

시각 장애인을 위한 화재 대피 시스템

최혜린¹, 고정주², 박예찬³, 전상철⁴

¹ 서울과학기술대학교 컴퓨터공학과

^{2,3,4} 서울과학기술대학교 전기정보공학과

lin419@naver.com, jeongju2518@gmail.com, zrt9044@naver.com, ktuic123@gmail.com

A development of Evacuation Guidance System for Blind Person

Hye-rin Choi¹, Jeong-ju Go², Ye-chan Bak³, Sang-cheol Jeon⁴

¹Dept. of Computer Science, Seoultech University

^{2,3,4}Dept. of electrical and information engineering, Seoultech University

요 약

재난 상황 발생 시 정보 습득이 어려워 시각장애인의 경우 초동대응 시간을 놓치게 된다. 특히나 화재사고 사상자 중 사망자 비중이 장애인에 비해 약 4 배 ~ 5 배 더 높으며 현재까지도 사상자가 발생하여 중요한 사회문제로 논의되고 있다. 본 연구에서는 기존의 스마트 대피 시스템의 한계점을 살펴보고 한계점을 개선할 수 있는 대안을 제시한다. 초동 시간 내에 사회복지사와 소방관이 사용자의 실시간 위치와 정보를 파악해 신고를 유도함과 동시에 자력 대피가 가능하도록 최적 대피 경로를 능동적으로 결정하여 안내방송을 출력하는 시스템을 소개한다.

키워드 : 화재 스마트 대피 시스템, 시각장애인, RSSI, 자력 대피

1. 서론

응급 안전 안심 서비스 같은 경우 중증장애인과 노인에게 배포하나 서비스 사용자 13 만 8 천명 중 시각장애인은 9%으로 그 비율 또한 현저히 낮다. 또한 시각 장애인의 보행을 위한 시스템의 연구 및 개발이 활발하게 이루어지고 있지만 실제 시각장애인을 대상으로 하여 보편화되어 보급된 기술은 많지 않다.[1]

본 연구에서는 시각 장애인을 대상으로 하여 화재 발생 시 자력 탈출이 가능하도록 도움을 제공하고 관리자가 직접 시각장애인의 실시간 위치 및 잔여인원수를 파악해 구조 가능한 시스템을 제안한다.

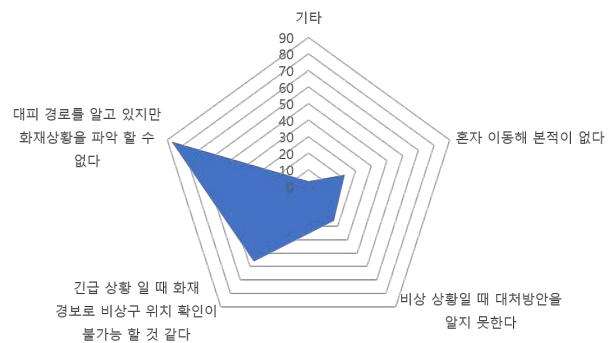
2. 기존 스마트 대피 시스템의 개선점

2.1 기존 스마트 시스템의 한계점

기존의 시스템은 신체적 장애가 없는 일반인을 상정하고 설계되어 신체적 장애가 있는 사람들이 사용하기에는 맞지 않다. 특히 시각장애인의 경우에는 유도등을 통해 정보를 받기 어렵고 안내 음성 또한 정확

한 방향 정보가 제공되지 않기 때문에 무용지물이 된다. 또한, 사용자들의 실시간 위치와 건물 내 잔여인원수가 파악되지 않아 구조기관이 구출을 도울 때 많은 어려움이 존재한다.

2.2 새로운 스마트 대피 시스템의 필요성



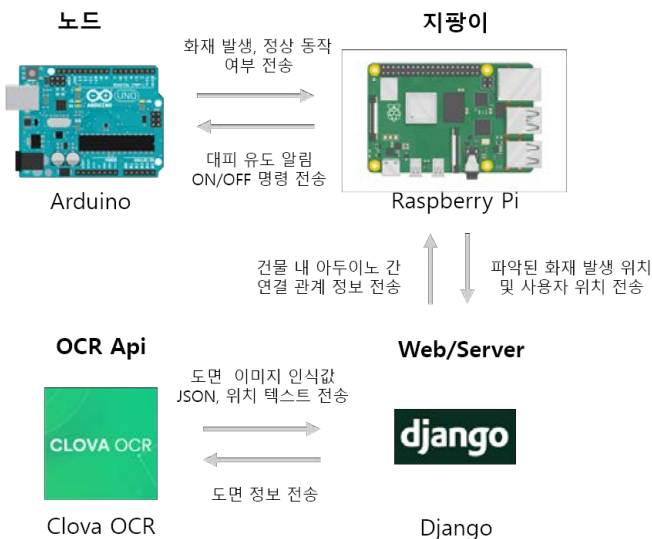
(그림 1) 화재 시 자력피난이 어려운 이유[1]

설문조사 결과 시각장애인들이 화재 시 자력피난이 어려운 가장 큰 원인은 “화재 상황이 어떻게 되는지 알 수 없어서”이다. 또한 시각장애인의 경우 청각과 촉감에 의존할 때 과도한 경보음과, 단순한 안내방송은 오히려 혼란을 초래하고 판단에 방해가 되는 소음으로 작용할 수도 있다. 따라서 위의 조건을 고려하여 화재 상황을 정확하게 알려주거나 대피할 수 있는 적절한 경로를 알려주는 시스템이 필요하다.

3. 특수 스마트 대피 시스템 (guidert+)

본 프로젝트로 제작된 특수 스마트 대피 시스템의 기본적인 기능은 기존 스마트 대피 시스템과 같이 화재 발생 위치 파악, 대피 경로 산출, 대피 유도과 같은 기능을 동일하게 수행한다. 시각장애인을 대상으로 하는 정보전달에 있어 시각장애인이 좀 더 정보를 쉽게 받아들일 수 있도록 고안하였으며, 사용자의 위치 파악까지 실행하여 사용자의 인원수와 위치를 실시간으로 파악할 수 있도록 고려했다. 사용자의 실시간 위치를 파악함과 동시에 화재가 발생한 위치를 고려하여 사용자가 가장 빠르게 대피할 수 있는 경로를 능동적으로 결정하고 안내방송출력을 지원한다는 점에서 차별성을 지닌다. 능동대피경로탐색 알고리즘을 통해 화재발생위치와 사용자의 위치를 파악하여 최적의 경로를 찾고, 이에 맞춰 각 경로의 분기점인 노드에서 알맞은 방향으로 안내 음성을 통해 방향을 알려줌으로써 신속한 대피를 가능하게 한다. 기존의 설비는 지원하지 않는 실시간 위치, 인원수, 화재 확산 현황과 같은 정보들을 제공하며 해당 정보들을 웹페이지에서 확인 가능하게 함으로써 소방 및 구조활동에 도움을 줄 수 있다.

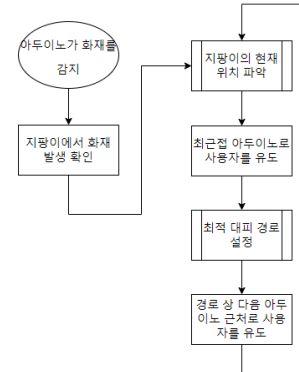
4. 시스템 구성



(그림 2) 시스템 구조도

구성요소	역할 및 구현장비
지팡이	라즈베리파이로 구현, 경로 및 사용자 위치 파악
노드	화재 감지, 블루투스 신호 생성, 스피커를 통한 대피 유도
웹/DB	건물 도면과 데이터 입력, 경로 시각화 안내, 화재 발생 안내, 관리자 계정 관리
OCR	도면 인식 및 위치 값 json 추출

4.1 대피 유도 과정

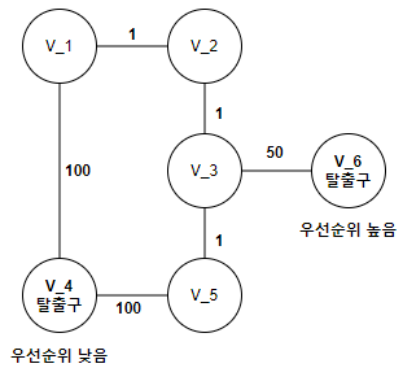


(그림 3) 대피 유도 동작 알고리즘

노드가 화재를 인지하게 되면, 사용자의 지팡이로 데이터가 전달되고 대피 유도가 시작된다. 사용자와 가장 가까이 위치한 노드에서 소리를 출력하여 사용자를 해당 노드에 충분히 가깝게 위치시킨다. 그 후 지팡이가 DB로부터 건물 내 노드-노드 간 연결 정보를 가져온 후, 이를 토대로 최적의 탈출 경로를 결정한다. 경로가 결정되면 지팡이를 지닌 사용자가 이동해야 하는 경로 상의 다음 노드에서 소리를 출력해 사용자를 이동시키며, 해당 과정을 반복하여 사용자가 안전하게 탈출구까지 도달할 수 있도록 한다.

4.2 대피 경로 결정 원리 및 알고리즘

4.2.1 사전 데이터 입력 및 변환



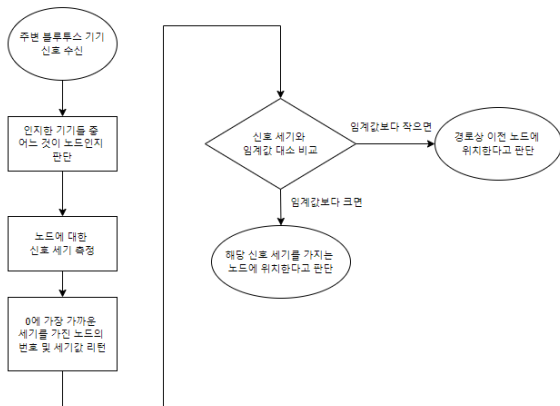
(그림 4) 탈출 대피 가중치 그래프

탈출 경로 결정을 위해서는 미리 DB에 탈출구에 설치된 노드 정보 및 노드 간 연결 상태, 탈출구 간의 우선순위가 저장되어 있어야 하며, 지팡이는 해당 알고리즘을 실행하기 위하여 이러한 정보를 <그림 4>와 같이 가중 그래프로 변환한다. 이때 건물 내부에서 장애물이 존재하지 않아 사용자가 노드-노드 간 이동이 가능한 경우 해당 노드들을 선(edge)으로 연결하고 그 후 탈출구 간의 우선순위를 반영하여 경로를 결정하기 위해 탈출구 노드에 연결된 엣지의 가중치를 충분히 큰 값으로 변환하고, 그 후 우선순위가 낮은 탈출구의 경우 비교적 높은 가중치를 할당한다. 여기서 충분히 큰 값이란, 경로의 가중치 합에 절대적인 영향을 줄 수 있는 값을 의미한다. 예를 들어 노드 V_1에서 출발하여 V_6로 향하는 최단 경로의 경우 가중치 합은 $1+1+50=52$ 가 되며, V_4로 향하는 경우 가중치 합은 100이 되어 두 경로간 가중치 합이 유의미한 차이를 가지게 된다.

4.2.2 최적 대피 경로 결정

최적 대피 경로 결정은 모든 탈출구에 대한 경로를 한번에 계산하기 위해 그래프 상에서 모든 노드 쌍에 대한 최단거리를 한 번에 구할 수 있는 플로이드 워셜 알고리즘을 사용하였다. 4.2.1 과정에서 얻은 가중 그래프를 기반으로 지팡이의 위치로부터 모든 탈출구 노드를 종료점으로 하는 각각의 최단 경로를 찾아낸다. 그 후 사용이 불가능한 탈출구 노드를 종료점으로 하는 경로를 제외하고 최소의 가중치 합을 가지는 경로를 최적의 경로로 결정한다. 이를 통해 시스템이 사용 가능한 탈출구 중 우선순위가 가장 높은 탈출구를 선택할 수 있다. 이 과정은 대피 유도가 이루어지는 동안 반복적으로 실행되며, 이를 통해 실시간으로 최적의 경로를 갱신할 수 있다.

4.3 위치 파악 원리 및 알고리즘



(그림 5) 지팡이의 위치 파악 알고리즘

시스템 목적 상 실내에서 사용자의 위치를 파악하여야 한다. 따라서 기존의 GPS 시스템이 아닌 건물 내의 여러 지점에서 발생하는 무선 신호의 세기를 측정하여 위치를 판단하는 방법을 사용하였다. 위치 파악에 가장 보편적으로 쓰이는 삼각측량 혹은 삼변측량법은 거리에 따른 전자기파 세기의 감쇄 또는 지연 시간을 측정하여 위치를 파악하는데, 건물 내부에서는 벽 등의 장애물이 존재하여 전파의 세기/지연시간이 거리만에 의한 함수가 아니게 되는 문제점이 있다. 따라서 무선 신호를 발생시키는 노드를 건물 곳곳에 설치한 후, 임의의 위치에서 각자의 무선 신호 세기를 측정, 가장 세기가 높게 측정된 장치 근처에 위치하였다고 판단하여 위치를 판단하는 방법을 고안하였다. 이렇게 건물 곳곳에 설치된 아두이노 보드에서 HM-10 모듈이 블루투스 신호를 발생시킨다, 동시에 사용자의 지팡이에 장착된 라즈베리파이 보드에서 해당 블루투스 신호들을 동시에 수신한다. 그 후 수신된 신호 중 RSSI(수신 신호 세기)값이 가장 0에 가까운 신호를 선택, 해당 신호를 출력하는 아두이노 보드가 설치된 위치 근방에 위치하였다고 판단한다. 단, 측정된 RSSI 값이 미리 지정된 임계값보다 작다면 해당 아두이노 보드 근방에 충분히 근접하지 못했다고 판단하고 4.2 에서 지정된 경로 상의 이전 노드에 있다고 판단한다. 이 과정을 통해 사용자가 시스템의 유도를 명확하게 이해할 수 있도록 한다.

5. 결론

본 논문에서는 시각 장애인 기관의 인터뷰를 통해 실질적인 특성을 고려하였다. 초동 대피 시간에 시각 장애인들의 대피가 어려워 사고가 발생하는 점과 기존 스마트 대피 시스템의 한계점을 해결하고자 하였다. 삼각측량법을 대체해 단순 무선 신호 세기 비교를 사용하여 사용자의 위치를 파악하고 플로이드 워셜 알고리즘을 통해 최적의 탈출 경로를 찾아내며 도면을 이용해 관리자가 현 상황 파악이 가능해 소방관 및 사회복지사가 시각장애인의 빠른 대피를 도울 수 있다. 이를 측정하는 노드는 사회복지사가 시각장애인에게 배정되어 초기 설비가 가능하다.

참고문헌

[1] 조경숙, 서동구, 김상현, 이종호, 시각장애인의 화재인식 및 피난보조장비 최적화를 위한 설문조사 연구. 한국방재학회논문집, 2021, 91-96.

-본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다-