

무선 센서노드의 전파수신강도(RSS)를 이용한 캠퍼스 차량 위치관리 시스템 구현

최준영 · 김현중 · 양현호

군산대학교

Implementation of Campus Car Location Management System

Using Received Signal Strength of Wireless Sensor Node

Jun-Young Choi · Hyun-Joong Kim · Hyun-Ho Yang

Kunsan National University

E-mail : powercyj@kunsan.ac.kr, juliri@hanmail.net, hhyang@kunsan.ac.kr

요 약

유비쿼터스 센서 네트워크는 홈 네트워크, 텔레매틱스 등의 IT 산업분야를 비롯하여 물류, 유통, 환경, 교통 등 산업 전반에 다양하게 응용되고 있으며 이들 기술이 공통적으로 요구하는 기술 요소 중의 하나는 센서노드의 위치에 관한 정보를 추적하고 관리하는 것이다. 본고^{*)}에서는 무선 센서 네트워크의 응용분야로서 무선센서노드의 전파수신강도(RSS)에 기반한 위치측정 기법을 캠퍼스 내 차량 위치 측정에 활용하는 것을 제안하고 그 구현방안에 대하여 기술하였다. 이를 위하여 무선센서노드의 최적의 경로 탐색 및 멀티홉 설정 방안을 고찰하였으며 실제 적용 시스템의 구성 및 동작 절차를 제안하였다. 실외환경에서의 실험 결과 제안된 방식은 캠퍼스환경에서 차량의 주차위치를 관리하기에 충분한 위치 정확도를 제공하는 것으로 판명되었다.

ABSTRACT

USN(Ubiquitous Sensor Network) has been applied to various fields of industries such as logistics, environment management, traffic management, as well as IT industries including home network and telematics. Among the important techniques required to implement aforementioned applications, location management scheme is essential. In this paper, we proposed and implemented a new location measurement scheme based on RSSI of sensor node for campus car location management.

키워드

RSSI(Receive Signal Strength Indicator), Location management, LQI, Multihop

1. 서 론

지금까지 센서 네트워크에서 노드는 고정 형으로 많이 사용됐다. 그러나 노드에 대한 수요가 실외 환경의 고정 노드뿐만 아니라 이동 노드까지 다양해지면서 노드의 위치 인식 연구에 대한 필요성도 대두되고 있다.[1]

사용자의 위치 정보를 획득할 수 있는 대표적인 시스템으로는 GPS(Global Positioning System)[2]

와 이동통신망을 이용한 위치 측정 시스템을 들 수 있다. 이 외에 실내 또는 전파 음영 지역 등에서 사용자 혹은 사용자 장치의 위치를 인식하기 위한 위치 측정 시스템은 적외선을 이용하는 AT&T사의 액티브 배지[3]와 초음파를 이용하는 캠브리지 대학의 액티브 배트 및 MIT의 크리켓 시스템[4], 전파 신호의 전달 지연 혹은 세기를 측정하는 마이크로소프트사의 RADAR[5], 입체 영상을 이용하는 EasyLiving 프로젝트[6]와 Pinpoint사의 3D-iD 시스템, RF-ID 혹은 UWB를 이용한 위치 측정 시스템 등이 있다.

그 중 RSS(Received Signal Strength) 기반 위

* 본 연구는 지식경제부의 지역혁신 인력 양성사업의 연구결과로 수행되었음

치인식은 별도의 장치 없이 RF의 세기만으로 위치를 인식할 수 있는 방법으로 실내의 모두에서 사용 가능하고 구조가 단순하여 전력소모가 적으며 오차 범위가 적절하다. RSS 기반의 위치인식에는 크게 2가지 방식이 가능한데 하나는 여러 곳에 적절히 고정 배치된 노드가 신호를 발신하고 이를 이동노드가 수신, 자신의 위치를 계산하여 전송하는 방식이고 다른 하나는 이동 중인 노드가 신호를 발신하고 고정된 노드가 신호를 수신, 위치를 계산하는 방식이다.[7]

본고에서는 전파수신강도(RSS)에 기반한 캠퍼스 차량 위치관리 시스템 구현을 위해서 다음 2가지의 기술을 제안하고 고찰한다. 첫째는 노드의 위치 정보를 효율적으로 싱크노드에 전달하기 위해 hop, LQI, RSSI의 비교를 통한 최적의 경로를 탐색하는 것이며 둘째는 라우팅을 통해 먼 거리까지 정보를 전송할 수 있도록 강제적으로 멀티홉을 정해주는 것이다. 이를 통해 차량의 위치 정보를 효율적으로 전송하고 관리하여 위치관리에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

본고의 2장에서는 시스템에 적용하게 될 최적의 경로 탐색과 멀티홉 설정에 대해 기술하고, 3장에서는 제안된 시스템을 구현할 수 있는 환경과 장비, 구성도 및 운영시나리오를 설명하였으며, 마지막으로 4장에서는 전반적인 요약 및 논문을 작성한 의의 그리고 향후 연구계획을 기술하였다.

2. 무선센서노드의 관련기능 고찰

본장에서는 캠퍼스 차량 위치 측정 시스템을 구현하는데 사용될 상용 무선 센서노드의 기능을 고찰한다. 본 고찰은 IEEE 802.15.4 표준을 지원할 수 있는 CC2420 칩을 장착하고 2.4 GHz의 Zigbee 표준을 지원하며 TinyOs에 의하여 동작되는 상용 센서노드를 대상으로 한다. 이 결과는 Zigbee 프로토콜 표준을 지원하는 다른 상용제품에 대해서도 적용이 가능하다.[8]

2.1 최적의 경로 탐색

센서 네트워크 통신에서는 효율성을 저하시키는 원인을 제거하고 보다 효과적인 전송 방법을 찾기 위해서는 최적의 경로를 통해 정보를 전송함으로써 효율적인 정보 전송이 이루어지도록 할 필요가 있다.

그림 1은 이를 위한 최적 경로 탐색 기능을 구현한 것이다.

```
void processNextAddress()
{
    uint8_t i, NextAddress_index=0xFF,
    MinHopCount=0xFF, MaxLQI=0x00;
    char MaxRSSI = -127;
```

```
for ( i=0 ; i<NumNeighborTable ; i++ )
{
    if (NTableList[i].NAddr == SinkAddress) {
        NextAddress = SinkAddress;
        myHopNumber = 1;
        NextAddress_TableIndex_ = i;
        return;
    } else if (NTableList[i].NAddr != UnkownAddress) {
        if (MinHopCount >= NTableList[i].HopNum_from_Sink)
        {
            if (MaxLQI <= NTableList[i].LQI) {
                if (MaxRSSI <= NTableList[i].RSSI)
                {
                    MinHopCount = NTableList[i].HopNum_from_Sink;
                    MaxLQI = NTableList[i].LQI;
                    MaxRSSI = NTableList[i].RSSI;
                    NextAddress_index = i;
                }
            }
        }
    }
}
```

그림 1. 최적의 경로 탐색 명령 구조

1hop의 노드는 자기가 가지고 있는 테이블을 Neighbor와 비교하여 for 문을 통해 Quality가 좋은 리스트를 찾는다.

비교하는 우선순위는 다음과 같다.

- 1순위 : 홉카운트를 비교하는 것으로써 홉카운트가 가장 적은 것을 우선적으로 정한다.
- 2순위 : LQI가 가장 좋은 것을 선택한다.
- 3순위 : RSSI가 가장 좋은 것을 선택한다.

이같이 3가지의 우선순위 순으로 다음 노드인 i를 최종적으로 결정하여 그 노드에게 정보를 전달하는 것이다.

2.2 멀티홉 설정

고정노드는 이동노드와의 거리에 따른 hop의 차이로 인해 서로 다른 역할들을 수행하며 먼 거리의 전송을 가능하게 하는데 이러한 역할들은 강제적인 멀티홉 설정을 통해 이루어진다.

그림 2는 멀티홉을 설정한 내용을 보인 것이다.

```
if (RcvMsg->FrameControl == BeaconBySink ||
RcvMsg->FrameControl == BeaconByNode) {
    atomic memcpy (&RXFrame, m, sizeof(RXFrame));
    if (TOS_LOCAL_ADDRESS >= 5 && RcvMsg->SrcAddr==0)
        // for tentative multi-hop routing (1-4 only)
        return m;

    if (TOS_LOCAL_ADDRESS >= 9 && RcvMsg->SrcAddr<=4)
        // 2nd layer hop (5-8 only)
        return m;
```

```

if (TOS_LOCAL_ADDRESS != SinkAddress)
{
    sprintf(MsgBuff, " -- %d rcv BeaconBy [%d] from %d
(hop:%d,next;%d) \r\n", TOS_LOCAL_ADDRESS,
RcvMsg->FrameControl, RcvMsg->SrcAddr,
RcvMsg->HopNum_from_Sink, NextAddress);
    if (TOS_LOCAL_ADDRESS != SinkAddress)
        call SCSuartDBG.UARTSend(MsgBuff, strlen(MsgBuff));
        updateRoutingTable();
}
}
    
```

그림 2. 멀티홉 설정

처음 노드 설정시 노드마다 각각의 주소를 입력하여 몇 개의 노드씩 홉을 지정해 준다. 이렇게 지정된 홉에 따라 노드가 수행하는 역할이 달라지는데 소스노드와 가장 인접한 1홉의 노드에는 1번~4번 노드를 설정해 주고 2홉의 노드에는 5번~8번 노드를 설정해 주며 0번 노드는 최종적으로 정보를 수신 받는 Sink노드, 9번 노드는 이동노드으로써 정보를 발신하게 되는 Source노드로 설정해 준다. 이렇게 되면 9번 노드는 이동하면서 1번~4번 노드에게 신호를 보내게 되고 이 신호를 받은 노드는 RSS값을 자신의 테이블에 저장하여 2홉 노드인 5번~8번 노드 중 하나의 노드에 신호를 전달하고 이를 다시 최종적으로 0번 노드로 전송하게 된다.

위의 과정을 도식화하면 그림 3과 같은 흐름도로 나타낼 수 있다.

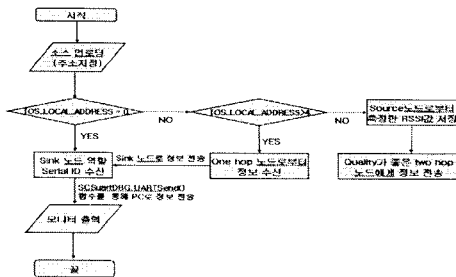


그림 3. 멀티홉 설정 흐름도

3. 시스템 구현

3.1 시스템 구성

본 시스템에서는 변화 없이 균일한 무선 환경을 전제로 하며 사용될 네트워크 구성은 표 1과 같다.

표 1. 실험에서 사용된 네트워크 구성

이동 node의 수	1개
고정 node의 수	8개
싱크 node의 수	1개
객체 이동속도	10m/sec

본 연구의 목표는 이동노드로부터 수신되는 신호의 RSSI를 측정하여 이를 기반으로 캠퍼스 내의 차량의 위치를 관리하는 것이다. 이를 위하여 캠퍼스에 진입하는 차량에 센서 노드를 장착하여 이동하면서 자신의 정보를 전송하게 하고, 캠퍼스 내에는 위치를 알고 있는 고정된 노드를 설치하여 이동노드로부터의 정보를 수신하게 한다. 고정노드는 수신된 신호의 RSS 값을 계산한 후 라우팅을 통해 이 정보를 싱크노드로 전달한다. 이 정보를 통해 RSS 값을 처음 수신한 고정노드와 이동노드의 거리차를 파악할 수 있고 이를 통해 이동노드의 위치를 측정할 수 있다. 각 센서 노드는 이동노드와 고정노드로 구분할 수 있는데 각 차량에 장착될 이동노드에서는 자신의 정보를 브로드캐스트 방식으로 전송한다.

3.2 동작과정

구현 대상 시스템에서 각 노드별 구현 기능은 다음의 그림 4와 같이 도식화 할 수 있다.

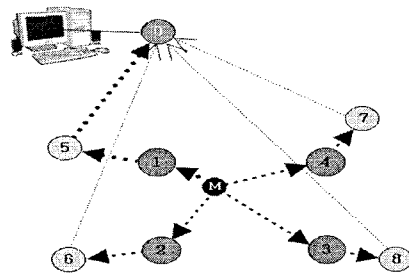


그림 4. 위치측정이 가능한 센서네트워크의 구성요소

고정노드는 몇 개의 hop으로 설정되어 hop에 따라 각각 다른 역할을 수행한다. 이동노드에서 가까운 1홉인 1~4번 노드는 이동노드로부터의 신호를 감지하여 RSS 값을 측정하고 이를 다음 홉인 2홉인 5~8번 노드에게 전달해 주는 역할을 수행한다. 이때 5~8번 노드 중에 Quality가 좋은 노드를 선택하여 전송할 수 있다. 5~8번 노드는 1~4번 노드에서 받은 RSS 값을 다음 0번 노드인 Sink 노드에게 최종적으로 전송한다.

3.3 실험 구현

실험환경의 구성과 응용프로그램의 실행 상황은 각각 그림 5 및 그림 6과 같다.

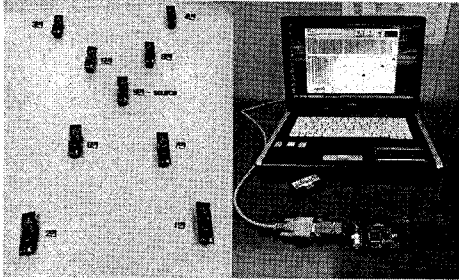


그림 5. 실험 환경

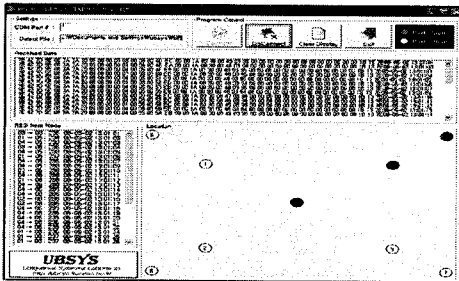


그림 6. 출력 결과

캠퍼스 차량 위치 측정 시스템 구현의 전체적인 구성은 그림 7에서 보는 바와 같이 차량이 캠퍼스 진입로에 진입하게 되면 계획적으로 고정된 노드를 지나게 된다. 차량에 부착된 이동노드는 이동시 자신의 신호를 발신하게 되고 고정된 노드는 이 신호를 수신 받아 RSS 값을 자신의 테이블에 저장한 후 다음(two hop) 노드에게 전달을 하고 이 노드는 싱크노드에게 전달될 때까지 계속 다음 홉 노드로의 전송을 반복한다. Sink노드는 이렇게 수신된 정보를 바탕으로 고정된 노드와 이동노드의 거리를 파악하고 여러 개의 고정노드로부터의 정보를 통해 차량의 위치를 파악할 수 있게 한다.

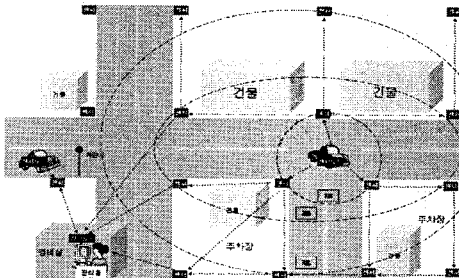


그림 7. 시스템 구현 구성도

4. 결 론

본고에서는 캠퍼스에 진입하는 차량에 센서 노드를 장착하여 이동시 고정된 인접 노드에 신호를 발산하면 고정노드는 RSS 값을 담은 정보를 라우팅을 통해 싱크노드에 전달하는 기능을 구현하기 위한 시스템에 대하여 기술하였다. 본 논문에서 제시한 바와 같이 멀티홉을 설정하여 각각의 노드에 역할을 부여하고 Quality가 좋은 노드에 정보를 전송함으로써 좀 더 효율적인 전송이 이루어지도록 하였다.

RSS를 이용한 위치 측정 방법은 타깃과 센서 사이에 많은 장애물이 존재하거나 복잡한 실내 환경일 경우 거리 측정 오차가 매우 클 수 있다는 단점이 있을 수 있으나 적용 범위가 넓은 캠퍼스 환경에서는 RSS를 통한 위치 측정 방식이 차량 통제 및 관리에 적용될 수 있을 정도의 오차 범위를 가지므로 이를 연구하는데 충분한 가치가 있다. 실험 결과에서도 거리에 따른 여러 노드의 각기 다른 RSS 값의 변화를 확인할 수 있었다. 본 논문은 RSS를 통해 위치를 추정해 보는 단계의 연구이지만 향후 위치 계산 알고리즘의 적용과 이를 관리할 수 있는 응용프로그램의 개발을 통해 좀 더 정확한 위치를 측정할 수 있고 쉽게 이를 관리할 수 있는 연구를 계속할 계획이다.

참고문헌

- [1] 오천인 외 2명, "무선 센서 네트워크에서 실의 환경을 고려한 위치 추정 기법", 2007년도 대한전자공학회 하계종합학술대회 제30권 1호
- [2] I. Getting, "The Global Positioning System", IEEE Spectrum, Vol.30, Iss.12, Dec. 1993, pp.36-47.
- [3] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, and J. Gibbons, "The Active Badge Location System", ACM Transactions on Information System, Vol.10, No.1, Jan.1992, pp91-102.
- [4] Cricket, <http://cricket.csail.mit.edu>
- [5] P.Bahl and V. N. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System", IEEE INFOCOM 2000, pp.775-784
- [6] J. Krumm et al., "Multi-Camera Multi-Person Tracking for EasyLiving", Third IEEE International Workshop on Visual Surveillance, Jul. 1, 2000. pp.3-10.
- [7] 소선섭 외 1명, "ZigBee 태그기반 아파트 위치인식시스템 설계 및 구현", 2007년 10월 전자공학회 논문지 제 44권 TC편 제10호
- [8] ZigbeX를 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 시스템, (주)한백전자 기술연구소 지음