

보행의지를 파악하는 보행보조로봇 핸들바 구현

*이동광, **공정식, ***권오상, ****남윤석, *이응혁
 *한국산업기술대학교 전자공학과, **대덕대학 마이크로로봇과, ***경기공업대학 자동화로봇과, ****한국산업기술대학교 메카트로닉스공학과

Walk assistance robot handlebar development that grasp of walk will

*Dong-Kwang Lee, **Jung-Shik Kong, ***Oh-Sang Kwon, ****Eun-Suk Nam, *Eung-Hyuk Lee
 *Electronic Engineering Korea Polytechnic University, **Microrobot Daeduk College, ***Automation and Robot Kyonggi College, ****Mechatronics Engineering Korea Polytechnic University

Abstract - 이 논문은 노인 및 장애인의 활동을 보조하기 위한 보행보조로봇의 기술인 사용자의 진행하고자 하는 방향과 속도를 검출하는 보행 보조로봇의 조향 장치를 구현 하고자 한다. 최근에 노인인구의 증가로 인해 노인 및 장애인을 위한 보행 보조기에 대한 관심이 증가되고 있다. 그러나 대부분의 경우 동력이 없는 시스템으로 경사 등의 공간에서 취약성을 가지고 있다. 이에 동력형 보행보조기에 대한 관심이 증가되고 있다. 대부분의 경우 보행보조기의 제어가 조정한다는 의미가 적합하였다. 그러나 이 논문에서는 사용자의 움직임이 손에 전달되는 힘에 의해 사용자의 의지력을 파악 하는 두가지형태의 조향장치를 구현하였다. 첫째로 가변저항을 이용하여 보행의지를 파악하고, 두 번째로 힘센서를 이용하여 보행의지를 파악하였다. 위 두가지 센서를 기초로 사용자가 이동하고자 하는 이동 방향과 이동 속도 데이터를 기초로 보행보조기의 차량 속도와 방향에 대해 구동 바퀴의 차동 구동을 통해 사용자의 의지에 맞춰 구동할 수 있도록 하였다.

1. 서 론

오늘날 의학의 발달과 삶의 질 향상으로 인해 노인 인구가 급격하게 증가하고 있고 이에 따른 실버산업 및 노인들을 위한 갖가지 기구들이 개발되고 있다. 그중 보행 보조기는 하지 근력이 약한 노인들을 위해 가장 필요한 기구 중 하나이다. 대표적인 사례로는 일본 히타치에서 개발된 Power Assisted Walking Support System[1], 미국 Carnegie Mellon 대학에서 개발한 Robotic Walker[2] 등이 있다. 이러한 노인 및 장애인을 위한 보행보조기에 대한 연구는 크게 노인들이 보행 보조기의 차량의 제어를 원활하게 수행할 수 있도록 고안된 센서를 개발하는 기술[2]과 차량을 안정적으로 제어할 수 있는 차량 이동 기술[3], 그리고 노인들이나 장애인들이 가지고 있는 순발력의 어려움 등을 해결하기 위한 장애물 회피 기술[1], 등이 대표적이라 할 수 있겠다. 이러한 대부분의 연구들은 보행 보조기의 안정적인 구동을 기반으로 로봇의 자유로운 움직임을 유도할 수 있도록 하는데 있으나, 아직 노인이나 장애인들의 움직임에 대한 의지를 정확하게 파악하고 이를 기초로 자연스러운 구동을 하기에는 아직은 많은 노력이 필요한 상황이다.

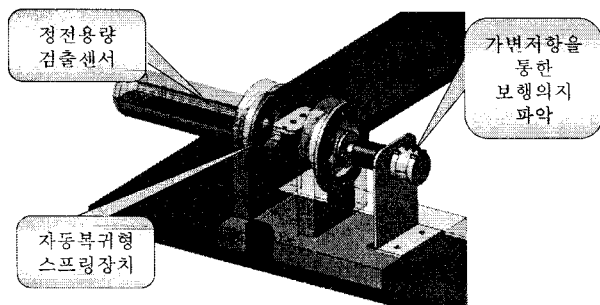
이 논문에서는 사용자의 움직임이 손에 전달되는 힘에 의해 사용자의 의지력을 파악 하는 두가지형태의 조향장치를 구현하였다. 첫째로 가변저항을 이용하여 보행의지를 파악하고, 두 번째로 힘센서를 이용하여 보행의지를 파악하였다. 위 두가지 센서를 기초로 사용자가 이동하고자 하는 이동 방향과 이동 속도 데이터를 기초로 보행보조기의 차량 속도와 방향에 대해 구동 바퀴의 차동 구동을 통해 사용자의 의지에 맞춰 구동할 수 있도록 하였다.

2. 본 론

2.1 의지파악 기구 설계

2.1.1 가변저항을 이용한 보행의지 파악 장치

가변저항형태의 핸들바를 개발하여 보행 의지를 파악할 수 있도록 하였다. 보행보조기의 핸들바는 크게 3가지 부분으로 나누어져 있다.

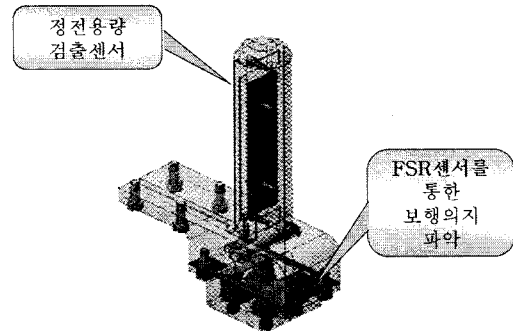


〈그림 1〉 가변저항을 이용한 핸들바

첫 번째로 사용자가 보행 보조로봇을 사용하는지에 대한 여부를 판단할 수 있도록 정전 용량 센서를 이용하여 사용자가 핸들바를 잡고 있는 지 여부를 판단할 수 있도록 하였으며, 두 번째로 가변저항을 이용하여 사용자의 의지를 파악할 수 있도록 고안하였다. 세 번째로 가변저항은 원상태로 복원할 수 있는 힘을 가지고 있지 않기 때문에 자동복귀형 스프링장치를 이용하여 사용자가 힘을 가하고 있지 않을 경우 원상태로 복원되어 지도록 하였다. 정전용량 센서의 경우 손잡이 부분이 붙어 있어 사용자가 핸들바를 잡게 될 경우에만 보행보조기가 작동할 수 있도록 구성하였다. 가변저항의 경우 앞으로 돌릴 경우 저항값이 올라가며 뒤로 돌릴 경우 저항값이 내려가도록 되어있다. 손목의 돌림 정도 데이터의 차이를 가지고 보행 의지를 파악할 수 있도록 하였다.

2.1.2 FSR(힘) 센서를 이용한 보행의지 파악 장치

FSR 센서를 이용한 핸들바를 개발하여 보행 의지를 파악할 수 있도록 하였다. 보행보조기의 핸들바는 크게 2가지 부분으로 나누어져 있다.



〈그림 2〉 FSR 센서를 이용한 핸들바

첫 번째는 사용자가 보행 보조기를 사용하는지에 대한 여부를 판단할 수 있도록 정전 용량 센서를 이용하여 사용자가 핸들바를 잡고 있는 지 여부를 판단할 수 있도록 하였으며, 두 번째는 사용자의 보행 의지에 대해 FSR 센서를 이용하여 사용자의 의지를 파악할 수 있도록 고안하였다. 정전용량 센서의 경우 손잡이 부분이 붙어 있어 사용자가 핸들바를 잡게 될 경우에만 보행보조기가 작동할 수 있도록 구성하였다. FSR 센서의 경우 앞뒤로 두 개의 센서가 부착되어 있으며 사용자가 전진하려고 할 때는 뒤쪽 센서가 눌리고 후진하려는 의지를 표현할 때는 앞쪽 센서가 눌리게 되며 의지의 정도에 따라 힘 센서 데이터의 차이를 가지고 보행 의지를 파악할 수 있도록 하였다.

2.2 센서제어

2.2.1 가변저항 형태의 핸들바 신호 처리

가변저항 형태의 핸들바는 손잡이를 앞뒤로 돌림으로 해서 저항값이 변화한다. 노이즈를 제거하고 센서 힘의 크기를 명확하게 하기 위해 Moving-Averager Filter를 이용하여 노이즈를 제거하였다. 이렇게 해서 평활화된 데이터에 대해 회전각도 데이터를 분석하여 식(1)과 같이 데이터를 일반 물리량으로 선형화 하였다.

$$y = 965.6x + 27171 \quad (1)$$

식(1)에서는 핸들바의 회전 데이터를 나타내며 는 측정된 일반화된 각도의 정도를 나타낸다.

가변저항은 핸들바에 1개씩 총 2개가 사용되었으며 각각 각 손에 대한 전진 의지와 후진 의지를 파악할 수 있도록 구성되어 있다. 이에 따라 사용자가 차량을 전진하려고 하면 핸들바를 앞으로 돌리게 될 것이며 사용자가 후진하려는 의지를 보이면 핸들바를 뒤로 돌리게 된다. 또한 사용자가 좌회

전이나 우회전을 하게 될 경우는 회전의 방향이 서로 반대 방향이 되며 이러한 회전의 정도를 파악하여 차량의 방향 및 진행 속도를 결정할 수 있다. 핸들바의 회전 데이터에 대한 수학적 정의는 식 (2)로 나타낼 수 있다.

$$v = P_{Lpt} + P_{Rpt}$$

$$\theta = \begin{cases} 0 & P_{Lpt} \geq 0, P_{Rpt} \geq 0 \\ 180 & P_{Lpt} < 0, P_{Rpt} < 0 \\ \tan^{-1}\left(\frac{P_{Lpt}}{P_{MAXpt}}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{P_{RFSR}}{P_{MAXpt}}\right) & otherwise \end{cases} \quad (2)$$

식(2)에서 P_{Lpt} , P_{Rpt} 는 각각 현재 핸들바에 적용된 회전 크기를 나타내며 이는 한쪽 핸들바에 걸리는 센서의 크기에 대해 전진 방향으로 힘이 작용될 때의 회전의 크기는 양수로서 후진 방향으로 적용되는 회전의 크기를 음수로 하였을 때의 핸들바에 회전의 정도를 나타낸다. P_{MAXpt} 는 핸들바를 최대도 돌렸을을 나타낸다. 위의 수식을 통해 핸들바에 회전정도를 이용하여 사용자의 전진 속도 및 방향 의지로 파악할 수 있다.

2.2.1 FSR(힘) 센서 핸들바 신호 처리

보행보조기를 사용하는 사용자의 보행 의지를 정확하게 파악하기 위해서는 사용자가 핸들바를 잡고 이동하게 될 경우 사용자의 보행 의지에 파악을 정확하게 측정하기 위해 본 연구에서는 FSR센서를 사용하였다. FSR센서는 힘의 크기에 따라 저항값이 변화하는 센서로써 센서에서 들어오는 노이즈를 제거하고 센서 힘의 크기를 명확하게 하기 위해 Moving-Averager Filter를 이용하여 노이즈를 제거하였으며, 이렇게 해서 평활화된 센서 데이터에 대해 일반적인 힘의 크기와 비교하기 위해 데이터를 분석하여 식(3)과 같이 센서 데이터를 일반 힘의 물리량으로 선형화 하였다.

$$y = 1951.3x + 4371 \quad (3)$$

식(3)에서는 센서 원래 데이터를 나타내며 는 측정된 일반화된 힘의 크기를 나타낸다.

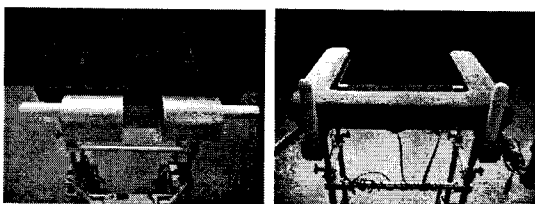
FSR센서는 하나의 핸들에 2개씩 총 4개의 센서가 사용되었으며 각각 각 손에 대한 전진 의지와 후진 의지를 파악할 수 있도록 구성되어 있다. 이에 따라 사용자가 차량을 전진하려고 하면 핸들바에 걸리는 힘은 모두 전진 방향으로 작용하게 될 것이며 사용자가 후진하려는 의지를 보이면 힘센서는 후진방향으로 힘 센서가 작용하게 된다. 또한 사용자가 좌회전이나 우회전을 하게 될 경우는 센서의 방향이 서로 반대 방향이 되며 이러한 센서의 좌우 힘 센서 작용 정도를 파악하여 차량의 방향 및 진행 속도를 결정할 수 있다. 이러한 힘 센서 데이터에 대한 수학적 정의는 식 (4)로 나타낼 수 있다.

$$v = P_{Lfsr} + P_{Rfsr}$$

$$\theta = \begin{cases} 0 & P_{Lfsr} \geq 0, P_{Rfsr} \geq 0 \\ 180 & P_{Lfsr} < 0, P_{Rfsr} < 0 \\ \tan^{-1}\left(\frac{P_{Lfsr}}{P_{MAXfsr}}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{P_{Rfsr}}{P_{MAXfsr}}\right) & otherwise \end{cases} \quad (4)$$

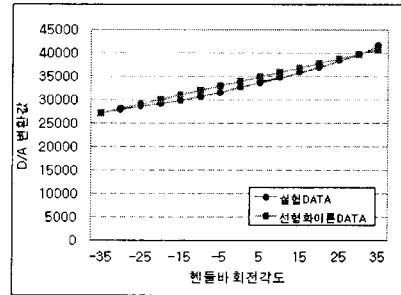
식(4)에서 P_{Lfsr} , P_{Rfsr} 은 각각 현재 핸들바에 적용된 힘 센서의 크기를 나타내며 이는 한쪽 핸들바에 걸리는 센서의 크기에 대해 전진 방향으로 힘이 작용될 때의 센서의 힘의 크기를 양수로 후진 방향으로 적용되는 센서의 힘의 크기를 음수로 하였을 때의 핸들바에 걸리는 힘의 크기를 나타낸다. P_{MAXfsr} 는 핸들바에 걸리는 최대 힘을 나타낸다. 위의 수식을 통해 핸들바에 걸리는 힘을 사용자의 전진 속도 및 방향 의지로 파악할 수 있다.

2.3 핸들바 성능평가

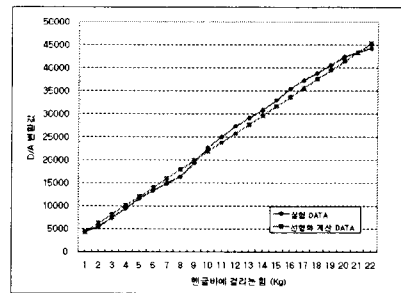


〈그림 3〉 가변저항 및 FSR센서를 이용한 핸들바 장착실험

핸들바를 보행보조기에 <그림 3>과 같이 설치하여 주행 TEST를 실시하였다. 조작능력에 있어서 가변저항 형태의 핸들바는 의지파악보다는 조이스틱과 비슷하게 직접조작하는 특성이 강하였다. <그림 5> 같이 FSR 센서를 이용한 핸들바는 센서의 DATA가 넓게 분포되어있어 힘에 감지에 있어서 매우 민감하게 반응을 할 수 있었다.



〈그림 5〉 가변저항을 이용한 핸들바 특성곡선



〈그림 6〉 FSR센서를 이용한 핸들바 특성곡선

〈표 1〉 보행의지 파악을 위한 핸들바 개발 성능평가

	가변저항사용 핸들바	FSR센서사용 핸들바
조 작 능 력	의지파악 가능	직접조작
그 립 감 도	편 함	보 통
지 지 력 분 리	가 능	가 능
성 능 평 가	의지파악 적합	의지파악 미흡

3. 결 론

본 논문에서는 노인이나 장애인과 같은 거동이 불편한 사람들이 보행 보조기를 활용함에 있어 보다 안정적으로 보행 보조로봇을 이용할 수 있도록 사용자의 의지를 정확하게 파악할 수 있는 핸들바를 구현하였다. 이를 통해 사용자는 기존의 보행 시스템에 비해 보다 편안하게 자신의 보행 의지를 관철시키면서 구동할 수 있게 하였다.

향후 사용자별로 힘을 쓰는 정도가 다르며 이에 따라 보행 보조기의 반응 또한 사용자별로 맞춰지게 되어야 할 것이다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] Yasuhiro Nemoto, Saku Egawa, Atshshi Koseki, Shizuko Hattori, Tak eshi Ishii, and Masakatsu Fujie, "Power-Asisted Walking Support System for Elderly," Int. Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vol. 20, No. 5, pp. 2693-2695, 1998
- [2] Aaron Morris, Raghavendra Donamukkala, anuj Kapuria, Aaron Steinfeld, Judith T, Matthews, Jacqueline Dunbar-Jacob, and Sebastian Thrun, "A Robotic Walkier 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