

P-22

유비쿼터스 기법을 적용한 실시간 피난유도 및 방재 시스템 개발

윤명오, 유홍선*, 최윤수**, 송철호***, 김태운****
서울시립대학교, *중앙대학교, **서울시립대학교, ***서울시립대학교, ****서울시립대학교

Building a Ubiquitous Enabled Real-time Fire Evacuation Guidance and Management System

Myung-O Yoon, Hong-Seon Ryu*, Yoon-Soo Choi**, Cheol-Ho Song***,
Taewoon Kim****
Univ of Seoul, *Joonang Univ, **Univ of Seoul, ***Univ of Seoul, ****Univ of Seoul

1. 서론

화재와 같은 재난상황에서 신속하고 안전한 피난에 기여하는 유도시스템의 중요성은 말할 것도 없다. 그러나 기존 유도등은 그 위치와 기능이 설계단계에서 이미 결정되기 때문에 각 화재의 특수성과 피난시 발생할 수 있는 돌발상황에 유연하게 대처하지 못한다. 예를 들어, 화재상황에서 설계시 예상치 못했던 어떤 요인이 작용하여 특정 출구에만 피난자가 몰리는 경우에도 해당 유도등은 계속 혼잡한 출구로 더 많은 피난자를 유도할 것이다.

만약 피난자의 위치와 화재의 상태를 실시간으로 파악하여 가장 신속하게 대피 가능한 출구로 개개인을 유도할 수 있다면 이것은 가장 이상적인 유도 시스템이 될 것이다. 각기 다른 화재의 상태와 양상에 실시간 정보를 이용하여 최선의 방법으로 대처하기 때문이다.

이러한 실시간 피난유도시스템의 구축을 함에 있어서 유비쿼터스 기법을 화재와 피난자 위치감지에 적용하고 관련 소프트웨어와 하드웨어의 개발, 구성, 그리고 센서등 기기의 작동성, 나아가 대상 시스템의 문제점과 가능성을 타진하는 것을 목적으로 하는 컴퓨터 시뮬레이션과 실험을 서울시립대학교 학생회관 지하1층을 대상으로 실시하였다.

2. 이론

이러한 실시간피난유도시스템을 구축하기 위해서는 크게 세 가지의 기술적/이론적인 요소가 마련되어야 한다. 첫째, 정보를 수집하는 센서가 있어야 한다. 각종 센서를 적절하게 배치하여 피난자의 위치, 화재의 분포상태, 출구의 상태 등 피난유도에 필요한 정보를 실시간으로 탐지하고 이는 화재 경보나 유도에 사용된다. 둘째, 수집된 정보를 바탕으로 유도방향을 결정하는 소프트웨어 또는 피난유도알고리즘이 필요하다. 피난유도 알고리즘은 가장 효율적 대피를 위해서 현 상황을 센서를 통해 감시하고 유도장치를 통해 통제한다. 셋째, 피난자를 실제로 유도하는 유도장치가 필요하다. 유도등과 안내방송장비를 포함한다.

시스템의 입력은 센서, 즉 연기감지기와 열감지기를 통한 화재의 위치와 그리고

RFID안테나와 태그를 통한 피난자 실시간 위치이다. 중앙통제서버는 이들 정보를 종합하여 피난자를 유도할 출구를 결정하고 이에 따라 가변유도등과 안내방송시스템을 동작시키며, 감시카메라를 화재의 방향으로 향하게 한다. 이를 위하여 통제프로그램, 피난유도알고리즘, 실험 시나리오가 개발되었다.

2.1 유비쿼터스 센서 네트워크

유비쿼터스 센서 네트워크란 유선과 무선을 포함한 다양한 네트워크에 연결된 센서들로 태그가 부착된 사물의 인식정보와 주변 환경정보를 탐지하여 이 정보를 실시간으로 네트워크에 전송하여 관리하는 것을 의미한다. 센서 관리의 유연성과 확장성의 측면에서 이것은 화재의 위치나 피난자의 위치등 다양한 실시간 정보를 필요로 하는 피난유도시스템의 기본 구조로서 적합하다. 따라서 본 실시간피난유도시스템은 센서를 포함한 각종 기기가 네트워크를 통하여 통제서버에 연결이 되는 형태가 되었다.

2.2 RFID 시스템

RFID(Radio-Frequency Identification)란 마이크로칩을 내장한 태그(tag)에 저장된 데이터를 무선 주파수를 이용하여 안테나(antenna)가 장착된 리더(reader)기에서 자동인식하는 기술을 말한다. 바코드, 자기코드, IC카드등 타 매체에 비해서 비접촉식으로 동시 인식가능하고, 인식거리, 속도, 보안, 기록데이터용량과 재기록성능면에서 우수하며 패시브 태그의 경우 가격도 저렴한 편이다. 피난자의 실시간 위치 감지를 위하여 RFID 태그를 피난자가 소지하고 RFID 리더로 이를 감지하는 방식을 택하였다.

2.3 시스템 구성

전체적인 시스템은 다음과 같이 구성되었다.(그림 1) 중앙에 시스템 감시와 통제를 총괄하는 중앙통제서버(U-방재관제센터)가 있고, 이것이 화재수신기, PLC(Programmable Logic Controller), RFID 위치감지 시스템, 그리고 네트워크카메라에 TCP/IP 네트워크로 연결되어있다. 화재수신기는 연기감지기에 연결되어 이들이 보내는 신호를 처리하여 서버에 중계한다. 가변유도등과 온도감지센서는 PLC에 연결되어 서버의 통제를 받는다.

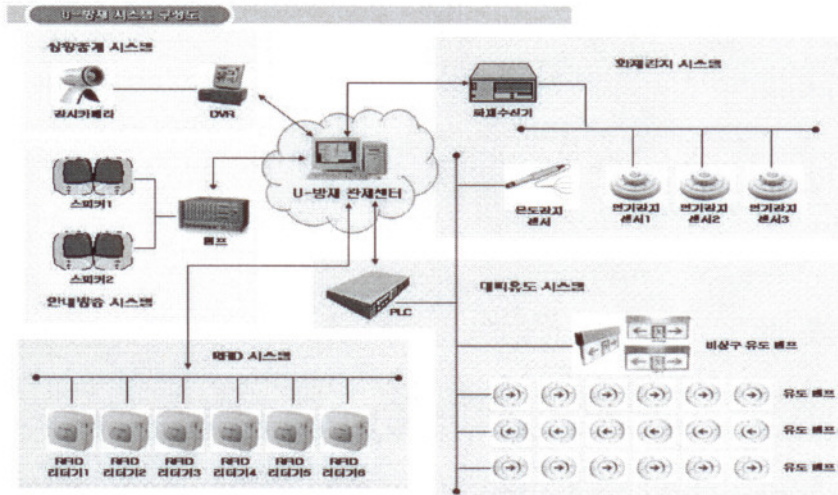


그림 1 시스템 구성도

2.4 피난유도알고리즘

상황에 적합한 피난유도알고리즘을 구현하기 위하여 피난시물레이션을 수행하였다. 다수의 분포인원이 학생회관지하의 북쪽과 동쪽출구(그림2와 그림3에 [Exit1], [Exit3]으로 표시)로 피난할 때 각 출구로 균등한 피난이 일어나지 않는 것을 그림2와 그림3에서 볼 수 있다.



그림 2 초기설정

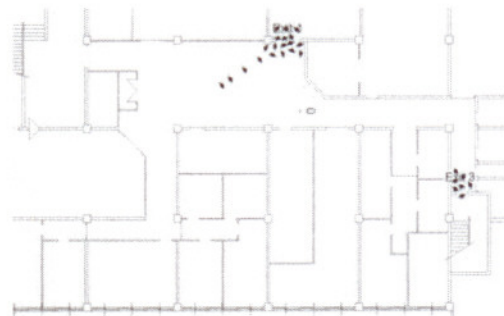


그림 3 [Exit1]에 인원몰림

피난 개시 후 한쪽 출구에 인원이 몰리고 이는 피난 시간을 증가시키는 요인이 되었다. 인원이 집중되는 원인은 초기 인원분포와 건물 구조상 특성에 있으며 실시간피난유도로 이 불균형을 보정해 준다면 결과적으로 전체 피난시간을 단축시킬 수 있을 것이다. 피난유도알고리즘은 각 출구에 대기중인 피난인원의 수를 감지하여 그 불균형의 정도에 따라 유도를 하는 것으로 요약될 수 있다. 유도개시 시점이나 기준이되는 불균형의 정도는 각 건축물과 상황에 따라 다르며 따라서 해당 건축물을 대상으로 피난시물레이션을 수행하여 확정하였다.

실시간 유도 개시 시점을 결정하기 위해서 실시간 유도가 없는 경우(일반대피)와 있는 경우의 두 경우에 대하여 피난 시물레이션을 실행한 결과, 북쪽출구([Exit1])과 동쪽

출구([Exit3])의 대기 인원수 차가 5명 이상일 때 인원이 적은 쪽으로 피난유도를 하는 것이 가장 효율적이었다. 알고리즘의 효율을 실시간유도대피와 일반대피를 비교하여 감소된 시간의 비로 나타내었을 때, 실시간유도대피의 총 대피시간은 80.3초로 일반대피의 105.8초보다 약 24%의 대피시간 감소의 효과가 관찰되었다.

2.5 실험시나리오

실험에서 의도하는 바에 따라 건물구조상 인원의 배치와 화심의 위치를 어느 한 출구에 대피인원이 몰려 혼잡이 일어나도록 하였다. 대피인원은 모두 30명이고 모두 RFID 태그를 소지하고 있다. 동아리방 3개를 선택하여 각 방에 5명씩, 그리고 나머지 15명은 통로에 분산 배치하였다.

세 개의 방과 세 개의 출구에 RFID 안테나가 하나씩 모두 6개가 설치되어 실시간 피난자 위치감지에 사용되었다. 또 각 화심 근처에 연기감지기를 설치하여 화재의 위치 정보를 서버에 전송한다. 화재의 진행 정도는 온도센서와 열감지센서가 감지한다.

피난유도는 가변유도등과 스피커가 담당한다. 가변유도등은 중앙에서 각 출구 쪽으로 3조를 설치하고 이들의 유도 방향을 통제서버가 조작한다.

세 개의 화심을 고려하여 모두 세 개의 시나리오가 개발되었지만 본 실험에서는 그 중 화재는 [Exit2]근처의 [F1]에서 시작하고 인원은 [Exit1]에 집중되며 [Exit3]로 실시간 유도가 일어나는 시나리오를 선택하였다. (표 1 참조) 화재 초기에는 유도시스템이 피난자를 [Exit1]과 [Exit3]로 유도하나 피난이 이루어지면서 [Exit1]이 [Exit3]보다 5명 이상 더 혼잡해지면 유도방향을 전환하여 [Exit1]으로는 더 이상 유도를 하지 않고 [Exit3]로만 피난유도를 한다. [Exit2]로는 화원의 위치 때문에 피난유도를 하지 않는다. 화재의 진행으로 대피하지 못하고 방에 남아있는 피난자는 RFID로 이를 감지하여 구조대에 통보하는 등의 조치를 취한다.

2.6 가정과 한계

본 실험은 출구인원정체를 실시간피난유도를 통하여 완화시키는 것을 보여주는 데 주목적이 있으므로 대피자의 유동특성만을 고려하였고 개인적/심리적 행동특성은 고려하지 않았다.

또한, 실시간 위치감지에 사용한 RFID 위치감지시스템의 감지율을 100%로 가정하였고 RFID 태그는 실험자 모두가 소지하고 있다고 설정하였지만 실제 감지율은 이보다 낮고 감지에러도 발생할 수 있다. 그러므로 향후 RFID 기술이 발전하여 신뢰도가 충분히 높아진다는 가정 하에 실험을 실시하였다. 다른 방법으로는, 얼마간 부정확한 위치 정보로도 효과적인 피난유도가 가능한 새로운 감지형태와 알고리즘을 개발하는 것을 생각해 볼 수 있다.

3. 실험

서울시립대학교 학생회관 지하1층에 시스템을 설치하였다.

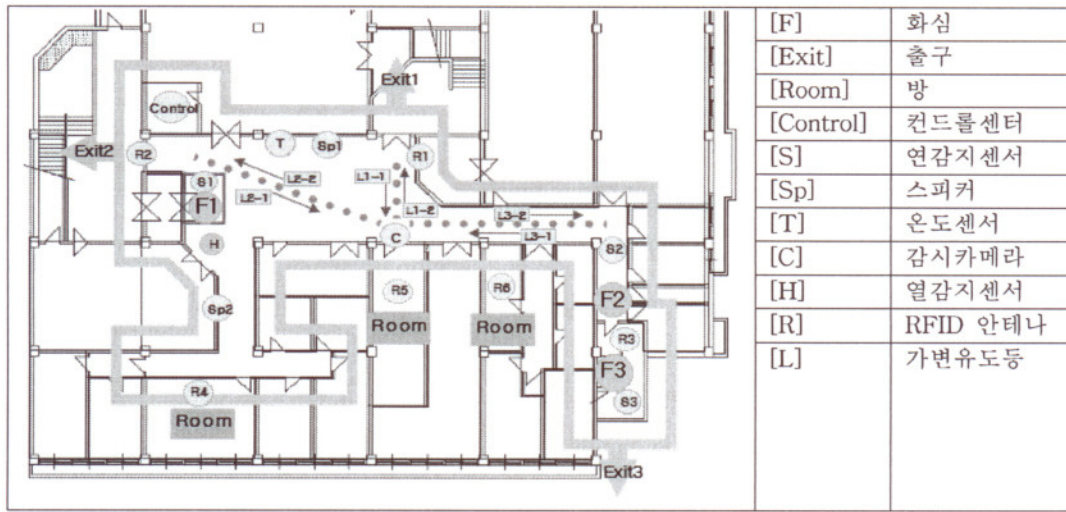


표 1 서울시립대학교 학생회관 지하1층 실시간피난유도시스템 설치 및 구성

피난유도를 위하여 점멸형 가변유도등이 사용되었다. 표1의 그림에서 바닥에 일련의 원형 도트로 표시된 부분이다. 각 도트가 하나의 램프로서 진행방향을 따라 순차적으로 점멸 하도록 되어있다.

실험은 서울시립대학교 학생회관 지하1층에서 약 2시간에 걸쳐 실시되었다. 피난자로 참가한 인원 모두에게 RFID태그를 나누어주고 두 그룹으로 나누어 실시간피난유도로 한번, 일반대피로 한번, 그리고 마지막으로 실시간피난유도가 있는 상황에서 다 같이 한번, 총 3번의 실험을 실시하였다.

4. 결과 및 토론

실험과 시뮬레이션은 동일한 시나리오를 바탕으로 진행되었는데도 불구하고 초기 설정과 진행상의 변수들이 서로 다르게 적용된 부분이 있기에 정확히 일치하는 결과를 볼 수는 없었으나 실시간 유도의 이점과 가능성을 공통적으로 제시한다. 상황에 따라 화점에서 멀리, 그리고 덜 혼잡한 출구로 피난유도를 하는 가변 유도등의 가능성을 실험에서 관찰하였고, 시뮬레이션에서는 그 효용성을 가늠하였다.

실험을 구성하는 장비와 시나리오의 문제점, 그리고 설치의 용이성에서 다수의 개선점이 발견되었다. 가장 문제가 되었던것은 역시 실시간 위치감지였으며, 이것은 이미 언급한 바와 같이 RFID의 성능 개선 또는 이를 고려한 시스템과 알고리즘의 개발로 해결 될 수 있다고 보인다. 더하여, 감지된 데이터를 바탕으로 정확한 위치를 산출하는 알고리즘과 시뮬레이션 부분에서 고찰한 실시간 유도알고리즘의 개발과 개선에도 더욱 심도있는 연구가 진행되어야 한다.

유도등은 유도 진행방향으로 램프가 차례로 점등하는 방식으로 바닥에 설치되었다. 작동엔 문제가 없었지만 가시성이 떨어진다는 의견이 있었다. 또한 혼란한 상황에서 점등하는 것 보다는 방향을 지시하는 형태의 램프가 항시 켜져 있는 것이 더 도움이 될 것이다.

본 실험은 유비쿼터스 센서 네트워크와 RFID의 기술을 화재피난유도에 적용하여 실시간피난유도시스템을 현재 일반화 되어있는 장비와 기기를 사용하여 실제로 구현 해

본 것에 그 의의가 있다. 주어진 장비가 시스템 구축에 적합한가, 아니라면 그에 대한 대안과 개선점을 도출하려 시도하였다. 더욱 대규모화되고 일반화 된 장소와 상황에 시스템을 적용하기 위하여 센서 네트워크의 지능화, RFID 위치감지기법의 개선, 유도알고리즘의 일반화, 그리고 해당 시뮬레이션과 실험의 지속적인 수행이 이루어져야 할 것이다.

5. 참고문헌

1. 박재성, “건축물 화재시 피난행동등을 고려한 피난예측모델에 관한 연구: 대규모 다중이용건축물을 중심으로”, 서울시립대학교 대학원 박사학위논문, 2004.
2. 문성호, “유비쿼터스 공간의 소방대상물 관리모델에 관한 연구”, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문, 2004.
3. 전규엽, “대구지하철 화재 조사 분석(3)-피난행동패턴에 대한 고찰과 피난로 설계시 적용방법”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제23권, 제2호, pp.885-888(2003).
4. 장세이, 우운택, “유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센싱 기술과 컨텍스트-인식기술의 연구 동향”, 정보과학회지, 제21권, 제5호, pp.18-28(2003).