

이륜이동로봇의 충돌위험을 고려한 운동제어기법 Motion control of a mobile robot considering the risk of collision

*진지용¹, #정우진²

*Jiyong Jin(jin8644@gmail.com)¹, #Woojin Chung(smartrobot@korea.ac.kr)²

¹ 고려대학교 기계공학과, ² 고려대학교 기계공학과

Key words : Motion control, Mobile robot, Collision avoidance

1. 서론

로봇 시스템에서 중요한 문제점 중 하나는 “로봇이 얼마나 정확한 행동과 인식을 하는가?”이다. 로봇이 정확한 행동과 인식을 하지 못한다면, 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 일반적으로 서비스 로봇은 로봇 팔과 같은 산업용로봇에 비해 정밀한 제어를 하기 어렵다. 경제적인 이유로 산업용 로봇과 같이 아주 정밀한 모터를 사용하지 않기도 하지만, 위치추정과 경로생성, 그리고 운동제어와 같은 복잡한 계산이 짧은 시간 안에 수행되기 어렵기 때문이다. 위와 같은 이유로 서비스로봇은 여러 가지 불확실성 문제를 가지게 되는데, 서비스로봇의 불확실성 문제는 인식의 불확실성 문제와 행동의 불확실성 문제로 나눌 수 있다. 기존의 연구에서는 행동의 불확실성을 고려하지 않거나[1-3], 인식의 불확실성 문제에 주목하여[2] 로봇의 충돌위험을 줄이려고 하였다. 하지만 로봇의 안전성에 있어서 인식의 불확실성만큼 행동의 불확실성도 매우 중요한 문제이다. 따라서 본 논문에서는 이륜이동로봇의 충돌위험을 고려한 운동제어기법을 제안한다.

2. 이륜이동로봇의 충돌회피 운동제어기법

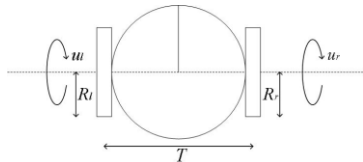


Fig. 1 Kinematic model of a 2-wheel differential robot

그림 1 에서 이륜이동로봇의 시간 t 에서의 바퀴속도는 $u_l[t]$ 와 $u_r[t]$ 로 나타낼 수 있다. 바퀴의 반경은 $R_l[t]$ 과 $R_r[t]$ 그리고 휠 간격은 T 이다. 선속도와 각속도는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$v[t] = (R_l u_l[t] + R_r u_r[t]) / 2 \quad (1)$$

그림 1 과 같은 이륜이동로봇의 시간 t 에서의 선속도와 각속도를 $(v[t], \omega[t])$ 라고 할 때, 로봇의 속도는 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$V[t] = [v[t] \quad \omega[t]]^T \quad (2)$$

본 논문에서 우리는 바퀴반경의 에러는 없는 것으로 가정하고, 왼쪽 바퀴와 오른쪽 바퀴의 속도오차는 독립적이라는 것을 이용하여 이륜이동로봇의 속도오차 공분산행렬을 구하였다. Dynamic window approach 방법을 이용하여 Clearance object 를 기존의 방법과 비교한 그림은 아래와 같다.

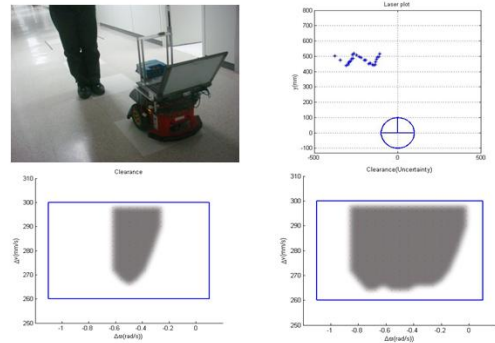


Fig. 2 Obstacle and clearance object: Robot and obstacle (upper left), laser data (upper right), Clearance object (lower left), Clearance object considering risk of collision (lower right)

그림 2 는 DWA 기법에서 일반적으로

사용되는 충돌영역과 본 논문에서 제안한 방법을 적용한 충돌영역을 나타내었다. 이륜이동로봇의 양 바퀴 속도제어오차를 반영하여 충돌영역을 계산하였기 때문에 기존의 방법보다 충돌할 영역의 속도를 선택할 확률이 감소하게 된다.

3. 이륜이동로봇의 충돌회피 실험

앞에서 제안한 이륜이동로봇의 충돌회피 운동제어기법을 검증하기 위해 아래와 같은 실험환경에서 이륜이동로봇의 충돌회피성능을 실험하였다.

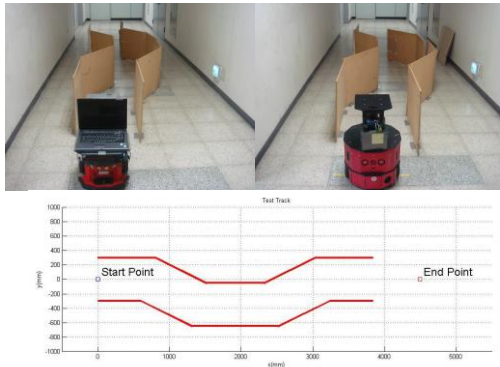


Fig. 3 Experimental environment: Pioneer (upper left), Tetra-DS (upper right), Test track (bottom)

그림 3 은 실험환경을 나타낸다. 왼쪽 위에 있는 로봇은 Pioneer 3-DX 이고, 오른쪽 위에 있는 로봇은 Tetra-DS 이며, 아래는 주행 트랙을 위에서 본 그림이다. 서로 다른 속도제어성능을 가지는 두 로봇에서의 충돌횟수를 각각 50 회씩 반복 측정하여 아래와 같이 주행성공확률로 나타내었다.

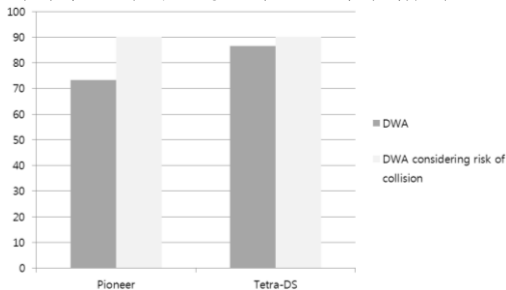


Fig. 4 Experimental results of iterative navigation

그림 4 는 실험결과를 나타낸다. 속도제어 성능이 다른 두 로봇 모두 기존의 방법보다 본 논문에서 제안한 충돌위험을 고려한 운동제어기법을 적용하였을 때 충돌하지 않고 성공적으로 주행을 할 확률이 높아짐을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 논문에서 우리는 이동로봇의 충돌회피를 고려한 운동제어기법을 제안하였다. 기존의 Dynamic Window Approach 기법은 이동로봇의 운동 불확실성을 고려하지 않고 이동로봇의 충돌영역을 계산하였지만, 운동 불확실성을 고려한 이동로봇의 충돌영역을 계산하여 이동로봇의 충돌위험이 감소함을 실험을 통하여 검증하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 융복합형로봇전문인력양성사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. D. Fox, W. Burgard, and S. Thrun, "The Dynamic Window Approach to collision avoidance," IEEE Robotics and Automation Magazine, vol.4, no.1, pp.23-33, 1997.
2. J. Minguez and L. Montano, "Nearness Diagram (ND) Navigation: Collision Avoidance in Troublesome Scenarios," IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol.20, no.1, pp.45-59, February 2004.
3. J. Borenstein and Y. Koren. "The Vector Field Histogram – Fast obstacle Avoidance for Mobile Robots," IEEE Journal of Robotics and Automation, vol.7, No.3 pp.278-288, 1991.
4. H.Takeda, C. Facchinetti and J.-C Latombe, "Planning the Motions of a mobile Robot in a Sensory Uncertainty Field," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 16, no. 10, October, 1994.