

동적창과 Dijkstra 알고리즘을 이용한 항법 알고리즘에서 경로 설정

김재준* · 지규인
건국대학교

The Pathplanning of Navigation Algorithm using Dynamic Window Approach and Dijkstra

Jae Joon Kim* · Gui-In Jee
Konkuk university

E-mail : goathland98@gmail.com / gjjee@konkuk.ac.kr

요 약

본 연구는 산업현장에서 사용되는 이동로봇이 익숙하지 못한 환경에서 목적지에 도착할 수 있는 항법 알고리즘을 개발하고자 한다. 이를 위해 동적창 접근(DWA)과 Dijkstra 경로설정 알고리즘을 결합하여 항법 알고리즘을 제안한다. 이를 성능 비교하기 위해 로컬 동적창 접근(LDWA), 글로벌 동적창 접근(GDWA), 고속 탐색 랜덤 트리 (RRT) 알고리즘을 비교 분석한다. LDWA과 GDWA을 적용한 Dijkstra 알고리즘을 활용한 항법 알고리즘을 구현하여 제한된 정보를 이용하여 이동로봇이 목적지에 도달할 수 있도록 한다. 이 알고리즘들의 목적지에 도착할 때까지 걸리는 시간, 장애물 회피와 계산복잡도에 대한 비교 분석한다. 위 알고리즘의 한계를 극복하기 위한 새로운 항법 알고리즘을 제안하고 제시된 최적화된 항법 알고리즘의 산업현장에서의 활용 방안을 모색한다.

ABSTRACT

In this paper, we develop a new navigation algorithm for industrial mobile robots to arrive at the destination in unknown environment. To achieve this, we suggest a navigation algorithm that combines Dynamic Window Approach (DWA) and Dijkstra path planning algorithm. We compare Local Dynamic Window Approach (LDWA), Global Dynamic Window Approach(GDWA), Rapidly-exploring Random Tree (RRT) Algorithm. The navigation algorithm using Dijkstra algorithm combined with LDWA and GDWA makes mobile robots to reach the destination. and obstacles faced during the path planning process of LDWA and GDWA. Then, we compare on time taken to arrive at the destination, obstacle avoidance and computation complexity of each algorithm. To overcome the limitation, we seek ways to use the optimized navigation algorithm for industrial use.

키워드

Mobile Robot, Pathplanning, Localization, LIDAR

1. 서 론

최근 이동로봇이 활용분야가 넓어지면서 이동로봇이 다양한 환경에서 이용되고 있다. 그래서 로봇이 지속적으로 변화하는 환경에 노출되는 경우가

많아지고 있다. 이 때문에 주어진 환경정보가 불완전하더라도 제대로 길 찾기를 할 수 있는 항법 알고리즘을 갖추는 것이 중요하다.

본 논문에서는 실내환경에서 2D LIDAR 를 이용한 이동 로봇의 경로 설정 과정을 시뮬레이션을 하고 각각의 알고리즘들을 비교분석을 하여 Dynamic Window Approach(DWA)의 최적화된 알

* speaker

고리즘을 제안한다.

II. 경로 설정 알고리즘(Pathplanning Algorithm)

2.1. Dijkstra 알고리즘

Dijkstra 알고리즘은 동적 프로그래밍 방식(dynamic programming method)를 적용하여 최소 경로 문제를 해결하는 그래프 검색 알고리즘이다. 그래프의 출발점(source vertex)에서 시작되는 이산 등거리 파면(iscrete equidistant wavefront)이 확산된다. 그래서, 그래프의 모든 점들이 그 것의 최소 비용(거리)으로 표시되게 된다. Dijkstra 알고리즘은 극 값이 존재하지 않기 때문에 항법 알고리즘으로 사용가능하다[1].

2.2. Dyanmic Window Approach(DWA)

동적창(DWA)은 키노다이닉의 제약을 계산한 로봇 항법 방법이다. 가속의 제약은 현재 상태를 중심으로 선형 속도와 각 속도를 속도공간에서 유한한 창 안에서 작동하게 하여 구현된다. 그렇게 되면 가능한 속도의 집합은 유한하게 되어 검색공간을 구성하게 된다. 동적창(Dynamic Window) 내의 속도는 특정 스코어 함수에서 샘플링되고 평가된다[2].

$$G = \alpha w_h + \beta w_d + \gamma w_v$$

제안된 스코어 함수(G)는 로봇의 이동 방향을 제어하는 방향 조건(w_h)의 보정합과 장애물로 가는 샘플을 선택을 하지 못하도록 하는 거리조건(w_d)과 높은 속도를 장려하는 속도 조건(w_v) 구성된다. 최적화된 제어값은 스코어 함수를 최대화하는 것이다[1]. 이 연구에서 사용된 파라미터는 방향조건 계수 α 는 0.3 거리조건 계수 β 는 0.3 속도조건 계수 γ 는 0.45 이다.

DWA의 종류에는 지역적 동적창 접근(LDWA)과 전역 동적창 접근(GDWA)이 있다. 지역적 동적창 접근은 지역적 경로설정 방법으로 위상공간을 고려하지 않고 방향 조건(heading term)의 정의만 이용하여 목표를 향해 전진한다. 하지만 이 방식은 막다른 골목에서 항법함수(navigation function)에서 극점이 발생하여 제대로 전진하지 못할 수도 있다[2]. 전역 동적창 접근은 지역적 동적창 접근의 약점을 보완한 장애물 회피방법이다. 지역적 동적창 접근은 극점이 발생하여 항법함수로 작동하지 않을 수 있을 가능성이 존재한다. 그래서 전역 동적창 접근에서는 heading term을 변형하여 항법 함수의 구배로 로봇의 방향을 제어하도록 한다, 이렇게 변형된 항법 함수는 막다른 길을 만나더라도

목표를 향해 이동할 수 있게 한다[3].

2.3. 고속탐색 랜덤 트리(RRT)

고속탐색 랜덤 트리(RRT) 알고리즘은 상태 공간 전역에 대해 랜덤한 위치에 포인트를 생성하고, 이를 경향 삼아 시작점으로부터 트리(tree)를 신속하게 성장시켜 나가 목적지까지 도달하는 경로(path)를 생성하는 알고리즘이다[4]. RRT 알고리즘은 랜덤한 포인트 생성을 하기에 반복 시행해도 다른 결과가 나온다. 그래서 같은 위치를 여러 번 탐사하는 결과가 나와 최적화되는 조건이 나오지 않기도 한다[5].

III. 시뮬레이션 결과

본 연구의 목적은 이동 계획(motion planning) 알고리즘을 MATLAB 시뮬레이션을 이용하여 일부 분만 알려진 환경에서 실험하고 분석하는 것이다. 이를 구현하기 위해서 Dijkstra 알고리즘과 DWA를 활용하고 RRT 알고리즘에 따른 결과를 분석 비교 분석한다. 이 과정에서 장애물을 고려하여 구현한다.

3.1. 실험환경 구성

MATLAB을 활용하여 GDWA, LDWA알고리즘을 실험하였다. 그리고 주어진 환경을 Dijkstra 알고리즘을 이용하여 이산 등거리 파면을 구성한 뒤 이 파면 위에서 지역적 동적창 접근과 전역 동적창 접근을 실험한다, 그리고 이를 바탕으로 개선된 알고리즘을 이용하여 실시한 것과 비교한다.

3.2. 경로 설정 시뮬레이션 결과

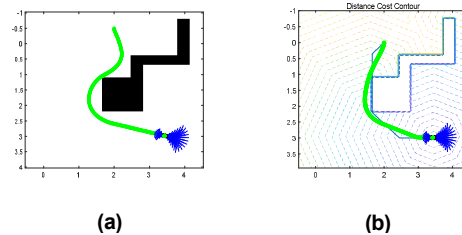


그림 1. DWA path in simulation

그림 1(a)와 같이 LDWA을 활용한 경우 계산의 복잡도가 낮았다. 하지만 장애물 회피성능이 낮았다. 그리고 최적의 경로를 찾는 정도도 낮아서 걸리는 시간이 8.0563초이다. 그림 1(b)와 같이 GDWA을 활용한 경우 계산의 복잡도가 LDWA 보다 높았다. 하지만 장애물 회피성능이 좋았다. 목적지에 도달하는데 걸린 시간은 7.1334초이다.

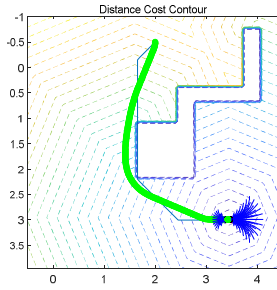


그림 2. Modified DWA path in simulation

방향 조건과 거리조건을 바꾸어 속도와 방향성을 개선하려고 한다. 그래서 방향조건과 거리조건을 다음과 같이 수정한다.

$$\text{거리조건} : w_d = \frac{d - d_{\min}}{d_{\max}}$$

d 는 DWA에서 최선의 조건에서의 경로로부터의 거리, d_{\min} 는 DWA내에서의 최소거리이다. d_{\max} 는 DWA내의 최대거리이다.

$$\text{방향 조건} : w_h = \frac{h - h_{\min}}{h_{\max}}$$

h 는 DWA에서 최선의 조건에서의 경로로부터의 방향각, h_{\min} 는 DWA내에서의 최소거리 조건이다. h_{\max} 는 DWA내의 최대 방향각이다.

수정된 동적창은 Fig. 2와 같이 경로가 설정된다. 수정된 DWA는 GDWA와 비슷한 계산 복잡도를 가지고 있다. 장애물 회피는 일부 개선되었다. 목적지까지 도착하는데 소요된 시간은 7.777초이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 LDWA, GDWA, RRT 를 비교분석하고 수정된 DWA를 실험하였다. 이를 위해 MATLAB을 활용하여 시뮬레이션을 진행하였다. 그 결과 LDWA와 GDWA의 한계를 확인하였다. 이를 극복하기 위해 본 연구에서 거리조건과 방향조건에 변화를 주었다. 그 결과 속도가 감소하였지만 탐색 방향성에서는 비슷한 결과를 얻었다. 이를 통해 거리조건과 방향 조건을 통해 방향성과 속도를 제어하는 기능을 확인하였다. 이러한 동적창을 이용한 경로 탐색 알고리즘은 배달 서비스에 사용되는 이동로봇을 이용하는 경우 유용할 것으로 예상된다.

References

- [1] O. Brock and O. Khatib, "High-speed Navigation Using the Global Dynamic Window Approach", in *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pp. 341 - 346, 1999.
- [2] Hee-Sang Yoon and Tae-Hyoung Park, "Path Planning for Autonomous Mobile Robots by Modified Global DWA," *KIEE*, vol. 60, no. 2, pp. 389-397, 2011.
- [3] D. Fox, W. Burgard and S. Thrun, "The Dynamic Window Approach to Collision Avoidance," *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 4 no. 1, pp. 23 - 33, 1997.
- [4] Q. Zekui, W. Rui, D. Xiwang, L. Qingdong, F. Dongyang and R. Zhang, "Three-Dimensional Path Planning for Unmanned Aerial Vehicles Based on the Developed RRT Algorithm," in the *proceeding of 2018 IEEE CSAA Guidance, Navigation and Control Conference (CGNCC)*, pp. 1-5, 2018
- [5] Yajie Wang, Yuan Huang, "Mobile Robot Path Planning Algorithm Based on Rapidly-Exploring Random Tree", in the *proceeding of IEEE International Conferences on Ubiquitous Computing & Communications (IUCC) and Data Science and Computational Intelligence (DSCI) and Smart Computing Networking and Services (SmartCNS)*, pp. 555-560, 2019.