편차는 식 (4)와 같다.

$$\sigma = \sqrt{E((X - E(X))^2)} = \sqrt{E(X^2) - (E(X))^2} \quad (4)$$

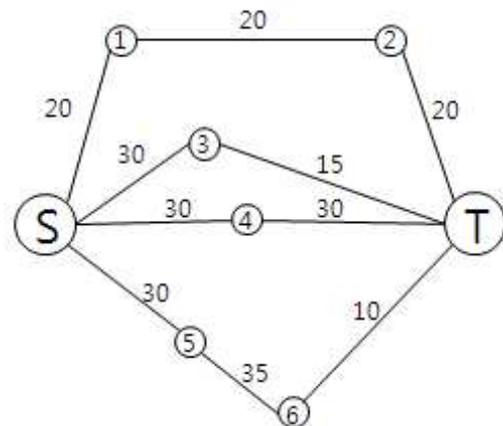


그림 1. 센서 노드의 LQI

그림 1은 본 논문에서 제안하는 라우팅 알고리즘을 설명하기 위한 그림이다. 싱크 노드는 타겟 노드로 데이터를 전송하는 4개의 경로가 있으며

1~6은 노드를 의미한다. 각 구간마다 있는 상수 값은 식 (3)에 의한 LQI를 의미한다. 먼저 각 경로는 식 (4)를 이용하여 LQI에 대한 표준편차를 구한다. 그 후 표준편차가 작은 경로를 비교하기 위해 해당 경로의 LQI를 누적한다. 누적인 LQI이 더 큰 경로를 선택을 하지만 동일한 LQI로 비교를 할 수 없다면 hop count를 비교하여 더 적은 hop count 경로를 선택하게 된다.

표 1. 경로를 선택하기 위한 테이블 예

	표준 편차	누적 LQI	hop count	평균
1	0	60	3	20
2	10.6066	45	2	22.5
3	0	60	2	30
4	17.7083	75	3	25

표 1은 제안한 알고리즘에 대해 경로를 선택하기 위한 테이블 예이다. 1번 경로는 노드 1과 2를 거쳐간 경로이며, 2번 경로는 노드 3을 거쳐간 경로이며, 3번 경로는 노드 4를 거쳐간 경로이며, 4번 경로는 노드 5와 6을 거친 경로이다.

4개의 경로에 대해서 표준편차를 비교하였을 때, 1번 경로와 3번 경로의 표준편차가 0으로 가장 작다. 따라서 2번과 4번 경로를 제외한 후 다음 비교를 위해 누적 LQI를 비교한다. 하지만 누적 LQI 마저도 1번과 3번 경로가 60으로 동일한 값을 갖기 때문에 다음 비교인 hop count를 비교하게 된다. 이 때 hop count는 3번 경로가 더 적기 때문에 최종 선택 경로는 3번 경로가 선택된다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 무선 센서 네트워크에서 노드들의 에너지 소모를 줄여 생존 시간을 늘리는 경로 설정을 위해 경로마다의 LQI를 비교하여 표준편차가 작은 경로를 찾아 높은 RSSI 값과 적은 hop count로 가장 안정적이며 효율적인 경로를 찾는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘을 사용할 경우 경로의 누적 LQI가 높더라도 표준편차가 큰 경로를 제외함으로써 최대한 균일한 경로를 선택하기 때문에 노드들의 에너지 소모를 최대한 줄일 수 있다는 장점이 있다.

향후 연구과제로 본 논문에서 제안한 알고리즘의 신뢰성을 좀 더 높이고 세부적으로 비교하기 위해 환경에 따라 LQI와 hop count, 표준편차를

비교하여 가중치를 부여하며, NS-2와 같은 네트워크 시뮬레이터를 통한 실험 계획을 가지고 있다.

#### 참고문헌

- [1] 조용만 이승재 김창화 김상경 강태원 "센서 네트워크의 노드응용 라벨에서 에너지 소모 계획 모델을 위한 연구," 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 vol. 34, no. 1, pp. 520-525, dec. 2007.
- [2] 임홍식 김건욱, "전송전력 최적화를 통한 센서네트워크의 효율적인 에너지 관리에 대한 연구," 전자공학회 논문지 제44권 CI편 제3호, 37-42쪽, 2007년 5월
- [3] 박재홍, 류경식, 김용득, "무선 센서 네트워크에서의 S-MA C 기법의 에너지 효율적인 MAC 프로토콜," 전자공학회 논문지 제44권 CI편 제2호, 19-24쪽, 2007년 3월
- [4] *Wireless Communication*, Theodore S. Rappaport. 2003.10.06
- [5] Chipcon Inc., "CC2420 data sheet," <http://www.chipcon.com/>
- [6] 텔레메티카, RFID/USN, GIS 융합기술 특집 전자통신동향분석 22권 3호, 한국전자통신연구원 2007.6.