

모터 토크 추정을 통한 능동형 보행보조기의 차량 제어 알고리즘 구현

A Study on the Control Algorithm for Active Walking Aids by Using Torque Estimation

공정식* · 이보희** · 이응혁*** · 최흥호****

Jung-Shik Kong*, Bo-Hee Lee**, Eung-Hyuk Lee*** and Heung-Ho Choi****

* 인덕대학 기계설계과

** 세명대학교 전기공학과

*** 한국산업기술대학교 전자공학과

**** 인제대학교 의용공학과

요 약

본 논문은 능동형 보행보조기 이동시 사용자의 보행의지에 의해 바퀴에 걸리는 외력을 추정하여 보행보조기를 제어하기 위한 차량제어 알고리즘에 관한 논문이다. 최근 노인 인구의 증가로 인해 노인 및 장애인을 위한 보행보조기에 대한 관심이 증가되고 있다. 이에 따라 다양한 보행보조기가 개발되고 있으나, 대부분의 경우 동력이 없는 시스템으로써 경사 등의 공간에 취약성을 가지고 있다. 이에 능동형 보행보조기에 대한 관심이 증가되고 있으나, 능동형 보행보조기의 경우 사용자의 의지 파악이 정확히 이루어지지 않아 보행보조기의 조종이 여의치 않다. 이를 극복하기 위해 사용자의 보행의지를 파악할 수 있도록 다양한 장치를 연구 중에 있으나, 정확한 보행의지력 인지가 어려운 형편이다. 이에 본 논문에서는 이러한 사용자 보행의지력을 기존에 외부에 다양한 장치를 통해 인지하는 방법에서 벗어나, 특별한 장치 없이 차량의 바퀴에 걸리는 외력을 기초로 차량을 제어한다. 이를 위해 먼저 바퀴에 전달되는 전압과 바퀴의 현재 속도를 통해 바퀴에 걸리는 외력을 추정하고 이를 토대로 바퀴에 걸리는 외력을 추정한다. 이 추정된 외력을 기초로 사용자의 보행 속도와 방향을 추정할 수 있도록 하였다.

키워드 : 보행보조기, 토크 추정, 보행의지, 바퀴 속도, 바퀴 제어

Abstract

This paper presents the control algorithm of active walking aids estimating external torque of the wheels from user's will. Nowadays, interest of the walking aids is increased according to the increase in population of elder and handicapped person. Although many walking aids are developed, most of walking aids don't have any actuators for its movement. However, general walking aids have weakness for its movement to upward/download direction of slope. To overcome the weakness of the general walking aids, many researches for active type walking aids are being progressed. Unfortunately it is difficult to precision control of walking will during its movement, because it is not easy to recognize user's walking will. Many kinds of methods are proposed to recognize of user's walking will. In this paper, we propose control algorithm of walking aids by using torque estimation from wheels. First, we measure wheel velocity and voltage at the walking aids. From these data, external forces are extracted. And then walking will that is included by walking velocity and direction is estimated. Finally, walking aids are controlled by these data. Here, all the processes are verified by simulation.

Key Words : Walking Aids, Torque Estimation, Walking Will, Wheel Velocity, Wheel Control

1. 서 론

최근 국내 및 세계적으로 고령 인구가 급속하게 증가되

고 장애인 인구도 꾸준히 증가됨에 따라 노인 및 장애인을 위한 다양한 기술 개발의 필요성이 증대되고 있다. 이러한 시점에 맞춰 노인 및 거동이 불편한 사람들의 외부 활동을 돕기 위한 많은 연구가 진행되고 있으며, 이러한 사회적 추세에 발맞춰 노령자 및 장애인을 위한 능동형 보행보조기에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구에 발맞춰 다양한 보행보조기가 개발되고 있으며 대표적으로는 일본 히타치에서 개발된 Power Assisted Walking Support

접수일자 : 2009년 1월 4일

완료일자 : 2010년 4월 1일

감사의 글 : 이 저작물은 2010학년도 세명대학교 지원에 의한 연구임

System[1], 아일랜드에서 개발된 PAM-AID[2], 미국 Canegie Mellon 대학에서 개발한 Robotic Walker[3], 혼다사에서 개발된 Walking Assist Device[4] 등이 있다. 이들 보행보조기는 크게 휠 구동형 보행보조기와 다리 장착형 보행보조기로 구분지을 수 있다. 이중 휠 타입 보행보조기의 경우 구조적으로 간단하여 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 이에 대한 대표적인 연구로는 노인들이 보행 보조기의 차량제어를 원활하게 수행할 수 있도록 고안된 센서를 개발하는 기술[3, 5], 차량을 안정적으로 제어할 수 있는 차량 이동 기술[6-8], 그리고 노인들이나 장애인들이 가지고 있는 순발력의 어려움 등을 해결하기 위한 장애물 회피 기술[9] 등이 있다. 하지만 휠 타입의 능동형 보행보조기의 경우 기구적인 안정성 및 안정된 이동 메커니즘은 확보되어 있는 반면에 사용자가 보행보조기에 지지하려는 힘과 사용자가 이동하려는 의지인 보행 의지력의 분리가 용이하지 않는 등의 사용자 보행 의지 파악의 어려움이 있다.

이에 사용자의 의지를 정확하게 파악하기 위한 연구들이 진행되었다. 이들 중 대부분은 보행의지 파악을 위해 힘 센서[10, 11]나 토크센서[12]등을 이용하여 사용자가 현재 얼마만큼 이동하고자 하는지를 알고자 하였다. 그러나 이러한 센서 대부분은 지정된 위치를 잡거나 기대어 움직여야 인식이 가능하다. 만약 지정된 손잡이 외에 곳을 잡고 이동하고자 할 경우 사용자의 정확한 의지 파악에 대한 어려움 등의 문제가 발생하며, 사용자는 차량 제어 시 지정된 위치를 잡아야 사용자의 의지에 따라 차량 제어가 가능해진다.

본 논문에서는 보행보조기 사용자의 보행 의지를 파악함에 있어 바퀴에 걸리는 외력 추정을 통해 사용자의 보행 의지력을 추정하고, 추정된 의지력을 기반으로 차량을 제어할 수 있도록 하였다. 이를 위해 구동 모터에 인가되는 입력 전압 및 바퀴의 회전 속도를 통해 바퀴에 인가되는 외력을 추정하였다. 이 정보를 기초로 사용자가 전진 및 회전 보행 의지력을 파악함으로써 바퀴 제어를 위해 구성된 엔코더 이외에 임의의 다른 장치 없이도 사용자의 보행 의지를 파악할 수 있도록 하였다. 또한 측정된 데이터를 기초로 차량 제어를 수행하여 지지하고 있는 위치에 상관없이 바퀴에 걸리는 외력을 토대로 차량을 제어할 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 보행 의지력에 대해 정의하며, 3장에서는 2장에서 정의된 보행의지력을 기초로 사용자의 의지에 따라 차량을 제어할 수 있는 제어 알고리즘을 제안한다. 그리고 3장에서 제안된 사항에 대해 4장에서 시뮬레이션을 통해 이를 검증하며, 5장에서 결론 및 향후 과제에 대해 논의한다.

2. 보행 의지력

보행보조기를 사용하려는 사람들은 대부분 거동이 불편하기 때문에 잡거나 기대 수 있도록 지지공간이 만들어져야 한다. 그리고 사용자는 차량에 기대고 동시에 자신이 이동하고자 하는 곳으로 이동 할 수 있어야 한다. 이를 고려하여 그림 1과 같이 차량을 디자인 하였다.

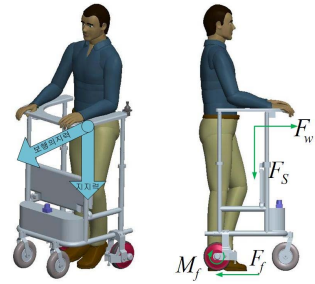


그림 1. 보행보조기에 적용된 힘과 모멘트
Fig. 1. Force and Moment applied at the walking assistant aid

$$\begin{aligned} M_f &= F_f \times r \times N = F_w \times r \times N \\ F_w &= M_f / (r \times N) \end{aligned} \quad (1)$$

식(1)에서 r 은 차량 바퀴의 반지름이며, N 은 차량 바퀴에서의 감속비를 나타내며, 이때 바퀴와 바닥 사이에 걸리는 마찰계수는 충분히 크다고 가정한다. 식(1)으로부터 보행의지력으로 인한 차량에 걸리는 외력을 추출할 수 있다. 식(1)을 이용하면 현재 보행보조기 각 바퀴에 걸리는 외력을 정확하게 파악할 경우 사용자의 보행의지력을 정확하게 파악할 수 있어 최적화된 보행 보조기 제어가 가능하다.

3. 보행보조기 제어 알고리즘

3.1 차량 제어 알고리즘

사용자의 보행 의지력이 차량 바퀴를 통해 인식될 경우 제어기는 사용자의 보행의지력을 판단하고 현재 차량의 속도 및 회전 반경과 비교하여 사용자의 보행 의지에 맞춘 차량 제어가 이루어져야 한다. 그림 2는 보행 보조기 전체 제어 알고리즘을 나타낸다.

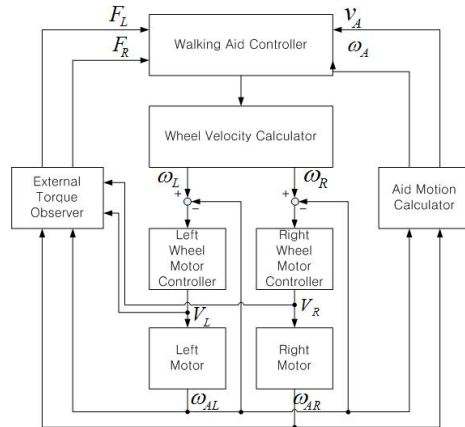


그림 2. 보행보조기 제어기
Fig. 2. Controller of the walking aid

그림 2에서 사용자 의지와 현재 차량의 전진 속도 및 회전 반경을 기반으로 차량의 각 바퀴에 걸리는 각속도를 계산하기 위해 Ackman 구동 방식을 이용하였다. Ackman 구동 방식을 이용한 주행은 순간 회전 중심(ICR:

Instantaneous Center of Rotation)을 중심으로 하는 회전 운동으로 4개의 바퀴가 회전 중심을 기준으로 동심원에 접하고 동일한 각속도를 가지게 됨으로써 차량의 움직임이 미끄러짐 없이 이동 가능한 기법이다[13]. 그림 3은 차량의 Ackman을 이용하였을 때의 회전중심을 나타내며 식 (2)-(4)는 이때의 차량 바퀴의 속도를 나타낸다.

$$R = \frac{v_c}{w_c} \tag{2}$$

$$w_R = \frac{2v_c + lw_c}{2r} \tag{3}$$

$$w_L = \frac{2v_c - lw_c}{2r} \tag{4}$$

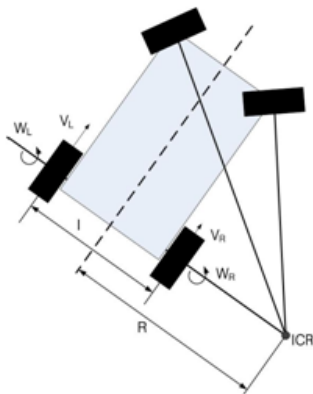


그림 3. Ackman 구동 모델
Fig. 3. Ackman driving model

식(2)-(4)에서 l은 차량의 폭, r은 차량의 바퀴의 반지름, R은 차량의 중심에서 회전 중심(ICR)까지의 거리를 나타낸다. 또한 w_c는 차량의 중심에서 ICR을 기준으로 하였을 때의 각속도를 나타내며 w_L, w_R은 각각 왼쪽 바퀴와 오른쪽 바퀴의 각속도를 나타낸다. 위의 식으로부터 현재 차량의 속도로 추정된 외력 및 현재 차량의 움직임을 토대로 차량의 바퀴의 각속도를 추정할 수 있다.

3.2 토크 추정 관측기

차량이 이동하는 과정에서 사용자의 보행 의지가 차량에 작용할 때 차량의 바퀴에는 외력이 작용한다. 이러한 외력에 의한 토크를 차량의 바퀴 회전 상태를 통해 유추하기 위한 모터 모델을 그림 4와 같이 나타내었다.

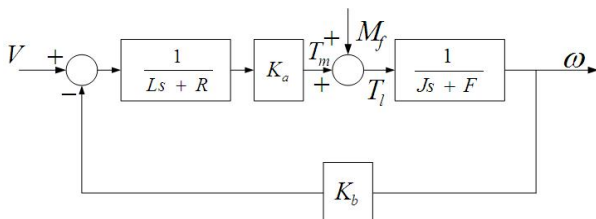


그림 4. 모터의 수학적 모델
Fig. 4. Mathematical model of the motor

그림 4에서 L, R, J, F, K_a, K_b는 각각 모터의 인덕턴스, 저항, 모터축의 회전질량, 모터축의 마찰, 토크상수, 역기전력 상수를 나타낸다. 그림 4에서 기본적으로 모터에 걸리는 외력이 없을 경우에는 모터는 수식(5)와 같이 전압에 대한 모터의 회전에 의해 표현 가능하다.

$$\omega(s) = \frac{K_a}{LJs^2 + (RJ + LF)s + RF + K_a K_b} V(s) \tag{5}$$

식(5)에서는 외력이 없을 경우에 모터에 인가되는 전압 대비 모터의 속도를 나타낸다. 하지만 외력이 존재할 경우 인가된 전압에 대한 모터의 속도는 외력에 의해 차이가 발생하게 된다. 이에 현재 인가되고 있는 입력전압 대비 실제 구동되고 있는 모터의 속도를 비교하여 모터에 걸리는 외력을 추정할 수 있다. 식 (6)은 외력에 의해 모터에 걸리는 토크의 크기를 나타낸다.

$$M_f(s) = \left(Js + f + \frac{K_a K_b}{Ls + R} \right) \omega(s) - \frac{K_a}{Ls + R} V(s) \tag{6}$$

따라서 식(1)과 식(6)을 적용할 경우 각 바퀴에 걸리는 사용자 보행의지력은 식(7)과 같이 표현할 수 있다.

$$F_w(s) = \frac{\left(Js + f + \frac{K_a K_b}{Ls + R} \right) \omega(s) - \frac{K_a}{Ls + R} V(s)}{N \times r} \tag{7}$$

3.3 보행의지 파악

휠 타입의 능동형 보행 보조기 사용자의 보행의지력은 차량 전진 속도와 각속도로 분리할 수 있다. 이에 만일 현재 차량이 사용자의 보행 의지와 일치되도록 움직일 경우 차량에 사용자의 보행 의지력이 가해지지 않는다. 하지만 차량의 움직임이 사용자 보행 의지와 다를 경우 차량의 전진 속도, 또는 차량의 회전 중심이 사용자의 보행의지와 일치하지 않게 된다. 따라서 사용자의 보행 의지가 능동형 보행보조기의 움직임과 일치하지 않게 될 경우 사용자 보행 의지력이 차량에 가해지게 되며 이는 결국 각 바퀴에 외력에 의한 모멘트로 작용하게 된다. 이에 각 바퀴에 인가된 구동 전압 대비 출력 회전 정도의 차이로부터 외력에 의한 모멘트 추정이 가능하고, 이를 통해 사용자의 보행 의지를 추정할 수 있다. 그림 4는 사용자의 보행의지에 의한 차량의 속도, 각속도 및 차량의 현재 속도, 각속도를 나타낸다.

그림 4에서 ω_AR, ω_AL은 각각 현재 차량의 이동에 의한 각 바퀴에 걸리는 각속도를 나타내며, v_W, ω_W, v_A, ω_A는 각각 사용자 의지에 의한 전진속도 및 각속도, 현재 차량의 회전 속도 및 각속도를 나타낸다. 또한 T_R, T_L은 오른쪽 바퀴와 왼쪽 바퀴에 걸리는 외력에 의한 토크를 나타낸다. 그림 4에서 만약 차량의 움직임과 사용자의 보행 의지가 일치하게 될 경우 v_W와 v_A 그리고 ω_W와 ω_A는 서로 일치하게 된다. 하지만 차량의 현재 움직임과 사용자의 의지가 일치하지 않게 될 경우 차량에 외력이 발생하게 되며 이에 따라 마찰력에 의한 외력인 T_L 및 T_R이 발생하게 되며 이를 통해 차량의 각 바퀴에 걸리는 외력인 F_L 및 F_R을 유추할 수 있다. 이 힘을 토대로 식(8)-(9)과 같이 제어 입력값을 추론할 수 있다.

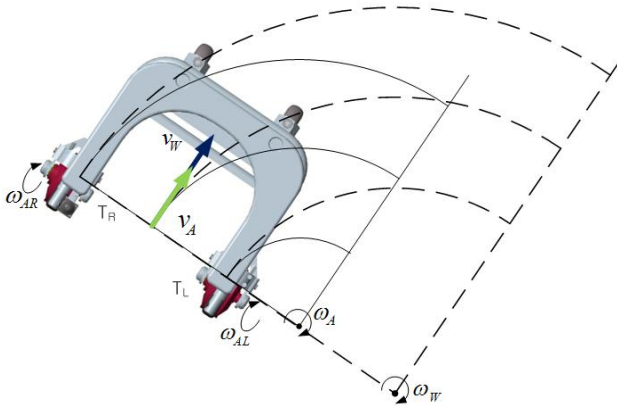


그림 5. 차량에 걸리는 속도 및 각속도
Fig. 5. Linear and angular velocity applied at the walking assistant aid

$$F_R = ma_R, F_L = ma_L$$

$$a_N = \frac{a_R + a_L}{2}, \dot{\omega}_N = \frac{a_R - a_L}{L} \quad (8)$$

$$v_{anew} \approx v_a + a_N T$$

$$\omega_{anew} \approx \omega_a + \dot{\omega}_N T \quad (9)$$

식(7)-(9)을 이용하여 측정된 각 바퀴의 외력인 F_R 과 F_L 로부터 외력에 의해 각 바퀴에 걸리는 가속도(a_R, a_L)를 추정할 수 있으며 이 가속도를 기반으로 사용자 의지에 의한 차량 중심에서의 선가속도 및 각가속도($a_N, \dot{\omega}_N$)를 추정할 수 있다. 이를 통해 차량의 속도 가속도를 기반으로 현재 이동하고자 하는 차량의 선속도 및 각속도(v_a, ω_a)를 추정할 수 있다.

4. 시뮬레이션 결과



그림 6. 보행 보조기 시뮬레이션 모델
Fig. 6. Simulation model of walking aid

본 논문에 적용된 보행 보조기는 그림 5과 같다. 본 논문에서 시뮬레이션에 적용된 보행 보조기는 좌우 750mm, 폭

600mm, 최대 높이 1100mm 최저 높이 750mm이며 질량은 40Kg이다. 또한 보행 보조기에 적용된 모터 및 감속기 사양은 표 1과 같다.

표 1. 시뮬레이션에 적용된 모터 및 감속기 사양
Table 1. Specification of motor and gear box applied at the simulation

Motor	
Parameter	Data
Nominal Voltage[V]	24
Nominal Torque[Nm]	0.467
Resistance[Ω]	0.0809
Inductance[H]	30.8×10^{-6}
Torque Constant(Nm/A)	0.0554
Constant of Back EMF(V·s/rad)	0.0554
Rotor Inertia	1.29×10^{-4}
Rotor Friction	0
Encoder resolution(CPT)	500
Gear Box	
Parameter	Data
Ratio	50:1
Rated output torque(Nm)	507
Efficiency of gear box	0.95
Wheel	
Parameter	Data
Diameter[m]	0.3

본 논문에서는 MATLAB 및 Simulink를 이용하여 제시된 보행보조기 및 구동기 사양에 맞춰 시뮬레이션을 수행하였다. 휠에 피드백 제어를 수행하지 않을 경우에 모터에 외력을 가한 경우와 외력을 가하지 않을 때의 모터 회전 속도를 그림 6과 같이 비교하였다.

그림 6은 모터에 20V의 전압을 가하고 0.03초 후에 10N의 힘을 모터의 회전방향의 반대 방향으로 외력을 가한 결과이다. 제어를 수행하지 않았을 경우에는 그림 6의 (b)와 같이 외력이 작용하였을 때 바퀴의 속도가 감소함을 알 수 있다. 모터에 되먹임 제어를 수행할 경우 외력이 작용한 경우와 외력이 작용하지 않았을 때의 모터의 회전 속도는 그림 7과 같다. 그림 7에서는 되먹임 제어 입력값으로 3000 RPM을 입력 한 후, 0.03초 이후에 10N의 힘을 가한 경우와 가하지 않은 경우에 모터 회전 속도 변화를 비교하였다. 그림 6과 그림 7의 (b), (d)를 비교해 보았을 때 속도 되먹임 제어를 구축하였을 경우에는 되먹임 제어를 구축하지 않을 때와는 달리 외력이 가해진 0.03초에서 회전 속도의 변화가 크게 나지 않는다. 하지만 식(6)을 위 시뮬레이션에 적용하였을 경우 외력을 정확하게 추출할 수 있었으며 그림 8과 같이 측정되었다.

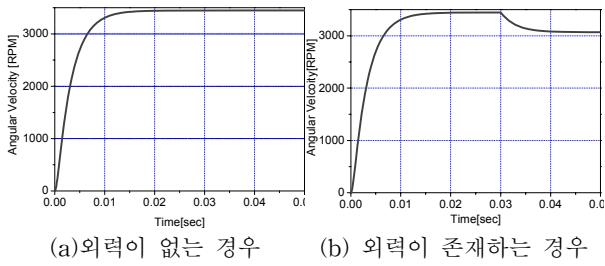


그림 7. 모터에 제어를 수행하지 않을 경우의 외력에 대한 모터 속도 비교

Fig. 7. Comparison with motor velocity by external force not applied feedback control

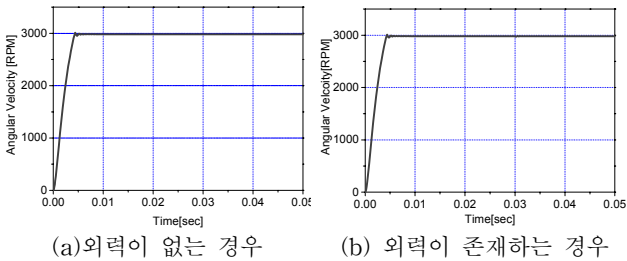


그림 8. 모터에 제어를 수행하였을 경우의 외력에 대한 모터 속도 비교

Fig. 8. Comparison with motor velocity by external force applied feedback control

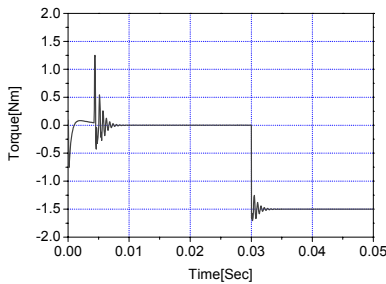


그림 9. 시뮬레이션에 의한 토크 추정 결과
Fig. 9. Result of torque by simulation

그림 8에서 0.03초에서 모터에 외력 10N의 힘을 가하였을 때 외력에 의해 바퀴에 작용되는 힘은 1.5Nm가 되며 제어에 의해 신호 데이터 미약한 변화에도 비교적 정확한 데이터를 추출함을 알 수 있다. 그러나 모터 구동 시 모터에 발생하는 PWM등으로 인해 고주파의 노이즈가 발생하므로 이러한 노이즈 성분을 줄일 수 있도록 저역 통과 필터를 수행하였다. 그림 9는 저역 필터를 통과한 데이터를 나타낸다.

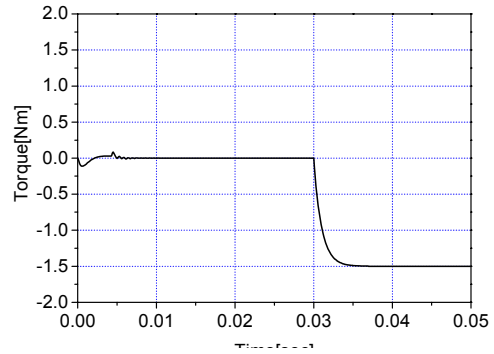
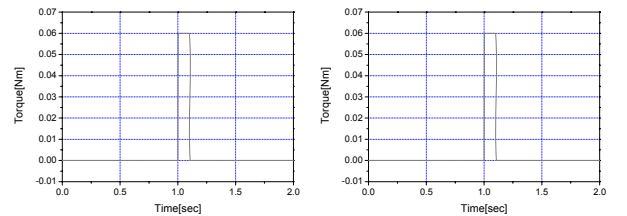
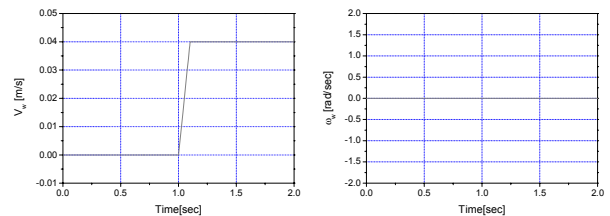


그림 10. 저역 통과 필터를 통과했을 때의 토크 추정 결과
Fig. 9. Result of torque after low pass filter

그림 9에서는 데이터 필터 처리 시 시정수는 100usec로 하였다. 이제 필터링 된 센서 데이터를 기초로 각 바퀴에 걸리는 토크를 추정하여 사용자의 보행의지에 따라 차량을 제어하였다. 그림 10-12는 제안된 알고리즘에 토대로 각 보행보조기 사용자의 구동 상황에 따른 차량에 적용되는 전진 속도 및 회전속도에 대한 결과를 나타낸다.



(a) 왼쪽 바퀴에 걸리는 토크 (b) 오른쪽 바퀴에 걸리는 토크



(c) 차량 전진 속도 (d) 차량 각속도

그림 11. 전진 보행 시 보행 의지 파악에 의한 차량 선속도, 각속도 결과

Fig. 11. Linear and angular velocity during straight walking by walking recognition algorithm

그림 10은 차량이 정지되어 있는 상태에서 1초 후 0.1초 동안 차량을 전진방향으로 30N으로 차량을 밀었을 경우 이 때 차량의 각 상태 데이터를 나타낸다. 차량 전진을 위해 사용자가 전진방향으로 힘을 가했을 경우 왼쪽바퀴에 걸리는 토크와 오른쪽 바퀴에 걸리는 토크가 일정하게 되며, 이에 따라 차량이 전진을 수행하지만 차량의 회전은 일어나지 않는다. 그림 11에서는 차량이 정지되어 있는 상태에서 1초 후 0.1초 동안 차량을 제자리에서 회전시키고 사용자가 차량에 힘을 가하였을 경우의 결과를 나타낸다.

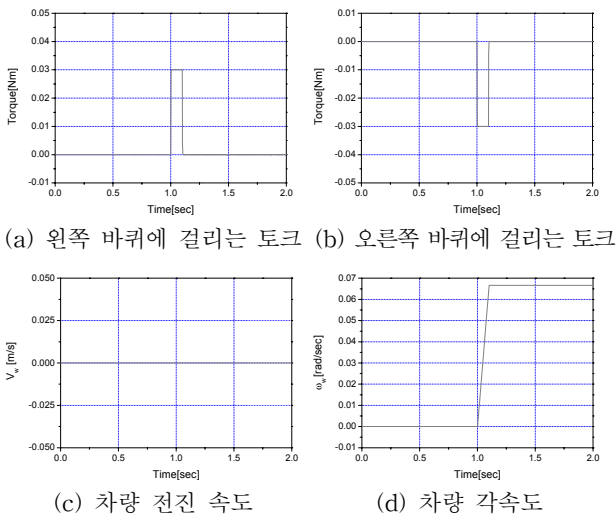


그림 12. 회전 보행 시 보행 의지파악에 의한 차량 선속도, 각속도 결과

Fig. 12. Linear and angular velocity during rotation walking by walking recognition algorithm

그림 11에서 사용자는 보행보조기에 회전을 하려는 힘만을 가하기 때문에 왼쪽 바퀴에 걸리는 토크와 오른쪽 바퀴에 걸리는 토크는 힘의 크기는 같으나 힘의 방향이 반대로 이루어지게 되며 이에 따라, 차량은 전진하지 않고 회전만 수행됨을 알 수 있다. 그림 12는 정지되어 있는 차량에서 1초 후 0.1초 동안 차량 중심을 기준으로 회전 반경을 0.5m, 30N의 힘을 반경으로 오른쪽으로 직진 및 회전을 동시에 수행하였을 때의 보행의지에 따른 차량 선속도 및 각속도의 변화를 나타낸다. 이 경우 0.1초 동안 왼쪽 바퀴 및 오른쪽 바퀴에 걸리는 토크의 크기는 각각 0.096Nm, 0.036Nm 이고, 곡면 보행에 따라 차량은 전진과 회전이 동시에 수행됨을 알 수 있다.

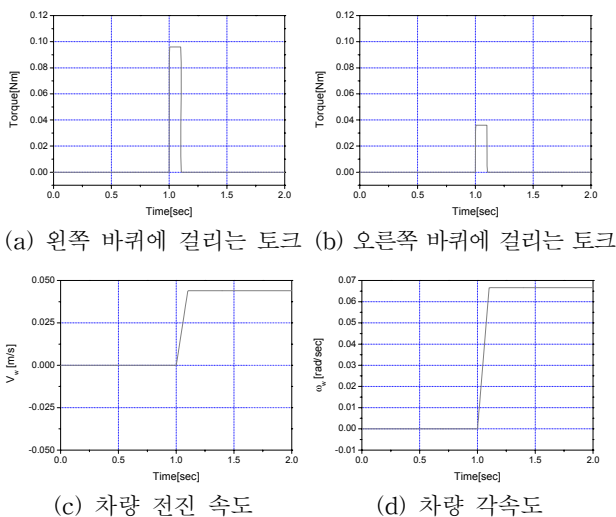


그림 13. 곡면 보행 시 보행 의지파악에 의한 차량 선속도, 각속도 결과

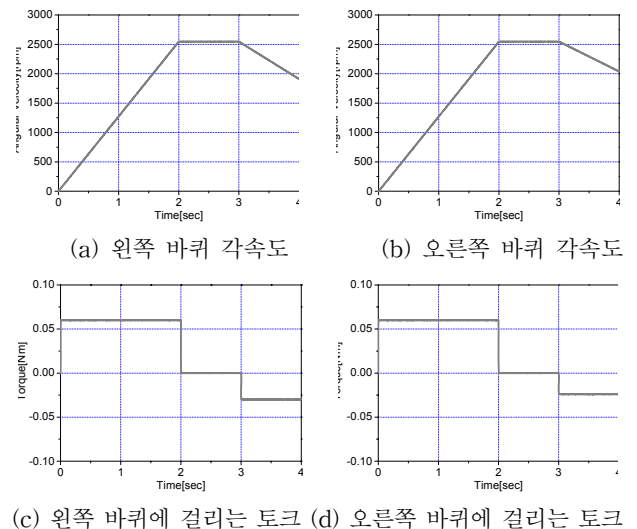
Fig. 13. Linear and angular velocity during curved surface walking by walking recognition algorithm

그림 13은 위의 데이터를 기초로 차량 제어 알고리즘을 수행했을 때의 모의주행 시뮬레이션 결과이다. 그림 13에서는 보행보조기가 정지되어 있는 상태에서 0~2초동안 차량을 20N의 크기로 밀어 사용자의 의지가 차량에 반영된 2~3초 사이에 외력이 들어가지 않고 3~4초까지 회전 운동을 실시하여 오른쪽 바퀴에 후진방향으로 10N의 힘이 작용하고 왼쪽 바퀴에 후진 방향으로 8N의 힘이 작용하였다고 가정하였을 때의 결과이다. 그림 13에서 초기 3초 동안은 차량의 각 바퀴에 걸리는 힘의 크기가 동일하기 때문에 차량의 선속도는 증가하나 각속도가 증가하지 않으나 3초 이후에 왼쪽과 오른쪽에 걸리는 차량의 각 바퀴에 걸리는 힘의 크기가 변화함에 따라 각 바퀴에 걸리는 힘의 차이에 의해 차량이 회전함을 볼 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 능동형 보행보조기 바퀴에 장착되어 있는 속도 센서를 이용하여 모터에 걸리는 외력을 추정하고, 이를 토대로 사용자의 보행 의지를 파악하여 차량 제어 입력 값인 사용자의 전진속도와 회전 속도를 추정하여 제어할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 이때 바퀴에 걸리는 외력에 대한 보다 정확한 정보를 추정하기 위해 저역 통과 필터를 적용하였다. 본 알고리즘을 통해 사용자는 보행보조기의 임의의 위치에서 지지하며 이동할 시에도 사용자의 정확한 의지를 파악하여 이에 맞춰 차량을 정확하게 제어할 수 있도록 하였다.

향후 보행보조기의 전류 측정 등을 통해 사용자의 의지를 보다 정확하게 파악할 수 있는 알고리즘 개발 및 실제 실험 시 발생할 수 있는 센서 노이즈 및 센서 해상도 문제 등을 극복할 수 있는 필터 알고리즘 개발이 진행되어야 할 것이다. 또한 평지뿐만 아니라 외부 둔턱, 경사 등을 극복하기 위한 다양한 알고리즘 개발 및 연구가 진행되어야 할 것이다.



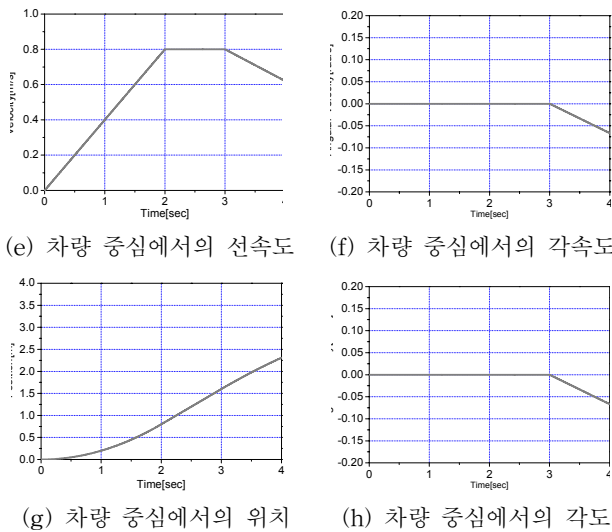


그림 14. 차량 모의 주행 시뮬레이션 결과

Fig. 14. Simulation result of the walking assistant aid

참 고 문 헌

[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, 1998.

[2] Shane MacNamara and Gerard Lacey, "A Smart Walker for the Frail Visually Impaired," *Int. Conf. on Robotics and Automation*, pp. 1354-1359, 2000.

[3] 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.

[4] Yashshi Ikeuchi, Jun Ashihara, Yutaka Hiki, Hirochi Kudoh and Tatsuya Nada, "Walking Assist Device with Body Weight support System," *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 4073-4079, 2009.

[5] R. Thieffry, E. Monacelli, P. Henaff, and S. Delaplace, "Configuring Sensors by User Learning for a Locomotion Aid Interface," *Int. Conf. on Robotics and Automation*, pp. 1509-1514, 2003.

[6] 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

[7] Oscar Chuy Jr., Yasuhisa Hirata, Zhidong Wang, and Kazuhiro Kosuge, "Motion Control Algorithms for a New Intelligent Robotic Walker in Emulating Ambulatory Device Function," *Int.*

Conf. on Mechatronics and Automation, pp. 1509-1514, 2005.

[8] Masashi Tani, Ryoishi Suzuki, Shigehiko Furuya, and Nobuaki Kobayashi, "Internal Model Control for Asisting Uint of Wheeled Walking Frame," *Int. Conf. on Control Applications*, pp. 928-933, 2004.

[9] Yasuhisa Hirata, Asami Hara, and Kazuhiro Kosuge, "Motion Control of Passive-type Walking Support System based on Environment Information," *Int. Conf. on Robotics and Automation*, pp. 2921-2926, 2005.

[10] S. Egawa, Y.Nemoto, M.G.Fujie, A.Koseki, S. Hattori, and T.Ishii, "Power-assisted walking support system with imbalance compensation control for hemiplegics," *BMES/EMBS conference Serving Humanity, Advancing Techonlogy*, pp. 635, 1999.

[11] J.S. Kong, D.K. Lee, Y.S. Nam, B.H. Lee, and E.H. Lee, "Optimized Walking Will Recognizing System of the Walking Aid with the Fuzzy Algorithm," *Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, Vol. 18, No. 5, 2008.

[12] Yasuhisa Hirata, Takahiro Baba, Kazuhiro Kosuge, "Motion Control of Omni-directional type Walking Support System Walking Helper," *Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 85-90, 2003.

[13] G. Dudek and M. Jenkin, "Computational Principles of Mobile Robot," *Cambridge university press*, pp. 26-27, 2000.

저 자 소 개



공정식 (Kong Jung Shik)

1998년 : 인하대 자동화공학과 학사 졸업.
2006년 : 인하대 자동화공학과 박사 졸업
2009년 ~ 현재 : 인덕대학 기계설계과 전임
강사

관심분야 : 지능 제어, 재활 공학, 지능형 로봇 및 제어
Phone : 02-950-7526
Fax : 02-950-7538
E-mail : jskong@induk.ac.kr



이보희 (Bo-Hee Lee)

1996년 : 인하대학교 대학원 자동화공학과
(공학박사)

1997년 ~ 현재 : 세명대학교 전기공학과 부
교수

관심분야 : 모듈러 로봇, 휴모노이드, 인공지능, 제어시스템,
임베디드 시스템

Phone : 043-643-1305

Fax : 043-644-6966

E-mail : bhlee@semyung.ac.kr



최흥호 (Choi Heung Ho)

1984년 : 인하대학교 전자공학과 학사 졸업

1991년 : 인하대학교 전자공학과 박사 졸업

1991년 ~ 현재 : 인제대학교 의용공학과 교수

관심분야 : 생체신호 및 영상처리, 의용초음파진단,
재활복지공학

Phone : 032-327-8838

Fax : 055-320-3294

E-mail : hhchoi@bme.inje.ac.kr



이응혁 (Lee Eung Hyuk)

1985년 : 인하대학교 전자공학과 학사 졸업

1997년 : 인하대학교 전자공학과 박사 졸업

2000년 ~ 현재 : 한국산업기술대학교
전자공학과 교수

관심분야 : 지능형 서비스로봇제어, 재활 보조시스템,
의용전자 기기 및 신호처리, 임베디드 시스템

Phone : 032-327-8838

Fax : 032-327-8487

E-mail : ehlee@kpu.ac.kr