

보행보조로봇 사용자의 안전한 구동을 위한 장애물 회피 방법 구현

*이동광, *김대선, **공정식, ***권오상, *이응혁
 *한국산업기술대학교 전자공학과, **대덕대학 마이크로로봇과, ***경기공업대학 자동화로봇과
 e-mail : *ldk@kpu.ac.kr, *kds5681@kpu.ac.kr, **jskong@ddc.ac.kr, ***oskwon@kinst.ac.kr, *ehlee@kpu.ac.kr

Obstacle escaping motion development for safe drive of walk assistance robot user

*Dong-Kwang Lee, *Dae-Sun Kim, **Jung-Shik Kong, ***Oh-Sang Kwon, *Eung-Hyuk Lee

*Electronic Engineering, Korea Polytechnic University
 **Automation and Robot, Kyonggi Colleges
 ***Microrobot, Daeduk College

Abstract

고령사회로 진입함에 따라 보행보조기의 관심이 증가되고 있다. 고령자는 로봇의 조작능력이 매우 떨어지기 때문에 외부환경변화(장애물, 위험상황)에 민첩하게 대응할 수 없다. 본 논문에서는 보행보조로봇 사용자가 구동 중 실수를 하더라도 진행하고자 하는 방향의 장애물 대하여 안전하게 회피하는 방법을 제안한다. 보행보조로봇에 레이저 센서를 정면에 장착하여 장애물을 판단하고 로봇이 회피 또는 정지하도록 하였다.

I. 서론

오늘날 의학의 발달, 삶의 질의 향상으로 인하여 노인의 인구가 급격하게 증가하고 있다. 이에 따른 실버산업 및 노인들을 위한 보행보조로봇이 개발 되고 있다. 대표적인 보행보조로봇의 사례로 대표적인 사례로는 일본 히타치에서 개발된 Power Assisted Walking Support System,[1] 미국 Camegie Mellon 대학에서 개발한 Robotic Walker등이 있다.[2] 이러한 노인 및 장애인을 위한 보행보조기에 대한 연구는 크게 노인들이 보행 보조기의 차량의 제어를 원활하게 수행할 수 있도록 고안된 센서를 개발하는 기술과[2] 차량을 안정적으로 제어할 수 있는 차량 이동 기술,[3] 그리고 노인들이나 장애인들이 가지고 있는 순발력의 어려움 등을 해결하기 위한 장애물 회피 기술이 대표적이다.[1] 이런 대표적인 기술 중 보행보조로봇의 외부환경변화에 따른 회피 모션은 아직 많은 노력이 필요한 실정이다.

본 논문은 노인 및 장애인의 활동을 보조하기 위한 보행보조로봇 사용자의 진행하고자 하는 방향에 레이저 센서를 장착하여 구동 중 장애물을 판단하고 로봇의 회피 방법에 대하여 연구하였다.

II. 본론

2.1 레이저 스캐너 감지 영역 결정

로봇의 중심에 레이저 스캐너를 장착하고 정면 감지영역 대하여 그림 1과 같이 보행보조로봇의 사선 방향의 정면 측정거리 l 을 식(1)에 나타내었다. 정면의 감지영역 R 은 장애물이 감지되고 정지한 상태에서 물체를 회피 할 수 있는 최소의

공간이며 그림 2의 회전 반경으로 결정하였다.

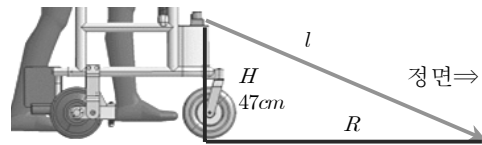


그림 1. 정면 감지영역

l : 레이저스캐너에서 사선 방향의 정면 측정거리
 R : 정면 측정거리
 H : 레이저스캐너의 설치 높이
 W : 차량폭
 W_{space} : 차량이 회전하는 최소 여유 공간

$$l = \sqrt{(W/2 + W_{space})^2 + H^2} \quad (1)$$

차량이 지나가기 위한 최소한 영역을 측정하기 위해 정면 좌우측 감지는 그림 2의 차량 폭 W 에 의하여 식(2)와 같이 전체 감지각을 결정하였다.

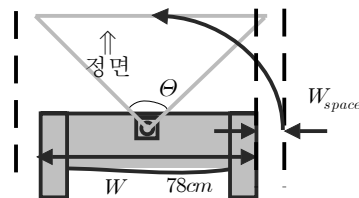


그림 2. 정면 좌우측 감지 각

$$\Theta = \left(\tan^{-1} \frac{W/2 + W_{space}}{l} \right) \cdot 2 \quad (2)$$

Θ : 전체 감지각
 l : 레이저스캐너 정면 측정거리

레이저스캐너의 Resolution각은 식(3)과 같다. Resolution이 너무 불필요하게 많아 DATA를 1/3 으로 줄였다.

$$\theta_{res} = \frac{\angle 360}{N_{Dm}} \times 3 \quad (3)$$

θ_{res} : 레이저 Resolution각
 N_{Dm} : 레이저 DATA개수

선택한 데이터의 각에 대한 필요 레이저스캐너의 데이터량 N_{θ} 은 식(4)와 같다. 레이저 스캐너의 데이터량은 장애물 감지폭 l_{obs} 을 결정하게 된다.

$$N_{\theta} = \frac{\theta}{\theta_{res}} \quad (4)$$

N_{θ} : 레이저스캐너의 데이터량

2.2 물체의 감지 폭 및 회피방향 결정

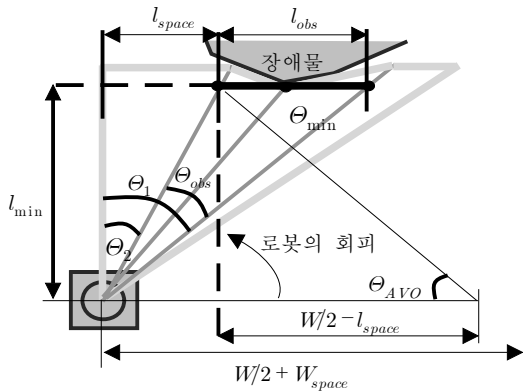


그림 3. 장애물 폭과 회피방향의 결정

$$\tan\theta_1 = \frac{l_{obs} + l_{space}}{l_{min}} \quad (5)$$

$$\tan\theta_2 = \frac{l_{space}}{l_{min}} \quad (6)$$

$$l_{obs} = \tan\theta_1 \cdot l_{min} - \tan\theta_2 \cdot l_{min} \quad (7)$$

l_{space} : 로봇 중심에서 장애물의 내각 거리
 l_{obs} : 장애물의 내각에서 외각 까지 거리
 l_{min} : 장애물을 인식한 최소 거리
 θ_1 : 로봇 중심에서 장애물을 인식한 외각
 θ_2 : 로봇 중심에서 장애물을 인식한 내각
 θ_{AVO} : 로봇 회피 각

전방 거리영역의 스펙트럼에서 l_{min} 최소 거리 값을 쉽게 알 수 있으며 로봇 중심에서 장애물의 최외각 까지 거리 식(5), 로봇 중심에서 장애물의 안쪽 까지 거리 식(6)을 이용하여 식(7) 같이 장애물의 폭을 알 수 있다.

그림 3에서 장애물의 회피할 각 θ_2 을 확인하고 장애물 식(8)에 의해 회피각 θ_{AVO} 을 계산 후 장애물 회피를 하도록 하였다.

$$\theta_{AVO} = -\left(\tan^{-1} \frac{(W/2 + W_{space}) - l_{space}}{l_{min}} \right) \quad (8)$$

III. 구현

LabView 환경에서 URG-04LX의 레이저스캐너를 RS-232C 통신방식으로 TEST 하였으며 보행보조로봇에 장착하여 구현을 하였다. 로봇 정면 20도 방향에 폭 5cm 원기둥을 장애물로 하여 TEST 한 결과를 그림 4와 같이 출력하였다. 또한 DATA를 보행보조로봇으로 송신 하여 장애물의 회피와 정지 명령을 수행하도록 하였다.

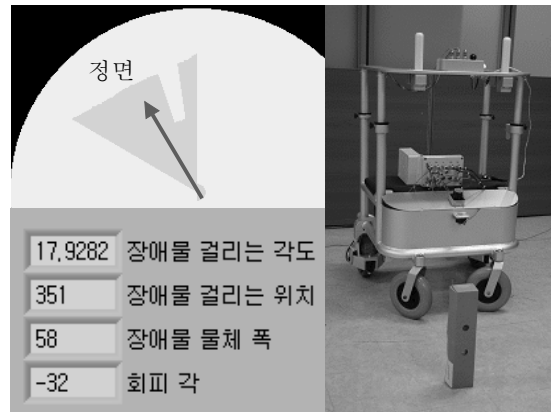


그림 4. S/W 및 H/W 구현 TEST

IV. 결론 및 향후 연구 방향

실험결과 장애물이 존재할 때 구동 중 사용자가 실수로 충돌가능성이 있는 공간에서 충돌하기 바로 직전 위험사항을 미리 파악하여 회피, 또는 정지하도록 함으로 사용자가 안전하게 로봇을 구동 할 수 있도록 하였다.

향후 기울기 센서 및 전류센서, 가속도센서, IR센서 등의 추가적인 센서 융합을 통해 사용자가 더욱 편하게 로봇에 지지하여 보행보조로봇을 구동하고 로봇의 안정성을 확보하는 연구의 진행이 필요하다.

참고문헌

- [1] Yasuhiro Nemoto, Saku Egawa, Atshshi Koseki, Shizuko Hattori, Takeshi Ishii, and Masakatsu Fujie, "Power-Assisted Walking Support System for Elderly," Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vol. 20, No. 5, pp. 2693-2695,
- [2] Aaron Morris, Raghavendra Donamukkala, anuj Kapuria, Aaron Steinfeld, Judith T, Matthews, Jacqueline Dunbar-Jacob, and Sebastian Thrun, "A Robotic Walker That Provides Guidance," Int. Conf. on Robotics and Automation, pp.25-30, 2003
- [3] Oscar Chuy Jr., Yasuhisa Hirata, and Kazuhiro Kosuge, "A New Control Approach for a Robotic Walking Support System in Adapting User Characteristics," IEEE Trans. on System, Man, and Cybernetics, Vol. 36, No. 6, pp. 725-733, 2006