

기울기 정보 기반의 사고 예방을 위한 보행 보조 시스템 설계 및 구현에 관한 연구

안세현*, 이초은*

*수원대학교 정보통신공학과

tpgus3557@naver.com, eun9861@naver.com

A Study on Inclination-based Walking Assistance System for Accident Prevention

Se-Hyun An*, Cho-Eun Lee*

*Dept. of Information and Communication Engineering, University of Suwon

요 약

유모차 사고는 추락/넘어짐/미끄러움으로 인해 발생하는 사고가 가장 큰 비율을 차지한다. 또한 보행이 불편한 고령자가 유모차 또는 보행기를 보조기구로 사용할 때에도 유모차와 유사한 사고 발생 확률이 높다. 기존의 유모차, 전동 휠체어, 보행기 등 출시 제품들은 넘어짐과 관련된 사고예방 기능은 구현되지 않았으므로 사고를 예방하기 힘들다. 이를 해결하기 위해 본 연구는 기울기에 따라 보행 중 안전을 보조하고, 속도에 따른 넘어짐 관련 사고를 예측하여 보호자 및 주변 사람들에게 위험을 알리는 사고예방을 위한 보행보조시스템을 설계하고 구현하였다. 이 시스템을 통해 유아 및 고령자가 이용하는 보행보조기를 더욱 안전하게 사용하여 2차 사고를 예방할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

1. 서론

국도교통부가 조사한 교통약자 이동 편의 실태 결과에 따르면, 2021년 기준 국내 교통약자는 약 1,551만 명으로 10명 중 3명이 교통약자다 [1]. 「교통약자법」 제2조에서 ‘교통약자’란 장애인, 고령자, 임산부, 영유아를 동반한 사람, 어린이 등 일상생활에서 불편을 느끼는 사람이라고 정의하고 있다. 이 중 휠체어 장애인과 유모차를 이용한 영유아 동반자만 무려 458만 명이다. 유모차는 유아의 성장 과정에서 상당수의 가정에서 구입하는 유아용품이며, 한국소비자의 ‘유모차 안전사고 실태 조사’에 따르면 추락/넘어짐/미끄러움 사고 발생이 80.1%로 가장 큰 비율을 차지한다 [2].

서울연구원의 ‘서울시 고령인구 밀집지역 사회 공간적 특성과 근린환경 개선방향’ 연구보고서에 따르면 고령인구 밀집지역의 평균 경사도는 서울시 전체 평균 3.3도에 비해 높은 4.3도이며, 5.2도 수준으로 더 심한 지역도 있다 [3]. 이는 보행 보조 도구로 유모차, 보행기를 이용하는 고령자에게 추락/넘어짐/미끄러움 사고가 일어날 확률이 높아질 수 있다는 것을 암시한다.

또한 기존 출시 제품(유모차, 전동 휠체어, 보행기

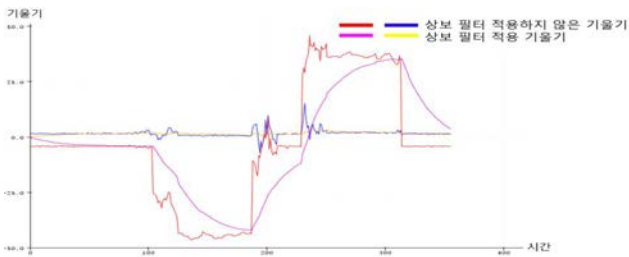
등)의 기능을 비교하였을 때, 넘어짐과 관련된 기능은 구현되지 않았음을 확인했다. 따라서 본 연구는 유아 및 고령자 등의 교통약자들을 위한 사고예방 보행 보조시스템을 설계하고 구현하였다. 특히 자이로센서 및 초음파센서 등을 활용한 기능을 구현하여 기울기 및 속도에 따른 넘어짐을 미리 예측하고 시스템을 제어해 사고를 예방할 수 있게 하여 교통약자의 안전효과를 기대할 수 있다.

2. 시스템 모델링

2-1 오일러 각과 상보 필터

자이로센서의 기본 값은 단순한 센서의 출력 값을 나타낸다. 오일러 각을 적용하면 자이로센서의 3차원 기울기인 roll, pitch, yaw값을 도출할 수 있다 [4]. 9축 자이로센서에 내재되어있는 센서 중 자이로센서는 정확한 값 도출이 가능하지만, 시간이 지남에 따라 오차가 쌓인다. 가속도센서는 값이 정확하지 않지만, 시간이 흘러도 오차가 누적되지 않는다. 상보 필터는 이러한 두 센서의 장점만 골라 정확도 높은 각도를 구할 수 있다. 본 연구는 가속도센서에 오일러 각을 적용시킨다. 자이로센서는 오차 값의 평균값을 구해 제거한 뒤 변화량을 적분한다. 최종

적으로 각 0.96, 0.04의 가중치를 부여한 상보 필터를 적용하여 결과를 도출하였다.



(그림 1) 상보 필터 적용 비교 그래프

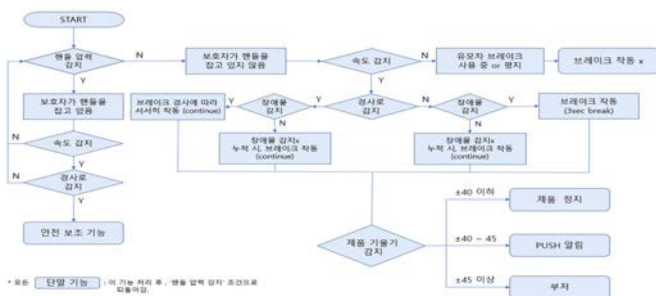
2-2 시스템 구성도



(그림 2) 시스템 구성도

(그림 2)는 시스템 구성도를 나타낸다. 라즈베리파이3을 주요 장치로 사용한다. 보행 보조 도구의 이동에 방해받지 않도록 보조배터리를 전원 공급 장치로 활용하고, USB포트를 활용하여 아두이노 메가 2560과 연결하여 센서를 제어한다. 사용한 센서의 종류에는 경사 기울기와 제품의 기울기를 감지하는 자이로센서, 사용자가 핸들을 잡고 있는지 확인하는 압력센서, 전방의 장애물을 인식하는 초음파센서, 각도를 조절해 바퀴에 압력을 가해 속도를 제어시켜주는 서보모터, 제품의 속도를 감지하는 포토인터럽터, 제품이 일정 기울기 이상 기울면 사고를 예측 및 예방하는 능동부저와 블루투스 모듈로 구성한다.

2-3 시스템 동작



(그림 3) flowchart

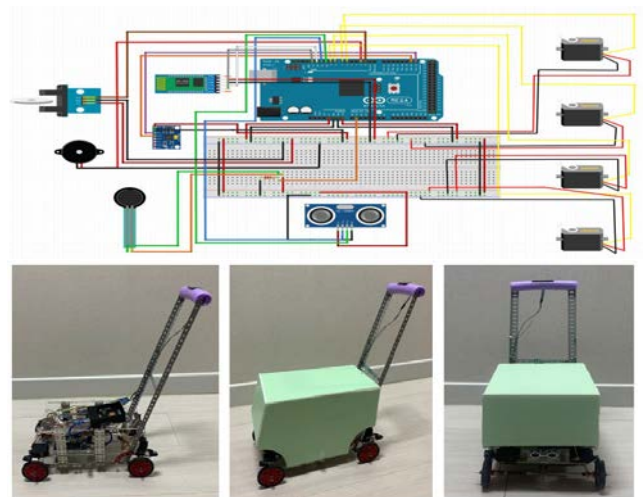
먼저 핸들의 압력 감지 유무로 나누어준다. 압력이 감지되었을 경우, 보호자가 핸들을 잡고 있다고 판단하여 경사로를 감지한다. 경사가 존재한다면 안전

보조 기능을 작동시켜 경사의 정도에 따라 바퀴에 압력을 상이하게 가해준다. 압력이 감지되지 않았을 경우, 속도를 감지한다. 속도가 감지된다면 경사로와 장애물을 감지하여 4가지 케이스로 동작을 구분한다. 동작이 진행되면, 브레이크 작동과 동시에 제품의 기울기를 측정한다. 기울기가 $\pm 40^\circ$ 이하라면, 제품이 안전하게 정지한 것을 알 수 있다. 제품의 기울기가 예측 값인 $\pm 40^\circ \sim \pm 45^\circ$ 라면, 블루투스로 보호자의 핸드폰에 푸시알림을 전송한다. 제품의 기울기가 $\pm 45^\circ$ 이상이라면, 부저를 울린다. 모든 단말 기능이 처리되면 서보모터는 초기 각도로, flowchart는 처음으로 돌아간다.

3. 시스템 구현

3-1 실험환경

여러 실험을 통해 넘어짐 예측 및 예방의 정확도를 높이는 것이 본 연구의 주요 목적 중 하나이기 때문에, 실제 제품과 비율이 유사하지만, 크기를 1/2로 축소한 모형을 제작하였다. 또한 센서들의 회로도에는 (그림 4)와 같이 설계했다. 서보모터의 초기 각도는 앞바퀴 90° , 뒷바퀴 120° 로 설정한다. 필터 적용한 roll값의 값에 따라 서보 모터의 각도를 앞바퀴 $5\sim 10^\circ$, 뒷바퀴 $170\sim 175^\circ$ 로 경사에 따라 조절한다. 브레이크 작동 시 경사 기울기를 판단하여 기울기가 있을 경우, 기울기에 따라 서보모터의 각도를 앞바퀴 $5^\circ \rightarrow 0^\circ$, 뒷바퀴 $175^\circ \rightarrow 180^\circ$ 로 서서히 조절하여 사고를 예방한다. 평지에서는 앞바퀴 0° , 뒷바퀴 180° 로 작동한다.

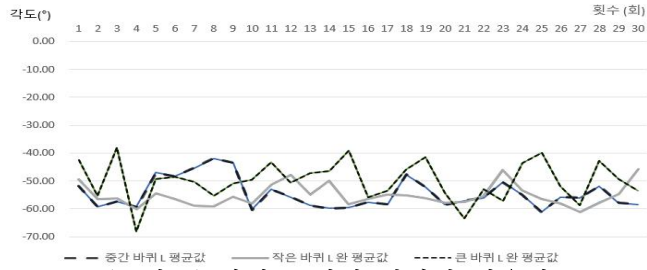


(그림 4) 회로도와 제작 모형

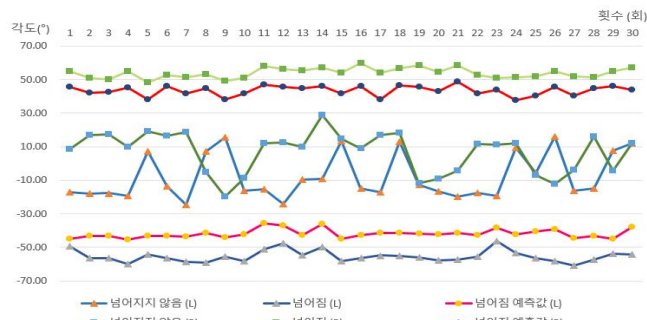
3-2 실험 결과

실험 결과의 정확도를 높여 다른 제품에도 적용할

수 있도록 바퀴의 크기와 제품의 크기를 일정 비율로 축소 및 확대하여 실험을 진행하였다. (그림 5)는 각 2.5cm, 3.5cm, 7cm의 반지름인 바퀴로 진행한 결과, 약 40~60°로 기울기가 유사함을 나타낸다.



(그림 5) 바퀴 크기별 넘어짐 기울기



(그림 6) 넘어짐 기울기 및 예측

각도 (°)	±35 ~ ±40	±40 ~ ±45	±45 ~ ±50
비율 (%)	16.67	56.67	26.66

<표 1> 제품 기울기 예측 확률 표

(그림 6)은 제품이 흔들렸을 경우, 제품이 완전히 넘어졌을 경우의 기울기를 나타낸다. 넘어짐 예측값은 위의 두 기울기 사이에 속하는 값이면서 완전히 제품이 넘어졌을 때 측정되는 65도 이상의 값을 제거한 값들의 평균이다. 그래프를 통해 넘어짐을 예측할 수 있는 각도와 비율은 <표 1>과 같다.

(그림 6)와 <표 1>의 결과값을 반영한 코드를 동작시킨 결과, 예측값인 $\pm 40 \sim \pm 45^\circ$ 를 기준으로 그 이하의 기울기에서는 사고 발생 확률이 7%로 매우 낮았고, 반대의 경우에는 사고 발생 확률이 89%로 높았다. 이것은 실험 결과의 정확도가 높다는 것을 나타낸다.

각도 (°)	0 ~ ±5	±5 ~ ±10	...	±25 ~ ±30	±30 ~ ±35	±35 ~ ±40	±45 ~ ±50	...
비율 (%)	100	100	...	100	100	98	89	...

<표 2> 브레이크 제동 확률 표

또한 <표 2>는 2-3.시스템 동작에 따라 순차적으로 구간을 나누어 실험한 결과, $\pm 30 \sim \pm 35^\circ$ 까지 제품의 브레이크 기능이 100% 정상 작동하는 것을 나타낸다. 단순 사고 예방률이 높다는 것을 알 수 있다.



(그림 7) 블루투스 푸시 알림

<표 1>의 실험 예측값인 $\pm 40 \sim \pm 45^\circ$ 에 기울기가 도달하였을 경우, 사용자의 주의를 이끄는 부저와 푸시 알림이 정상적으로 작동한다.

4. 결론 및 향후 계획

본 연구의 목적은 보행 보조 도구를 사용할 때, 사고 발생률이 높거나 불편을 야기할 수 있는 상황을 예측 및 예방하는 것이다. 브레이크 작동 후에도 제품의 기울기를 확인하는 것은 보호자가 보행 보조 도구에게서 신경이 멀어졌을 때, 도로의 노면이 고르지 못할 때, 정지 중에도 사람과 같이 움직이는 물체가 제품에 충격을 가했을 때 등 단순 브레이크 기능이 아닌 사고 예방에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 이를 통해 유모차 사고 중 가장 높은 비율이었던 추락/넘어짐/미끄러움 사고의 위험성 감소가 기대된다. 또한 경사로 분포도가 높은 지역 거주자의 위험 부담감 및 불안감의 감소가 예상된다. 더 나아가 제품의 비율 및 크기를 고려해, 본 연구의 예측 값을 다른 제품에도 적용 가능하다.

참고문헌

[1] 박재용, [하이빔]교통약자와 비약자의 사각지대를 없애야, 오토타임즈, 2022.08.17., http://autotimes.hankyung.com/apps/news.sub_view?popup=0&nid=01&c1=01&c2=01&c3=00&nkey=202208161218441

[2] 한국소비자원 소비자안전본부 생활안전팀, 「유모차 안전사고 실태 조사」, 2009.12

[3] 박용준, 고령인구 밀집지역, 주거지 경사 심하고 보도도 불량, 뉴스토마토, 2022.08.01, <https://www.newstomato.com/ReadNews.aspx?no=1063636>

[4] 김계영, 김정준, 황광일, 「가속도센서를 통한 물체의 효율적인 이동속도 및 궤적 추정에 관한 연구」, 2017년 춘계학술발표대회 논문집 제24권 제1호, p1187-1188.