

RSS 정보를 이용한 효율적인 Localization 방법에 관한 연구

論 文

A Study on the Efficient Localization Method using RSS Information

*이민구 **강정훈 **임호정 **윤명현 **유준재

Mingoo Lee, Junghoon Kang, Hojung Lim, Myunghyun Yoon, Junjae Yoo

Abstract - If the ubiquitous computing times come before long, Context Awareness will be prominent among improved computing functions which are serviced to user. It is the very sense network, new technology, that makes it possible to recognize circumstances.

In a lot of research projects about sensor network, this paper proposes the efficient method of localization for sensor network.

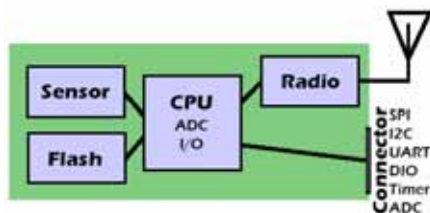
I propose the possibility of localization using wireless RSS with no modification of hardware for sensor node and then suggest the limitation factors of method for efficiently improving performance.

Key Words : Sensor Network, RSS, Localization

1. 장 서 론

센서 네트워크(Sensor Network)라는 단어가 몇 년 전부터 여러 학회의 기술 세션이나 산업체의 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 즉, 조만간 도래하게 될 유비쿼터스 컴퓨팅 시대를 준비함에 있어 센서 네트워크의 다양한 기여가 어느 때보다 강하게 요구되고 있는 듯 하다.

센서 네트워크를 하드웨어 측면에서 살펴보면, 단어 의미 그대로 “기존의 센서 기능에 무선 통신 기능을 추가 부여한 새로운 기술”이라고 정의할 수 있다. 좀 더 구체적으로 센서 네트워크 디바이스의 예상 가능한 구성품을 살펴보면, 그림.1과 같이 다양한 센서, 메모리, 전원, 프로세서, RF 모듈, 액추에이터 등을 예상 할 수 있다.



<그림.1> 센서 노드 개념도

이 같은 센서 네트워크 기술은, 군사, 농업, 물류, 교통, 건축, 환경 등의 여러 산업에서 다양한 형태의 활용이 가능할 것으로 예상된다.

하지만, 센서 네트워크 기술이 다양한 산업에서 활발하게 활용되기 위해서는 해결해야 할 문제가 있다. 바로 값싸고 성능 좋은 여러 형태의 센서 네트워크 디바이스가 개발되어

야 함과 동시에, 센서 네트워크 관련 된 성능이 우수한 다양한 어플리케이션이 빠른 시간 내에 출시되어져야 한다는 것이다.

이와 같이 센서 네트워크가 적용 될 다양한 연구 분야 가운데, Localization을 가능토록 하기 위한 센서 네트워크 분야는 다양하고도 값비싼 센서들(Magnetic 센서, GPS 모듈)을 활용하는 방안이 연구개발의 대세를 이루었다. 하지만 이는 값비싼 비용에 비해 만족할 만한 성능을 얻지 못했던 것이 현실이다.

본 논문에서 제안한 방법은 센서 노드의 추가적인 하드웨어의 변경 없이 무선 송/수신 하는 신호의 세기인 RSS 정보를 활용하여 Localization이 가능함과 효율적인 성능을 지원하기 위한 제한 사항 등에 대해서 언급함과 동시에, 실험결과 등을 기반으로 본 논문에서 제안하는 방법의 성능이 우수함을 입증하고자 하였다.

2. 장 본 론

2.1 절 TIP 30C

본 논문에서 실험을 위해 사용한 센서 네트워크 노드는 ATMEL 사의 ATmega 128 MCU와 CC 1000 이라는 초저전력 RF 송·수신 모듈을 채택하여 전자부품연구원이 개발한 TIP 30C 이다.

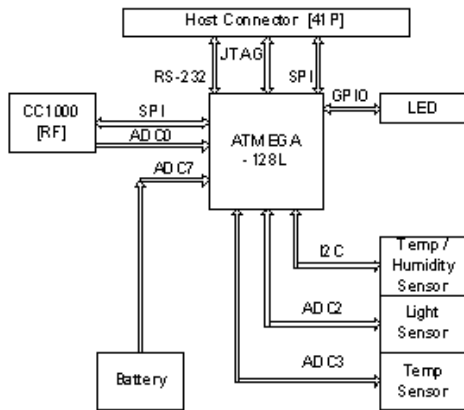
CC 1000 RF 모듈은 RF의 세기를 측정하여 RSSI 출력 포트에 해당 신호를 출력하여 이를 ATmega 128의 ADC 포트에서 입력받게 된다.

이때 측정된 전압이 높을수록 낮은 입력 신호를 의미한다는 점에 주의해야 한다. 즉, 노드 간의 거리가 가까울수록 0V에 가까운 값이 측정된다. 이때 ADC의 값은 0 ~ 341 범위의 값을 갖는다.

저자 소개

* 正 會 員 : 전자부품연구원 유비쿼터스 컴퓨팅 연구센터

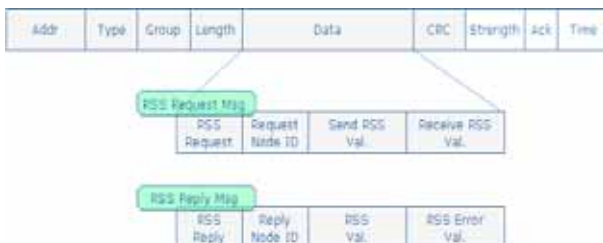
** 正 會 員 : 전자부품연구원 유비쿼터스 컴퓨팅 연구센터



<그림.2> TIP 30C의 구조도

2.2 절 RSS 측정용 Message 구조

본 논문에서 센서 노드 간 거리와 고도에 따른 RSS의 값을 측정하기 위해 사용된 메시지의 구조는 그림.3과 같다.



<그림.3> RSS 측정용 메시지 구조

RSS 측정 실험은 멀티-홉 네트워크 환경에서 수행되지 않고, 센서 노드 두 개로 하나를 송신 노드, 다른 하나를 수신 노드로 정하여 센서 노드 간의 RSS 값을 측정하므로 멀티-홉 네트워크를 지원하기 위한 Multi-hop Msg 부분이 사용되지 않고, Data 부분에 직접 RSS Request Message와 RSS Reply Message를 정의하여 사용하였다.

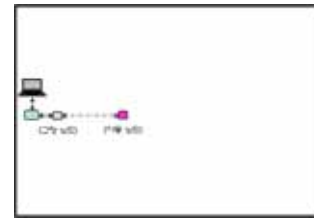
RSS Request Message는 주변 노드에게 RSS 측정을 요구하는 메시지이며, 메시지가 RSS Request임을 나타내는 부분, RSS 측정을 요청한 노드의 ID, Send RSS Val, Receive RSS Val로 구성되어 있다. 여기서 Send RSS Val은 목적 노드의 이전 수신 RSS 값을 나타내고, Receive RSS Val은 요청 노드의 이전 수신 RSS 값을 나타낸다.

RSS Reply Message는 RSS를 측정한 주변 노드로부터 RSS 측정을 요청한 노드로 RSS 값을 측정하여 전송해 주는 Message이며, RSS Reply임을 나타내는 부분, RSS를 측정한 노드의 ID, 측정한 RSS Val, RSS Error Val 등으로 구성되어 있다. 여기서 RSS Val은 측정된 RSS의 값을 나타내고, RSS Error Val은 RSS 측정 오차 값을 나타낸다. 이는 RSS Request 메시지의 Receive RSS Val과 비교하여 구할 수 있다. Strength 부분은 전달되는 부분이 아니라 수신 노드의 MAC 레이어에서 추가 삽입되는 부분이다.

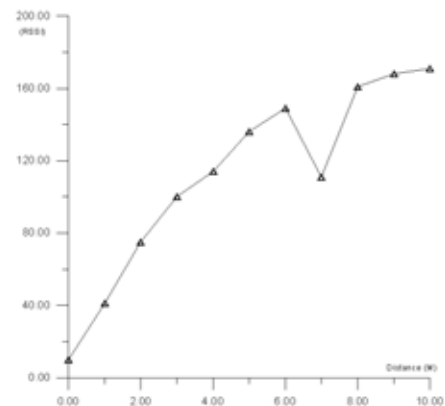
2.3 절 RSS 측정 실험 및 결과

본 논문에서는 RSS의 거리별 측정 실험을 그림.4-1과 같이 실시하였다. 이때 센서 노드로 TIP 30C를 사용하였고, PC와 고정노드 간의 연결을 위해 TIP 30C와 시리얼 케이블(RS-232 Cable)을 이용하였다.

실내에서 노드 간의 거리를 가로 방향으로 1M 단위로 증가시키며 위치별 RSS를 측정하였다. RSS 거리 측정 실험은 11x9x3(m)의 실내 환경에서 실시하였다. 이때 측정된 RSS의 실험 결과 값은 그림.4-2와 같다.



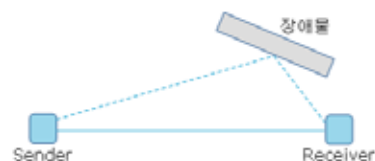
<그림.4-1> 거리별 RSS 측정 실험



<그림.4-2> 거리별 RSS 측정 결과

거리에 따른 RSS의 실험 결과 값에서 중요한 부분이 확인되었다. 6M의 거리까지는 센서 노드 간의 거리가 증가함에 따라 수신되는 RSS의 값이 비례하여 증가하고 있다. 하지만 센서 노드 간의 거리가 약 7M 지점에서 거리가 증가함에도 불구하고 측정되는 RSS의 값이 감소하는 현상이 발생했다.

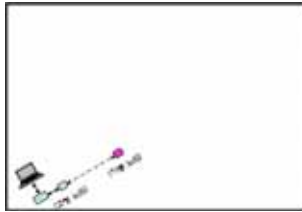
이와 같은 현상은 실험 환경에서 그림.5와 같이 송신기와 수신기 사이에 직접 경로를 통해 도달하는 신호와 많은 산란체의 영향에 의한 신호 경로로는 직접 경로와 비교하여 신호의 감쇠와 기산지연이 발생되어 수신점의 전계강도가 시간적으로 변동하는 현상을 페이딩(Fading)현상에서 기인한다. 이와 같은 페이딩 현상은 무선을 이용한 통신 환경에서는 피할 수 없는 현상이며 전송 품질을 떨어뜨리는 주요 원인이기도 하다.



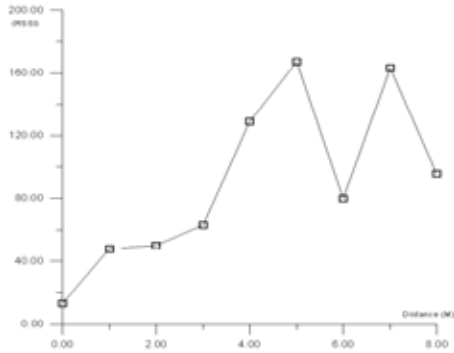
<그림.5> 장애물에 의한 페이딩 발생

본 논문에서는 이와 같은 Fading 현상이 센서 노드의 위치에 따라 발생하는 거리가 다를 수도 있다는 점에 착안하여 그림 6-1, 7-1과 같은 두 가지 실험 환경에서 추가 테스트를 해 보았다.

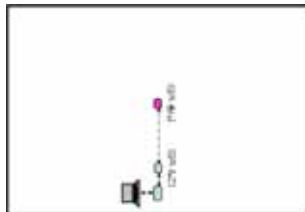
즉, 센서 노드의 이동을 사무실 내의 대각선 방향으로 진행 방향을 취한 후 RSS를 측정하여 보았고, 고정 노드를 사무실의 측면 중앙에 위치한 후 세로 방향으로 진행 방향을 취한 후 RSS를 각각 측정하였다.



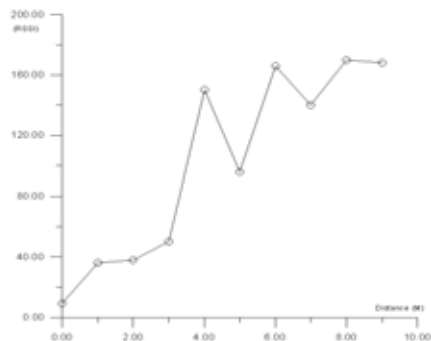
<그림.6-1> 대각선 방향에서의 RSS 측정 실험



<그림.6-2> 대각선 방향에서의 RSS 측정 결과



<그림.7-1> 세로 방향에서의 RSS 측정 실험



<그림.7-2> 세로 방향에서의 RSS 측정 결과

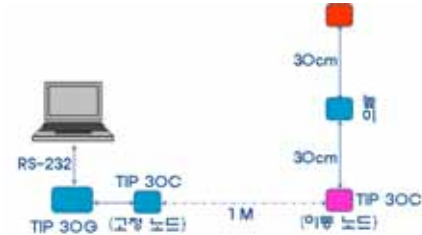
실험 결과(그림.6-2, 7-2)는 그림.4-2의 그래프와 형태 면에서 많이 유사하다. 대각선으로의 진행 방향은 6M의 지점에서, 세로 방향으로의 진행은 5M의 지점에서 페이딩 효과가 발생하는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 11x9x3(m)의 실내 환경에서 센서 노드간의 거리가 5M 이상일 경우, 페이딩 효과가 반드시 발생하므로 Localization을 가능하게 하기 위해 거리별로 신뢰할 수 있는 구간은 5M 이내가 되어야 한다고 추정할 수 있게 되었다.

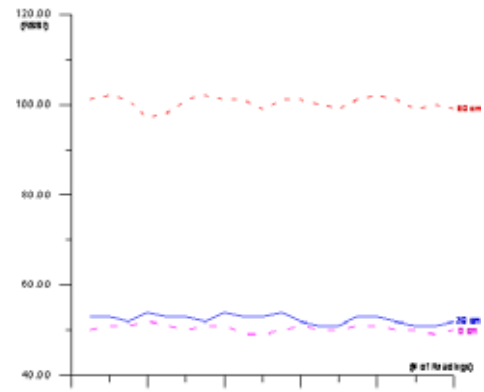
실내에서 노드간의 고도에 따른 RSS 측정 실험을 그림.8-1 환경처럼 실시하였다. 고도의 간격을 30cm 높이 단위로 변경시키며 고도별 RSS 값을 측정하였다. RSS 고도 측정 실험은 6x6x3.2(m)의 실내 환경에서 실시하였다. 이때 측정된 RSS의 실험 결과 값은 각각의 높이에 따른 값들을 20회 연속적으로 측정하여 취한 값이며 그림.8-2와 같다.

고도에 따른 실험 결과(그림.8-2)에서 알 수 있듯이, 30cm

높이 이후에서 수신된 RSS의 값이 급격히 변화됨을 알 수 있었다. 이 같은 결과를 통해 RSS 정보를 이용하는 방법은 고도에 따른 사물의 위치인자가 가능함을 보여주고 있다.



<그림.8-1> 고도에 따른 RSS 측정 실험



<그림.8-2> 고도에 따른 RSS 측정 결과

3. 장 결론

본 논문에서는 센서 네트워크 노드의 RF 칩셋에서 하드웨어적으로 제공하는 RSS 정보만을 이용하여 센서 노드간의 거리별, 고도별 Localization이 가능하다는 점을 제안하고 있다. 나아가 이 같은 방법을 실제 적용할 경우, 본 논문의 실험 결과 등을 근거로 Localization 결과 값에 대해 신뢰할 수 있는 거리 구간의 가이드라인(5m)을 제공하였다.

본 논문은 Single-hop 환경에서 Localization이 RSS 값을 이용하여 가능함을 제안하였지만, 추후 더욱 복잡한 환경(Multi-hop, 많은 노드 수)에서 본 논문의 제안이 적용됨을 확인하고, 더욱 세밀한 Localization을 가능하게 하기 위해 다양한 센서들과의 연동을 고려하는 연구가 추가적으로 진행될 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] P. Bahl and V.N. Padmanabhan. "RADAR: An in-building RF based user location and tracking system" Proceedings of INFOCOM, 2000
- [2] N. B. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The Cricket location-support system," Mobi-Com, 2000
- [3] Jason Hill, Robert Szewczyk, Alec Woo, Seth Hollar, David Culler, Kristofer Pister. "System architecture directions for network sensors" ASPLOS 2000, Cambridge, November 2000.