
캠퍼스 내 차량 관리를 위한 이동노드 위치 감시 시스템 구현

김현중 · 최준영 · 양현호

군산대학교

Implementation of Mobile Node Monitoring System for Campus Vehicle Management

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

Kunsan National University

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

요 약

이제까지 제안된 캠퍼스 내 차량 관리 시스템은 단순한 차량의 출입만을 관리하기 위한 시스템이며 주차권을 발급하거나 CCTV를 이용한 차량 식별, 또는 간단히 차량에 부착된 RFID 태그를 인식하여 차단기의 개폐를 통제하는 시스템이 대표적이다. 이 시스템들은 차량의 출입만 통제할 뿐 차량의 위치를 파악하여 주차관리에 적용할 수 없는 어려움이 있다. 본 논문에서는 센서노드를 이동차량에 부착해 WSN의 위치추적기술의 하나인 센서노드에서 발신되는 수신신호세기를 이용한 방법을 통하여 수신 신호 세기(RSSI : Received Signal Strength Indication) 정보의 데이터베이스를 구축해 차량과의 거리계산과 위치까지 추적할 수 있는 응용프로그램을 구현함으로써 캠퍼스 내 차량의 위치 파악과 주차관리 등에 있어 보다 효율적인 방법을 제시하였다.

ABSTRACT

Most of campus vehicle management systems, so far, have simple functions such as managing vehicle in/out or issuing parking tickets. Recently some of them use RFID tags to count total numbers of cars in the campus, excluding exact parking position management. In this paper we propose a new campus vehicle management system using wireless sensor network location management scheme. This system adopts RSSI based location management method with some performance improvement technique. According to the experimental result, this proposed scheme can be used to implement an effective campus vehicle management system.

키워드

RSSI, Location management, Triangulation, Friis Equation, Regression analysis

1. 서 론

최근 저전력으로 동작하는 프로세서와 메모리 그리고 무선 송수신 칩을 장착한 초소형의 센서 노드의 사용이 활발해지고 있다. 센서 네트워크 기술은 생체

혹은 환경 모니터링, 건축물의 이상 징후 감지, 사물의 위치 추적과 같은 분야에 응용할 수 있다. 이와 같은 응용의 구현 시 중요하게 고려되어야 할 부분이 노드의 위치를 판단하는 위치 측정 기술이다.[1]

센서 노드를 이용한 위치 측정 기술에는 적외선, 초음파, RFID, UWB, RSSI, 카메라 센서를 이용한 방법 등 다양한 기술이 있다.[2]

그중 센서 노드의 수신 신호 세기 RSS(Received

1) 본 연구는 한국산업기술재단의 지역혁신인력 양성사업으로 수행된 연구결과임

Signal Strength)를 이용한 위치 측정 기술은 위치를 측정하고자 하는 센서에서 보내지는 송신 신호를 그 외의 센서들이 수신할 때 발생하는 신호의 감쇄 정도를 측정하여 이를 토대로 거리를 계산하는 것이다. 하지만 RSSI는 주변 환경의 특성에 따라서 변화가 심하기 때문에 직접적으로 이용하기가 어렵다. 이런 불규칙한 RSSI 값을 통해서 거리를 측정하기 위해 많은 연구들이 이루어지고 있다.[1][3][4][5]

본고에서는 거리 값의 변화에 따른 RSSI 측정치들에 대한 회귀식을 구하고 이를 이용하여 노드의 위치를 측정함으로써 정확한 주차 위치를 알아낼 수 있는 방법을 제안하고 이 과정의 실험을 구현하기 위하여 응용프로그램을 개발하였다.

응용프로그램을 구현하기 위해 크게 두 가지 과정을 거쳤으며 첫째로 시스템을 적용하고자하는 곳에서 거리에 따른 RSSI데이터베이스(Data Base)를 구축 하여 회귀분석을 했다. 회귀분석은 통계학에서 관찰된 연속형 변수들에 대해 독립변수와 종속변수 사이의 인과관계에 따른 수학적 모델인 선형적 관계식을 구하여 어떤 독립변수가 주어졌을 때 이에 따른 종속변수를 예측하는 분석이다. 회귀분석을 하면 값들에 따른 회귀식이 나오는데 두 번째로 회귀식을 가지고 RSSI에 따른 거리 값을 구한 후 삼각측량법(Triangulation)을 통하여 위치를 계산하였다.

본고 2장에서는 관련 선행 연구를 고찰을 하였고 3장에서는 개발 응용프로그램의 개발환경과 응용프로그램에 적용된 위치결정방법, 기능 및 구조에 대해 기술하였다. 4장에서는 응용프로그램의 구현과 실험결과에 따른 성능평가에 대하여 기술하였으며 5장에서는 결론과 향후 연구계획에 대해 기술하였다.

2. 선행 연구 고찰

2.1 차량 주차 관리 시스템

캠퍼스 내 주차 관리 대한 기존 시스템으로 첫째 주차권 발급기가 있다. 주차관리에 있어서 가장 보편화된 방법으로 출입구에 차단기와 함께 설치하여 주차권을 뽑을시 차단기가 개폐되는 방법이다. 두 번째로 리모컨 입력기가 있다. 인식범위 내에서 리모컨을 누르면 리모컨의 고유번호를 읽어 정차 제이기로 데이터를 전송하는 방법이다. 세 번째로는 차량통과 감지센서를 이용한 방법이 있다. 일정 고주파 신호 전류를 받아 자동차가 통과하면 임피던스의 변화를 검지기 내에서 전압을 정류 증폭하여 차량검지신호를 통해 차량의 통과 유무를 판독하는 방법이다. 네 번째로 출구 판독기가 있다. 사전 정산 무인 요금 시스템 및 자동차단기와 연동하여 출차 정보 제공과 차단기를 개방하는 방법이다.

2.2 위치 측정 방법

센서 네트워크 환경에서의 위치 인식 기술은 이미 알고 있는 위치에서부터의 거리나 각도와 같은 정보를 이용하여 상대 위치를 추정, 이를 통해 노드들의 위치를 계산하는 기술이다.[1]

센서 네트워크에서 위치 측정에 이용되는 일반적인 방법은 RSSI, 초음파, 빛 등을 이용하는 것이다. RSSI를 이용하는 방법의 경우 위치를 측정하고자 하는 센서에서 보내지는 송신 신호를 그 외의 센서들이 수신할 때 발생하는 신호의 감쇄 정도를 측정하여 RSSI 값을 거리로 변환할 수 있다. 초음파를 이용한 위치 측정 방식은 거리에 따른 초음파의 속도차를 이용한다. 초음파는 전파 거리가 비교적 짧고 전파 각도도 좁다. 하지만 다른 측정 방식에 비해서 짧은 거리에 대한 거리측정이 정확해서 주로 실내 위치인식 방식에 적용되고 있다. 빛을 이용한 기법[6]은 정확도가 높고 시스템의 부하는 낮으나 가시거리를 보장하여야 하며 지형의 굴곡과 고도에 따라 동일한 반경을 가지는 광원을 만들어 내기가 어렵다는 단점이 있다.[1]

3. 차량관리 응용프로그램 개발

3.1 개발환경

센서노드와 컴퓨터 사이의 통신은 RS-232C 기반 시리얼 통신을 한다. 시리얼통신은 외부기기와의 인터페이스 중 가장 기초적인 접근 방법으로 계측장비, PLC설비, 센서류 등 각종 외부기기와의 통신을 가능하게 해주는 방법이다. 응용프로그램 개발환경은 Microsoft사의 Visual Basic 6.0 을 사용하였다. Visual Basic은 GUI(Graphic User Interface)환경으로 프로그래밍 작업을 수행할 수 있도록 제공함으로써 초보자들도 쉽게 사용할 수 있고, 시리얼 통신을 가능하게 해주는 컨트롤을 제공함으로써 응용프로그램을 구현하는데 있어 최적의 환경을 제공하였다.

3.2 위치 결정 방법

삼각측량법을 통하여 위치를 결정하기 위해서는 먼저 거리값이 필요하다. RSSI를 이용한 거리 결정 방법은 신호를 수신하는 측에서 신호의 세기를 거리에 따라 측정하여 데이터베이스를 구축한 후 이를 통계적인 방법을 통하여 결정한다. 일정거리마다 감쇄되는 RSSI의 값을 역으로 RSSI에 따른 거리 값으로 회귀분석을 통하여 식을 구하는 방법이다. 회귀분석은 Microsoft Office Excel 2003을 이용하였고 회귀모형이 적합한지 확인하기 위해 결정계수 R^2 을 사용한다. 이는 회귀모형의 독립변수가 종속변수 변동의 몇%를 설명하고 있는지를 나타내는

지표로 1에 가까울수록 정확도가 높다. 이때 정확도는 샘플이 많을수록 높아진다. 본고에서는 3개의 센서노드를 사용하였고 노드별 50cm당 50개의 RSSI를 획득하여 평균값을 사용하였으며 회귀분석 정확도는 평균 0.9858 이다. RSSI 측정은 옥외 주차장에서 이루어졌으며 그림1은 측정 결과 이고 식(1)은 회귀분석을 통해 나온 회귀식이다.

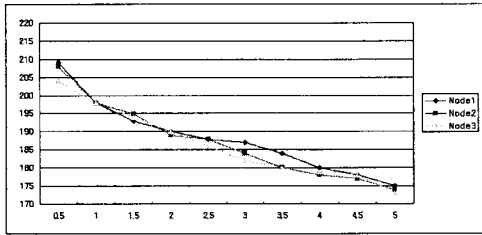


그림1. 거리에 따른 RSSI

$$\begin{aligned}
 d_1 &= 0.0032x^2 - 1.3444x + 141.55 \\
 d_2 &= 0.0033x^2 - 1.3871x + 145.01 \\
 d_3 &= 0.0037x^2 - 1.5324x + 158.00
 \end{aligned} \quad (1)$$

노드별 거리 값을 구하면 삼각측량법을 이용하여 위치를 결정할 수 있다. 삼각측량법은 2차원 평면상에서 이동하는 개체의 위치를 추정하는데 가장 보편적으로 사용되는 방법이다. 위치를 추정하기 위해서는 최소 3개 이상의 기준점이 필요하다. 그림2에서 보이는 것처럼 각 센서 노드의 좌표를 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) 라 하고, 이동노드의 좌표를 (x, y) 라고 한다. 그리고 이동 노드로부터 세 개 센서노드까지의 거리를 d_1, d_2, d_3 라 할 때, 이동노드로부터 각 기준 노드 사이의 거리는 식(2)와 같이 피타고라스 정리에 의해 계산될 수 있다.[7]

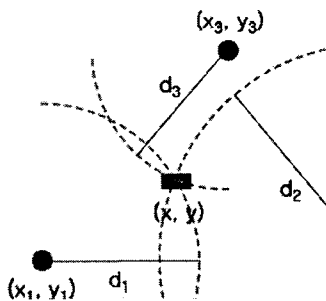


그림2. 3개의 센서노드 좌표

$$\begin{aligned}
 d_1^2 &= (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 \\
 d_2^2 &= (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 \\
 d_3^2 &= (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2
 \end{aligned} \quad (2)$$

식(1)에서 d_1, d_2, d_3 는 얻어졌으므로 식(2)에 대입하여 계산하면 이동노드의 x, y 값을 구할 수 있다.

3.3 응용프로그램의 기능 및 구조

개발 응용프로그램은 기본적으로 시리얼 통신 프로그램이며, 통신포트와 Output 경로 설정을 할 수 있고, 표시화면에는 전체적인 메시지 값, 노드별 RSSI 및 거리 값, 이동노드의 좌표 값이 표시된다. 응용프로그램의 흐름은 다음과 같다. 우선 네 개의 센서 노드들이 이동노드로부터 메시지 값을 받아 컴퓨터에 연결된 싱크노드에게 전달한다. 응용프로그램은 싱크노드로부터 전달된 메시지 값을 출력한다. 그림3에 나타난 메시지 값은 총 44 바이트로 그중 Data 패킷의 RSSI만 추출한다. 추출한 RSSI를 이용하여 코딩된 식(1)과 식(2)에 의해 거리 값과 위치를 계산하여 출력한다. 그림4는 응용프로그램의 전체적인 흐름도를 나타내었다.

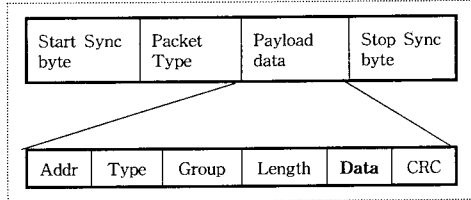


그림3. 메시지 형식

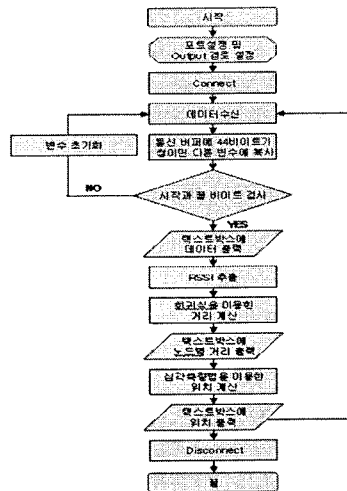


그림4. 응용프로그램 흐름도

4. 실험 성능평가

4.1 실험환경

응용프로그램이 적용될 환경은 캠퍼스 내 주차장이다. 보통 차한대가 주차될 공간은 가로세로 2.5m, 5m 이며 구현환경은 자동차 두 대가 주차될 정도의 공간인 가로세로 5m를 기준으로 했다. 실험은 환경에 맞게 옥외 주차장에서 이루어졌으며 이동노드는 실험 범위 안에서 임의 적으로 3 곳을 선정하여 각각에 대하여 30개씩의 측정치를 획득하여 좌표 값을 구하였다. 그림5는 개발 응용프로그램 출력 화면이다.

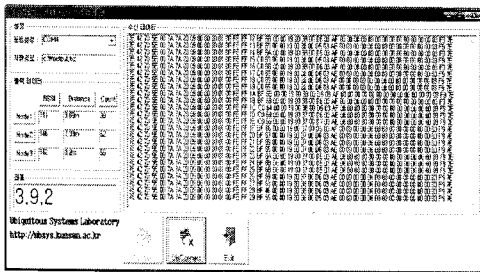


그림5. 응용프로그램 출력 화면

4.2 성능평가

실험결과는 실제 이동노드 (1,1) (2,2) (4,4)의 좌표에 대해서 그림6에서 보는 것과 같이 나타났다. 오차 범위는 x 좌표 $\pm 50cm$, y좌표 $\pm 1m$ 정도의 안에 이동노드가 있어야 차량의 위치식별이 가능하다 생각하여 계산한 결과 각각의 좌표에 따른 36%, 62%, 80%의 정확도를 보였다.

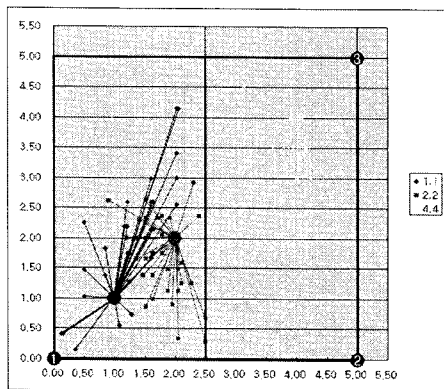


그림6. 실험결과

5. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 캠퍼스 내 차량관리를 위해서 차량이 주차면에 있을 경우 차량의 위치 결정을 할 수 있는 모니터링 응용프로그램을 구현하였다. 실험결과 주차면에 대해서 차량의 식별이 신뢰성이 있는 것으로 확인되었다. RSSI를 이용한 위치 결정 방법은 고정노드와 이동노드 사이의 주변 환경에 따라 오차가 클 수 있다. 하지만 RSSI의 획득에 있어 누적평균을 이용하고 회귀식 정확도를 높이거나 RSSI의 보정 알고리즘을 프로그램에 적용할 경우 오차가 많이 줄어들 수 있다. 앞으로 RSSI의 오차를 줄이기 위한 방법을 더욱 보강하고 응용프로그램상의 좌표 표시만이 아니라 실제 주차장 환경을 적용하여 보다 효율적인 캠퍼스 내 주차 관리 응용프로그램에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 이지영의 3명, "유비쿼터스 환경에서의 위치 인식 기술", 2006년도 한국인터넷정보학회지 제7권 제2호 pp.30-37
- [2] 김보미의 2명, "유비쿼터스 센서 네트워크의 위치탐지 기술 및 동향", 2007년도 주간기술동향 통권 1291호
- [3] N. B. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan. The Cricket Location Support System. In 6th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (Mobicom 00), August 2000.
- [4] A. Smith, H. Balakrishnan, and M. Goraczko. Tracking Moving Devices with the Cricket Location System. In 2nd International Conference on Mobile Systems, Applications and Services (Mobisys 2004), June 2004
- [5] R. Stoleru, T. He, J. A. Stankovic and D. Luebke, "High Accuracy, Low Cost Localization System for Wireless Sensor Networks", 3rd ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys) 2005
- [6] M. Kushwaha, K. Molnar, J. Sallai, P. Volgyesi, M. Maroti and A. Ledeczzi, "Sensor Node Localization Using Mobile Acoustic Beacons", Mass, 2005.
- [7] <http://hakyongkim.net/RTLS/triangulation.pdf>