

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.6.297>

IIBC 2015-6-41

어린이집 및 유치원의 화재 대피용 안전 경로 시스템 제안

Proposal of safe fire escape system for the day-care center and the kindergarten

최준호*, 권미란**

Jun-Ho Choi*, Mee-Rhan Kwon**

요 약 어린이집과 유치원은 해마다 증가하고 있지만 화재로 인한 피해도 함께 증가하고 있다. 영유아들은 화재위험에 대한 대응능력이 성인보다 낮기 때문에 피해가 크며 화재 발생 시 화재로 인한 매연으로 시야확보가 어려워 평소 대피 경로를 인지하더라도 대피가 어려운 상황이다. 이러한 상황에서 평소 화재 안전 교육도 필요하지만 어린이집과 유치원내에 교사 및 영유아들이 안전하게 대피할 수 있는 시스템의 구축도 함께 필요하다. 본 논문에서는 실시간 화재 상황을 인식하여 스마트 폰으로 푸시 기능을 통해 자동 구현되는 피난 경로를 표기해주는 화재 대피용 안전 경로 시스템을 제안하며, 시스템 구축에 대한 신뢰성 검증을 하였다.

Abstract Day-care centers and kindergartens are increasing along with the damage caused by fire year after year. Infants and toddlers have a low response capability than adults to fire situations such as heavy smoke which causes less or zero visibility thus it is difficult in evacuation route during dangerous fire situations. Because of these circumstances, teachers need to build a safe pathway signage system along with the usual fire safety training needs of infants and children. In this paper, we propose a system for fire escape which marks the escape routes and are automatically implemented through the push function that smartphone recognizes during the real-time fire situation, and establish a system that verifies its authenticity.

Key Words : 어린이집, 유치원, 화재, 대피, 안전, 무선 센서, 아두이노, A*알고리즘

I. 서 론

해마다 어린이집 화재로 인한 사건·피해가 계속적으로 증가하고 있는 상황이다. 영유아들은 화재에 대한 대응능력이 성인보다 낮기 때문에 화재 발생 시 피해가 크다. 따라서 평소 화재 안전 교육도 필요하지만 안전한 시스템 기반을 둔 환경이 조성되어야 할 것이다. 본 논문은 화재 발생 시 어린이집 교사 및 어린이들의 피해를 최소화하고 안전한 대피를 위해 무선 네트워크를 이용하여 아두이노 구현을 통해 저장되어있던 건물의 설계도면이

보호자인 어린이집 교사들의 스마트폰으로 자동 구현되는 스마트폰 연동 피난경로를 표기해주는 화재 대피용 안전 경로 시스템을 제안한다.

II. 어린이집 보육 현황 및 피해 현황

1. 어린이집 보육시설 현황

영유아 보육시설은 소방시설 및 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률시행령에 따라 분류하면 교육 연구시설의

*정회원, 한세대 대학원 IT융합학과

**정회원, 나사렛대학교 아동학과(교신저자)

접수일자: 2015년 11월 18일, 수정완료: 2015년 12월 7일

게재확정일자: 2015년 12월 11일

Received: 18 November, 2015 / Revised: 7 December, 2015 /

Accepted: 11 December, 2015

**Corresponding Author: mrkwon@kornu.ac.kr

Dept of Child studies, Nazarene University, Korea

초등학교 병설유치원 및 노유자 시설의 아동 관련 시설이 이에 해당된다. 영유아보육법에서는 국공립어린이집, 사회복지법인어린이집, 법인·단체등어린이집, 직장어린이집, 가정어린이집, 부모협동어린이집, 민간어린이집으로 분류하고 있다.

2011년도 통계자료에 의하면 전국에 설치된 어린이집은 39,842개소로 해마다 증가하고 있다. 경기도에 가장 많은 11,825곳의 어린이집이 설치 운영되고 있으며 약 29.7%를 차지하고 있다. 전국 39,842곳의 어린이집 가운데 국공립 어린이집이 2,116개, 사회복지법인 어린이집이 1,462개, 민간 어린이집이 15,004개 등의 어린이집이 운영 중이다. 최근 맞벌이 부부의 증가로 인하여 보육시설 이용 영유아의 수가 증가할 것으로 예상된다.[2]

2. 어린이집 화재 피해 현황

최근 3년간 어린이집 화재로 인한 사건·피해 현황을 살펴본 결과 2011년에 3건, 2012년에 15건, 2013년에 20건으로 계속적으로 증가하고 있는 상황이다.[1][3] 발화원인을 살펴본 결과 전기합선·누전, 방화 및 조리 시설 사용, 낙뢰 등 자연재해, 옆 건물의 불이 옮겨 붙은 사례 등 다양하게 나타나고 있어서 어린이집의 화재 피해 발생 위험성이 잔재하고 있다. 영유아들은 화재에 대한 대응능력이 성인보다 취약하기 때문에 화재 발생 시 피해를 최소화 할 수 있는 소방안전 기준의 제시와 감독이 중요하다.

III. 관련 연구

1. 무선 센서 네트워크

무선 센서 네트워크(wireless sensor network)란 인식 정보를 가지고 있는 RFID(Radio Frequency Identification)에 감지 기능이 추가 되고 이들 네트워크가 형성된 것으로, USN(Ubiquitous Sensor Network)라 하기도 한다. 센서를 이용하여 주변 환경의 정보들을 수집 하고 프로세스를 통해 정보를 가공한다. 또, 이를 전송할 수 있는 무선 송수신기를 갖춘 센서노드로 구성된 네트워크를 의미한다. 무선 센서 네트워크는 저가의 초소형, 저 전력 장치들의 기술 개발과 함께 무선통신 발전에 의해서 실현되어졌으며, 현재 개발 및 연구가 활발히 진행되고 있다.

무선 센서 네트워크의 활용으로 산불을 감지하고 그

피해를 최소화할 줄일 수 있으며, 화재로 입을 피해나 그에 따른 인적, 물적 비용에 비해 무선 센서 네트워크를 설치하고 운용하는데 드는 비용이 훨씬 더 적은 이점이 있다. 아래 그림 1은 무선 센서 네트워크의 예시도이다.[9]

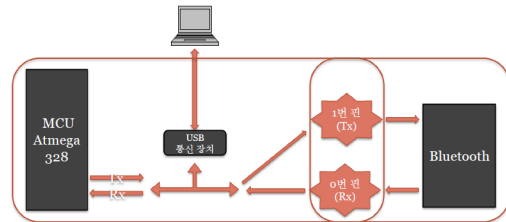


그림 1. 무선 센서 네트워크
Fig. 1. Wireless Sensor Network

2. 대피 활동 분석

2004년에 있었던 대구 지하철 화재에 대한 연구 결과에 따르면 피난 인원 대부분이 지하철을 자주 이용하는 사람으로 통행로에 대해서 잘 인지 하고 있었으며, 화재 발생시 60%이상의 생존자들이 예상 대피경로를 알고 있었던 것으로 조사되었다. 하지만 생존자들이 본인이 예상한 대피경로와 실제 대피경로가 일치한 생존자는 17%였으며, 이중에서도 최단의 대피경로를 예상했던 생존자는 12%에 불과하다. 예상 경로를 갖고 있던 사람들도 화재로 인한 연기로 시야 확보가 어려워 예상 경로로 대피하기가 어려운 것으로 판단된다.

IV. 아두이노 소개 및 시스템 구현

1. 아두이노 소개

오픈소스를 기반으로 한 단일 보드 마이크로 컨트롤러로 완성된 보드(상품)와 관련 개발 도구 및 환경을 아두이노라 한다. 아두이노는 다수의 스위치나 센서로부터 값을 받아들여서, 모터와 LED등과 같은 외부장치들을 통제함으로써 환경과 상호작용이 가능한 물건이다. 또한, 컴파일된 펌웨어를 USB를 통해 쉽게 업로드가 가능하며, 다른 모듈에 비해 비교적 저렴하다. 여러 OS(윈도, 맥 OS, 리눅스)를 지원한다. 아두이노는 컴퓨터와 인간의 상호작용의 폭을 넓혀주며, 쉬운 개발 환경을 제공하여 전문 교육을 받지 않은 일반인도 쉽게 프로그램이 가능하다. 아래 그림2는 아두이노 보드와 개발환경을 보여주고 있다.

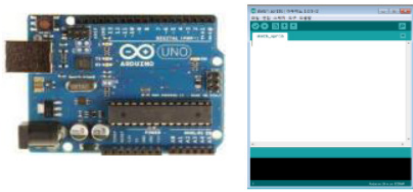


그림 2. 아두이노 보드&통합 개발 환경(IDE)
 Fig. 2. Arduino board & Integrated development environment(IDE)

2. 아두이노 프로그램

1) 아두이노 구조

아두이노의 기본 구조는 setup()와 loop()로 구성되어 있다. setup()은 제일 먼저 실행되는 함수이며, setup()함수 종료 후 그 다음으로 loop()함수를 실행한다. loop()함수 내의 코드는 무한 반복된다.

2) 신호 출력

신호출력의 기본 코드는 pinMode(), digitalWrite(), delay()로 구성되어 있다. pinMode()는 핀의 입출력을 결정하고, 첫 번째 인자는 핀 번호, 두 번째 인자는 입출력을 결정한다. digitalWrite()는 디지털 값을 출력하며, 첫 번째 인자는 핀 번호, 두 번째 인자는 핀 상태(high, low)를 나타낸다. delay()는 괄호 안의 시간 만큼 지연되게 할 수 있으며, 단위는 ms 이다. 아래 그림 3은 아두이노 프로그램 예시이다.

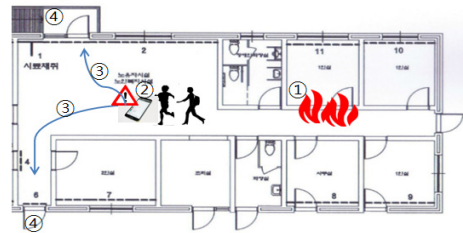
```
void setup() {
    pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(1000);
}
```

그림 3. 아두이노 프로그램
 Fig. 3. Arduino program

3. 시스템 구성

화재 발생 시 어린이 집 내에 교사 및 영유아들이 안전하게 대피할 수 있도록 스마트폰으로 푸시 기능을 통해 자동 구현되는 피난 경로를 표기해주는 안전 경로 정보를 제공하도록 하였다. 아래 그림 4는 대피 안내 구성도를 나타내며, 화재 위험성 분석으로 도출된 정보에 따라 개개인에게 최적의 상황대처 방안을 제시해주는 시스템을 아래 그림 5와 같이 나타내주고 있다.



1)화재장소→2)알림 →3)탈출경로 →4)탈출확보

그림 4. 대피안내 구성도
 Fig. 4. Evacuation Configuration

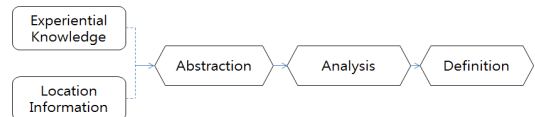


그림 5. 지식기반 시스템(KBM)
 Fig. 5. Knowledge-based systems

4. 화재 대피용 안전 경로 시스템

화재 대피용 안전 경로 시스템은 어린이 집 화재 발생 시 매연으로 인한 시야의 방해 문제를 해소하기 위하여 산소마스크가 배치되어 있는 위치나 내부 도면 정보를 클라우드 기반 스마트 폰 푸시 기능을 통해 사용자에게 제공하고, 건물 전체에 불이 옮겨 붙는 것을 방지하기 위해 건물 중요 시설 천장에 스프링클러 시스템이 작동한다. 이러한 시스템은 A*알고리즘을 통하여 최적의 피난 경로를 사용자의 스마트폰 화면에 실시간으로 보여주며 신속하게 사용자들이 피난하도록 한다.

$$G = g + h \quad (1)$$

식(1)에서 g는 출발점에서 현재점까지의 이동경로를 의미하고, h는 현재 점에서 목표점까지의 예상 이동경로를 의미한다. G(goal)는 출발점에서 현재의 위치로 이동할 때 결정된 최적의 경로 값이다.[4][5][8] 그림 6은 A* 알고리즘의 예시도면이다. 아래 도면에서 녹색 점은 시작점, 빨간 점은 최종점이며, 파란 점은 장애물이다. 각각의 사각형에 숫자가 표시되어 있는데 G, g, h의 값을 뜻한다. G는 좌 상단에, g는 좌 하단에, 그리고 h는 우 하단에 표시된다. G의 값이 적은 값이 최적의 길을 뜻한다. 이러한 알고리즘을 거쳐 시작점(녹색 점)에서 출발해 선택(G값이 가장 적은 것), 무시(G값이 적지 않는 것과 장애물<물건, 화재>이 있는 것) 과정을 반복적으로 실행하며 최적의 길을 찾아나간다.

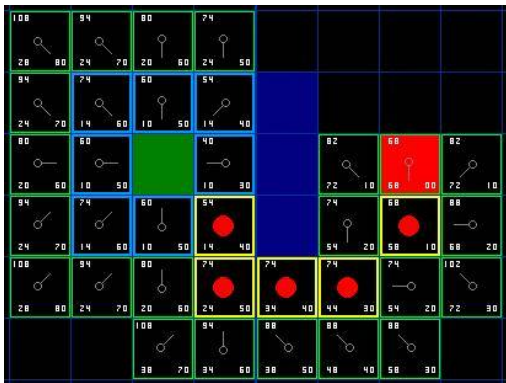


그림 6. A*알고리즘 예시도면
Fig. 6. A*algorithm drawing examples

화재발생 시 대피할 때 혼잡을 막기 위해 찾아가야 할 비상구는 오른쪽과 왼쪽 부분으로 각각 하나씩 존재한다.[3]

A*알고리즘을 이용하면 사람이 존재하는 위치에서 가장 가까운 비상구 쪽으로 대피경로를 설정한다. 하지만 가까운 비상구 쪽에 화재가 발생한다면 A*알고리즘이 지정한 경로는 안전상의 문제가 발생한다. 이를 방지하기 위해 A*알고리즘에 화재 발생지역에 우회 경로를 설정하게 되면 위치정보를 기반으로 사람이 움직일 있는 경로와 탈출 가능한 모든 비상구를 결정할 수 있다. 최적 경로 검색 시 비상구까지의 거리뿐만 아니라 화재 발생 지점과의 인접성과 복도의 넓이, 그리고 대피로 상의 혼잡도 등을 파라미터까지 포함하여 검색하고 최단 경로와 비교하여 경로 검색을 마친다.[6][7] 아래 그림 7은 화재 대피용 안전 경로 시스템 예시도면이다.

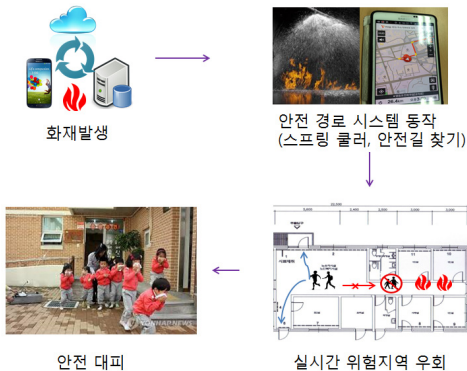


그림 7. 화재 대피용 안전 경로 시스템 예시도면
Fig. 7. Safe path systems for fire evacuation of drawing examples

5. 스마트폰 부재 및 고장시 탈출을 위한 아두이노를 이용한 탈출용 자동차 소개

화재 발생 상황에서 스마트 폰 부재 및 고장이 발생할 경우 앞서 기술한 아두이노 프로그램을 활용하여 안전하게 대피할 수 있게 실행 할 수 있다. 아래 그림 8은 아두이노 프로그램을 이용하여 제작한 탈출용 자동차이다.

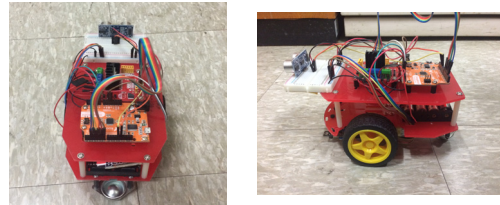


그림 8. 탈출용 자동차
Fig. 8. Car for escape

V. 안전 경로 시스템 신뢰성 검증

화재 대피용 안전경로 시스템의 필요성에 대한 신뢰성 검증을 위해 국내 제조사, 건물 안전 전문가 및 소비자 등을 대상으로 설문조사를 진행하였다. 그 결과, 표 1, 2와 같이 가장 크게 고려할 요인으로 시스템 신뢰성 및 관리였고, 0.821의 신뢰도를 확인할 수 있었다.

표 1. 설문 조사 비교표

Table 1. Survey comparison chart

	제조사	유통사	소비자
시스템 신뢰성	58	55	56
관리	51	52	50
사용자 편리성	41	32	40
간편한 UI	25	23	27

표 2. 신뢰성 검증

Table 2. The reliability verification

Case Processing Summary			
	N	%	
Cases	Valid	3	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	3	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.821	4

VI. 결 론

화재 발생 시 매연으로 인한 화재확보가 어려우며, 영유아들은 화재에 대한 대응능력이 낮기 때문에 화재 발생 시 피해가 크다. 따라서 평소 화재 안전 교육도 필요하지만 안전한 시스템 기반을 둔 환경이 조성되어야 할 것이다. 본 논문에서 기술한 내용과 같이 화재 대피용 안전 경로 시스템이 구축되면 영유아들의 피난율이 높아질 것으로 기대된다. 이를 위해 앞서 신뢰성을 분석한 결과를 기반으로 추후 시뮬레이션 작업 및 실험이 이루어져야 할 것이다.

References

[1] <http://www.mdtoday.co.kr/mdtoday/?no=231101>
 [2] S. R. Lee, D. H. Han, "An Experimental study of Smoke Movement in a Kingdergarten Fire", J. of Korean Institute of Fire Sci. & Eng., Vol. 27. No. 2, 2013
 [3] Y. S. Park, D. J. Lim, "A study on the planning for fire evacuation of the high-rise buildings using the fire evacuation simulator", The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol.2000 No.11, pp.618-620, 2000
 [4] https://ko.wikipedia.org/wiki/A*_%EC%95%8C%EA%B3%A0%EB%A6%AC%EC%A6%98
 [5] <http://cafe.naver.com/cforfun/29>
 [6] Y. W. Kim, J. P. Boo, D. H. Kim, "A Scheme of Active Refuge Guide Based on Dijkstra's Algorithm", Korea Multimedia Society, Vol. 2008 No. 1, pp 341-345, 2008.
 [7] <http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE01809718>.
 [8] J. H. Choi, S. J. Shin, "The Proposition for Evacuee Guidance of Elevator System based on Cloud in

the Emergency Situation", JIIBC, Vol. 15, No. 1, PP 25-28, 2015.

[9] K. J. Il, R. Y. Sup, "The shelter course guidance system using a sensor network", Journal of the Korea society of computer and information, Vol. 13, No. 5, PP 237-246, 2008.

저자 소개

최 준 호(정회원)



- 2012년 : 한세대 대학원 정보보호공학과 졸업
- 2014년 : 한세대 대학원 IT융합학 박사과정
- <주 관심 분야 : IT 건축융합>

권 미 란(정회원)



- 1980년 : 수도여자사범대학 영어영문학과 졸업
- 1982년 : 세종대학교 대학원 교육학과 졸업 (교육학 석사)
- 1996년 : 미국 Southern Nazarene University 대학원 졸업. 유아교육학 전공(문학 석사)
- 1997년 : Kansas State University 대학원 유아교육학과 수학
- 1991년 : 세종대학교 대학원 교육학 전공 박사과정 수료
- 2009년 : 한세대학교 IT학부 (공학박사)
- 1990 ~ 현재 : 나사렛대학교 아동학과 교수
- <주 관심 분야 : 아동발달, 유아음악, 아동 및 청소년의 인터넷 중독>