

자율 주행 로봇을 이용한 환경 모니터링 시스템

정혜진* · 김원중* · 손철수** · 조병록* · 양수영*

*순천대학교 · **한국공학기술연구원

Environment Monitoring System Using Autonomous Mobile Robot

Hye-jin Jeong* · Won-jung Kim* · Cheol-su Son** · Byung-lok Cho* · Su-yeong Yang*

*Sunchon National University · **Korea Engineering Technology Research Institute

E-mail : kwj@sunchon.ac.kr

요 약

온도, 습도, 조도 또는 토양 센서 등을 탑재한 무선 센서 노드들을 네트워크로 구성하여 자연 환경 정보를 획득하고 분석하여 다양하게 활용하고 있다. 이러한 무선 센서 네트워크는 저전력 무선 트랜시버를 탑재한 다수의 노드들이 근거리 무선 통신과 멀티-홉 기법으로 구성된다. 따라서 무선 센서 네트워크를 통하여 수집된 데이터의 특징은 한정된 범위 내에 밀집된 노드들로부터 얻어진다는 것이다. 그러나 넓은 범위에 흩어져있는 무선 센서 노드들로부터 데이터를 얻기 위해서는 장거리로 데이터를 송신할 수 있도록 고전력을 소비하는 무선 트랜시버를 사용하거나 중계 노드를 많이 필요로 하여, 무선 센서 네트워크 가지고 있는 장점인 저전력과 저비용이라는 특징이 희석된다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 넓게 산재되어 있는 각각의 센서 네트워크 그룹 들을 순회하여 데이터를 수집하는 자율 주행 로봇을 이용한 환경 모니터링 시스템을 제안한다.

ABSTRACT

Wireless sensor network with wireless sensor nodes which equipped with temperature, humidity, illumination, or soil sensor etc, get a natural environment information and analyze and utilized variety way. these network consist of a short distance wireless communication and multi-hop techniques with multiple nodes equipped low-power wireless transceivers. so the characteristic of the data collected through the wireless sensor network is obtained from compact nodes within a limited range.

However, to get a data from the wireless sensor nodes scattered in a wide range, this network needs a wireless transceiver that consumes many power or a lot of intermediate nodes. then, merit of low cost and low electrical energy decrease. To solve this problem, this paper offers environment monitoring system using autonomous mobile robot that collect data from groups of each sensor networks scattered widely.

키워드

자율 주행 로봇, 무선 센서 네트워크, 저전력, GPS

1. 서 론

다양한 환경 정보를 수집하기 위해 무선 통신으로 센서 네트워크 환경을 구축함에 있어, 고비용을 필요로 하는 무선 통신 기술 대신 원가 절감 및 가격 경쟁력을 가질 수 있는 저가의 Zigbee로 대체 적용한 시스템이 원거리 모니터링 제어 분야에서 지속적으로 증가하고 있다. Zigbee 기반의 무선센서 네트워크는 저전력 무선 트랜시버를 탑재한 다수의 노드들이 근거리 무선 통신

과 멀티-홉 기법으로 구성된다. 이렇게 수집된 데이터의 특징은 한정된 범위 내에 밀집된 노드로부터 얻어진 것으로, 네트워크를 확장함에 따라 센서 노드로부터 데이터를 얻기 위해서는 장거리로 데이터를 송신할 수 있도록 고전력을 소비하는 무선 트랜시버를 사용하거나, 수집 노드로부터 정보 수집이 가능한 목적 노드 사이에 중계 노드를 비례적으로 증가해야 한다. 이는 Zigbee기반의 무선 센서 네트워크가 가지고 있는 장점인 저전력과 저비용이라는 특징을 희석한다. 본 시스템은

그림 1에서와 같이 기존의 중계 노드를 제거하고 넓게 산재되어 있는 각각의 노드 그룹을 순회하여 데이터를 수집하는 방식으로 자율 주행 로봇을 이용한 환경 모니터링 시스템을 제안한다.

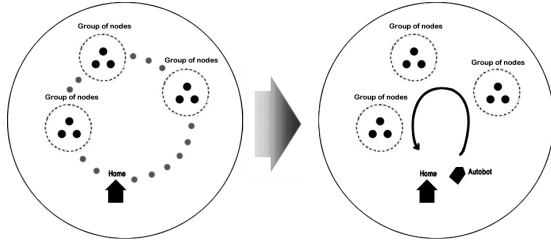


그림 1. 중계 노드를 없앤 네트워크

II. 본 론

2.1 센서 네트워크 기술의 보안점

무선 센서 네트워크는 네트워크를 구성하는 일정 지역에 작은 노드들이 통신하는 구조를 갖는다. 센서 네트워크를 구성하는 노드들은 초소형의 저전력 장치들이다. 노드의 크기가 작은 만큼 그에 따른 제약 조건이 존재한다. 가장 큰 문제는 배터리의 용량이다. 현재 기술력으로 센서 노드에 적용할 수 있는 크기의 배터리는 가용 에너지가 너무 적다. 따라서 센서 네트워크의 개발 및 연구에는 에너지를 줄이기 위한 노력이 동반된다[1].

또 다른 문제로 통신 거리와 방법에 한계가 있다. 센서 노드들은 서로 가까이 존재하여 통신할 수 있다고 가정하더라도, 원격지에 있는 사용자와 관리자는 센서 노드가 직접 통신할 수 없는 거리에 존재하게 된다. 센서 네트워크는 항상 노드의 네트워크 반경 안에 다른 네트워크와 통신할 수 있는 중계 노드가 필요한 것이다.

2.2 위치 기반 서비스 소요 기술

위치를 알고자 하는 단말의 위치 측정 방법은 네트워크 기반(network-based) 방식과 단말기에 장착된 GPS수신기 등을 이용하는 단말기 기반(handset-based) 방식으로 구분할 수 있다. 네트워크 기반 방식은 위치 정확도가 통신망의 기지국 셀 크기와 측정 방식에 따라 차이가 많으며, 일반적으로 500미터에서 수 킬로미터의 측정 오차를 가진다. 단말기 기반 방식은 단말기에 GPS 수신기 등 신호 수신 장치를 추가로 장착해야 하며, 네트워크 기반 방식에 비해 위치 정확도는 높으나 높은 빌딩이 많은 도심 지역, 산림, 숲, 실내에서는 정확한 GPS 신호를 받지 못해 위치를 결정하지 못하는 문제가 있다.

2.3 전자 나침반

남북의 지자기를 검출하고 방위 각도를 산출하는 지자기 센서를 이용해 전자적으로 방향을 표시하는 시스템으로 전자 나침반으로부터 입력받은 방위 정보를 가지고 자율 주행 로봇의 이동 방향에 지침이 되는 기준을 지구 자기장의 극점인 자북으로 운행 방향을 설정하여, 이동 거리에서 오차 범위를 줄일 수 있도록 한다[2].

3. 자율 주행 로봇

주행 로봇은 이동성을 극대화한 로봇으로, 최근 마이크로프로세서, 센서 등 로봇에 장착되는 다양한 하드웨어의 발달로 단순한 원격 제어에서 벗어나 로봇이 스스로 판단하고 목적을 수행할 수 있는 자율 주행 로봇의 형태로 바뀌었다. 자율 주행 로봇은 여러 종류의 센서가 장착되어 있어 장애물이나 목표물과 같은 주위 환경을 인식할 수 있고 인공 지능을 갖추어 스스로 판단하여 다음 행동을 결정할 수 있는 지능적인 시스템이다.

자율 주행 로봇은 3가지의 기본적인 기능을 필수적으로 가지고 있어야 한다. 첫째, 로봇이 자율 주행을 하기 위해서는 스스로의 위치를 파악해야 한다. 이 작업은 로봇이 주행을 하기 위해 반드시 필요한 정보이다. 둘째로, 로봇은 로봇에 장착된 다양한 센서를 통해 얻어진 주위의 환경 정보를 이용하여 환경 지도를 제작할 수 있어야 한다. 로봇에게 특수한 목적이 주어질 경우 그 목적을 수행하기 위해 로봇이 행할 수 있는 가장 효율적인 행동을 보이기 위해서는 기본적으로 로봇이 활동할 환경에 대한 정보를 로봇이 스스로 제작하고 적절한 방법을 통해 저장하고 있어야 한다. 셋째, 앞의 두 과정을 통해 로봇이 환경에 대한 정보를 완벽하게 인식할 수 있게 된 후에는 본격적으로 로봇이 작업을 수행하기 위해 로봇에 보유한 정보를 잘 조합하고 분석하여 최적의 움직임을 보일 수 있도록 구현해야 한다. 주어진 환경 지도를 통해 로봇이 수행하고자 하는 목표의 달성을 위해 최적의 동선을 확보해야 하고 로봇에게 발생할 수 있는 미확인 물체 출현 등의 돌발 상황에 대처할 수 있어야 한다[3].

III. 자율주행 환경모니터링 로봇 설계

3.1 시스템 기능

자율 주행 로봇이 중앙 서버 DB로부터 무선 통신을 통해 목표 노드의 GPS 좌표를 얻고, 데이터 수집을 지시받는다. 로봇은 내장되어 있는 GPS 수신기로부터 자신의 위치 좌표를 얻고, 전자 나침반을 이용해 자북을 기준으로 현재 위치에서 목표 위치까지 떨어져 있는 방위각을 구해

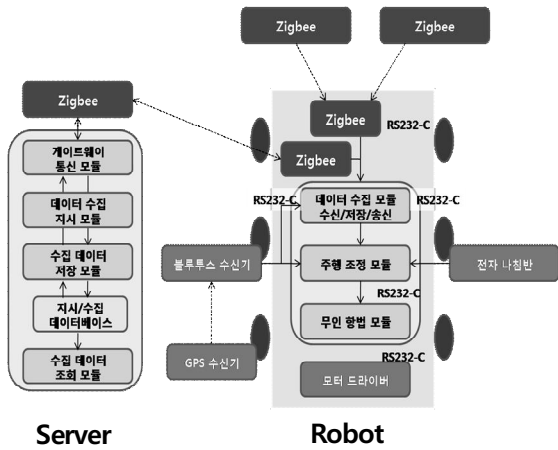


그림 2. 시스템 기능 구성

낸다. 주행 조정 모듈에서 임의로 5초간 이동한 후, 이동 전 위치와 현재 위치 그리고 목표 위치를 통해 목표 지점을 기준으로 틀어진 방위각을 구하여 로봇의 이동방향을 재설정한다. 이처럼 그림 2와 같은 일련의 위치 정보 조합·분석 과정을 통해 종합적으로 로봇이 나아갈 최적의 동선을 확보하고, 무인 항법 모듈이 모터의 작동을 제어, 명령하여 이동한다.

온도, 조도, 습도 센서가 설치되어 있는 목표 노드 근처에 도착하면 데이터 수집 모듈이 센서 노드로부터 무선 통신으로 측정된 환경 정보 데이터를 수집하도록 지시하고, 이를 저장하여 다음 목적지로 이동한다.



그림 3. 웹페이지 화면

모든 노드를 순회하고 다시 중앙 서버로 돌아오면 수집한 정보를 무선 통신으로 중앙 서버로 전송하여 서버 DB에 저장하고, 수집 데이터 조회 모듈을 통해 그림 3, 4와 같이 웹페이지 상에서 로봇의 이동 정보와 수집된 환경 정보를 확인할 수 있도록 한다.

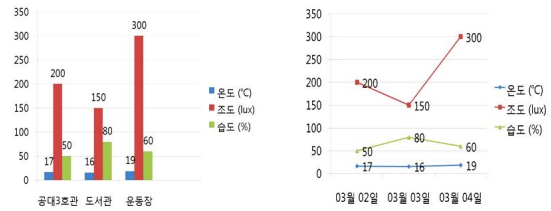


그림 4. 그래프 출력 예시

3.2 위치 계산

로봇의 GPS 수신기로부터 얻은 현재 좌표로부터 자북을 기준으로 목표 지점 좌표까지 거리가 이루는 방위각 a 를 얻어 최종으로 이동해야 할 방향을 구한다. 로봇이 현재 향한 방향을 구하기 위해 임의로 5초간 이동한 후, 이동 전 좌표와 현재 좌표로부터 자북을 기준으로 현재 로봇이 향해 있는 방향에 대한 방위각인 b 를 얻는다[4].

로봇이 목표 지점을 향하도록 방향을 재설정하는데 있어, 현재 로봇이 향한 방향과 목표지점을 향하는 방향 사이의 각도인 $b - a$ 각이 로봇의 방향 재설정 한계 각도인 90° 보다 클 경우, 목표 지점 방향으로 우로 방향을 틀어주어 이동하고, 90° 보다 작을 경우, 목표 지점 방향으로 좌로 방향을 틀어주어 이동한다. 이 때 사전에 측정된 5° 단위의 지정 각도에 따라 추진 파워를 제어하여 방향을 틀어 준다. 설정 후 도착한 지점에서 그림 5와 같이 방향을 재설정하는 과정을 반복해 목표 지점 통신 반경 안에 접근한다.

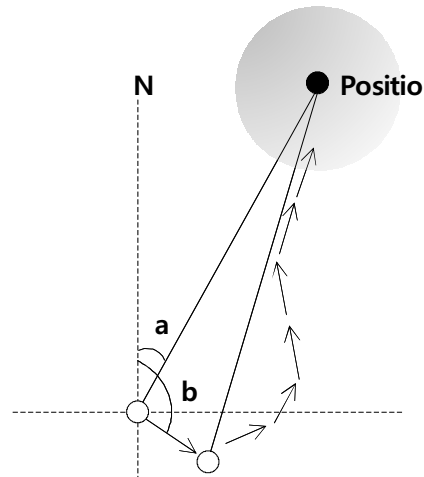


그림 5. 위치계산 예시

3. 측정 결과

실제 주행 결과 로봇이 위치 계산을 통해 예상했던 방향과 근사치로 이동하여 목표 지점 근방에 도착하였지만 예상 경로로 이동하는 도중 로

봇이 근접한 장애 요소를 인식하지 못해 장애물과 충돌하는 경우가 있었다. 장애 요소가 없는 지역에서의 측정 결과를 기준으로 본 연구를 제한하였다.

- [3] 삼성탈레스, <http://kor.samsungthales.com>
- [4] 박종태, 이위혁, 조영훈, 나재욱, “유비쿼터스 센서 네트워크에서 위치 측정 기술”, 전자공학회지 제 32권 7호, p852-854, 2005. 7

IV. 결 론

본 연구를 통하여 이동하는 로봇의 목표 지점까지 방향 설정에 대한 실험을 수행하였다. 목표 지점의 설정된 그림 6과 같이 현재 위치의 GPS 좌표를 구할 수 있으며, 전자 나침반을 이용하여 오차를 보정할 수 있다. 이를 통해 로봇이 센서 노드에 접근해 정보를 수집함으로써 중계 노드 설치에 드는 비용을 줄일 수 있었고, 센서 노드의 위치가 고정되어 있어 센서 네트워크 확장에 제한을 받았던 문제를 해결할 수 있었다. 앞으로 이동시 장애물에 근접하였을 경우 이를 인식하는 센서 모듈들의 상호 보완적인 활용을 통하여 로봇의 이동에 방해 요소를 회피하는 것을 다음 과제로 진행 중이다.



그림 6. 프로그램 화면

감사의 글

본 지식재산권은 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 지원을 받아 수행된 연구결과임
(09-기반, 산업원천기술개발사업)

참고문헌

- [1] 박승민, “센서 네트워크 노드 플랫폼 및 운영체제 기술 동향”, 전자통신동향분석 제21권 제1호, p15-17, 2006. 2
- [2] 김호덕, 이해강, 서상욱, 장인훈, 심귀보, “전자 나침반과 초음파 센서를 이용한 이동 로봇의 시뮬레이션 로컬라이제이션과 맵핑”, 한국퍼지 및 지능시스템학회 학술발표회 논문집 제17권 제1호, p37, 2007. 4