

센서 노드의 위치와 거리 정보를 기반으로 전송 경로를 최적화하는 라우팅 프로토콜

김용태*, 정윤수**

한남대학교 멀티미디어학부*, 목원대학교 정보통신공학과**

Optimization Routing Protocol based on the Location, and Distance information of Sensor Nodes

Yong-Tae Kim*, Yoon-Su Jeong**

Division of Multimedia Engineering, Hannam University*

Division of information and Communication Convergence Engineering, Mokwon University**

요약 센서 네트워크 환경에서는 센서 노드들이 수집한 정보를 전달하기 위해서 위치 정보를 필요로 한다. 무선 센서 네트워크 환경에서 각각의 센서들은 라우팅 절차를 통하여 데이터를 기지국으로 전송한다. 따라서 정확한 위치 정보를 제공하는 것이 무선 센서 네트워크에서는 가장 중요한 요인이다. 기존에 제안된 대부분의 라우팅 기법들은 주변의 1-홉(1-hop) 거리의 모든 노드의 위치 정보를 저장한다. 이러한 정보의 저장을 위해서 빈번한 정보 교환으로 불필요한 에너지 소모와 트래픽을 발생시킨다. 따라서 본 논문이 제안하는 라우팅 프로토콜은 노드의 위치 정보를 저장하지 않고, 에너지 소모를 감소시키기 위하여 주기적으로 위치 정보를 교환하지 않는다. 그리고 주변의 1-홉 거리의 노드들을 라우팅에 참여시키지 않고 소스 노드의 전파 범위와 노드의 위치 정보에 의해 해당되는 노드들을 대상으로 라우팅에 참여시키는 방법을 제안한다.

주제어 : 무선 센서 네트워크, 소스 노드, 중계 노드, RSSI, 위치 추정, 전송 범위, BS 노드

Abstract In order for location information to deliver the collected information, it needs Sensor Nodes in an environment of Sensor Network. Each sensor sends data to a base station through the process of routing in a wireless sensor network environment. Therefore, Offering accurate location information is very important in a wireless sensor network environment. Most of existed routing methods save all the informations of nodes at the area of 1-hop. In order to save these informations, unnecessary wasted energy and traffics are generated. Routing Protocol proposed in this paper doesn't save node's location information, and doesn't exchange any periodic location information to reduce wasted energy. It includes transmission range of source nodes and nodes with the location information, however it doesn't include any nodes' routing near 1-hope distance.

Key Words : WSN; Source node, Relay node, RSSI, Location Identification, Transmission Range, BS node

* 본 연구는 지식경제부 지역혁신센터사업인 민군겸용보안공학 연구센터 지원으로 수행되었음.

Received 11 November 2014, Revised 15 December 2014

Accepted 20 February 2015

Corresponding Author: Yoon-Su Jeong

Email: bukmunro@mokwon.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. 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.

1. 서론

센서 네트워크 환경에서는 각각의 센서 노드들은 수집한 정보의 전달을 위해 위치 정보를 필요로 한다. 일반적으로는 GPS(Global Positioning System) 모듈을 사용하여 정확한 위치 정보를 제공하지만 GPS 모듈은 센서의 제작비용 증가와 실내에서는 사용 불가능하다는 문제를 가지고 있다. 따라서 무선 센서 네트워크(WSN, Wireless Sensor Network) 환경을 구축하여 각각의 센서들 사이의 라우팅 절차를 통하여 데이터를 기지국으로 전송한다[1,9]. 기존에 제안된 대부분의 라우팅 기법들은 주변의 1-홉 거리의 모든 노드의 위치 정보를 저장한다. 이러한 정보의 저장을 위해서 빈번한 정보교환으로 불필요한 에너지 소모와 트래픽을 발생시킨다[2].

따라서 본 논문이 제안하는 라우팅 프로토콜은 노드의 위치 정보를 저장하지 않고, 에너지를 소모하는 주기적으로 위치 정보 교환을 하지 않는다. 그리고 주변의 1-홉 거리에 존재하는 노드들을 라우팅에 참여시키지 않고 소스 노드의 전파 범위에 해당하는 노드들을 대상으로 라우팅에 참여시키는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 무선 센서 네트워크 환경과 센서 노드의 위치 추정 기법 그리고 RSSI 기반의 위치 추정 방법에 대하여 기술한다. 3장에서는 소스 노드의 데이터 전송 과정, 중계 노드의 선정 절차와 선정 알고리즘, 데이터 전송을 위한 거리와 위치 기반의 라우팅 알고리즘에 대하여 기술한다. 4장에서는 제안 기법을 정리하고 향후 연구 방향을 제시하고 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 센서 네트워크 환경

센서 네트워크 환경에서 센서 노드들은 낮은 전송 대역폭, 제한된 배터리 등과 같이 보유한 자원이 빈약하기 때문에 수집한 데이터 패킷의 전달을 위해서 다중 홉(Multi-hop) 방식을 사용하게 된다. 이때, 소스 노드로부터 BS 노드까지 여러 노드를 거치면서 데이터의 전달이 이루어지게 되는데 이러한 절차로 생성되는 라우팅 경로는 효율적이고 최적의 경로를 생성해야 한다.

무선 센서 네트워크 환경은 센서 디바이스의 특성상 센싱 범위, 통신 거리의 한계, 전력 공급 제약 등과 같은 한계를 갖는다. 재충전 불가능, 노드의 이동성에 의한 네트워크 토폴로지의 변화 등과 같은 요인들을 고려하여 네트워크를 운영해야 하는 제약 조건을 가지고 있기 때문에 이러한 제약을 해결하기 위해서 많은 라우팅 기법들이 제안되었다[3,10].

제안된 라우팅 기법들 중에서 네트워크를 구성하는 센서의 지리적인 위치 정보에 의해서 라우팅 하는 기법은 라우팅 경로의 설정 절차와 패킷 전송이 용이하다. 그리고 네트워크의 토폴로지 변화에도 빠르게 적응이 가능하기 때문에 네트워크의 확장성이 좋은 장점이 있다. 그러나 센서 노드의 위치를 기반으로 라우팅을 하기 위해서는 각각의 노드들은 주변 노드들의 위치 정보를 저장하고 있어야 하는데 소형의 센서 노드에 별도의 저장 공간을 구성하는 것은 문제가 존재하고, 데이터 패킷의 전달하기 위한 라우팅 경로의 설정 과정에서 과도한 오버헤드를 발생시키는 문제가 있다.

그리고 라우팅 경로의 설정 과정에 상대 노드의 거리와는 무관하게 인접한 주변 노드들이 참여하게 되기 때문에 데이터 전송을 위한 홉(hop)수가 증가하게 된다. 기지국(BS, Base Station) 주변의 센서 노드들은 빈번한 라우팅 경로의 설정 과정에 참여하기 때문에 잦은 정보 교환으로 과부하가 발생하게 된다.

2.2 센서 노드의 위치 추정 기법

센서 네트워크 환경에서는 각각의 센서 노드들이 수집한 정보를 전달하기 위해서는 위치 정보를 필요로 한다. 자신의 위치 정보뿐만 아니라 주변에 배치된 센서 노드들의 위치 정보가 더욱 중요하게 된다. 센서 노드가 위치 정보를 파악하기 위해서는 일반적으로 GPS(Global Positioning System) 모듈을 사용하게 된다. GPS 모듈은 정확한 위치 정보를 제공하지만, 센서의 제작비용 증가와 실내에서는 사용 불가능하다는 문제를 가지고 있다.

이러한 문제의 해결을 위해 다양한 기법이 시도되고 있다. 최근에는 위치기반서비스(LBS, Location Based Service) 기술의 발전으로 실내 내비게이션 등과 같은 공간 정보 기술이 주목을 받고 있다. 공간 정보 기술은 와이파이가 인터넷망과 비콘 센서를 이용해서 공간을 3차원으로 구현하고 위치를 안내한다. 공간 정보는 네비게이

선이나 가상현실, 상권 분석 등과 같은 상업적인 용도 이외에도 재난 방지, 도시 개발 등과 같은 정책 수립에도 유용하게 사용되는 새로운 기술이다[4,11].

센서 네트워크 환경에서 센서 노드의 위치를 추정하는 방법은 노드 사이의 거리와 독립적으로 위치를 추정하는 방법과 거리를 기반으로 위치를 추정하는 방법으로 크게 분류된다. 거리 독립적인 방법은 센서 노드가 가지고 있는 라우팅 정보 등을 기반으로 위치를 추정하는 방법이다. 거리 기반의 방법은 RSSI(Received Singnal Strength Indication) 등과 같은 공식을 사용하여 노드 사이의 거리를 계산하여 위치를 추정하는 방법이다[5, 12].

거리 독립적인 위치 추정 방법은 센서 노드 사이의 거리와는 무관하게 위치를 추정하는 기법으로 Centroid, APIT(Approximate Point In Triangle), DV-Hop(Distance Vector-Hop) 등이 존재한다. 이러한 기법들은 네트워크를 구성하는 센서 노드들이 앵커 노드의 알고 있으면서 연결성을 기반으로 다른 노드의 위치를 추정한다[6]. 또는 주변의 한 홉 거리에 존재하는 노드를 찾아 삼각형을 만들면서 위치 범위를 좁혀가거나, 자신의 위치 정보를 다른 노드로 전송하여 이를 기반으로 삼각 측량법을 사용하여 위치를 추정한다[7].

거리 기반의 위치 추정 방법은 센서 노드 사이의 거리를 계산하여 위치를 추정하는 기법이다. 이러한 기법들은 상대장이 전송한 신호의 도착시간을 이용하거나 수신 신호의 각도, 수신 신호의 세기 등을 이용하여 위치를 추정한다[13]. ToA(Time of arrival), TDoA(Time difference of arrival) 등은 전파의 도착 시간을 이용하는 기법이다. RSSI(Received Signal Strength Indicator)는 전파의 수신 신호의 세기를 사용하는 기술이다. AoA(Angle of Arrival)는 수신 전파의 각도를 이용한다. 이러한 기술들은 위치 추정의 정확성과 효율성 향상을 위하여 혼합하여 사용하는 경우도 존재한다.

2.3 RSSI 기반의 위치 추정 기법

RSSI 기반의 위치 추정 방법은 센서 노드 사이의 거리에 따른 신호세기를 사용한다. 노드에서 수신되는 전파 신호의 세기는 거리가 증가할수록 약해지는 특징을 이용하는 방법이다. 기준이 되는 중계 노드의 위치와 소스 노드 사이의 거리는 기준인 중계 노드를 중심으로 하는 동심원에서 하나의 장소에 위치하게 된다[14].

RSSI 신호를 기반으로 위치를 추정하는 기법은 수신된 신호의 감쇄 정도를 가지고 수신 신호 세기를 계산하는 Friis 전력 전송 방정식을 사용하여 거리를 계산하는 방법이다. 센서 노드의 위치를 추정하기 위해서는 해당 노드와 인접하고 자신의 위치 정보를 가지고 있는 주변의 3개 노드와 거리를 계산한 다음 삼각측량법을 사용하여 해당 노드의 위치를 추정할 수 있다[8,15].

삼각측량법은 자신의 위치 좌표를 알고 있는 인접한 3개의 노드를 이용하여 이동 노드의 위치를 파악하는 기법이다. 이동 노드의 위치를 추정하기 위해서는 이동 노드를 기준으로 위치를 알고 있는 3개의 노드들이 필요하다. 3개의 노드들 간의 거리를 RSSI 신호를 기반으로 Friis 전력 전송 방정식을 사용하여 각각의 거리를 계산하여 각 노드들 간의 거리에 의해서 이동 노드의 위치를 추정하는 방법이다. 이동 노드의 위치 좌표가 (x, y)라고 가정하면 다음과 같은 공식이 성립한다.

$$d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 \quad (1)$$

$$d_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 \quad (2)$$

$$d_3^2 = (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 \quad (3)$$

위와 같은 (1), (2), (3) 공식을 이용하면 이동 노드의 위치 좌표인 (x, y) 값의 추정이 가능하게 된다. 삼각측량법은 GPS뿐만 아니라 스마트폰 등과 같은 다양한 분야에서 많이 사용되고 있는 기법이다.

3. 위치와 거리 기반의 라우팅 프로토콜

3.1 소스 노드의 데이터 전송 과정

본 논문은 WSN 환경에서 노드의 이동성을 보장하면서 RSSI 신호에 의한 거리의 계산과 센서 노드의 위치 추정을 기반으로 BS 노드까지 최적으로 라우팅하는 프로토콜을 제안한다. 따라서 에너지 효율적이며 기존의 다른 기법들과 차별성을 나타낸다.

위치 기반 라우팅 기법에서 네트워크를 구성하는 노드들은 주변의 노드들과 주기적으로 위치 정보의 교환과 라우팅 경로의 설정 과정에 참여하기 위한 잦은 정보 교환으로 과부하가 발생하게 된다. 그리고 노드의 이동성

이 이루어지는 환경에서는 센서 노드의 위치 변경으로 라우팅을 실패할 확률이 발생한다.

기존에 제안된 대부분의 위치 추정 기법들은 중계 노드와 1-홉 거리의 모든 노드의 위치 정보를 저장하기 때문에 전달할 정보가 없어도 주기적으로 위치 정보를 교환하여 에너지 소모를 발생시킨다. 노드가 이동하는 경우 저장된 위치 정보와 정보가 동일하지 않게 된다.

따라서 본 논문이 제안하는 라우팅 프로토콜은 주변의 1-홉 거리에 존재하는 노드의 위치 정보를 저장하지 않고, 에너지 소모를 감소시키기 위하여 주기적으로 위치 정보 교환을 하지 않는다.

그리고 소스 노드에서 정보 전달 이벤트가 발생한 경우 노드 주변의 1-홉 거리의 노드 정보를 이용하지 않고, 소스 노드의 전송 범위에 해당하는 주변의 노드들의 정보를 수집한다. 소스 노드의 주변 노드들은 소스 노드를 중심으로 하는 동심원 상에 위치하게 되는데 소스 노드는 수집된 노드의 위치 정보를 분석하여 BS 노드 방향으로 데이터를 전달할 수 있는 중계 노드를 선정하고 중계 노드로 데이터를 전달하는 기법이다.

중계 노드로 선정된 노드는 다시 다음 단계의 노드로 자신이 수신한 데이터를 전달하기 위해서 소스 노드가 되고 같은 라우팅 설정 과정과 데이터 전달 과정을 반복하는 방식으로 데이터의 전달 이벤트가 발생할 때마다 경로를 재설정하는 방법을 사용한다.

3.2 위치기반 라우팅을 위한 중계 노드의 선정

RSSI와 같은 수신 신호의 세기를 이용하는 방법은 노드 사이의 거리에 따른 신호의 세기를 이용하는 방법이다. 수신 노드의 전파 신호의 세기는 거리가 멀어질수록 약해진다. 기준이 되는 하나의 노드와 이동 노드 사이의 거리는 기준 노드를 중심으로 동심원의 전파 범위를 가지며 동심원의 한곳에 노드가 위치하게 된다.

센서 네트워크 환경에서 각각의 센서들이 데이터를 수집하고 BS 노드에게 수집된 데이터를 전달하기 위해서는 제일 먼저 데이터 전달을 위한 중계노드가 필요하다. 본 논문에서는 인접한 1-홉 거리의 노드를 참가시키지 않고 소스 노드의 전파 범위에 해당하는 노드를 라우팅에 참가시킨다. 따라서 소스 노드의 전파 범위에 해당하는 거리를 먼저 계산하는 절차가 필요하다.

수신 신호의 전파 세기를 이용하는 경우 이동 개체로

부터 기준점 사이의 거리는 Friis의 전력 전송 방정식을 사용한다.

$$L = 20 * \log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) [dB] \quad (1)$$

$$d = \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right) * 10^{\frac{L}{20}} = \left(\frac{c}{4\pi f} \right) * 10^{\frac{L}{20}} \quad (2)$$

d : 노드 사이의 거리 c : 전파속도
f : 주파수 L : 신호의 손실

위와 같은 공식에 의해서 전파 범위 d에 위치한 각각의 노드들은 소스 노드를 중심으로 거리 d의 동심원의 어느 한 장소에 대상 노드가 위치하게 된다.

3.3 중계 노드의 선정 알고리즘

본 논문에서 제안하는 센서 네트워크는 하나의 BS 노드와 다수의 노드들로 구성된다. BS 노드는 유선을 기반으로 전력이 공급되고, 센서 네트워크의 모든 영역을 포함하는 넓은 전송 범위를 가지고 있다. 각각의 노드들은 주변의 정보들을 수집하여 BS 노드로 수집된 데이터를 중계 노드를 통하여 전달한다. 이러한 라우팅을 실행하기 위하여 먼저 다음과 같은 가정을 설정한다.

- 네트워크를 구성하는 BS 노드와 장착된 GPS 모듈에 의해 자신의 정확한 위치를 파악할 수 있다.
- BS 노드를 제외한 다른 노드들의 전송 범위는 국부적으로 제한된 일정한 범위를 갖는다.
- 모든 노드들은 무작위로 배포되고, 배터리에 의해 작동된다.
- 소스 노드는 데이터를 수집하거나, 전달받은 데이터를 전송하는 역할을 한다.
- 중계 노드는 소스 노드의 전송 범위에 위치하며, 소스 노드로부터 데이터를 전송받는다.
- 중계 노드는 전달받은 데이터를 다시 전송하기 위하여 소스 노드로 역할이 변경된다.
- 앵커 노드는 이동 노드와 인접한 위치에 존재하고 자신의 위치 정보를 가지고 이동 노드의 위치를 추정하기 위해 사용된다.

센서 노드는 데이터를 수집하거나 다른 노드가 전송한 데이터를 수신하여 또 다른 노드에게 전송하는 중계 노드 역할도 담당한다. 즉, 데이터 전송 이벤트가 발생한 소스 노드로부터 목적지인 BS 노드까지 다수의 중계 노드가 선정되면서 라우팅 경로를 따라서 전송하게 된다. 따라서 소스 노드에서 중계 노드를 선정하는 과정은 전송 경로를 단축하는 중요한 요인이 된다.

중계 노드 선정이 잘못되면 라우팅 홉 수가 증가로 인하여 데이터 전송 경로가 길어지게 되므로 전력 소모, 통신 비용 등과 같은 지표에서 오버헤드가 증가된다. 이러한 결과는 배터리를 기반으로 작동되는 센서 네트워크 환경에서 치명적인 결과를 초래한다.

그러므로 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 센서 노드의 위치 정보를 기반으로 중계 노드를 선정한다. 센서의 위치 정보는 BS 노드와 앵커 노드의 위치 정보를 기반으로 산출한다.

소스 노드에서 수집된 데이터 또는 다른 중계 노드로부터 수신된 데이터를 BS 노드에게 전송하기 위해서 제일 먼저 중계 노드를 선정하기 위해서 Friis의 공식 (2)에 의해 소스 노드의 전송 범위인 거리 d 를 계산한다.

그리고 중계 노드 선정 과정에 참여를 위해서 소스 노드의 전송 범위인 거리 $d \geq Sd$ 조건을 만족하는 주변 노드들 사이에 노드가 가지고 있는 정보를 전송하는 과정이 필요하다.

중계 노드를 선정하는 과정은 <Table 1>의 소스 노드의 위치와 중계 노드의 선택 기준에 정의되어 있다.

<Table 1> Location of the source node and selection standard of the relay node

Location of BS and source node	Relay node selection criteria
$(BS_x > S_x) \ \& \ (BS_y < S_y)$	$(R_x > S_x) \ \& \ (R_y < S_y)$
$(BS_x < S_x) \ \& \ (BS_y < S_y)$	$(R_x < S_x) \ \& \ (R_y < S_y)$
$(BS_x < S_x) \ \& \ (BS_y > S_y)$	$(R_x < S_x) \ \& \ (R_y > S_y)$
$(BS_x > S_x) \ \& \ (BS_y > S_y)$	$(R_x > S_x) \ \& \ (R_y > S_y)$

<Table 1>은 BS 노드를 중심으로 소스 노드의 위치를 파악하고, 소스 노드와 BS 노드의 위치 관계에 따라 중계 노드의 선정 과정을 정의한다. 소스 노드는 BS 노드를 중심으로 상, 하, 좌, 우의 어느 한쪽에 위치하며 (x, y) 좌표 형태로 위치를 표현하면 다음과 같다.

- BS 노드 기준으로 -x, +y 방향에 소스 노드 위치
- BS 노드 기준으로 +x, +y 방향에 소스 노드 위치
- BS 노드 기준으로 +x, -y 방향에 소스 노드 위치
- BS 노드 기준으로 -x, -y 방향에 소스 노드 위치

따라서 소스 노드가 BS 노드를 기준으로 위치하는 방향은 <Table 1>과 같이 정의되며, 소스 노드를 중심으로 BS 노드와 소스 노드의 위치에 따라 중계 노드 선택은 <Table 1>의 4가지 조건에 따라 결정된다.

위와 같은 조건에 따라 소스 노드의 위치가 결정되면 데이터를 전송하기 위한 중계 노드를 선정한다. 소스 노드가 중계 노드를 선정하는 절차는 다음과 같다.

- 소스 노드는 주변의 인접한 노드들에게 자신의 전송 범위로 설정된 거리 값인 Sd 를 포함한 위치 정보를 요청하는 신호를 전송한다.
- 정보 요청 신호를 수신한 주변의 노드는 자신의 RSSI 모듈을 이용하여 RSSI 값을 산출하고 거리 d 를 계산하여 조건 $d \geq Sd$ 를 만족하면 소스 노드에게 자신의 위치 정보를 전송한다.
- 소스 노드의 전송 범위인 거리 $d \geq Sd$ 조건을 만족하는 노드들은 소스 노드를 중심으로 동심원 상에 존재하기 때문에 BS 노드에게 데이터를 전송하기 위해서는 <Table 1>의 조건에 따라 BS 노드 방향에 존재하는 노드를 중계 노드로 선정한다.
- 중계 노드를 결정하는 조건은 BS 노드와 소스 노드의 위치 관계에 따라 정의된 조건에 해당하는 노드를 중계 노드로 선정한다.

예를 들어 BS 노드의 (-x, +y) 방향에 소스 노드가 위치하는 경우에 중계 노드는 x축 방향에서 소스 노드의 위치 값보다 중계 노드의 위치 값이 커야 하는 ($R_x > S_x$) 조건을 만족해야 하고, 마찬가지로 y축 방향에서 소스 노드의 위치 값은 중계 노드의 위치 값보다 작아야 하는 ($R_y < S_y$) 조건을 만족하는 주변 노드를 중계 노드로 선정한다.

3.4 거리와 위치 기반의 라우팅 알고리즘

기존의 많은 위치 추정 기법들은 인접한 1-홉 거리의 노드 정보를 모두 저장하기 때문에 노드들 사이의 정보를 요청하고, 자신의 위치 정보를 전송한다. 이러한 과정

에서 트래픽의 증가와 노드들이 밀집하게 분포되어 노드 사이의 거리가 짧은 경우에는 데이터 전달 홉 수도 증가하는 문제가 발생한다.

그러므로 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 모든 인접한 노드를 대상으로 라우팅 경로를 설정하는 과정에 참여시키지 않는다. 데이터 전송 이벤트가 발생한 시점에 선택적으로 센서 노드를 선택하여 라우팅 경로에 포함 여부를 판단하여 BS 노드까지 라우팅 경로를 결정하는 방법을 제안한다. 본 연구에서 제안하는 라우팅 기법은 다음과 같다.

- 데이터 전달 이벤트가 발생한 소스 노드

소스 노드는 다음 단계로 정보를 전송하기 위해서 중계 노드의 선정 절차를 진행한다. 소스 노드는 주변의 노드들에게 설정된 전송 범위에 해당하는 거리값 S_d 를 포함한 정보 요청 신호를 전송한다.
- 소스 노드의 정보 신호를 수신한 노드

소스 노드의 정보 요청 신호를 수신한 주변의 노드는 탑재된 자신의 RSSI 모듈을 이용하여 RSSI 값을 산출한다. 수신된 신호에 의해 거리 d 를 계산하고 중계 노드의 선정 조건인 $d \geq S_d$ 를 만족하는 경우에는 소스 노드에게 자신의 위치 정보를 전송한다.
- 중계 노드 선정 조건에 맞는 노드가 없는 경우

소스 노드를 중심으로 주변의 노드들이 중계 노드의 선정 조건인 $d \geq S_d$ 조건을 만족하지 않는 경우이다. 이러한 경우에는 소스 노드가 주변의 노드들로부터 조건 불일치로 응답 신호를 접수하지 못한 상태이므로 주변 노드들에게 다시 참여 요청 신호를 전송한다.
- 두 번째 정보 요청 신호를 수신한 주변의 노드

소스 노드의 두 번째 정보 요청 신호를 수신한 노드들은 다시 거리 d 를 계산하고 α 값을 생성하여 $d + \alpha \geq S_d$ 조건을 만족하는 경우에는 소스 노드에게 자신의 위치 정보를 전송한다. 이러한 과정은 소스 노드에서 설정된 전송 범위인 거리값 S_d 보다 소스 노드의 요청 신호를 수신한 노드의 거리가 짧은 경우이다. 그리고 $d + \alpha \geq S_d$ 는 소스 노드의 전송 범위 안쪽에 위치하지만 최대한 전송 범위에 근접한 노드를 탐색하는 과정이다. 이러한 절차는 소스 노드가 응답 신호를 수신할 때까지 반복한다.

- 소스 노드로부터 중계 노드의 선정

소스 노드가 주변의 노드들로부터 중계 노드 선정 절차에 필요한 응답 신호인 위치 정보가 수신되는 경우이다. 소스 노드는 응답 신호가 수신되면 소스 노드의 위치 정보와 비교하여 중계 노드를 선택하기 위한 4가지 조건과 비교한다. 먼저 BS 노드와 소스 노드의 위치 관계를 정의하는 4가지 조건 중에서 일치하는 경우를 선택한다. 그리고 중계 노드를 선정하는 기준에 따라 정해진 조건과 일치하는 노드가 존재하면 해당 노드를 중계 노드로 선정한다. 중계 노드가 선정되면 소스 노드는 중계 노드에게 정보를 전송한다.

- 중계 노드의 역할 변경

소스 노드로부터 정보를 수신한 중계 노드는 수신한 정보를 다음 노드에게 전송하기 위해 소스 노드로 역할이 변경된다. 그리고 다음 단계의 중계 노드를 선정하기 위한 절차를 수행한다.

이러한 절차를 사용하여 반복적으로 계속하여 소스 노드가 중계 노드를 선정하고, 선정된 중계 노드에게 정보를 전송하는 과정을 반복하면 마지막으로 목적지 노드인 BS 노드에게 정보를 전송할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서 제안한 라우팅 기법은 센서 노드의 이동성을 지원한다. 데이터를 전달하기 위하여 주변의 1-홉 거리에 위치한 노드들의 위치 정보를 저장하지 않기 때문에 과도한 트래픽의 발생을 감소시킬 수 있다. 그리고 기존의 기법은 인접한 1-홉 거리의 노드들을 라우팅에 참가시키기 때문에 노드 사이의 거리가 짧아져 라우팅 홉 수가 증가되는 문제가 발생한다.

그러나 본 연구에서는 전파의 전송 범위를 거리로 하여 라우팅하기 때문에 라우팅 홉 수가 감소된다. 또한 전송 범위를 기반으로 라우팅하는 기법의 장점은 노드들이 조밀하게 분포되어 있는 환경에서 전송 범위에 해당하는 노드들을 라우팅에 참여시키기 때문에 에너지 효율적으로 라우팅 경로를 생성할 수 있다.

이러한 위치 기반의 라우팅 기법은 최근에 급부상하는 복잡한 쇼핑물, 공항, 거대 전시장 같은 정소에서 목적

지로 길을 안내하는 실내 내비게이션, 지도앱 등과 같은 공간정보 기술, 재난용 긴급구조 서비스 등과 같은 위치 기반 서비스를 제공하기 위해 활용될 수 있다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Security Engineering Research Center, granted by the Korea Ministry of Knowledge Economy.

REFERENCES

[1] El-Aaasser, M., Ashour, M. "Energy aware classification for wireless sensor networks routing", ICACT 2013, pp. 66 - 71, 2013.

[2] Pankaj Gupta, Ravi Sangwan, "WIRELESS SENSOR NETWORK", 2014 IJIRT, Vol. 1, pp. 324 - 328, 2014.

[3] Muni, V.K, "Energy-efficient edge-based network partitioning scheme for wireless sensor networks", ICACCI 2013, pp. 1017 - 1022, 2013.

[4] Modares, H., "Overview of Security Issues in Wireless Sensor Networks", CIMSIM 2011, pp. 308 - 311, 2011.

[5] Annie Uthra, A.R., Kasmir Raja, S.V.: QoS Routing in wireless sensor network - A survey. ACM Computing Surveys 45(1), 2013.

[6] Kwang-Jae Lee, Keun-Ho Lee, "Authentication Scheme using Biometrics in Intelligent Vehicle Network", JKCS Vol. 4, No. 3, pp. 15-20. 2013.

[7] V Garg, M Jhamb. "A Review of Wireless Sensor Network on Localization Techniques", IJETT2013, Vol. 4, pp. 1049 - 1053, 2014.

[8] Vaidehi, V, "Person tracking using Kalman Filter in Wireless Sensor Network", ICoAC 2010, pp. 60 - 65, 2010.

[9] ChulWoo Ehim, YoungRag Kim, ByungWook Kang, "Design of Node Position Estimation System for Sensor Networks", Journal Of Korea Multimedia Society, Vol. 12, No. 10, pp. 1436-1449. 2009.

[10] K.M. Yeo, J.H. Ahn, Location Based Service

Technologies and Standards, Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 25, No. 6, 2010.

[11] S Dinca, DS Tudose, "Rssi-based localization in low-cost 2.4ghz wireless networks", pp. 1-5. , RoEduNet, 2013 11th, 2013.

[12] Abdellatif, M.M.; , "Neighbors and relative location identification using RSSI in a dense wireless sensor network", Ad Hoc Networking Workshop(MED-HOC-NET) 2014, pp. 140 - 145, 2014.

[13] Wei He, Tian Yu, Yujia Zhai, "PID auto-tuning controller design via fuzzy logic", JKCS Vol. 4, No. 4, pp. 31-40. 2013.

[14] Jeong-Ick Lee, "Safety Equipment System for Bicycle", JKCS Vol. 4, No. 1, pp. 1-7. 2013.

[15] Heon-Tag Kong, Sung-Bum Ko, "Expansion of the Web Space", JKCS Vol. 2, No. 3, pp. 25-32. 2011.

김 용 태(Kim, Yong Tae)



- 1984년 2월 : 한남대학교 계산통계학과 이학사
- 1988년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과 대학원 공학석사
- 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 대학원 이학박사
- 2002년 12월 ~ 2006년 2월 : (주)가림정보기술 이사
- 2010년 10월 ~ 현재 : 한남대학교 멀티미디어학부 교수
- 관심분야 : 모바일 웹서비스, 정보 보호, 센서 네트워크, 모바일 통신보안
- E-Mail : ky7762@hannam.ac.kr

정 윤 수(Jeong, Yoon Su)



- 2000년 2월 : 충북대학교 대학원 전자계산학 이학석사
- 2008년 2월 : 충북대학교 대학원 전자계산학 박사
- 2009년 8월 ~ 2012년 2월 : 한남대학교 산업기술연구소 전임연구원
- 2012년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신공학과 조교수
- 관심분야 : 센서 보안, 암호이론, 정보보호, Network Security, 이동통신보안
- E-Mail : bukmunro@mokwon.ac.kr