

보행 장애인의 사고 방지와 효율적인 경로 안내를 위한 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템 설계에 관한 연구

송제호*, 곽표성**, 박의준***

*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구 센터

**금성아이티

***전북대학교 IT응용시스템공학과

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

A Study on the design of a navigation system specifically for the walking disabled to prevent accidents and provide efficient route guidance

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

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

Smart Grid Research Center, Chonbuk National University

**GOLDSTAR IT Inc

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

요약

본 논문에서는 보행 장애인들의 도로 주행을 보다 안전하고 원활하게 도와주는 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템을 제안하였다. 이를 위해 보행 장애인들의 도로 주행에 영향을 미치는 각종 요인들을 S-빅데이터로 정의하고, 이를 활용하여 보행 장애인에게 최적화된 주행 경로를 안내할 수 있도록 보행 장애인 전용 보조기구에 각종 센서를 부착하여 S-빅 데이터를 수집하고자 하였다. 휠체어의 구동을 위한 모터 제어기와 데이터 수집을 위한 센서, GPS 데이터 취득을 위한 제어기를 구성하였으며, 시스템의 안정성과 정확성을 검증하기 위하여 오차 및 오차율 측정 시험을 하였다. 또한, 보행 장애인 전용 내비게이션 어플리케이션을 개발하여 사용자가 보다 안전한 주행을 할 수 있도록 하였고, 사용자의 편의성을 고려하여 UI/UX를 설계하였다. 또한, SMS 서버를 이용하여 비상 상황 발생 시에는 보호자에게 즉시 알림을 전송할 수 있도록 하였다. 결과적으로, 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템은 보행 장애인들의 주행을 안전성과 편의성 측면에서 크게 향상시킬 것으로 기대된다.

1. 서론

일반적으로 사람들은 나이가 들거나 몸이 불편해지면 휠체어를 사용하게 된다. 이처럼 몸의 거동이 불편한 사람들은 휠체어에 대한 의존도가 크고 거주지를 기준으로 일정 범위를 돌아다닌다. 그러나 일반적인 사람들이 이동하기에 어려움이 없는 도로도 보행 장애인들은 이용에 불편함을 겪을 수 있다.

휠체어와 같은 보행 장애인용 보조기구의 특성으로 인하여 경사가 급하거나 폭이 좁은 도로, 요철이 많고 바닥이 고르지 못한 도로는 보행 장애인들의 주행에 어려움을 겪게 하는 요소이다. 또한, 아직 보행 장애인용 보조기구의 조작에 익숙한 사람들은 도로 위의 갑작스러운 상황에 빠르게 대처를 하지 못하고 사고를 당할 위험성도 존재한다.

평소에 자주 이용하던 도로가 공사 등으로 인하여 통행이

금지될 경우 사람들은 큰 어려움 없이 다른 길을 선택하여 돌아갈 수 있지만 보행 장애인들에게는 다른 경로를 선택하기가 어렵거나 불가능할 수도 있다. 따라서, 보행 장애인들이 겪는 경로 선택 및 주行的 어려움을 해소하고자 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템을 제안한다.

보행 장애인들은 도로 주행을 할 때 많은 제약과 고려할 사항이 있기 때문에 보행 장애인만을 위한 전용 내비게이션 시스템이 필요하다. 보행 장애인들의 주행에 영향을 주는 여러 요소들을 고려하여 최적화된 경로를 안내한다면 보행 장애인들이 도로를 주행할 때 겪는 어려움을 최소화할 수 있을 것이다. 또한, 평소 이용하던 경로가 통행에 제한이 생기더라도 즉시 우회로를 안내받을 수 있을 것이다.

2. 본론

일반적인 사람들은 목적지까지 가장 빠른 경로를 선택하겠지만, 보행 장애인들은 조금 돌아서 가더라도 더욱 안전한 경

로를 선택하게 될 것이다. 도로에는 보행 장애인들의 주행에 영향을 미치는 다양한 요소들이 있다. 이러한 정보들을 수집하여 보행 장애인들에게 최적의 이동 경로를 추천해주도록 설정하여 이동의 불편함을 줄이고자 하였다.

이처럼 주행에 영향을 미치는 도로의 각종 요소들을 S-빅데이터(Sidewalk-Bigdata)라고 정의하였으며 S-빅데이터는 도로의 경사, 진동, 장애물, 사람의 밀집도, 시간, 온도, 도로 특성, GPS 데이터, 초음파, 적외선, 카메라 등을 의미한다.

기존의 휠체어를 S-빅데이터를 수집하기 적절하도록 S-빅데이터 수집용 센서를 부착하여 튜닝하여 테스트를 진행하였고, T-MAP OPEN API를 이용하여 테스트 지역에서 데이터를 수집하였다.[1,2] 그림 1과 그림 2는 S-빅데이터 수집 프로그램 및 맵핑 관련 이미지를 나타낸 것이다.



[그림 1] S-빅데이터 수집프로그램 및 맵핑 관련 이미지



[그림 2] S-빅데이터 수집프로그램 및 맵핑 관련 이미지

휠체어 구동을 위한 모터 제어기와 로컬 SD카드 수집장치, WIFI 기반의 IoT 보드와 진동, 기울기 등 S-빅데이터 측정을 위한 LTE 보드를 구성하였다. 진동 데이터는 MEMS 센서를 통해 입력을 받고, X, Y, Z의 가속도를 통해 진동 데이터 값을 계산하였다.

거리 측정 센서로는 레이저 센서와 초음파 센서를 사용하였으며, 실제 물체 거리와 센서에 의한 측정 거리에 대한 오차를 테스트를 진행하였으며 시험 결과는 표 1과 표 2에 나타

내었다.

[표 1] 레이저 센서 거리 측정 오차율

횟수	1	2	3	4	5
기준거리(m)	200 cm	200 cm	200 cm	400 cm	400 cm
센서 측정값	199.88cm	199.88cm	199.88cm	399.96cm	399.96cm
오차	-0.12 cm	-0.12 cm	-0.12 cm	-0.04 cm	-0.04 cm
오차율	0.06 %	0.06 %	0.06 %	0.01 %	0.01 %

[표 2] 초음파 센서 거리 측정 오차율

횟수	1	2	3	4	5
기준거리(m)	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm	40 cm
센서 측정값	24.96 cm	24.86 cm	29.91 cm	29.90 cm	39.88 cm
오차	-0.04 cm	-0.14 cm	-0.09 cm	-0.1 cm	-0.12 cm
오차율	0.16 %	0.56 %	0.3 %	0.33 %	0.3 %

SMS 서버와 GPS 데이터 취득을 위한 제어기는 LTE 모듈을 통하여 GPS 데이터를 입력 받고, 실시간으로 데이터를 서버에 전송하도록 하였다. 두 위치에 따른 GPS 거리 측정 방식에 의하여 JAVA를 이용하여 GPS 거리 데이터 취득을 구현하였다. 그림 3은 GPS 좌표 간의 거리 측정 방법 소스코드를 나타낸 것이다.

```

Pi = 3.14159265358979323846
Lat1 = Lat1 * Pi / 180
Lon1 = Lon1 * Pi / 180
Lat2 = Lat2 * Pi / 180
Lon2 = Lon2 * Pi / 180
D = 6378.137 * ACos( Cos( Lat1 ) * Cos( Lat2 ) * Cos( Lon2 - Lon1 ) + Sin( Lat1 ) * Sin( Lat2 ) )

<script type="text/javascript">

var lat1 = 41.3879169;
var lon1 = 2.1699187;
var lat2 = 40.4167413;
var lon2 = -3.7032498;

Distancia = Dist(lat1, lon1, lat2, lon2); //Return Kilometers

function Dist(lat1, lon1, lat2, lon2)
{
    rad = function(x) {return x*Math.PI/180;}

    var R = 6378.137; //Earth radius in km (WGS84)
    var dLat = rad( lat2 - lat1 );
    var dLong = rad( lon2 - lon1 );

    var a = Math.sin(dLat/2) * Math.sin(dLat/2) + Math.cos(rad(lat1)) * Math.cos(rad(lat2)) * Math.sin(dLong/2) * Math.sin(dLong/2);
    var c = 2 * Math.atan2(Math.sqrt(a), Math.sqrt(1-a));
    var d = R * c;

    return d.toFixed(3); //Return 3 decimals
}
</script>
    
```

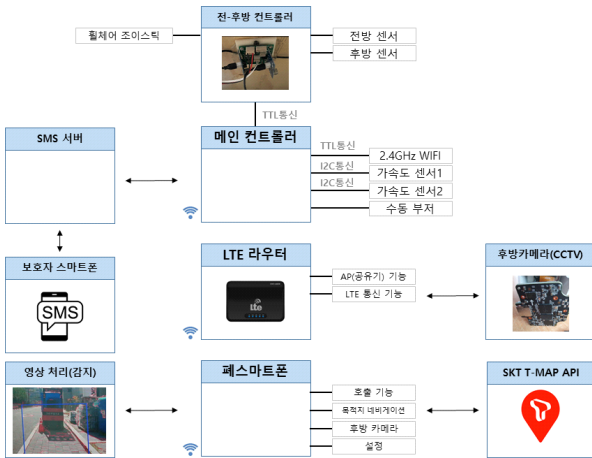
[그림 3] GPS 좌표 간의 거리 측정 JAVA 소스코드

측정된 GPS 데이터를 통하여 실제 GPS 데이터 값과 비교하여 GPS 취득 오차 분석을 하였다. 실제 GPS 값은 구글 지도 상의 GPS 데이터를 활용하였으며 이에 대한 결과는 표 3에 나타내었다. 총 20번의 측정 결과를 나타내었으며, 시험 결과 평균 오차 범위는 약 8.2 m의 결과를 얻었다.

[표 3] GPS 데이터를 통한 오차 범위 측정

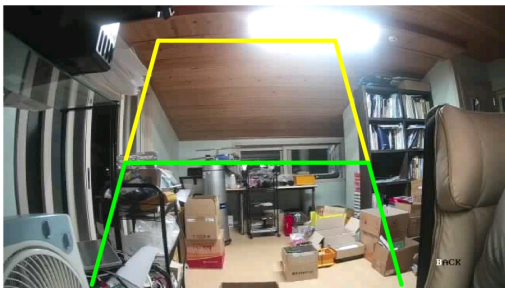
횟수	1	2	3	4	5
오차거리(m)	2.613	11.851	5.944	12.670	1.552
횟수	6	7	8	9	10
오차거리(m)	3.860	5.324	11.364	4.323	7.035
횟수	11	12	13	14	15
오차거리(m)	5.603	6.217	5.191	7.515	8.467
횟수	16	17	18	19	20
오차거리(m)	7.413	10.565	29.260	6.297	10.005

보행 장애인용 보조기구에 탑승하여 주행에 최적화된 경로를 안내할 수 있는 보행 장애인 전용 내비게이션 어플리케이션의 인터페이스 UI/UX를 개발하였다. 그림 4는 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템 구성도이며, 통신, 지도, 어플리케이션, 제어기, 센서, 인터넷 등 다양한 방법으로 시스템의 블록도를 구성하였다.



[그림 4] 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템 개요도

보행 장애인 전용 보조기구의 후방카메라 영상 연동은 RTSP와 MJPEG 코덱을 통한 방식으로 구성하였다.[3,4] 내비게이션 어플리케이션을 이용하여 주행 중에도 사용자가 수시로 후방을 확인할 수 있도록 하여 안전성을 향상하고자 하였으며, 후방 카메라 화면은 그림 5에 나타내었다.

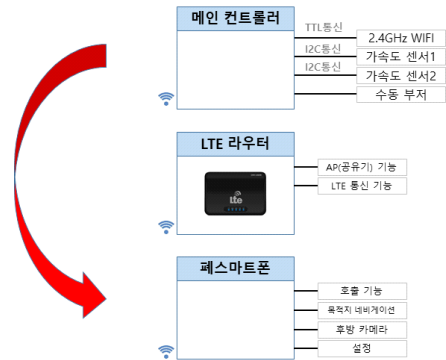


[그림 5] 보행 장애인 전용 내비게이션 후방 카메라 화면

시스템의 인터넷 구성은 LTE 모듈과 모뎀, 라우터를 통하여 구현하였다. 또한 SMS 서버를 이용하여 보조기구에 탑승한 보행 장애인에게 비상 상황이 생겼을 때, 보호자에게 즉

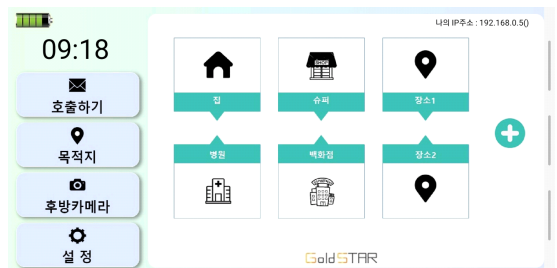
시 알림을 보낼 수 있도록 하였다.

보행 장애인 전용 내비게이션 시스템 하드웨어는 스마트폰을 재활용하여 활용하고자 하였으며, 내비게이션 어플리케이션을 다운받아 사용자가 로그인 후, 시스템을 이용할 수 있도록 하고자 하였다. 사용자의 연령대를 고려하였을 때, 거동이 불편한 노인분들의 경우는 기존의 ID와 PW를 입력하여 로그인을 하는 방식은 접근성에 어려움이 있다고 판단하였다. 따라서, 메인 컨트롤러와 어플리케이션 간의 연동을 통한 자동 로그인 방식으로 구성하였다. 그림 6은 이러한 자동 연동 로그인 시스템을 나타낸 것이다.



[그림 6] 메인 컨트롤러와 어플리케이션 간 연동을 통한 자동 로그인 방식

또한, 그림 7은 어플리케이션 UI/UX 구성을 나타낸 것으로 사용자가 편리하게 조작할 수 있도록 터치 패널을 크게 구성하였다.



[그림 7] 보행 장애인 전용 내비게이션 어플리케이션 UI/UX

3. 결론

본 논문에서는 보행 장애인들이 도로를 주행할 때 겪는 어려움을 해소하고자, 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템과, 도로 주행에 영향을 미치는 도로의 경사, 진동, 장애물, 도로 특성, 사람 밀집도 등 다양한 요인을 S-빅데이터로 정의하고, S-빅데이터를 수집하기 위한 제어기를 설계하고 구성하였다.

보행 장애인 전용 내비게이션 시스템은 수집된 데이터를 기반으로 보행 장애인에게 최적화된 주행 경로를 안내하며,

센서와 GPS 데이터를 활용하여 사용자의 위치를 실시간으로 파악할 수 있도록 하였다.

시스템의 레이저 센서와 초음파 센서를 이용한 거리 측정과, 구글 지도 기반 실제 GPS 데이터와 취득 GPS 데이터 간 오차 및 오차율 측정 시험을 통하여 센서의 정확성과 안정성을 검증하였다. 또한, 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템은 스마트폰을 활용하여 어플리케이션 형태로 제공하고자 하였으며, 사용자의 조작감을 고려하여 사용이 용이하도록 어플리케이션 UI/UX를 개발하였다.

또한, SMS 서버를 이용하여 보행 장애인에게 비상 상황이 생겼을 경우에는 보호자에게 즉시 알림을 보내도록 하였다. 결과적으로, 본 논문에서 제안한 보행 장애인 전용 내비게이션 시스템은 보행 장애인들의 이동의 편의성을 향상시키고 안전성을 제고하는 데에 큰 도움을 줄 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 김원희, 김준식, “자동화를 위한 센서 공학”, 성안당, 2020
- [2] Jacob Fraden, “현대 센서공학”, 한빛아카데미, 2021
- [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]