



# 다익스크라 알고리즘을 이용한 화재 피난 방향 안내 시스템의 개발

## Development of a fire evacuation direction guidance system using Dijkstra Algorithm

강윤구(삼인에이치엔티, 충북대학교 산업인공지능학과)

류관희(충북대학교 소프트웨어학과, 산업인공지능학과)

### 요 약

본 연구는 DHT22 온도 센서를 활용하여 화재 시 발화 지점을 추정하고, Dijkstra 알고리즘을 활용한 최단거리 대피 경로 생성 및 피난방향 안내 시스템을 개발한다. 건물에서 화재가 발생했을 경우, 대피자는 화재 발생에 따른 건물의 유도등 또는 소리, 건물 구조의 지각 능력으로 최종 탈출구를 스스로 판단해야 한다. 하지만 이 경우 건물을 탈출하는 과정에서 대피자는 탈출구로의 최단 거리가 아닌 화재가 발생한 위치의 정확한 인지 없이 가장 가까운 통로 또는 층계로 이동하려고 하여 화재가 발생한 건물 내에서 지체하는 경우가 발생하게 된다. 탈출을 위해서는 화재가 발생한 초기에 탈출을 시도하는 것이 가장 바람직하며, 화재의 발생 상태가 진전되더라도 최적의 경로로 유도하게 된다면 많은 대피자가 탈출에 성공할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 DHT22 온도 센서를 통해 정확한 발화점을 파악한 후, 안전한 최단 탈출 경로를 대피자에게 정확하게 안내함으로써 많은 대피자가 혼란을 피해 안전하게 탈출에 성공할 수 있도록 하였다. 종래의 화재 경로를 안내하기 위한 유도등은 불길 또는 연기에 의해 그 기능을 잃고, 대피자는 탈출구를 찾는데 더욱 어려워져 옥외의 탈출 시간이 지연되는 문제가 발생하였으나, 이번 연구에서는 대피자의 무릎 높이에 안내 표시장치를 설치하여 시인성이 향상 시켰다. 해당 시스템을 검증하기 위하여 실제 빌딩에 모의 피난방향 안내 시스템을 설치하고, 유효성을 검증하였다.

주제어: IoT, 재난감지 센서

### Abstract

This study estimates the firing point in case of fire using the DHT22 temperature sensor, and develops the shortest-distance evacuation route generation and evacuation direction guidance system using the Dijkstra algorithm. In the event of a fire in a building, the evacuee shall judge the final escape by himself/herself by the guiding light or sound of the building and the perceptual ability of the structure of the building due to the fire. However, in the process of escaping the building, evacuees may try to move to the nearest passage or stairway without accurate recognition of the location of the fire, which is not the shortest distance from the exit, and delay within the fire building. In order to escape, it is most desirable to try to escape in the early stages of a fire, and even if the state of fire progresses, many evacuees can succeed in escaping if it leads to the optimal route. Therefore, in this study, after identifying the exact ignition point through the DHT22 temperature sensor, the safe shortest escape route was accurately guided to the evacuees, so that many evacuees could safely escape from confusion. In this study, the guidance light for guiding the fire path lost its function due to fire or smoke, and the escape time outside was delayed due to the difficulty of finding an escape, but in this study, the visibility was improved by installing a guide indicator at the height of the evacuee's knee. In order to verify the system, a simulated evacuation direction guidance system was installed in the actual building, and the validity was verified.

Keywords: IoT, Disaster detection sensor

## 1. 서 론

지난 20여년간 중대형 재난재해(화재)의 발생은 도시구조의 복잡화와 고층화, 밀집화 등에 의해 지속해서 발생 하였고, 재난재해 발생으로 인한 인명 피해는 재난 발생에 대한 인지부족 및 구조 복잡도, 대피 방법 어려움에 따라 증가 하고 있다.[Figure 1]



Figure 1. 재난(화재) 확산방지 실패 요인 중 주요 문제점(출처 : 2017년, 연구논문 국내 대형화재 사고의 피해 확산 요인에 관한 연구)

현 소방안전 규정에는 화재경보, 화재진압(소화전, 스프링클러, 소방서 통보 등), 화재대피(비상구 표시, 피난안내표시 등)로 구분되어 규제 및 행정지도를 하고 있으며, 국가안전관리기본계획에 따르면 재난안전정책의 최상위 계획(5개년)으로 “재난안전사고 사망자 40% 감축”을 핵심지표로 설정하고 2017년 기준 27,154명 수준인 재난안전사고 사망(통계청 사망원인 통계중 사망의 외인에 의한 사망)을 2024년까지 대폭 감축하기 위해 기본 계획 수립 및 세부계획 추진 중이다.

향후 대형 복합건물(대형화, 복잡화, 밀집화 등)은 지속적으로 증가할 것이고 이에 따라 기본 소방시설 규정에서 규제하고 있는 화재 인지의 정보 전달 및 대피방법으로는 피해를 최소화하기 어렵기 때문에 화재에 대비한 대피 자동안내 시스템의 도입이 필요하다.

본 연구는 화재 발생시 위치의 정확한 판단 및 최단 탈출 경로, 우회 경로 분석을 포함한 안내시스템 개발에 관한 것이다.

구체적으로는, 상황실에서 화재 등의 건물 내에서 발생하는 재난으로 피난을 필요로 하는 경우에 이를 인지하고, 디스플레이를 이용하여 피난 방향을 안내할 수 있도록 기능하는, 화재 시 피난방향 안내시스템에 관한 것이다.

기존에는 건물의 천장이나 벽 등에 비상구 유도등이 설치되어 화재 등의 비상시 사람에게 탈출구 위치만 확인 시키도록 설치되어 있었다. 이러한 기술은, 실제 피난 가능한 지역을 고려하지 않은 상태의 피난 유도를 지시함에 따라, 피난 중 제대로 된 파악을 할 수 없는 상태의 대피자로 하여금, 위험에 처하게 되는 경우가 발생한다.

즉, 화재의 발생이 비상구 측에서 발생하더라도 비상구 유도등만 있는 관계로 더 큰 인명피해를 발생시키는 문제점과 혼란을 일으키는 문제점이 있어 화재시 피난 경로를 표기하는 피난 방향을 선택적으로 조절하여 화재 반대 방향으로 사람을 유도할 수 있도록 하는 것이 절실하다. [Figure 2]

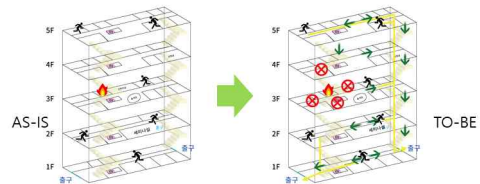


Figure 2. 피난 방향 안내 표시

## 2. 이론적 배경

이번 연구는 기존 소방안전 관리법 외 ‘안전 피난 경로 보조 도구’로 활용 할 수 있으며, 고전적

감지기로는 정확한 화재 위치 확인이 불가(층 전체 또는 건물 단위로 파악)했던 점을 개선하여 정확한 화재 위치를 확인하고 대피 방향을 안내하여 대피자를 빠른 시간에 위험지역에서 벗어나게 할 수 있다.

또한 기존 감지기와는 다르게 새로운 센서 퓨전 방식과 디지털트윈 등을 활용하여 동적 환경에 대한 대응이 가능하고 관제센터의 진화를 기대 할수있다.

### 3. 화재 피난 방향 안내 시스템

일반적으로 사용하는 감지기의 종류는 온도, 연기, 가스 감지기가 있으며 기존 감지의 한계(정확한 화재 위치 확인이 어려움)를 개선 하고자 여러 감지기 중 온도(열)에 의한 감지 방식에 대한 연구를 진행 하였다.

기존 감지기의 동작 방식은 수신기가 내보낸 전압이 감지기 작동 시 접점이 붙어 쇼트가 되면 종단 저항을 거치지 않고 수신기로 전압이 들어가 수신기가 화재 상황을 인지하는 형태이다.

화재 발생 시 대피에 대한 선행 연구 중 ‘특허 제 10-2077801 화재 대피 경로 안내 시스템’에서는 광원을 천장에 장착하여 화재 시 바닥에 탈출 경로를 표시하는 방식을 사용하였으나, 광원이 천장에 있으므로 화재 시 연기나 불길로 인해 바닥에 제대로 표시 되지 않을 가능성이 많아 이번 연구에서는 디스플레이를 무릎높이에 장착하여 식별을 용이하게 하였다.[Figure 3]

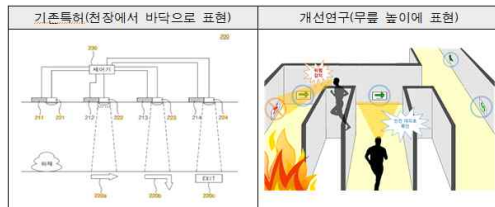


Figure 3. 기존 특허와의 차별점

실험 진행을 위하여 전체 구성은 DHT22 온도센서, 64x32 LED Matrix, Zigbee Gateway, Raspberry PI를 사용하였으며, 통신 방식은 Zigbee 무선통신과 UTP유선통신을 혼용하였다.[Figure 4]

구분	온도센서	Display	Gateway
모델명 / 사진	DHT22 	64x32 RGB LED Matrix 	Xbee PRO S2C Zigbee 
특징	온도 측정 범위 -40 ~ 80℃	Display resolution 64 x 32 = 2048dots	전파거리 실내 : 90m 개방지 : 3200m
구성			

Figure 4. 실험 구성 장치

실제 건물에 설치하여 센서 동작, Display 표시, 통신거리에 따른 동작여부 등을 확인 하고, 다익스 크라 알고리즘에 의한 최단 탈출 경로를 분석 하여 관리프로그램의 대피경로 안내 출력 내용과 Display 표시 내용의 동일여부를 확인하였다.

### 4. 결론

프로젝트 실험 시 가상화재상황을 발생시켜 각 온도 센서로 부터 시간별로 온도 데이터를 수집한 결과 특정 센서의 온도가 상승하면, 관리프로그램에서 감지하여 정확한 화재 위치(센서#3)와 온도(60℃)를 표시하였다.[Figure 5][Figure 6]

날짜	시간	센서 #1	센서 #2	센서 #3	센서 #4	센서 #5	센서 #6	센서 #7	센서 #8	센서 #9	센서 #10
2021-11-25	15:00:35	22	23	24	22	23	22	23	22	23	22
2021-11-25	15:00:55	22	23	24	22	22	22	23	23	23	22
2021-11-25	15:01:15	22	23	24	22	22	22	23	23	23	22
2021-11-25	15:01:35	22	23	24	23	22	22	23	23	23	23
2021-11-25	15:01:55	23	23	60	23	23	23	23	23	23	23
2021-11-25	15:02:16	23	23	60	23	24	23	23	24	23	23
2021-11-25	15:02:36	24	23	60	23	24	24	24	24	23	23
2021-11-25	15:02:56	24	23	60	23	24	24	24	24	23	23
2021-11-25	15:03:16	24	23	60	23	24	24	24	24	23	23
2021-11-25	15:03:36	24	23	60	23	24	24	24	24	23	23
2021-11-25	15:03:56	24	23	55	23	24	24	24	24	23	23
2021-11-25	15:04:17	24	23	50	23	24	24	24	24	23	23
2021-11-25	15:04:37	24	23	45	23	24	24	24	24	23	23
2021-11-25	15:04:57	23	23	43	23	24	23	24	23	23	23
2021-11-25	15:05:17	23	23	39	23	24	23	23	23	23	23
2021-11-25	15:05:37	23	23	36	23	24	23	23	23	23	23
2021-11-25	15:05:58	23	23	34	23	24	23	23	23	23	23
2021-11-25	15:06:18	23	23	33	23	24	23	23	23	23	23
2021-11-25	15:06:38	23	23	31	23	24	23	23	23	23	23
2021-11-25	15:06:58	23	23	30	23	23	23	23	23	23	23
2021-11-25	15:07:18	23	23	28	23	23	23	23	23	23	23
2021-11-25	15:07:38	23	23	28	23	23	23	23	23	23	23

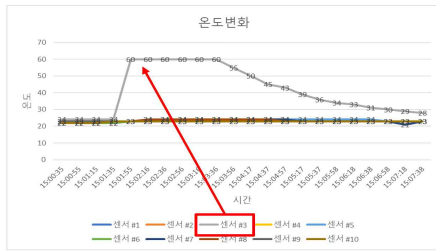


Figure 5. 센서모니터링 결과



Figure 6. 관리프로그램의 감지 결과 및 위치 표시

관리프로그램의 화재 위치 감지 후 다익스크라 알고리즘을 통한 최단 탈출 경로를 분석하여 피난 방향을 관리프로그램의 화면에 표시하고 복도에 설치된 Display에 전송함으로써 동일한 방향을 표시하였다. 이번 연구에서는 센서를 활용하여 화재 발생 위치의 정확도를 향상 시켰고, 다익스크라 알고리즘을 활용한 최단 거리의 탈출구와 방향 안내에 대한 정확도를 향상 시켰다.

기존 특허의 탈출 방향 표시 방법을 개선하여 무릎 높이에 표시함으로써 시인성 측면에서 향상되었고, 실제 건물에 설치 및 실험을 통한 검증으로 기존 소방 안전 관리법의 피난 경로 보조 도구로 활용 가

능함을 확인하였다.

향후에는 건물 내 무선통신방식에 의한 거리의 한계점을 극복할 방법과 화재로 인한 정전 시 배터리 사용에 대한 추가 연구 및 음성안내를 접목하여 재난지역 탈출 효율을 향상시킬 방안에 대한 연구를 진행 할 예정이다.

※ “본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성(Grand ICT 연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음”(IITP-2022-2020-0-01462)

## 참고 문헌

- [1] 이재흠 외, “상황인지 기반 화재재난 안전 대피 경로 및 대피유도 시스템 개발에 대한 연구” 2020년 한국소프트웨어종합학술대회 논문집, 141-143쪽, 2020년.
- [2] 백은선 외, “화재안전의식 및 피난유도 시스템에 대한 연구” 한국화재소방학회 논문지, 제24권 제6호, 45-53쪽, 2010년.
- [3] 김대일 외, “화재발생 시 대피시뮬레이션 시스템을 통한 최적대피경로 적용에 관한 연구” KOSDI, 재난정보학회지 Vol. 16, No.1, 96-110쪽, 2020년.