군집로봇을 통한 미로 탐색 효율성에 관한 연구

송주원*, 지정훈, 우균
부산대학교 컴퓨터공학과
e-mail:{jwsong, jhji, woogyun}@pusan.ac.kr

A Study on the Efficiency of Maze Solving Using Swarm-bot

Ju-Won Song*, Jeong-Hoon Ji, Gyun Woo
Dept of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

우주나 심해지역과 같이 알려지지 않은 지역의 지형 정보는 알 수 없기 때문에 그 지역을 탐사할 때 시간을 단축하거나 효과적인 방법을 찾는 것은 중요하다. 본 논문에서는 군집 로봇을 통해 가상의 단순한 미로 상황에서 목표물을 운반하는 실험을 하였다. Pyro 시뮬레이션 환경에서 군집로봇을 이용해 미로를 탐색할 때 좌수법 알고리즘을 사용하였다. 단순한 미로 상황에서 하나의 리더 로봇으로 미로를 탐색하는 것과 두 개 이상의 로봇을 이용해 미로를 탐색할 때의 차이를 비교해보고 어떤 방법이 더 효율적인지 알아본다.

1. 서론

일반적으로 무인탐사 로봇은 인간을 대신해서 극한 지역을 탐사하는데 많이 이용된다. 대부분의 무인탐사 로봇은 단일로봇으로 되어 있기 때문에 결함이 발생하면 탐사가 어려워진다. 따라서 다수 개의 로봇이 협동하여 목적을 달성하는 군집지능을 가진 로봇 시스템이 필요하다. 이러한 군집 요소를 로봇에 적용시킨 것이 군집로봇이다. 군집로봇은 어떤 로봇에 결함이 발생할 경우 나머지 로봇이 임무를 완수 할 수 있기 때문에 단일 로봇 시스템에 비해 더욱 안전하다. 본 논문에서는 Pyro 시뮬레이션 환경에서 군집로봇을 통해 미로를 탐색할 때의 효과적인 방법을 알아보고자 한다. 하나의 리더 로봇으로 미로를 탐색하는 것과 두 개 이상의 로봇을 이용해 탐색 하는 것의 차이점과 효율성을 알아본다.

2. 연구 환경

Pyro는 Python Robotics의 약자로, Python 언어로 제작된 로봇 개발 플랫폼이다[2, 3, 4]. Pyro사용자는 로봇 개발에 있어서 저수준 로봇제어 지식이 없어도 사용할 수 있고, 다양한 종류의 로봇에 대해서 소스를 변경하지 않고 사용할 수 있다[5].

Player 프로젝트는 Player와 연동하여 사용 할 수 있는 시뮬레이션 환경으로 Stage를 제공한다. Stage 프로젝트는 Player를 사용하여 이동 로봇 개발자가 자주 사용하는 로봇과 센서, 주변 지형에 대해서 시뮬레이션 할 수 있도록 개발된 시뮬레이터 소프트웨어이다. Stage 시뮬레이터를 이용한 시뮬레이션을 통하여 로봇 개발 비용을 절감할 수 있고 작성한 로봇과 로봇제어 프로그램의 완성도를 높일 수 있다[1].

3. 알고리즘

좌수법 알고리즘은 왼손으로 왼쪽 벽을 짚고 따라가는 방법이다. 갈림길에 이르거나 정면에 벽이 있을 경우 최우선 순위는 좌회전이며 2순위는 직진, 3순위는 우회전, 4순위는 U턴이 된다. 이 알고리즘은 매우 간단히 구현할 수 있고, 어떤 미로든지 탈출은 가능하다. 우수법은 좌수법과 같은 방법으로 오른쪽 벽을 짚고 따라가는 방법이다.

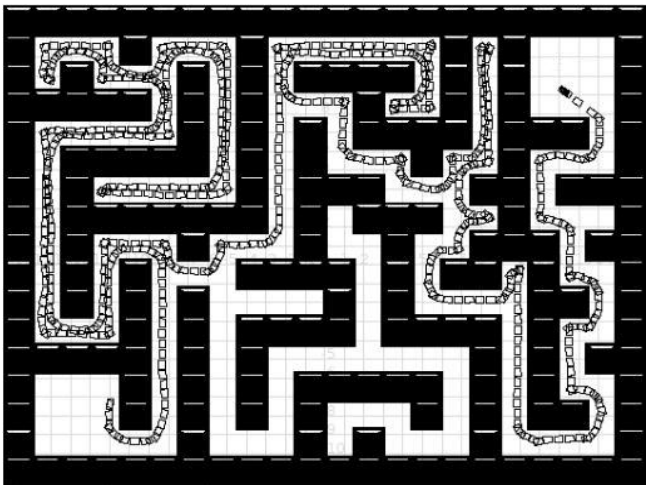
최단 경로 알고리즘은 미로를 탐색하며 상대적인 위치 변화를 기록한다. 새로운 변화를 기록할 때, 최근 기록된 변화와 반대 방향일 경우, 최근 기록한 데이터를 지운다. 목적지에 도착하면 리스트에는 최단 경로만 남게 된다.

4. 실험 및 연구결과

본 연구에서는 단순한 미로를 제작하고 군집로봇을 이용해 미로를 탐색하는 알고리즘으로 좌수법과 우수법을 사용하였다. 로봇을 이용해 좌수법으로 미로를 탐색하고 탐색이 끝나면 최단경로를 다른 로봇들에게 알려서 목표물을 운반한다. 미로 탐색 과정에서 기본 알고리즘으로 좌수법을 이용해서 실험을 하였다. 좌수법 알고리즘을 사용해 미로를 탐색한 결과는 그림 1에서 볼 수 있다.

그림 1은 Player/Stage와 Pyro 플랫폼에서 단순한 미로를 제작하고 그 미로를 로봇을 이용해 탐색한 것이다. 왼쪽 가장 밑 부분이 출발지점이고 오른쪽 가장 윗부분이 도착지점이다. 출발지점에서 하나의 로봇이 왼쪽 벽을 짚

고 계속 탐색해 나간 경로를 볼 수 있다. 그림 1에서 보면 왼쪽 벽을 짚고 계속 미로를 탐색하기 때문에 로봇의 흔적이 겹치는 부분을 볼 수 있다. 이 겹치는 부분을 제외한 경로가 최단 경로라는 것을 알 수 있다. 미로를 탐색한 로봇이 최단 경로를 다른 로봇에게 알려주고 그 경로를 통해 다른 로봇들이 목표물을 옮긴다.



(그림 1) 좌수법 알고리즘을 이용한 미로 탐색

단순한 미로를 제작할 때에는 여러 가지 경우가 생길 수 있다. 좌수법 또는 우수법으로 한 번에 미로의 목적지를 찾아 낼 수 있는 경우나 미로 전체를 탐색해야 찾을 수 있는 경우가 생긴다. 좌수법을 이용해 미로를 탐색할 때 한 번에 목적지를 찾을 수 있으면 좋지만 그럴 경우는 거의 희박하다고 볼 수 있다.

우주나 심해와 같이 알려지지 않은 지역의 지형은 알 수가 없다. 본 연구에서 가상의 미로를 만들 때 여러 가지 미로 지형의 판단이 어렵기 때문에 하나의 로봇을 통해 좌수법으로 미로를 탐색하는 방법 보다는 두 개의 로봇을 이용해 하나는 좌수법, 다른 하나는 우수법 알고리즘으로 동시에 미로를 탐색하는 것이 훨씬 효과적이다. 그래서 두 개의 로봇을 사용하여 그림 1과 같은 미로를 탐색하는 실험을 하였다. 그리고 하나의 로봇으로 좌수법을 이용해 미로를 탐색할 때와 두 로봇을 이용해 미로를 탐색할 때의 시간 변화를 실험하였다. 그 결과는 표 1과 같다.

<표 1> 로봇 개수에 따른 미로 탐색 시간

알고리즘	좌수법	좌수법, 우수법
로봇의 개수	1	2
걸리는 시간(초)	86	70

로봇 한 개로 좌수법을 이용해 미로를 탐색할 때 걸리는 시간은 86초이다. 두 개의 로봇을 이용해 하나의 로봇은 좌수법, 다른 하나의 로봇은 우수법으로 동시에 미로를 탐색할 경우에는 70초가 걸렸다. 여기서 70초는 우수법 알고리즘으로 미로를 탐색했을 때 걸린 시간이다. 좌수법과 우수법을 동시에 사용하는데 우수법으로 탐색할 때 목적지에 더 빨리 도착하기 때문에 70초가 나온다. 이와 같이 하나의 로봇을 이용할 때 보다 두 개의 로봇을 이용할 경우에 미로 탐색 시간을 16초 단축시킬 수 있었다. 이 실험을 통해 두 개의 로봇을 동시에 이용해 양 방향으로 탐색을 시키는 방법이 훨씬 효율적이라는 것을 알 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 Player/Stage와 Pyro 플랫폼에서 군집로봇을 통해 단순한 미로의 탐색을 실험해보고, 효율적인 방법을 찾아보았다. 그 결과 하나의 리더 로봇을 이용해 미로를 탐색하고 다른 로봇에게 알려서 목표물을 운반하는 방법보다 두 개의 로봇을 이용해 하나의 로봇은 좌수법, 다른 하나의 로봇은 우수법을 이용해 동시에 미로를 탐색하는 방법이 더 효율적인 방법이라는 것을 검증하였다.

본 논문에서는 2차원 시뮬레이터를 기반으로 군집로봇을 통해 미로를 탐색해 보았는데, 2차원 시뮬레이션에서는 복잡한 지형을 모델링하기에는 어려움이 있었다. 2차원 지형 정보에는 높이 정보가 없기 때문에 장애물은 통과할 수 없는 지형이다. 따라서 달 또는 화성의 로봇이 통과할 수 있는 분화구 또는 침식 지형을 모델링하기 어렵다. 하지만 3차원 지형에서는 가상 미로지형이 아닌 분화구와 침식 지형 등을 모델링할 수 있으며 로봇의 통과 여부를 결정하는 복잡한 지능을 실험할 수 있다. 향후에는 3차원으로 확장해 실제 무인 탐사 지형에 더 근접한 지형을 모델링하고 그에 적합한 군집 지능 로봇제어 프로그램을 설계하고 개발을 진행 할 것이다.

참고문헌

[1] Brian P. Gerkey, Richard T. Vaughan, and Andrew Howard. “The Player/Stage Project: Tools for Multi-Robot and Distributed Sensor System.” *In Proceeding of the International Conference on Advanced Robotics*, pages 317-323, 2003

[2] Douglas Blank, Deepak Kumar, Lisa Meeden, and Holly Yanco. "Pyro: An intergrated environment for robotics education." *In AAAI-05 Mobile Robot Program*, pages 1718-1719, 2005

[3] Douglas Blank, Deepak Kumar, Lisa Meeden and Holly Yanco. "Pyro: A Python-based Versatile Programming Environment for Teaching Robotics." *In Journal of Educational Resources in Computing*, 2003

[4] Douglas Blank, Lisa Meeden, and Deepak Kumar. "Python robotics: an environment for exploring robotics beyond legos." *In SIGCSE '03: Proceedings of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer science education*, pages 317 - 321, 2003

[5] Douglas Blank, Deepak Kumar, Lisa Meeden, and Holly Yanco. "The Pyro toolkit for AI and robotics." *In AI Magazine Volume 27 Number 1*, pages 39-50, 2006