

홈 서버 기반의 저비용 지능형 청소로봇 시스템

전홍석 박병상^o 김정애 김해경 오영준 이경희 나대영
건국대학교 컴퓨터응용과학부

{hsjeon, mileparks^o, qufl0912, rlagprud, damisoft, Livelra, sorinara}@kku.ac.kr

Low Cost Intelligent Cleaning Robot System based on Home Server

Heung Seok Jeon Byung Sang Park^o J.A Kim H.K. Kim Y.J. Oh K.H. Lee D.Y. Na
Dept. of Computer Science, Konkuk University

요 약

지능형 청소로봇이란 사람을 대신하여 로봇 스스로가 집안을 청소할 수 있는 로봇을 말한다. 현재까지 출시된 지능형 로봇들 가운데 신뢰성 있는 청소로봇들은 대부분 고가형 청소로봇이다. 고가형 로봇은 위치 정보를 기억하고, 경로를 계산하기 위해 많은 기억장치와 컴퓨팅 자원을 가지고 있기 때문에 200~400만원대의 높은 가격에 판매되고 있다. 이것은 결국 청소로봇의 보편화에 큰 어려움으로 작용하고 있다. 따라서 본 논문에서는 개인용 컴퓨터를 이용하여 정보를 기억하고, 경로를 계산함으로써 청소로봇의 기능을 단순화 하여 보다 저렴하고 신뢰성 있는 청소로봇 시스템을 제안한다.

1. 서 론

지능형 청소로봇이란 사람을 대신하여 로봇 스스로가 집안을 청소할 수 있는 로봇을 말한다. 지능형 청소로봇은 이미 여러 제품이 출시되어 판매되고 있다. 현재까지 출시된 제품은 가격면에서 크게 고가형 로봇과 저가형 로봇으로 분류할 수 있다. 고가형 로봇은 보다 빠른 시간내에 청소를 끝마치기 위해 청소 공간에 대한 정보를 기억하고, 특정한 알고리즘 형태로 청소하기 위해 경로를 미리 계산한다. 반면 저가형 로봇은 단순히 공이 튀어 오르는 바운드 형태로 청소하기 때문에 청소를 끝마치는데 오랜 시간을 필요로 한다. 결국 고가형 로봇은 보다 빠른 청소를 보장하는 반면 많은 정보를 기억하고, 알고리즘을 계산하기 위한 기억장치 및 컴퓨팅 자원이 필요하다. 따라서 가격이 높을 수밖에 없고, 이것은 청소로봇이 보편화되는데 큰 어려움으로 작용한다.

본 논문에서는 이미 널리 보편화된 개인용 컴퓨터를 이용하여 맵 정보 저장 및 알고리즘에 따른 경로를 계산하고, 무선 네트워크를 통해 로봇에게 데이터를 전달함으로써 청소로봇의 가격을 낮출 수 있는 청소로봇 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 청소로봇 시스템은 맵, 알고리즘, 통신 프로토콜을 각각의 모듈단위로 설계하여, 차후 각각의 모듈별로 성능개선이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 또한 홈 서버를 이용하기 때문에 다른 지능형 로봇에 적용될 수 있다는 확장성을 가지고 있다.

본 논문의 나머지 부분의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재까지 출시된 청소로봇들의 특징에 대해 간략히 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 청소로봇 시스템의 구조 및 각 모듈에 대해 설명하고, 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 논의한다.

2. 관련 연구

본 절에서는 기존에 출시된 제품들을 고가형 로봇과 저가형 로

봇으로 분류하여 각각의 특징을 비교 분석한다.

2.1 고가형 청소로봇

현재까지 출시된 고가형 청소로봇들은 대부분 200~400만원대의 가격에 판매되고 있다. 고가형 청소로봇의 특징은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 청소시작 전에 벽면을 따라 완주하거나 초음파 혹은 카메라를 이용하여 청소공간의 크기와 청소시간을 계산하고, 청소 공간에 대한 위치정보를 기억한다. 둘째, 각각 독특한 알고리즘을 적용하여 청소 경로를 계산한다. 실제로 출시된 제품들을 살펴보면, 청소로봇이 청소도중에 청소된 공간과 그렇지 않은 공간을 기억하여, 청소되지 않은 공간으로 이동하여 청소하는 로봇이 있는가 하면, 지형 이미지를 통해 경로를 계산하는 크루즈미사일의 항법원리가 반영된 청소로봇도 있다. 또한 '레' 형태의 바둑판식 알고리즘으로 청소하는 로봇도 있다. 이 같은 특성에 의해 대부분의 고가형 로봇은 40평형의 공간을 청소하는데 20~40분 정도의 시간을 필요로 한다. 결국 고가형 로봇은 청소공간에 대한 정보를 기억할 많은 기억장치와 청소경로를 계산할 컴퓨팅 자원을 가지고 있다.

2.2 저가형 청소로봇

시중에 출시된 저가형 청소로봇들은 40~60만원대의 가격으로 판매되고 있다. 저가형 청소로봇은 로봇의 가격을 낮추기 위해 공간정보를 저장하거나 청소 경로를 미리 계산하지 않고, 단순히 공이 튀어 오르는 바운드 형태로 청소한다. 이로 인해 이미 청소된 공간을 반복하여 청소할 수 있고, 청소되지 않은 공간이 생길 수도 있다. 실제로 출시된 제품들은 정해진 시간내에 청소를 끝마치기 보다는, 로봇의 전력이 부족하여 충전이 필요할 때까지 반복적으로 청소한다. 결국 저가형 로봇들은 신뢰성 있는 청소를 보장하지 못하고 있다.

결국, 사용자에게 신뢰성 있는 청소기능을 제공하기 위해서는, 청소로봇이 맵 정보 기억 및 경로 계산 등과 같이, 보다 빠르게 청소를 끝낼 수 있는 자원을 가져야 하는데, 이것은 고비용을 초래하는 중대한 요인으로 작용한다.

3. 시스템 구성

본 절에서는 앞서 설명한 개인용 컴퓨터와 무선 네트워크를 이용한 보다 저렴한 청소로봇 시스템 구조를 제안하고, 시스템의 각 모듈에 대해 설명한다.

3.1 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 청소로봇 시스템 구조는 아래의 그림 1과 같다.

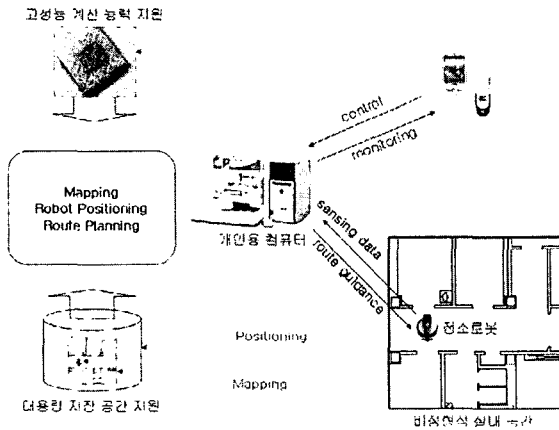


그림 1. 홈 서버 기반의 청소로봇 시스템

이미 보편화된 개인용 컴퓨터를 이용하여, 맵 정보 기억 및 청소 경로를 계산하고, 무선 네트워크를 통해 청소로봇에게 전송한다. 사용자는 PDA나 휴대폰 등의 모바일 단말장치를 이용하여 외부에서도 청소로봇을 제어할 수 있도록 한다.

이 시스템이 가지는 장점은 기존의 고가형 청소로봇에서 제공하던 것과 동질의 서비스를 제공하면서 로봇의 가격을 낮출수 있다는 점이다. 또한 맵핑, 경로 설정, 통신 프로토콜이 각각 모듈단위로 구성되기 때문에 모듈단위로 개선이 가능하고, 차후 다른 지능형 로봇에 필요한 모듈을 선택적으로 적용할 수 있다.

3.2 모듈 설계

3.2.1 맵

맵은 보다 빠르게 청소를 끝마칠 수 있도록, 가장 빠른 경로를 계산하거나, 로봇의 이동알고리즘을 계산하기 위해 사용된다[6]. 본 논문에서는 프로그램을 통해 사용자가 맵을 직접 제작하거나 변경하여, 다양한 알고리즘을 실행할 수 있도록 맵의 기능을 확장하고자 한다.

본 논문에서 제안하는 맵의 형태는 다음과 같다. 먼저 청소공간은 격자형태의 여러 개의 좌표로 구성되며, 각각의 좌표는 방

호, X축, Y축, 장애물 형태를 나타내는 속성을 가지고 있다. 장애물 형태는 0부터 4까지 청소가능공간, 벽, 방문, 장애물, 청소완료공간을 순서적으로 나타낸다. 그림 2는 이러한 속성을 이용하여 도식화한 한 예제이며, 그림 3은 프로그램을 통해 실제 맵을 작성한 예이다.

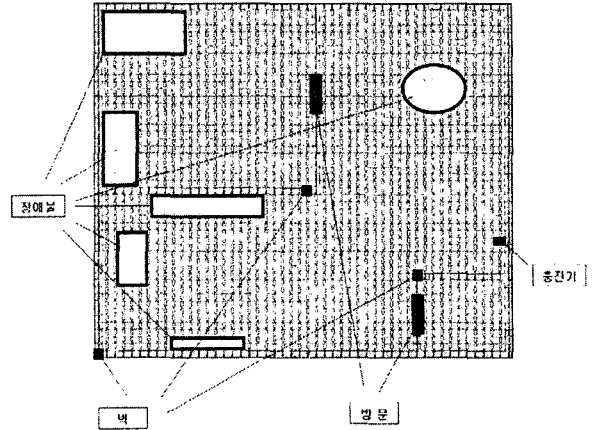


그림 2. 각 좌표들을 이용하여 도식화한 맵.

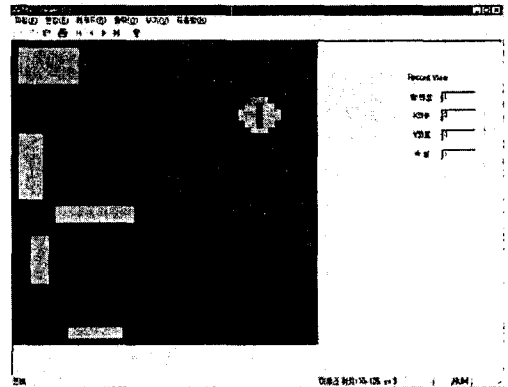


그림 3. 프로그램을 이용하여 제작된 맵

이 외에, 맵 정보는 각 좌표간의 실제 거리, 각 방의 크기, 각 방이 가지는 좌표의 개수, 전체 좌표의 개수, 문의 위치, 충전기의 위치, 전체 공간 크기에 대한 정보를 포함한다.

3.2.2. 로봇 이동 알고리즘

로봇이 특정 좌표에서부터 청소를 시작하거나, 혹은 부분적으로 청소를 할 때, 현재 로봇의 위치에서 청소 시작 위치로의 가장 빠른 경로를 통해 이동해야 한다. 로봇 이동 알고리즘은 이러한 때 사용된다. 본 논문에서는 로봇 이동 알고리즘으로 Dijkstra 알고리즘을 적용한다. Dijkstra 알고리즘은 가중치가 있는 그래프에서 현재 위치에서 이동할 위치까지 이동 가능한 모든 경로를 찾고, 그 중 최단거리의 경로를 계산한다. 현재 위치에서 이동거리까지의 거리를 반지름으로 갖는 원 내의 모든 정점을 방문하기 때문에 알고리즘 계산 시간이 오래 걸리는

단점이 있는 반면, 항상 빠르고 정확한 경로를 계산한다.

3.2.3 로봇청소 알고리즘

Coverage 알고리즘이란 특정한 공간에서 로봇이 어떠한 방법으로 모든 공간으로 이동할 것인지를 나타내는 알고리즘이다 [2]. 청소로봇은 위와 같이, 청소공간의 이동가능한 각 좌표들을 모두 방문할 수 있는 Coverage 알고리즘을 가진다.

본 논문에서는 기존의 고가형 로봇에서 사용하던 많은 알고리즘 중에서 'k'자 형태로 청소하는 바둑판식 알고리즘을 사용한다. 바둑판식 알고리즘의 가장 큰 특징은 청소공간의 모서리 부분 중 한곳을 정하여 이동하고, 차례로 청소 가능한 모든 좌표들 방문하기 때문에, 청소된 지역과 그렇지 않은 지역을 쉽게 구분할 수 있다는 점이다. 청소 공간에 장애물이 있는 경우도 먼저 청소된 공간을 구분할 수 있기 때문에 비슷한 크기의 청소 공간에 대해 비슷한 작업시간을 보장한다.

3.4 통신 프로토콜

무선 네트워크는 제한된 밴드폭으로 인해 패킷의 크기가 유선에 비해 작고 [5], 사용자의 접속 시간이 매우 짧다는 특성을 가진다 [4]. 따라서 정보를 표현하는데 있어서도 보다 간결한 통신 프로토콜이 제공되어야 한다.

본 논문에서 사용하는 통신 프로토콜은 아래의 그림 4, 5와 같이 개인용 컴퓨터와 로봇간의 통신 프로토콜, 사용자 PDA와 개인용 컴퓨터와의 통신 프로토콜 등 2가지 통신 프로토콜을 모듈화한다.

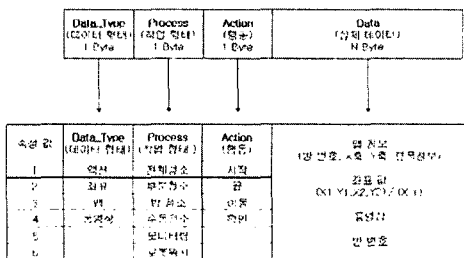


그림 4. 사용자 PDA와 개인용 컴퓨터간의 통신 프로토콜

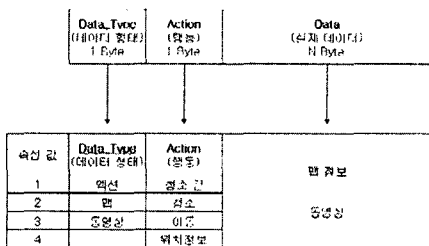


그림 5. 개인용 컴퓨터와 청소로봇간의 통신 프로토콜

그림 4와 그림5는 각각의 통신 프로토콜에서 사용하는 데이터의 형태 및 크기, 각 데이터의 속성값을 나타낸다. 각 속성들의 조합으로 각 통신에 필요한 정보를 표현 할 수 있다. 본 논문에서는

개인용 컴퓨터와 청소로봇간의 통신 프로토콜에서는 청소로봇이 최소한의 필요한 데이터만 처리하도록 하기 위해 보다 간략화된 통신 프로토콜을 사용한다.

4. 결론 및 향후 연구

기존의 청소로봇들 중 신뢰할 만한 청소로봇들은 대부분 고가이므로 보편화에 어려움이 있기 때문에, 본 논문에서는 이미 보편화된 개인용 컴퓨터와 무선 네트워크를 이용하여 보다 저렴하고 신뢰성 있는 청소로봇 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 모듈성과 확장성을 가지기 때문에 부분적인 개선이 가능하며, 다른 지능형 로봇과도 연동이 가능하다.

현재 개선된 로봇이동 및 청소 알고리즘에 대한 연구를 진행하고 있으며, 추가적으로 본 논문에서는 언급되지 않은, 청소공간에서 로봇의 위치를 파악할 수 있는, 로봇의 Positioning에 대해 연구할 계획이다.

5. 참고 문헌

- [1] Andrew Howard, Maja J Matari'c and Gaurav S Sukhatme, "An Incremental Self-Deployment Algorithm for Mobile Sensor Networks", Autonomous Robots, 13 sept 2002. pp 113-126.
- [2] Maxim A. Batalin and Gaurav S. Sukhatme, "Coverage, Exploration and Deployment by a Mobile Robot and Communication Network", Article published, 22 April 2003. pp 181-179.
- [3] Deborah Estrin, Gaurav Sukhatme, "Dynamic Adaptive Wireless Networks with Autonomous Robot Nodes", 2002.
- [4] Atul Adya, Paramvir Bahl, Lili Qiu, "Analyzing the Browse Patterns of Mobile Clients", Proceedings of the First ACM SIGCOMM Workshop on Internet Measurement 2001. pp 189-194.
- [5] HALA ELAARAG, "Improving TCP Performance over Mobile Networks", ACM Computing, Vol 34, No.3 Sept 2002, pp 357-374.
- [6] Byeong-Soon Ryu, Hyun Seung Yang, "Intergration of Reactive Behaviors and Enhanced Topological Map for Robust Mobile Robot Navigation", IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS— PART A: SYSTEMS AND HUMANS, VOL. 29, NO. 5, SEPTEMBER 1999