

라우팅 프로토콜을 이용한 센서 그리드 기반의 위치인식

안태원 [○] 조인휘

한양대학교 정보통신 대학원

fryingpan@ihanyang.ac.kr, iwjoe@ihanyang.ac.kr

Sensor Grid-based Localization using the Routing Protocol

TaeWon Ahn [○] InWhee Joe

The Graduate School of Information and Communication, Hanyang University

요 약

센서 네트워크는 노드들이 무작위로 배치되며 노드들은 능동적으로 주변상황에 대응하여 정보를 전달해야 한다. 능동적인 정보 전달을 위해서는 신뢰성 있는 위치 정보와 데이터의 전송이 중요하며 기존의 에드혹 네트워크는 위치 인식 기능, 능동적인 주변 상황에 대응한 정보 전달 기능을 지원하지 않는다.

기존의 라우팅 프로토콜에서는 링크 품질을 평가하기 위해 프레임 손실률을 기준으로 사용하나 정확도가 떨어지기 때문에 본 논문에서는 RSSI를 측정하여 링크품질 평가에 대한 정확도를 높이고, 또한 그리드 형태로 배치된 센서노드를 기반으로 무작위로 배치된 이동 노드들의 위치 인식이 가능하도록 제안한다.

1. 서 론

센서네트워크의 주된 목적은 시스템 상호간에 연결된 여러 종류의 정보 인식과 전달이다. 정보를 인식하기 위한 방법으로 노드들이 상황에 따라서 능동적으로 적응하는 능동적 정보 인식과 단순히 관련 정보만을 제공하거나 전달 하는 수동적인 정보 인식이 있다. 이 두 가지 방식으로 정보를 인식하기 위해서는 공통적으로 정확한 위치 정보와 능동적이고 신뢰성 있는 라우팅 프로토콜이 필요하다.

위치정보 획득을 위해서 많은 연구 그룹들이 활동 중이며 위치정보 획득을 위한 방법은 하드웨어적인 방법과 소프트웨어적인 방법이 있다.

하드웨어적인 대표적인 방법으로는 GPS가 있으며 GPS의 방식을 응용한 Cricket, Active badge 가 있다. 이러한 방식들은 오차가 적은 대신에 설치 및 유지 보수가 어려우며 정밀도를 높이기 위해서는 모듈의 촘촘한 배치와 특별한 하드웨어를 추가해야 한다.

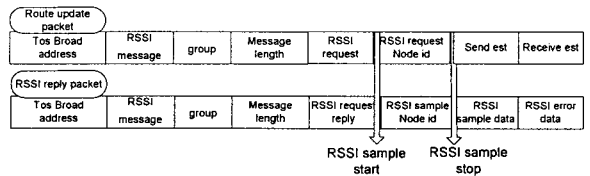
소프트웨어적인 방법으로 에드혹 라우팅과 위치기반 라우팅이 있으며 이 라우팅 알고리즘들은 위치 정보를 기반으로 라우팅과, 에드혹과 멀티홉을 보장하지만 구체적인 위치 인식을 위한 측정 방법 및 링크 품질 평가 방법을 제시 하지는 않는다.

본 논문에서 위에서 지적하였던 하드웨어와 소프트웨어적인 문제점을 동시에 해결하기 위하여 라우팅 프로토콜을 이용한 RSSI 측정 방법 및 결과분석 그리고 링크 품질 평가 적용 가능성을 보여준다.

2. RSSI 평가

하드웨어는 Xbow 사의 mica2를 사용하였으며 MCU ATMEGA128과 RF module CC1000로 구성된다. RF module CC1000은 RF 신호 세기를 측정하여 RSSI 출력 포트로 출력한다. 출력된 신호는 ATmega128 내부 10bit 분해능의 A/D converter을 이용하여 측정을 한다. 측정의 범위는 0V~1.2V 이며 두 node가 가까울수록 나오는 신호는 0V에 가깝게 나온다.

RSSI를 측정하기 위한 데이터 format은 그림[1]과 같이 구성되어 있으며 버클리 대학에서 제공하는 TinyOS의 MAC을 사용한다.



그림[1] Message format

그림[1]의 Route update packets는 주변 노드에게 RSSI 측정을 요구하는 RSSI request message이며 구성은 RSSI Sample start 명령 그리고 request 노드의 address로 되어있다.

RSSI reply message는 주변 node에서 RSSI request 로 전송 하는 message이며 RSSI request node로부터 측정된 RSSI평균과 RSSI 오차 평균을 다시 request node로 전송한다.

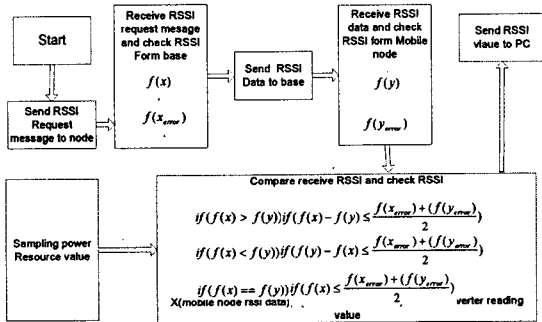


그림 [2] RSSI 측정 과정

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \frac{(X_i + X_{i+1})}{2} \dots\dots\dots (1)$$

$$f(x_{error}) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \frac{(X_i - X_{i+1})}{2} \dots\dots\dots (2)$$

위 식(1), 식(2)는 RSSI request node와 RSSI reply node의 RSSI 측정 값과 오차를 나타낸다.

그림 [2]은 RSSI의 측정 과정이며 주기적으로 RSSI request message 전송과 RSSI reply message의 수신, 측정된 RSSI값과 오차 값을 10회 누적 연산 하였으며 PC로 데이터를 전송하기 위해서는 그림 [2]의 과정을 거치며 비교 과정에서 오차를 벗어난 값은 제거 한다.

3. 링크 품질 평가 및 위치인식

일반적인 네트워크의 링크 품질 평가는 민첩성, 안정성, 신뢰성을 고려하며, 링크 평가 방법으로는 EWMA, Flip-Flop EWMA, Moving average 등의 방식이 있다. 이 방식들은 링크 품질 평가를 위한 프레임 손실을 측정과 복잡한 관리 프로세스가 필요하며 센서네트워크에서의 링크 품질 평가는 위의 문제들과 제한된 메모리, 제한된 전원, 저전력 무선 통신 등 여러 가지 주변 환경의 방해요소 등을 추가로 고려 하며 매우 작고 간단해야 한다.

RSSI를 이용한 링크 품질 평가의 장점은 최소한의 계산과 route update packet으로 민첩성, 안정성, 신뢰성을 향상 시킬 수 있고 센서 네트워크에 필요한 매우 작고 간단한 링크 품질 평가 알고리즘을 만들 수 있으며, 단점으로서 주변 환경 변화에 따른 변수가 많다.

본 논문에서 Lateration 방식을 사용한다. 그 이유는 우선 RSSI는 거리에 따라 비례하기 때문에 거리에 따른 기준RSSI가 있으면 거리로 환산이 가능하며 간단히 각 노드로 부터의 RSSI를 알고 있으면 거리로 환산 할 수 있으며 그 거리들이 교차하는 지점이 이동 노드의 위치이다.

RSSI를 이용한 센서 노드 그리드 기반의 삼각 측량법의 장점은 최소한 하드웨어와 계산으로 정확한 좌표 및 위치 검출이 가능하고 단점으로는 기준점으로 작용하는 노드들이 비교적 정확한 위치에 고정 되어야 하며 위에 설명된 링크품질 평가와 같이 주변환경 변화에 민감하다.

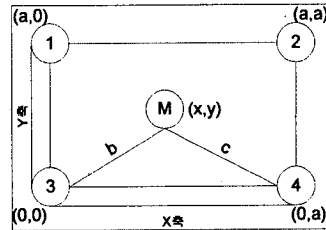


그림 [3] 위치검출

이동 노드M의 위치좌표(x,y)는 삼각측량법으로 아래와 같이 구할 수 있다.

$$x = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2a} \dots\dots\dots (3)$$

$$y = \sqrt{b^2 - x^2} \dots\dots\dots (4)$$

4. 테스트

테스트 환경은 그림 [3]와 같이 실내에서 구성을 하였으며 그림 [4]의 1,2,3,4는 고정된 노드이며 A, B, C, D는 RSSI를 측정된 지점이다.

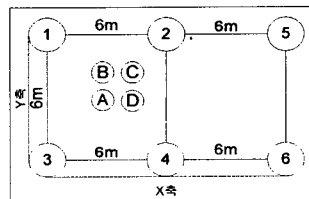


그림 [4] 테스트 환경

그림 [4]의 5,6번 노드를 이용하여 1m간격으로 RSSI를 측정하였으며 결과는 그림6과 같이 나왔다

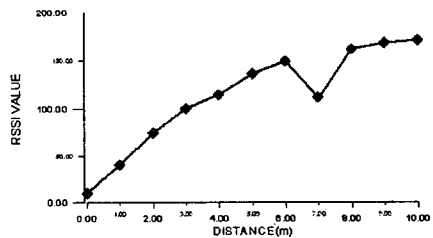
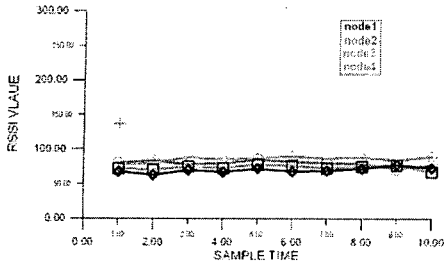


그림 [4] RSSI Graph



그림[5] A지점에서 측정된 RSSI value

Node3 기준	실제좌표		계산값(m)		오차(m)	
	X	Y	X	Y	X	Y
A지점	2	3	1.6	2.9	0.4	0.1
B지점	2	4	2.8	5.1	0.8	1.1
C지점	4	4	3.8	4.5	0.2	0.5
D지점	4	3	4.9	3.3	0.9	0.3

표[1] 실험 결과(m)

$$\frac{\text{측정RSSI값} * \text{기준거리}}{\text{기준거리RSSI값}} \dots \dots \dots (5)$$

식(5)은 RSSI값을 거리로 환산 하는 공식이다.

표[1]에 나타난 오차의 가장 큰 원인은 센서 노드들이 서로 다른 독립적인 전원을 사용하는 것에 있다. 노드들은 자체 전원으로 동작을 하며 에너지를 소비한 만큼 전원 소스의 전압이 낮아지며 각각의 노드들은 서로 다른 동작 시간을 가지므로 남아 있는 전원 소스의 잔량이 다르다. 예를 들어 mica2가 3.3v로 동작을 하면 A/D컨버터는 3.3/1024=0.0032v단위로 RSSI를 측정한다. CC1000에서 0 ~1.2v의 신호가 나오므로 RSSI A/D convert value는 1.2/0.0032 =0~375로 된다.

만약 3.0V로 전압이 떨어지면 A/D컨버터는 3/1024 = 0.0029v 단위로 컨버팅을 하며 CC1000은 A/D기준 전압과 상관없이 0~1.2v를 출력하며 RSSI convert value는 1.2/0.0029=0~413이 된다. 0.3v의 A/D 컨버터 기준 전압 차이는 RSSI convert value를 38정도 차이가 나게 한다. 정확한 RSSI 값을 측정하기 위해서는 A/D 기준 전압 레벨에 따른 데이터의 보정이 필요하며 낮은 분해능의 A/D 컨버터를 사용 하여 기준 전압 변화에 둔감하게 해야 한다.

실험에서 나타난 문제점은 그림[4]을 보면 나타나는 7m지점에서 RSSI가 급격히 감소하는 현상과 그림[5]에 나타나는 multipath fading 마지막으로 실내 전파 환경에 영향을 주는 요소들이다.

이 문제들에 관한 해결방법으로는 우선 RSSI의 측정은 RSSI가 급격히 감소하는 현상이 일어나지 않는 범위 내에서 측정 하며 multipath fading현상을 무시할 정도의 마진을 가지는 둔감한 A/D 컨버터를 사용해야 한다.

위치 인식을 위한 고려 항목[4]으로는 자기 위치 인식,

정밀도, 정확도, 비용, 담당범위 등이 있다. RSSI는 환경에 따른 RF신호세기의 변화에 의해 정밀도가 부족하나 RSSI가 급격히 감소하지 않는 6m범위 안에서 1m정도의 오차가 있으므로 위치인식에 유용하게 사용할 수 있다.

5. 결론

최단거리 라우팅 알고리즘, LAR(location aware routing), Dream(Distance Routing Effect Algorithm for mobility)등의 위치기반 라우팅 알고리즘들은 기본적으로 모든 노드간의 거리 정보를 알고 있는 것을 가정한 알고리즘이므로 RSSI를 이용한 거리 측정 및 위치인식을 추가하면 정확하고 효율적인 라우팅 알고리즘이 될수 있다.

기존 네트워크의 링크 품질 평가에 적용시 sink까지의 hop수가 동일한 두 개의 경로가 존재하는 경우 두 경로의 평균 RSSI 값을 비교하여 더 신뢰할 수 있는 경로를 선택할 수 있고 링크의 안정성과 민첩성을 네트워크의 부하 없이 향상 시킬 수 있으며 센서 네트워크에 알맞은 간단한 링크 품질 평가 방법을 제공 할 수 있다.

또한 위치 좌표를 가지는 센서 그리드 기반에서 RSSI 측정을 통하여 무작위로 배치된 이동 노드들의 실제 위치를 파악하고 네트워크 클러스터링에 유용하게 사용할 수 있으며 그리드가 없는 상황에서도 주변 노드들 간의 RSSI를 측정하면 상대적인 위치를 찾을 수 있다.

6. 참고 문헌

[1]David moore, John Leonard, Daniela Rus, Seth Teller, In ACM SIGMOBILE 2004. " Robust Distributed Network Localization with noisy Range Measurements"
 [2]Jaemin Jeong and Sukun Kim, UCB Technical Report, November 2004." Localization using Dot3 wireless
 [3]Jeffrey Hightower and Gaetano Borriello, IEEE Computer Society Press, Aug 2001. " Location systems for Ubiquitous Computing"
 [4] S. Corson, J. Macker IETF 1999." Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations"
 [5]Alec Woo and David Culler, UCB Technical Report, November 2004. " Evaluation of Efficient Link Reliability Estimators for Low-Power Wireless Network"
 [6]Minkyong Kim and Brian Noble, In ACM Mobicom, 2001. " Mobile Network Estimation"
 [7]Elizabeth M. Royer, IEEE Personal Communication April 1999. " A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Network"
 [8]P.Bahl, V.N.Padmanab, Reoceding of IEEE INFOCOM March 2000. " RADAR:An in-building RFbased user location and tracking system"