

인공지능(AI) 기반 최적화 경로와 자율주행을 제공하는 보행 장애인을 위한 스마트 시스템 설계에 관한 연구

송제호*, 곽표성**, 박의준***

*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학)

**금성아이티

***전북대학교 IT응용시스템공학과

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

A Study on the design of a smart system for walking disabilities providing AI-based optimized routes and autonomous driving

Je-Ho Song*, Pyo-Sung Gwak**, Eui-Jun Park***

*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),

Chonbuk National University

**GOLDSTAR IT Inc

***Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

요약

본 논문에서는 보행 장애인들의 안전하고 효율적인 도로 주행을 위한 보행 장애인을 위한 스마트 시스템을 제안한다. 보행 장애인용 스마트 시스템은 전동 휠체어에 자율주행 기능을 적용하고, 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템을 연동하여 내비게이션에 제공하는 최적 경로에 따라 전동 휠체어의 자율주행이 이루어지도록 하였다. 이때, 제공되는 경로는 도로의 상태와 주변 환경에 대한 실시간 데이터를 바탕으로 설정된다. 특히, 도로의 상태와 기울기, 장애물 여부, 사람의 밀집도 등 주행에 영향을 미칠 수 있는 모든 데이터를 수집하여 'S-빅데이터'로 정의하고, 이를 기반으로 주행 경로를 판단한다. 주행을 지속할수록, 데이터는 중앙 서버에 축적되어 시스템의 성능을 지속적으로 향상시킨다. 보행 장애인을 위한 스마트 시스템은 보행 장애인들이 돌발 상황이 발생하더라도 대처할 수 있고, 안전한 경로를 선택하여 주행하는데 기여할 것으로 기대된다.

내가 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 보행 장애인들의 안전하고, 최적의 경로 선택이 가능한 주행을 돕기 위하여 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템과 보행 장애인용 보조기구의 자율주행을 제공하는 보행 장애인을 위한 스마트 시스템을 제안한다.

보행 장애인 전용 내비게이션 시스템은 보행 장애인들만을 위한 도로 위의 다양한 요소, 요인들을 고려하여 안전하고 쾌적한 경로를 제공하도록 하며, 이를 자율주행 시스템과 연동하여 목적지까지 안전하게 이동할 수 있게 하고자 한다.

1. 서론

보행 장애인들의 전동 휠체어 등 보행 장애인용 보조기구를 이용한 도로 주행을 일반인들과는 다른 특성을 보인다. 익숙하지 않은 길보다는 익숙한 경로를 선호하며, 주행하는 도로의 폭과 도로 바닥의 상태, 도로의 경사도 등 고려해야 할 사항이 일반인보다 더 많을 수밖에 없다.

또한, 평소에 자주 이용하던 도로가 공사 등 어떠한 이유로 통행이 제한될 경우 일반인들은 다른 우회로를 택할 수 있지만, 보행 장애인은 우회로로 택한 도로가 전동 휠체어의 주행에 적합하지 않을 수 있기 때문에 다른 경로를 선택하는 것이 어렵거나 불가능할 수 있다.

낮선 도로를 주행하다 보면 갑작스러운 돌발상황에 대처하지 못할 수 있으며, 전동 휠체어는 배터리로 운행이 되기 때문에 움직일 수 있는 거리에도 제한이 있다. 그렇기 때문에 행동 반경에 제약이 생기며 목적지까지 최적화된 경로의 안

2. 본론

보행 장애인을 위한 스마트 시스템은 보행 장애인들이 통행하기에 적합한 도로를 선택하여 목적지까지 안전한 최적 경로를 제공하는 내비게이션 시스템과, 내비게이션의 안내에 따라 전동 휠체어 자율주행 시스템으로 구성된다. 그림 1은 보행 장애인을 위한 스마트 시스템의 구성도를 나타내었다.



[그림 1] 보행 장애인을 위한 스마트 시스템 구성도



[그림 3] S-빅데이터 수집프로그램 및 맵핑 관련 이미지

전동 휠체어 자율주행과 내비게이션 시스템을 제공하기 위해서는 다수의 사용자가 사용할 수 있도록 클라우드형 사물인터넷(IoT) 기반의 네트워크 환경과 빅데이터를 통한 보행 장애인 안전 시스템 플랫폼의 개발이 필요하다. 도로의 전반적인 상황에 대한 모든 데이터를 S-빅데이터 (Sidewalk-Bigdata)라고 정의하고 이는 현장, 즉 도로의 경사, 진동, 도로 위의 장애물, 사람의 밀집도, 시간과 온도, 길의 특성, GPS 데이터 등을 의미한다.

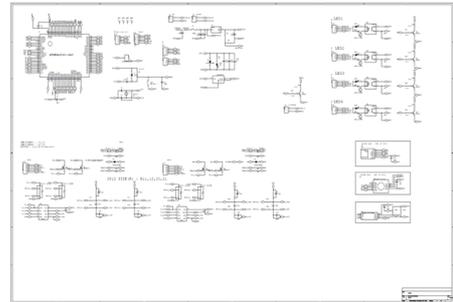
각각의 데이터는 경사는 가속도센서, 도로의 장애물과 사람의 밀집도, 길 특성 등은 인공지능 객체인식 엔진인 YOLO 디텍팅을 통하여, GPS는 GPS 모듈을 통하여 수집하고자 한다.

기존의 시중의 휠체어를 S-빅데이터 수집에 적합하도록 튜닝을 진행하였고, 테스트 지역을 선정하여 데이터를 수집하였다. 휠체어 S-빅데이터 수집 프로그램은 WEB 모니터링 기반의 DB는 MSSQL을 사용하였고, 지도 API는 SKT MAP OPEN API를 이용하였다. 그림 2는 휠체어 테스트 모습을 나타낸 것이고, 그림 3은 S-빅데이터 수집프로그램 및 맵핑 이미지를 나타낸 것이다.



[그림 2] 휠체어 테스트 모습

S-빅데이터를 수집하기 위해서 각각의 데이터 수집에 적합한 수집센서와 IoT 환경 제어기를 제작하였다.[1,2] 로컬 SD카드 수집장치 및 100W급 모터제어기는 MCU는 Atmega2560-16AU를 사용하였고, 입력장치는 포토커플러, 전류, 시간, EEPROM, 외부 TTL 통신과 출력장치는 DC 정역회전(12-24V, 약 100W급)으로 구성하였다. 그림 4는 제어기의 회로와 제작한 PCB를 나타낸 것이다.



[그림 4] 로컬 SD카드 수집장치 및 100W급 모터제어기 회로 및 PCB

또한, WIFI 기반의 IoT 보드와 진동과 기울기 측정을 위해 RCU-890L LTE 모듈과 연동된 LTE 보드를 제작하였다. SMS서버 구성과 GPS 데이터 취득을 위한 제어기는 배터리 타입으로 구성하였으며 실시간으로 데이터를 서버에 전송하도록 하였다.[3]

보행 장애인을 위한 내비게이션 시스템은 Andorid 기반의 어플리케이션을 이용하여 구현하였다. 그림 5는 보행 장애인

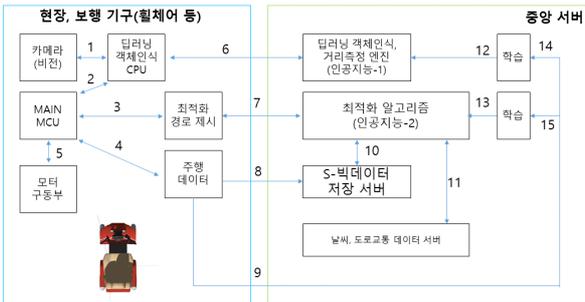
전용 내비게이션 어플리케이션 UI/UX를 나타낸 것이다.



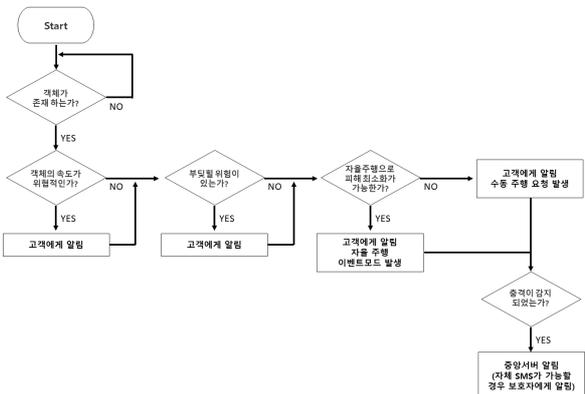
[그림 5] 보행 장애인 전용 내비게이션 어플리케이션 UI/UX

어플리케이션의 화면 구성은, 노약자들을 위하여 쉽게 터치할 수 있도록 버튼의 크기를 크게 구성하였으며, SMS 서버를 통하여 전동 휠체어에 탑승한 사용자에게 사고 등이 일어났을 때 연동된 보호자의 스마트폰으로 비상 문자를 보내어 사고를 알릴 수 있도록 하였다.

이러한 내비게이션 시스템은 전동 휠체어와 연동되어 내비게이션이 안내하는 경로에 따라 자율주행을 운전하도록 한다. 그림 6은 빅데이터 수집 및 자율주행 시스템 구성도를 나타내었고, 그림 7은 전동 휠체어의 자율주행을 위한 기본 판단 알고리즘이다.



[그림 6] 빅데이터 수집 및 자율주행 시스템 구성도



[그림 7] 판단 알고리즘

보행 장애인이 탑승한 전동 휠체어는 딥러닝 객체인식 엔진을 통해 객체인식과 객체에 따른 거리 인식을 하며, 서버에

서 최신으로 준 경로, 즉 최적화 경로 데이터를 통해 메인 MCU는 모터를 구동시킨다. 주행 경로는 현재의 GPS의 위치와 이동방향을 통해 현재의 상황데이터와 최적 목적지에 대한 데이터를 중앙서버(7)에 요청하여 메인 MCU(3)에 전달 후 메인 MCU의 판단 하에 자율주행을 진행한다.

또한, 전동 휠체어에 실시간으로 주행 데이터는 중앙서버(8)에 전송하여 빅데이터가 축적된다. 이런 방식으로 인해 주행을 할수록 빅데이터의 정보가 방대해지고 유효해지며 주행 도로에 대한 날씨나 도로 상의 사고, 공사 등의 데이터를 미리 받아(9) 사용자에게 알려주거나 반영할 수 있다. 예를 들어, 목적지까지 세 가지 경로가 있고 기존의 최적화 경로가 첫 번째 경로이지만, 해당 경로에 큰 공사가 있어 전동 휠체어의 주행이 힘들다고 판단될 경우(11) 최적화 알고리즘에서 판단하여 최적화 경로를 제시한다.

이에 최적화 경로에 따라 자율주행을 운전하게 되면, 정면 카메라 데이터를 이용해 장애물을 인식하기 위한 실시간 객체 찾기(ROF : Real-time Object Finding) 알고리즘과 경로 통과 가능 여부(WPCP : Whether Path Can be Passed) 알고리즘에 따라 도로 위의 장애물을 찾고, 피하게 된다.[4]

도로 위의 객체를 인식하고 감지할 수 있도록 YOLO 엔진을 이용하여 학습을 진행하였다. 테스트 영상을 YOLO 모델이 Input으로 넣으면 매 프레임마다 인식되는 객체들의 좌표, 클래스, 점수 정보가 추출되며, 다중 객체를 인식하기 때문에 다수 개의 정보가 추출된다. 따라서 해당 객체가 어떤 클래스에 속하는지 분류하고, OpenCV 라이브러리를 이용하여 추출된 좌표 구간을 bounding box 처리한다. 또한, 점수 정보를 이용하여 일정 기준 점수를 통과한 예측만 bounding box 처리하여 모델의 정확도를 향상시켰다. 그림 8은 YOLO 모델의 다중 객체 인식을 나타낸 것이다.



[그림 8] YOLO 모델 다중 객체 인식

3. 결론

본 논문에서는 보행 장애인의 안전하고 효율적인 주행을 가능하도록 최적화 경로를 안내하고 자율주행을 적용한 보행

장애인용 스마트 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 전동 휠체어의 자율주행 기능과 보행 장애인 전용 내비게이션을 연동하여, 도로의 상태와 주변 환경에 대한 실시간 정보를 바탕으로 최적화된 경로를 제공한다. 특히, 도로의 상태나 경사, 사람의 밀집도, 장애물 등 주행에 영향을 미칠 수 있는 모든 데이터를 S-빅데이터라 정의하여 경로 판단에 이용하였다.

이러한 빅데이터와 인공지능 객체 인식 기술을 활용하여 전동 휠체어가 스스로 주행 경로를 판단하고, 안전한 길을 선택할 수 있도록 하였다. 이를 통해 보행 장애인은 새로운 경로에서도 안정적으로 주행할 수 있으며, 이동 중 발생하는 다양한 데이터는 중앙 서버에 축적되어 시스템의 성능을 향상시킨다.

향후 연구에서는 딥러닝 모델과 객체 인식 기술을 더욱 고도화하여 다양한 환경에서도 적용 가능한 시스템으로 발전시키고자 한다. 또한, 사용자 경험을 바탕으로 개개인에게 맞춤형 기능을 추가하고, 더 많은 도로 환경 데이터를 수집함으로써 보행 장애인의 이동 편의성을 더욱 높일 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Jacob Fraden, “현대 센서공학”, 한빛아카데미, 2021
- [2] 김원희, 김준식, “자동화를 위한 센서 공학”, 성안당, 2020
- [3] Norman S. Nise, “제어시스템공학”, 홍릉과학출판사, 2015
- [4] 나희수, 원영진, 윤중근, 이상민, 안명일, 김동현, 문중훈, “2채널 영상 스트리밍 기술을 적용한 차량용 전. 후방 무선 영상 모니터링 시스템”, 전자공학회논문지, Vol.51, Issue 12, pp.210-216, 2014

본 연구는 2022년도 중소벤처기업부의 산학 Collabo R&D사업 지원에 의한 연구수행 결과물임을 밝힙니다.
[과제번호 : S3301656]