시각장애인의 안전한 이동을 도와주는 지능형 카트

서찬[1], 윤인경[1], 이세희[1], 박지원[2], 김인수[3]
[1]한국공학대학교 임베디드시스템학과, [2]한국공학대학교 전자공학과, [3]한전 KDN
chan990227@naver.com, ing6264@naver.com, sehui0810@gmail.com, w302@naver.com, diun81@daum.net

Intelligent Carts that Help the Visually Impaired Move Safely

Chan Seo[1], In-Gyung Yun[1], Se-Hui Lee[1], Ji-Won Park[2], In-Soo KIm[3],
[1]Dept. of Embedded System, Tech University of Korea
[2]Dept. of Electronic Engineering, Tech University of Korea, [3]KEPCO KDN

요 약

본 논문은 시각장애인 안내견이 부족한 상황 개선과 시각장애인에게 안전하고 자유로운 이동을 제공해주는 “시각장애인의 안전한 이동을 도와주는 지능형 카트”를 제안한다. 주요 특징은 다음과 같다. 첫째, 지문 인식 센서를 활용해 지문 등록 후 본인 인증을 하고 압력 센서를 활용해 카트 손잡이를 잡았을 경우에만 카트가 출발하도록 한다. 둘째, 라이다, 카메라를 이용하여 자율 주행 한다. 셋째, 음성인식 통해 목적지 설정, 속도 조절, 경고 알림 기능을 제공한다. 넷째, 짐칸을 설치하여 음성인식으로 여닫을 수 있도록 한다. 다섯째, 앱을 통해 카트 운전 모드를 변경할 수 있다.

1. 서론

안내견은 시각장애인의 안전한 보행을 지원하며 그들의 가족처럼 소중한 역할을 수행한다. 그러나 안내견을 육성하는 데에는 상당한 비용이 요구되어, 우리나라에서 안내견을 만나기는 현실적으로 어려운 상황에 있다.[1] 또한, 모든 안내견이 훈련만 마쳤다고 해서 시각장애인의 보행을 완벽히 도울 수 있는 건 아니다. 안내견의 도움을 받기 위해선 시각장애인이 이미 길을 알고 있어야 하기 때문이다.[2] 더욱이, 도시에서 안내견에 대한 인식은 반려견과 마찬가지로 도시 주민에게 피해를 줄 수 있다는 인식이 존재하고, 안내견의 출입을 거부하는 경우도 여전히 발생하고 있고 시각장애인들은 물품을 구매하기 위해 활동 보조인이나 직원의 도움을 받아야 한다.[3] 이에 따라 안내견을 대신해 안전한 이동을 보장해주고 자유로운 외부 활동을 제공해주는 것이 필요하다. 이에 본 논문은 “시각장애인의 안전한 이동을 도와주는 지능형 카트”를 제안한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

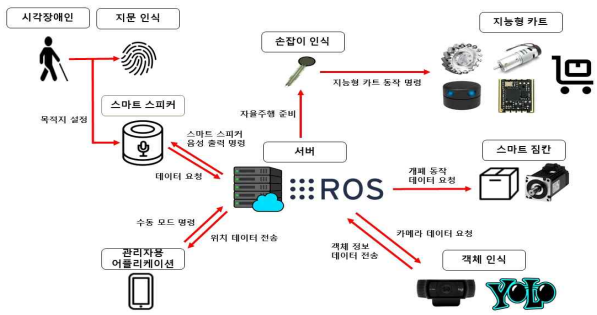

그림 1. 시스템 구성도

‘시각장애인의 안전한 이동을 도와주는 지능형 카트’ 프로세스는 자율주행에 필요한 라이다, 이동에 필요한 DC 모터, 구매하고자 하는 물품을 인식하는 카메라로 구성된 지능형 카트, 시각 장애인에게 음성 명령을 받아 서버에 데이터 요청을 하는 스마트 스피커, 음성 명령을 받아 자동 개폐하여 물건을 담아놓을 수 있는 스마트 짐칸, 관리자가 사용자의 위치 파악 및 이동로봇의 수동 조작을 할 수 있는 앱으로 구성된다.

2.2 모바일 흐름도

회원가입 및 로그인 후 지능형 카트의 위치를 파악하는 ‘위치 파악’, 지능형 카트의 운전 모드를 변경하는 ‘모드 변경’, 지능형 카트 사용 정보를 확인하는 ‘사용 정보 확인’ 기능이 있다.

그림 2. 모바일 흐름도

2.3 전체 동작 알고리즘

사용자의 정보(지문)를 등록하고 서버에 저장된 지문과 사용자의 지문을 비교 후 인식되면 음성으로 목적지를 설정 후 목적지까지의 거리 및 소요 시간을 음성으로 안내한다. 사용자가 카트의 손잡이를 잡으면 자율주행을 시작한다. 장애물을 인식하면 속도 조절, 음성으로 장애물 알림을 해주고 거리가 1m 이하이면 카트는 정지한다. 자율주행 이동 중 주변 맛집 및 쇼핑 정보가 있으면 음성으로 정보를 알려준다. 예를 들어 목적지인 마트에 도착하면 카메라가 물품 인식 후 음성으로 정보를 안내해주고 “짐칸 열어줘”라는 명령이 인식되면 짐칸의 뚜껑이 열리고 사용자는 구매 물품을 보관한다. 마트에서의 구매를 마치면 카트는 출발지로 복귀 후 종료된다.

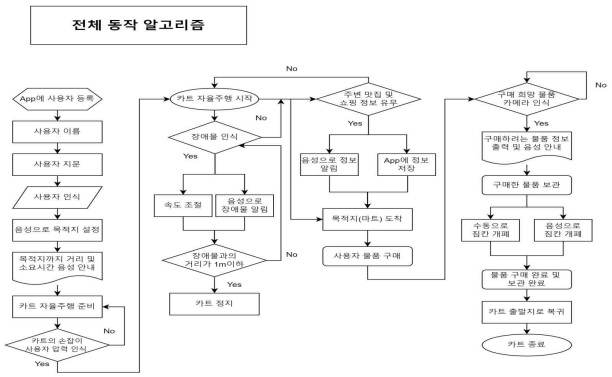

그림 3. 전체 동작 알고리즘

2.4 주행 관리 알고리즘

평상시 모터 PWM은 시각장애인 걸음 속도 2.5km/h 기준, 150으로 설정한다. 첫째, 카메라 센서가 노면 상태와 단차 정보 수집한다. 노면 상태가 '비포장'이면 $PWM \times 0.5$, '아스팔트'이면 PWM 유지, '보도블럭' 중 '선형'이면 PWM 유지, '점형(교차로)' 이면 신호등이 있다고 판단하여 정지하고 상황 판단 후 이동한다. 단차($x\,[cm]$)가 $1 \le x < 3$이면 $PWM \times 0.7$, $3 \le x < 5$일 때 단차를 내려가는 상황이면 $PWM \times 0.8$ 하여 속도를 줄이고 단차를 넘어가는 상황이면 $PWM \times 1.2$ 하여 속도를 높여 단차를 넘어갈 수 있도록 한다. $x > 5$이면 단차를 넘어갈 수 없다고 판단하고 서버에 이동 불가 데이터를 보내면 서버에서 신규 이동 경로 데이터를 카트에 보내어 수정된 경로를 따라 이동한다. 둘째, 주행 정보를 비롯한 배터리 정보를 수집한다. 총 배터리 수명과 잔여량을 서버로 전송한다. 배터리 잔여량($b[mAh]$)이 $b = 20\%$, $b < 10\%$, $b < 5\%$ 조건에 따라 서버 통해 스마트 스피커에게 배터리 잔여량 및 예상 주행 시간 데이터 출력 명령 내리고 각각 주황LED ON, 빨간LED ON, 빨간LED를 점등한다.

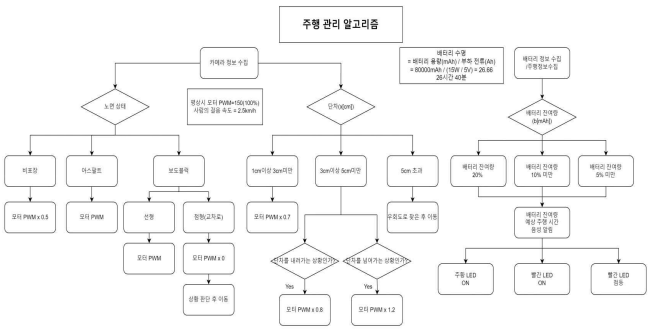

그림 4. 주행 관리 알고리즘

2.5 안전관리 속도제어 알고리즘

카메라와 라이다 센서를 통해 주행 정보를 수집하고 심박수 측정 밴드를 이용하여 심박수 정보를 수집한다. 전방 장애물 인식 후 장애물 인식 거리($d[m]$)가 $2.5m \le d < 3m$이면 $PWM \times 0.82$, $2m \le d < 2.5m$이면 $PWM \times 0.72$, $1.5m \le d < 2m$이면 $PWM \times 0.62$, $1m \le d < 1.5m$이면 $PWM \times 0.52$, $d < 1m$이면 모터 정지 데이터를 서버로 전송하고 스마트 스피커에서는 정지 데이터를 받아 음성으로 정지 예고 후 5초가 지나면 $PWM \times 0$을 하여 정지한다. 정상 심박수 상태인 $60bpm \le$ 심박수 $\le 100bpm$이면 모터 PWM을 유지하고, 심박수 $< 60bpm$ 저혈압이거나 심박수 $> 100bpm$ 고혈압이면 $PWM \times 0.62$를 하여 속도를 감소시키고 심박수가 평균으로 다시 되돌아왔는지 심박수 밴드를 통해 확인 후 되돌아오면 정상 모터 PWM인 150으로 설정하고 되돌아가지 않았다면 $PWM \times 0$을 하여 정지 후 관리자에게 경고 알림을 준다.

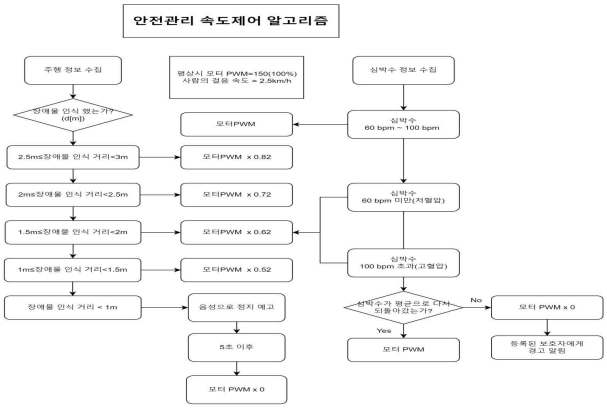

그림 5. 안전관리 속도제어 알고리즘

2.5 구현 결과

그림 6-1. 지능형 카트

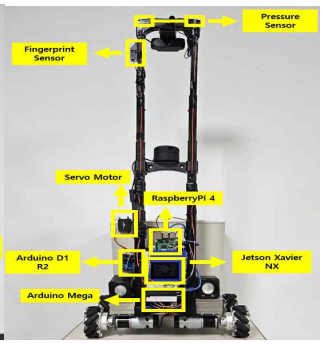

그림 6-2. 결선도

그림 6-1과 6-2는 "시각장애인의 안전한 이동을 도와주는 지능형 카트"의 전반적인 형태를 나타낸다.

2.6 결론

'시각장애인의 안전한 이동을 도와주는 지능형 카트'는 시각장애인의 안전한 이동을 보장, 사회적 비용 절감, 시각장애인 자립성을 증대할 수 있으며 나아가 의료 기관 및 실버타운에서의 이동 수단 및 재활의 목적으로 활용할 수 있음을 기대한다.

Acknowledgement

본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 메디컬투데이. (2022.09.28.). "장애인 보조견 매칭률 20% 불과...'예산 등 지원 확대 필요'"

[2] 경기신문. (2022.10.14.)."시각장애인과 안내견의 동행, 아직도 '먼 길'

[3] 김영수. "시각장애인의 안내견 필요에 영향을 미치는 요인", 한국웰니스학회, vol.16(3), pp.1-2, 2022