

시각장애인 주거 공간 내 안전 지킴이 스마트 시스템

정성태¹, 민경배¹, 서찬¹, 하동연¹, 김인수²

¹한국공학대학교 임베디드시스템학과, ²한전 KDN

jst0951@gmail.com, chan990227@naver.com, cxz9700@naver.com, nerfn@naver.com, diun81@daum.net

Smart Safety System in Residential Space for Visually Impaired

Sung-Tae Jung¹, Kyung-Bae Min¹, Chan Seo¹, Dong-Yeon Ha¹, In-Soo Kim²

¹Dept. of Embedded System, Tech University of Korea, ²KEPCO KDN

요 약

본 논문은 시각장애인에게 큰 위험이 되는 주거 공간 내 위험 요소들을 감시하고, 경고를 알리는 “시각장애인 주거 공간 내 스마트 안전 시스템”을 제안한다. 주요 특징은 다음과 같다. 첫째, 정해진 시간 또는 음성 명령이 입력되면 이동로봇이 각 방을 자율주행으로 순회하며 위험 요소를 측정한다. 레이저 거리 센서를 활용한 단차 측정값, 열화상 카메라를 활용한 물웅덩이 위험도, 웹캠을 활용한 물체 변위 값을 측정하여 서버에 전송한다. 둘째, 각 방에 설치된 인체 감지 센서를 통해 사용자의 접근을 인식하고, 방에 들어가기 전 서버에 저장된 측정 데이터를 기반으로 스마트 스피커를 통해 위험 요소를 알린다. 셋째, 앱을 통해 관리자가 즉시 검사, 기록조회, 방 정보 수정 등을 이용하여 시스템을 관리한다.

1. 서론

시각장애인 수는 매년 증가하고 있다. 공공시설에서는 시각장애인을 위한 점자, 안전손잡이 등의 시설을 설치하였으나, 아파트 등 주거 환경에선 절대다수인 비장애인을 위한 설계가 주를 이뤄 장애인에 대한 편의성은 고려되지 않고 있는 실정이다[1]. 시각장애인은 욕실이나 부엌에서 미끄러져 넘어지거나 공간이 좁아서 문이나 수납장에 부딪히는 경우가 많고 유동적인 사물을 쉽게 인지하기 어려워 부딪히는 사고가 자주 발생한다[2]. 또한, 방마다 존재하는 단차, 욕실의 미끄러운 바닥으로 인해 위험에 노출되고 보행에 어려움이 존재한다. 이는 비장애인에겐 큰 영향이 없지만, 시각장애인에겐 큰 위험 요소가 된다. 따라서 주거 공간 내 위험 요소를 감시하고, 경고를 알리는 시스템 개발이 필요하다. 이에 본 논문은 “시각장애인 주거 공간 내 스마트 안전 시스템”을 제안한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

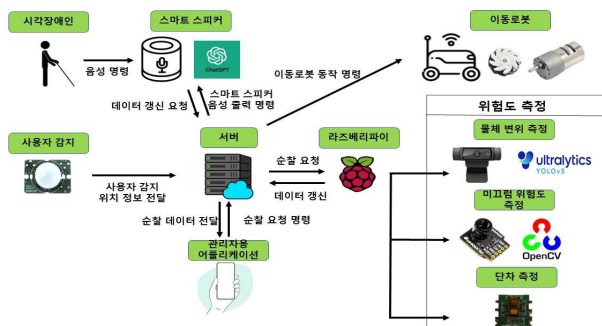


그림 1. 시스템 구성도

그림 1은 시스템 구성을 도식화한 것이다. ‘시각장애인 주거 공간 내 스마트 안전 시스템’은 시각장애인에게 음성 명령을 받아 서버에 데이터 갱신 요청을 하는 스마트 스피커, 자율주행에 필요한 라이다, 이동에 필요한 DC 모터, 메카닉

휠로 구성된 이동로봇과 단차 측정, 물웅덩이 위험도 측정, 물체 변위 측정을 포함한 주거 공간 내 위험도 측정 시스템, 관리자가 전체적인 시스템을 관리하는 앱으로 구성된다.

2.2 모바일 흐름도

그림 2는 모바일 흐름을 도식화한 것이다. 회원가입 시 사용자 정보를 등록하고 로그인 후 메인화면에서는 이전 주거 공간 내 위험 상황을 알 수 있는 ‘기록조회’, 이동로봇의 이동 순서를 정하는 ‘방 정보 설정’, 스마트 스피커 출력 ‘목소리 설정’, 이동로봇 순찰 시간을 정하는 ‘예약 시간 설정’ 기능이 있다. 또한 이동로봇 ‘즉시 검사’ 기능이 있다.



그림 2. 모바일 흐름도

2.3 스마트 스피커 및 이동로봇 동작 알고리즘

그림 3은 스마트 스피커 및 이동로봇 동작 알고리즘을 도식화한 것이다. 스마트 스피커가 실시간으로 음성 데이터 수집 중, 챗봇(이름)을 호출하면 명령 인식 모드가 시작된다. “순찰을 시작해줘”라는 명령이 인식되면 로봇 동작 명령을 서버를 통해 이동로봇에 전달한다. 명령을 수신 받은 이동로봇은 자율주행하여 등록된 방의 단차 측정, 물체 변위 측정, 미끄럼 위험도를 측정하며 순찰한다. 등록된 모든 방을 전부 순찰하면 처음 시작 지점인 충전 지점으로 복귀한다. 스마트 스피커가 “최신 위험도를 알려줘”라는 명령을

인식하면 서버에 저장된 최근 위험도 측정값을 음성으로 출력한다. 부가적으로 이동로봇에게 일상적인 질문을 하면 서버에 있는 챗봇 API를 통해 알맞은 응답을 생성 후 음성으로 출력한다. 그리고 음성 데이터를 수집할 때 집안 내 넘어짐 판단 데시벨 기준인 75db이상의 비명 소리와 바닥에 있는 충격 감지 센서의 수치가 575가 넘으면 사용자가 넘어졌다고 판단하여 신고 여부를 음성으로 질문 후 “신고해줘”라는 명령을 인식하거나 일정 시간 동안 응답이 없으면 자동으로 119에 SENS API를 통한 SMS 호출을 실행한다.

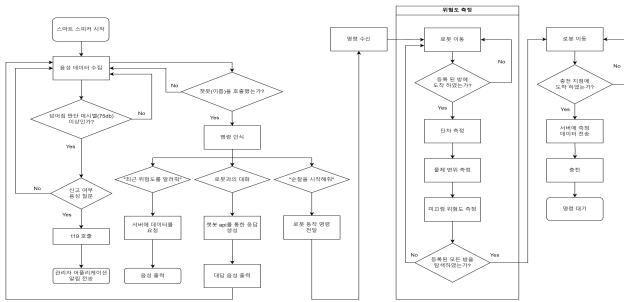


그림 3. 스마트 스피커 및 이동로봇 동작 알고리즘

2.4 위험도 측정 알고리즘

그림 5는 위험도 측정 알고리즘을 도식화한 것이다. 이동로봇이 방 도착 시 첫 번째로 레이저 거리 측정 센서를 통해 측정된 바닥과의 거리값(d)과 단차가 있을 시 측정된 거리값(d')을 이용하여 $(d - d')\cos\theta$ 수식에 대입해 단차(x [cm])를 계산한다. $x \geq 2$ 이면 단차가 있음을 판별하고 높이에 따라 사고 가능성을 나눈다. $x < 3$ 이면 사고 가능성 ‘낮음(하)’으로 판별, $3 \leq x < 5$ 이면 사고 가능성 ‘보통(중)’으로 판별, $x \geq 5$ 이면 사고 가능성 ‘높음(상)’으로 판별 후 서버로 단차 데이터를 전송한다. 두 번째로 열화상 카메라가 물웅덩이를 촬영하여 물과 주변 온도 차이를 구분한다. 물로 구분된 픽셀 카운트(w[개])가 $w < 48$ 이면 미끄러짐 위험도를 ‘저’로 판정, $48 \leq w \leq 96$ 이면 미끄러짐 위험도를 ‘중’으로 판정, $96 < w$ 이면 미끄러짐 위험도를 ‘고’로 판정하여 위험도 데이터를 서버로 전송한다. 만약 위험도가 ‘고’이면 제습기를 가동한다.[그림4 참조]. 세 번째로 카메라 센서를 활용해 YOLO 알고리즘을 적용하여 측정된 카메라 영상 내 물체들의 중심 좌표값(X1), 바운더리 크기 값(XD1)을 서버에 저장된 직전 값(X2, XD2)과 비교한다.

- $(X2 - X1) : x = 12[\text{개}] : 1\text{cm}$
- i) $X2 < X1$: X2에서 xcm만큼 오른쪽으로 이동,
- ii) $X2 > X1$: X2에서 xcm만큼 왼쪽으로 이동

- $(XD2 - XD1) : y = 8[\text{개}] : 1\text{cm}$
- i) $XD2 < XD1$: 기준에서 ycm만큼 앞으로 이동,
- ii) $XD2 > XD1$: 기준에서 ycm만큼 뒤로 이동

위 수식을 이용해서 좌우 변위(X축)와 원근 변위(Y축)를 측정하여 서버로 전송한다. 사용자가 등록된 방에 진입 시 인체감지센서가 서버를 통해 스마트 스피커에게 해당 방의 위

험도 측정 데이터 출력 명령을 내린다.

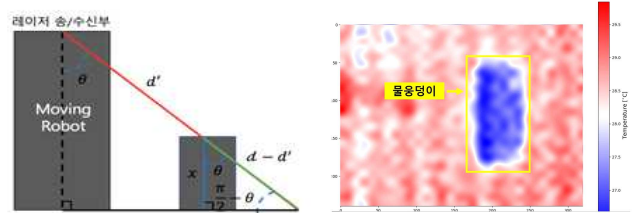


그림 4. 방문 단차 측정 수식과 열화상 출력 결과

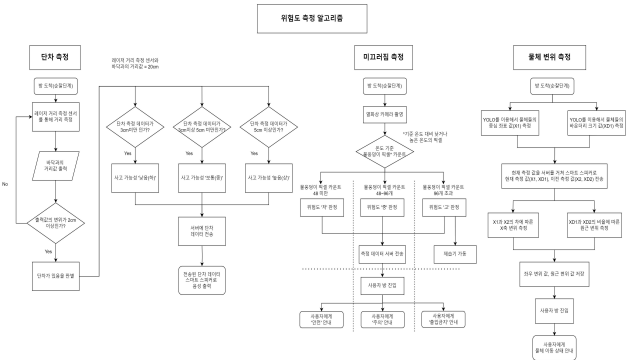


그림 5. 위험도 측정 알고리즘

2.5 구현 결과

그림 6은 주거 공간을 자율주행으로 순회하며 위험요소를 측정하는 이동 로봇의 전반적인 형태를 나타낸다.

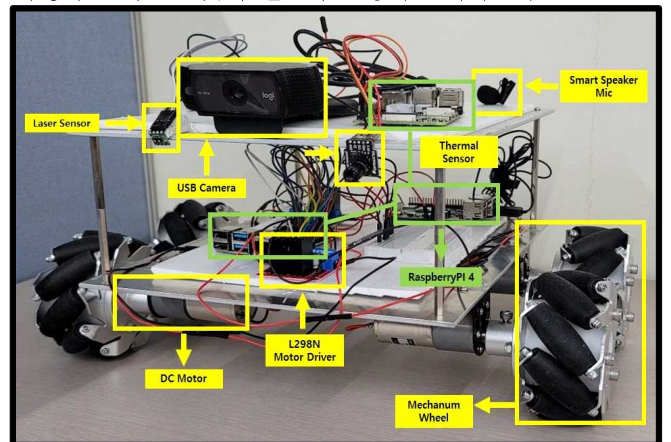


그림 6. 주거 공간 내 안전지킴이 스마트 시스템 이동로봇

3. 결론

본 시스템은 시각장애인 주거 공간 내 위험요소들을 사전에 파악하고 알려 시각장애인의 안전을 보장한다. 또한, 해당 시스템을 홈 IoT에 적용하면 안전 관련 다양한 서비스로 확장이 가능하고 높은 가치를 창출할 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 오윤진 “시각장애인의 생활안전의식, 가정 내 안전사고 경험 정도, 생활만족 간의 관계 연구: 가정 내 안전사고 경험 정도의 매개효과 검증을 중심으로”, 시각장애연구, vol.38(4), pp.4-5, 2022
- [2] 이소영, “시각장애인을 위한 주거 모형 개발”, 보건복지부, 2015