

대형 지하시설물에서 화재발생 시 USN정보를 이용한 피난 유도 방안

Guidance Methods Using Ubiquitous Sensor Network Information
in Large-Sized Underground Facilities Conflagration in Fire

서용희

이창주

신성일

(서울시정개발연구원, 연구원) (서울대학교 환경대학원, 석사과정) (서울시정개발연구원, 연구위원)

Key Words : 지하시설물, 화재, 피난, Ubiquitous Sensor Network, 유도시스템

목 차

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| I. 서론 | IV. 사례연구 |
| II. 이론적 고찰 | V. 결론 및 향후 연구과제 |
| III. Safe Guidance System | 참고문헌 |

I. 서론

지하공간의 활용에 있어서 과거에는 도시기반 공급시설 및 보관시설 등 사람이 이용하지 않는 공간으로서 이용되어져 왔다. 하지만 지난 수 십년간 지가의 상승으로 인한 토지이용의 과밀화로 국내에서도 건축물의 고층화와 더불어 편의시설을 포함한 다양한 용도의 시설들이 지하로 들어가면서 도시에서 또 하나의 지하세계를 형성해가고 있다. 그러나 이러한 시설의 대부분은 복잡한 구조를 가지고 있으며, 지하공간은 방향성을 잃기 쉽기 때문에 일반적으로 느끼는 복잡성은 지상의 건축물 내부의 공간보다 훨씬 높다. 또한 다수의 이용자가 장시간 체류하기 때문에 안전성, 쾌적성을 유지하기 위해서 조명, 냉난방, 환기, 배수 등 설비시스템을 필요로 하고 화재, 수해, 테러 등 재해 시에 취약한 구조를 가지고 있기 때문에 이에 맞는 방재시스템 및 대피시스템을 갖추고 있어야 한다. 최근에는 이용자의 생활수준 향상, 지하공간에서의 사건·사고로 지하철역사 및 지하상가의 리모델링, 기본적인 설비시스템 개선 등 지하공간의 고급화가 이루어지고 있지만 지하공간의 특징상 일단 시설이 건설되면 철거나 증축이 어렵기 때문에 재난에 있어서 지하시설물의 구조적인 문제점은 해결이 어려운 실정이다. 최근에 우후죽순 새롭게 건설되는 지하 복합쇼핑몰을 비롯한 편의시설들과 기존의 각 지역에서 개별적으로 건설되었던 지하공간이 연결과 확장을 통해 제 2의 도시로 성장하기 위해서는 기본적인 안전문제가 지상수준에 근접하는 수준이 되어야 한다.

본 연구에서는 지하공간 방재에 있어서 인명안전을 위한 지하공간에서의 대피에 초점을 두어, 최근 각광을 받고 있는 USN(Ubiquitous Sensor Network)기술을 활용한 피난자 유도 시스템을 제시하였다. 기존에 피난자가 대피를 위해서 얻는 화재에 대한 정보는 자신의 감각기관에 의존하거나 싸이렌, 방송

등을 이용한 단순 화재발생여부에 불과했으나 최근에는 기술의 발달로 건축물의 각 부분에서 현재 상태정보를 받는 것이 가능해졌다. 이러한 기술은 무선센서노드의 성능향상과 센서의 수집정보 다양화, 소형화, 가격하락으로 환경, 빌딩, 병원, 물류, 보안 등 다양한 분야에서 점차 적용되어져가고 있으며, 정부는 유비쿼터스 사회를 앞두고 빠르게 변화하는 시대적 요구에 걸맞게 RFID/USN 시스템을 구축해 u-Korea를 실현한다는 비전을 수립하였다. 또한 건축물 설계에 있어서 성능위주소방설계(PBD: Performance Based Design)의 도입에 따라 건축물의 소방능력 척도가 화재방호를 위한 최소한도가 아닌 실질적인 안전성 및 대처능력에 따라 평가되어질 것이므로 무엇보다 인명안전을 위한 피난유도방안이 필요할 것으로 예상된다.

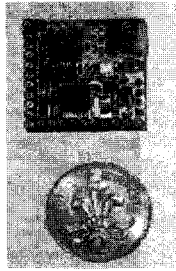
따라서 본 연구에서는 현재 적용 가능한 기술들과 앞으로 향상될 기술들을 살펴보고, 유도시스템의 구성 및 프로세스를 설계한 뒤 각 센서로부터 수신되는 화재정보를 이용하여 피난자들에 대한 피난경로 유도를 통해 피난시간의 최소화 및 피난자의 안전을 이끌어낼 수 있는 모형을 만들어서 이를 실제 복잡한 지하 복합쇼핑몰에 적용한 사례연구를 통해 피난유도시스템의 효율성 및 적합성을 평가해 보았다.

II. 이론적 고찰

1. USN 센서정보를 이용한 방재

최근에 무선통신과 micro-electro-mechanical systems (MEMS) 기술의 발전으로 USN 또는 WSN을 위한 상대적으로 값싼 하드웨어의 개발이 가능해졌다. USN은 일명 Specknets라고도 불리며 초소형의 센서노드(Specks)를 대상구역에 전개하여 광범위한 지역에 센서정보를 수집하고 이를 활용하는 기술이다. 센서노드는 전형적으로 배터리, 초소형 컨트롤러, 저전력 통신기, 소형 메모리와 값싼 센서들로 구성되며

거의 모든 분야에서 최적화를 위한 기술로서 각광을 받고 있다. 아직까지 센서노드 혹은 RFID태그의 가격분제와 기술적 한계로 인해 실용화 단계에는 미치지 못하고 있으나 주로 군사용, 과학 공공 분야 활용에 주로 연구와 시범사업 위주로 진행되고 있다.



<그림 1>
ProtoType
Speck

해외의 연구사례 중에 USN을 이용한 방재에 대한 연구를 살펴보면, Jinli Deepak Shastri(2006)는 건물 내부의 센서네트워크로부터 수신되는 화재정보를 이용하여 피난자들에게 휴대단말기를 이용하여 경로정보를 제공해주는 방안에 대해 서술했으며, N. Markatos(2007)는 산에 센서노드를 전개하여 센서정보를 이용한 산불예방·관리시스템을 구축하는 방안에 대해 연구했으며 Steingart D(2005)는 센서네트워크로부터 획득한 정보를 센터가 화재 진화를 위해 건물내부에 진입한 소방관의 view-마스크를 통해 화재정보를 제공함으로써 화재진화 및 인명구조/대피에 이용하는 방안에 대해 연구하였다. 그리고 미국 NIST(National Institute of Standard and Technology)는 비상사태에 대비한 지능형 빌딩에 관한 프로젝트로서 “Intelligent Building Response(iBR)”에 관한 연구보고서인 “Building Tactical Information System for Public Safety Officials”를 진행 중이며 이것은 빌딩 내 비상상황 발생 시 각 대응기관에 WSN으로부터 획득한 센서정보를 실시간으로 제공하고, 빌딩 자체적으로 초기대응을 이행하는 방법에 관한 연구이다.

이처럼 실시간 대량의 정보수집체계를 구축함으로써 과거에는 불가능했던 실시간 재난예방 및 대응이 가능해짐에 따라 재난도 통제할 수 있는 시대가 되었다.

2. 피난 유도 필요성

김현주(2003)는 우리나라 지하도시공간의 방재상의 문제점을 다음과 같이 열거했다.

1) 구조 설계상의 문제점

- 채광 환기를 위한 천장 전부
- 피난 및 소방활동을 위한 지하광장 설치 미비
- 천정고가 낮고 통로폭 협소
- 지하보행공간의 방향성이 없음

2) 관리 및 이용상의 문제점

- 가연성물질로 된 상품이 집적
- 보행동선과 쇼핑동선의 혼잡으로 혼잡
- 비상통로의 상점들에 의한 무단점유
- 소방시설의 관리상태 불량

3) 제도상의 문제점

- 지하도로, 지하보도, 지하도상가 등 지하공간시설에 대한 기준이 마련되지 못한 실정
- 지하공간관련제도가 여러 법규에 산재



<그림 2> 영등포 지하상가

이러한 안전상의 문제점에도 불구하고 이미 건설된 지하공간은 안전상 문제점이 있어도 철거나 증축이 어렵기 때문에 개선이 어려운 실정이다. 따라서 제도개선 및 관리를 통해서 문제를 해결해야 하며, 재난의 위험이 높은 지하공간을 위한 별도의 방재센터의 설치가 필요하다. 또한 본 연구의 주제인 USN을 이용하여 실시간 모니터링으로 재난을 예방하고, 상황 발생 시 이를 이용한 효과적인 대응방안을 마련해야 할 것이다.

센서네트워크로부터 제공되는 방대한 양의 화재정보가 있지만 급박한 상황에서 객관적으로 제공되는 정보를 가공하여, 피난자들이 본능적으로 받아들일 수 있도록 하는 매개체가 필요하다. 일반적인 화재상황에서 건물에 익숙한 사람이 이러한 역할을 수행하게 된다. 박재성(2004)는 재실자들의 피난 경로선택의 특성이 기본적으로 연기에 오염되지 않은 경로를 선택하고, 건물에 익숙한 특징인은 단거리 및 일상동선에 위치한 피난계단 등 안전한 경로를 선택하게 되며, 건물에 익숙하지 않은 불특정인은 자신이 들어왔던 경로나 다른 사람들을 무조건 따라가는 추종성에 의해서 경로를 선택하게 되는 비율이 높아서 주출입구 등 극히 일부 피난경로에 피난자가 몰리는 현상이 발생하게 된다고 말했다. 또한 일본의 비슷한 두 호텔 화재사건을 예로 들면서 종업원에 의한 피난유도를 한 경우엔 사상자가 발생하지 않았지만, 하지 않은 경우엔 많은 사상자가 발생하였다면서 조속한 피난개시와 피난유도가 무엇보다 중요하다고 하였다.

이러한 이유로 적절한 화재정보를 바탕으로 기존 연구에서는 방송에 의한 유도, 휴대단말기를 이용한 유도 등에 대해 연구했지만 본 연구에서는 시각적 효과를 고려한 방향성 유도등을 이용한 유도방안에 대해 연구했다.

3. 유도 매개체

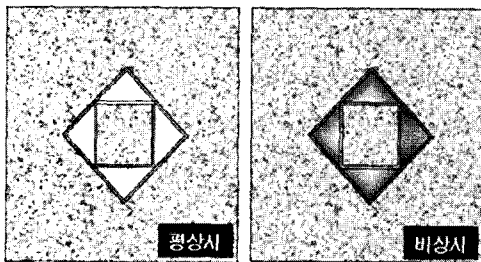
기존의 많은 연구에서는 주로 개인용 휴대단말기, 방송을 이용한 음성정보 또는 정보를 이용할 수 있는 소방관에 의한 유도에 초점을 맞추었고 유도등의 효용성을 높이 보지 않았다. 기존의 유도등은 제공되는 정보의 양이 제한적이고, 실시간으로 유동적인 경로변경이 불가능하며, 연기에 의해 시인성이 떨어져 유도효과가 거의 없었기 때문이다. 하지만 최근에 실시간 유도를 위한 방향성 유도등을 출시하는 회사(인텔라

이)도 있으며 성능실험을 통해 화재상황에서 식별도 및 시스템을 유지할 수 있다는 결과가 나왔다.



<그림 3> 인텔아이의 방향성유도등

본 연구에서는 연기에 의한 시계제한이 비교적 적은 바닥에 적절한 거리마다 사례연구를 위해 본 연구에서 제안한 방향성 유도등<그림 4>을 설치하여 다양한 조건을 고려한 알고리즘을 이용하여 피난자들을 분산유도하는 방안을 제안하였다.



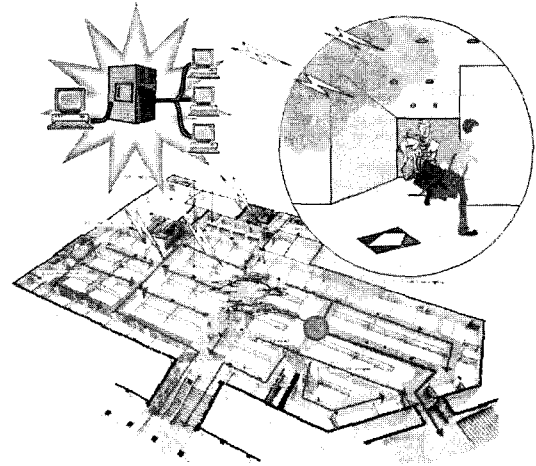
<그림 4> 바닥 유도등 설치 예

III. Safe Guidance System

1. 시스템 및 고려조건

피난경로를 유도하기 위해서는 지하공간 내 실시간 화재영향 파악이 가능한 USN을 전제했었다. <그림 5>에서 보면 무선통신이 가능한 열, 연기 감지 센서가 빌딩 내에 곳곳에 전개되어 중앙서버에 수집된 정보를 전송하고 전송된 자료를 바탕으로 각 노드에서 동적으로 유도방향이 변경되어야 한다. 센서로부터 수신된 객관적인 화재정보를 피난자들이 생각할 필요없이 받아들일 수 있는 방향정보로 가공하기 위해서 화재 및 연기의 확산 등을 고려할 수 있는 최단경로를 기반으로 하는 알고리즘이 필요하다.

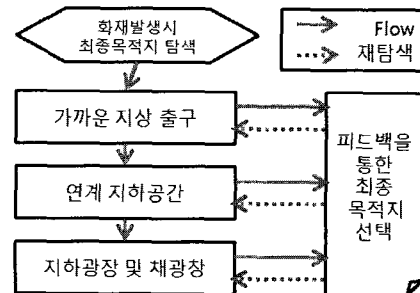
알고리즘 계획 시 고려해야 하는 주요 결정요소로는 직접적인 화재, 연기의 농도, 경로의 단절, 경로의 용량 등이 있으며, 목적요소는 피난시간의 최소화 및 안정성이다. 따라서 피난자의 안전을 보장하는 범위에서 최소시간경로를 찾기 위해 각 링크의 용량을 고려하여 전체 피난자의 피난시간을 최소화시키고 화재의 직접적인 영향이나 진한 농도의 연기에 의해 영향을 받을 경우에는 우회경로를 실시간으로 탐색해야 한다.



<그림 5> 피난경로 유도 시스템

2. 피난경로 유도 프로세스

화재 시 경로가 선택되기 위해서는 시점과 종점이 존재해야 한다. 시점은 건물 내 방향을 유도할 수 있는 각 유도등이 되고 종점은 일차적으로 지상출구가 되어야 하며 그것이 불가능해졌을 때를 대비해 차 순위의 목적지가 계획되어야 한다. 일반적으로 지하 도시공간은 지하철 역사, 지하쇼핑몰, 백화점 지하 등과 연결되어 있는 경우가 많다. 또한 지상으로 향하는 모든 출구가 봉쇄되었을 경우엔 임시 대피공간인 지하광장이나 채광장을 이용한 구조가 가능한 지점으로 유도할 수 있다. 따라서 <그림 6>에서 보듯이 지속적인 피드백을 통해 최종 목적지 탐색 프로세스가 진행되고 실시간으로 알고리즘에 적용되어야 한다.

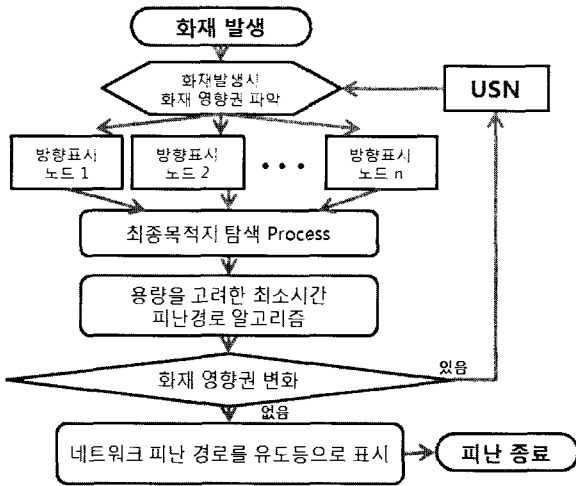


<그림 6> 화재시 최종목적지 탐색

화재 발생 시 첫 5분이 급속한 피해확산의 향방을 결정짓는다. 따라서 피난상황을 빠르게 인식시켜 피난개시시간을 단축시키고, 이모든 프로세스가 빌딩 관리자나 소방관계자에 의해 통제되기 전에 시스템에 의해 자동적으로 이루어져야 한다. 따라서 피난 유도 시스템이 소방관계자에 의한 컨트롤이 이루어지기 전에 화재경보 발생과 동시에 시스템이 작동하면서 유도방향이 표시된다면 사이렌에 의한 음향효과와 더불어 유도등에 의한 시각적 효과로 인하여 피난개시 시간이 단축되어 최종적으로 피난시간을 단축할 수 있을 것이다.

화재에 의한 센서노드 및 방향표시노드의 손상이 있을 수 있다. 개개의 손상 및 고장이 네트워크 전체의 고장으로 이어

지지 않도록 시스템 운용이 중앙서버와 각 센서노드 및 유도 등과의 무선통신을 개별적으로 운영되어야 하며 이에 대한 연구는 미국 NIST에서 이루어진 바 있다.



<그림 7> 유도방향표시 Process

IV. 사례연구

1. Quickest Path Algorithm을 이용한 경로 탐색

최속경로(Quickest path)문제는 경로의 시간과 용량, 두개의 목적함수를 갖는 최단경로(Shortest path)문제의 변형으로 주어진 교통량(volume)을 기점에서 종점으로 보내는 최소시간을 갖는 경로를 찾는다. 몇 가지 기호를 정리하면 기점 O, 종점 D, 링크(i, j)의 이동시간 t_{ij} , 링크(i, j)의 용량상한 u_{ij} , p 를 목적지로 보내려는 교통량으로 정의하고 P 를 O와 D사이 가능한 모든 경로의 집합, p 를 집합 P 에 속하는 하나의 경로, $t(p)$ 를 경로 p 를 지날 때 걸리는 시간, $u(p)$ 를 경로 p 의 용량을 나타낸 것이라 할 때 최속경로의 목적함수는 다음과 같다.

$$\min_{p \in P} t(p) + \frac{v}{u(p)}$$

일반적으로 두 목적함수를 동시에 만족시키는 최적해는 존재하지 않는다 따라서 지배경로(dominated path)와 비지배경로(nondominated path)라는 개념을 사용하게 되는데 비지배경로란 두개의 경로 $p, q \in P$ 가 주어졌을 때, $t(p) \leq t(q)$ 이고 $u(p) > u(q)$ 이거나, 또는 $t(p) \geq t(q)$ 이고 $u(p) < u(q)$ 일 때의 경로 p 를 말하며, 경로 p 가 경로 q 를 지배한다(dominate)고 한다. 기호로는 pDq 를 사용한다. 지배경로란 P 를 $P_N = P - P_D$ 와 $P_D = \{p \in P \mid \exists q \in P, pDq\}$ 로 나누었을 때 P_D 에 속하는 경로를 말한다. P_N 에 속하는 경로는 비지배경로가 된다. 결국, 주어진 데이터의 양에 대한 최속경로란 지체시간은 작고 용량은 최대한 경로를 찾는 것이므로,

최속경로는 이러한 비지배경로 집합 중에서 존재하게 되며, 특정 교통량(volume)의 양에 대한 최속경로가 비지배경로가 된 것은 Martinez와 Santos (1997)가 증명하였다. 이상욱 외 2명(2000)

(정리)

$$(1) \quad v \in]0, \frac{t(p_2) - t(p_1)}{u(p_2) - u(p_1)} \times u(p_1) \times u(p_2)$$

에 대하여 p_1 은 최속경로이다.

(2)

$$v \in \left[\frac{t(p_i) - t(p_{i-1})}{u(p_i) - u(p_{i-1})} \times u(p_{i-1}) \times u(p_i), \frac{t(p_{i+1}) - t(p_i)}{u(p_{i+1}) - u(p_i)} \times u(p_i) \times u(p_{i+1}) \right]$$

$i \in \{2, \dots, r-1\}$ 에 대하여 p_i 는 최속경로이다.

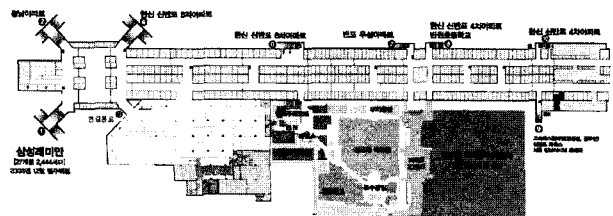
$$(3) \quad v \geq \frac{t(p_r) - t(p_{r-1})}{u(p_r) - u(p_{r-1})} \times u(p_{r-1}) \times u(p_r)$$

에 대하여 p_r 은 최속경로이다.

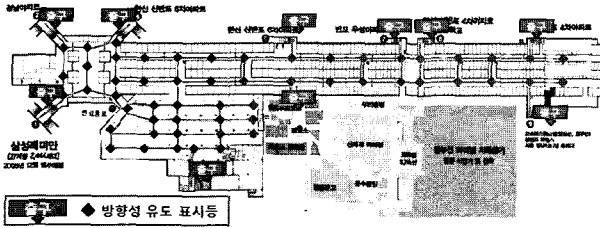
구성된 네트워크에서 유도방향이 표시되는 노드는 해당노드로 향하는 대피인원의 잠재수요(v_n)가 필요하고, 통로의 역할을 하는 링크는 링크지체시간(t_{ij})과 통로 크기에 따른 통과용량(u_{ij})의 data가 구축되어야 한다. 링크의 지체시간(t_{ij})은 링크 길이를 통로폭을 고려한 평균피난보행속도로부터 산정되며, 거리와 실시간으로 화재의 영향으로부터 추정된 위험 조건에 따른 평균피난보행속도가 적용되어 계산된다.

2. 지하상가 대상 사례연구

본 연구에서는 강남 고속버스터미널과 연계된 지하상가<그림 8>를 대상으로 사례연구를 진행하였다. 지하상가 통로 바닥에 일정 거리 및 교차지점마다 방향성 유도등을 설치한다는 가정 하에 유도등 네트워크<그림 9>를 구성하였다. 노드는 55개의 유도등 노드와 10개의 출구노드 그리고 1개의 가상목적지 노드로 구성되며 링크는 82개의 양방향 링크와 10개의 가상 목적지 연결 링크로 구성된다. 알고리즘을 위한 기초자료로서 각 노드 영향권 내의 통행밀도를 이용한 노드 잠재수요(지하상가 내 5520명)와 노드간 링크의 추정된 통행시간 및 보행자 통행용량은 사례연구를 위해 대상구역의 구조 및 현실을 바탕으로 산정하였다.

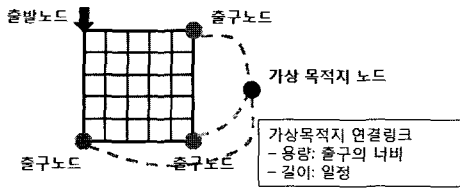


<그림 8> 고속터미널 지하상가 평면도



<그림 9> 유도시스템 유도등 네트워크

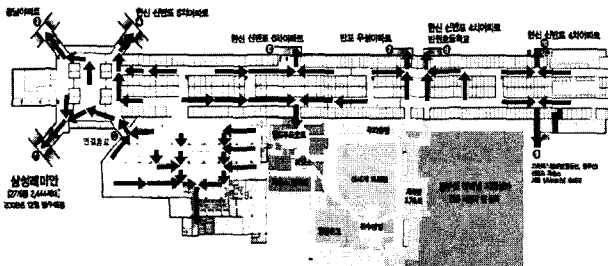
최종목적지를 지상으로 가정하고, 알고리즘 상에 하나의 목적지로 나타내기 위해 가상의 목적지 노드를 추가하였다. <그림 10>과 같이 여러 개의 출구에서 지상으로 향하는 가상의 노드를 설정하여 출구의 용량에 따른 경로선택에 영향을 주도록 하였다.



<그림 10> 가상 목적지 노드 설정

1) 화재의 영향(연기, 온도 등)이 없는 경우

구축된 네트워크에서 화재에 의한 용량의 감소, 통행시간의 증가 등이 없는 상태에 대하여 Quickest Path에 의한 피난유도경로를 산출해 보았다. 계산과정의 편의를 위해 Quickest Path를 구할 수 있는 Netsolver 1.0(서울대 산업공학과 박순달 교수 개발)을 이용하였고 지하상가 내부 65개의 노드에서 가상 목적지 노드(지상)로 향하는 Quickest Path를 구하였고, 비지배경로들에 대해서는 경로를 통과하는 모든 노드의 잠재수요를 합한 합산수요를 산정하여 수요범위에 따른 경로를 선택하였다. 최종 선택된 경로를 평면도상에 방향으로 표현하면 다음과 같다.

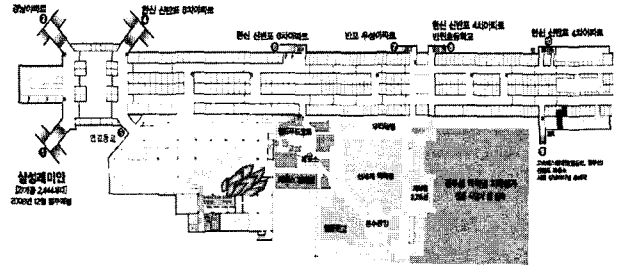


<그림 11> 유도방향표시

2) 화재의 영향(연기, 온도 등)이 있을 경우

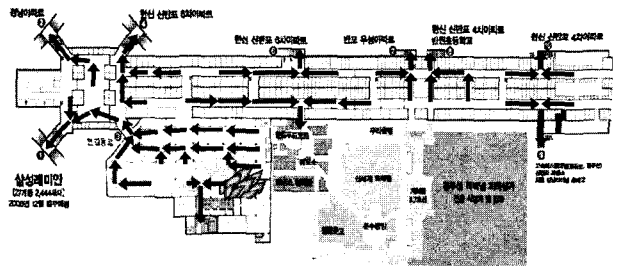
지하상가는 신발, 의류매장 등 대부분 가연성 물질이 산재하기 때문에 화재가 삽시간에 확산되고, 연기를 배출할 수 있

는 시설이 제한적이기 때문에 연기에 의한 유독물질로 질식할 우려가 높다. 이러한 경우에 대해 임의의 상황<그림 12>을 부여해 보았다.



<그림 12> 화재 발생

USN으로부터 수신되는 정보를 이용한다는 가정 하에 임의로 화재가 발생한 지점을 중심으로 화재 및 연기에 의한 통행시간 지체 및 통행 용량을 네트워크의 링크속성에 재구성했다. 화재의 직접적인 영향에 의해 통행이 불가능한 경우에는 통행용량을 '0'으로 설정하고, 간접적으로 연기에 의한 시거제한, 용량감소에 따른 링크구간 통행시간을 추정해서 알고리즘의 기초 데이터를 변화시켰다. 다시 재구성된 데이터를 바탕으로 시간과 용량을 고려한 Quickest Path 알고리즘을 이용해서 최종 선택된 경로를 유도방향으로 나타내면 다음과 같다.



<그림 13> 화재발생 시 유도방향

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

첫 번째 사례연구는 기본적인 유도방향의 흐름을 보여준다. <그림 11>을 보면 화재의 영향이 없기 때문에 가까운 출구로 유도하는 것을 볼 수 있다. 유도방향표시 과정에서 Quickest Path Algorithm상 비지배경로는 모두 용량에 의한 제약 받지 않음으로서 모두 최단경로로 지정됨으로서 비교적 효과적으로 유도방향이 결정되고 각 노드에서 경로의 방향성을 유지함으로써 피난경로의 횡단으로 인한 피난자의 혼잡을 방지했음을 알 수 있다.

두 번째 사례연구는 지하상가 내 일정영역에 화재상황을

부여함으로써 적응된(Adaptive) 유도방향을 결정하는 과정을 보여주고, 용량에 의해 경로가 제약되어 대안경로를 선택하는 것을 보여주기 위해 의도적으로 구성되었다. <그림 13>을 보면, 기본적으로 가까운 출구로 유도하되 화재위험 영역을 우회하고 위험지역 내부에서는 온도와 연기에 의해 제약되는 통행시간과 용량을 고려해 안전성을 유지하는 가까운 출구로 유도되었음을 알 수 있다. 하지만 용량이 1차적인 경로선택에 영향을 미쳤음에도 2차적으로 경로의 과다수요로 인한 용량 제약으로 대안경로가 선택되는 경우는 없었다. 그 이유는 본 연구의 사례연구 대상이 실제 지하상가의 일부분이고 적절한 거리마다 많은 출구가 배치되어 있기 때문인 것으로 추측되고, 화재상황 부여 시 화재에 의한 통행시간 및 용량의 속성 변경을 실제 USN에 의한 정보를 이용하지 못함으로써 실제 상황을 고려하지 못해서인 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 몇 개의 비배경로에서 용량한계의 수준을 보임으로써 용량 제약에 의한 유도경로변화의 가능성을 보이고 있다.

본 연구에서는 첨단 무선통신 및 센서기술을 이용한 USN, 화재정보를 수신하고 정보를 가공하여 유도 매개체로 송신한 중앙서버, 실질적으로 유도를 할 수 있는 매개체로서 방향성 유도표시등 등 3개의 요소로 피난유도시스템을 구성하고 실시간으로 화재상황에 의해 변동되는 프로세스와 중앙서버에서 링크구간의 통행시간과 용량을 고려한 알고리즘을 통해 다수의 피난자들을 효율적으로 유도할 수 있는 경로를 표시해 줄 수 있는 방안을 찾아보았다. 실제 지하상가를 대상으로 두 가지의 사례연구를 통해 유도시스템의 효율성을 확인하고 문제점도 발견하였지만 실질적으로 용량을 고려하여 경로상 피난수요를 유도를 통해 분배하고 화재의 영향을 피해 지상으로 탈출할 수 있는 방안을 마련하였다는 점에서 의미있는 일이 아닐 수 없다. 이러한 유도시스템은 복잡한 지하상가나 지하철 역사와 같은 지하시설물뿐만 아니라 고층 건물과 같은 화재를 인지하기 어려운 건축물, 많은 사람이 모이는 시설, 대형 매장과 같이 통로가 미로같아서 길을 잃기 쉬운 공간에서도 매우 유용할 것으로 기대된다.

2. 향후 연구과제

지금까지 몇몇 연구 및 사업에서 화재 시 피난자 유도시스템에 대한 참고문헌과 시범사업이 있었다. 하지만 유도경로에 대한 알고리즘, 유도매개체, 또는 USN정보의 이용여부 등에서 차이를 드러내고 있다. 본 연구에서는 지하시설물에 USN과 방향성 유도표시등이 설치되어 있다는 가정 하에 적절한 유도경로 표시방안에 초점을 맞추고 있으나 3가지 구성요소가 적절한 프로세스를 가지고 맞물려 움직일 때 효과를 발휘할 수 있을 것이다.

본 연구는 기초단계에 불과하기 때문에, 연구가 발전된다면 화재 시 시거 및 심리적 영향에 따른 노드 즉, 방향성 유도표시등의 적정 설치 거리와 화재 영향에 따른 용량 감소 등 무수히 많은 향후 연구과제가 존재한다. 또한 본 연구에서는 하나의 기점에서 하나의 종점으로 향하는 최소시간경로를 결정

하는 기법으로서, 이것을 활용하는 방안을 제시하였으나 보다 구체적으로 네트워크 상 다수의 출발지와 다수의 목적지사이에 선택된 경로간의 수요 및 용량을 고려한 알고리즘의 개발이 이루어져야 할 것으로 보인다.

참고문헌

1. 김현주, 지하도시공간 방재계획의 가이드라인, 방재연구지 제6권 제1호 (통권21호), 2004
2. Steingart D, Wilson J, Romero R, Lim L, Redfern A, Patton C, Wright P "Augmented Cognition for Fire Emergency Response: An Iterative User Study" presented on 7/27/05 at HCI International, to be published in proceedings
3. 손봉세, 이용재, "초고층 건축물의 화재시 방재·피난계획", 한국초고층건축포럼, 2004
4. Jinali Deepak Shastri, "Safe Navigation during Fire Hazards using Specknets", The University of Edinburgh, August 2006
5. 김정훈, "대형 건물에서의 지능형 소방제어 시스템 구현에 관한 연구" 홍익대 대학원, 2006. 8
6. David G. Holmberg, William D. Davis, Stephen J. Treado, Kent A. Reed, "Building Tactical Information System for Public Safety Officials", National Institute of Standards and Technology, jan. 2006
7. 이상욱, 박찬규, 박순달, "수정된 최속경로 알고리즘(The revised quickest path algorithm)", 한국국방경영분석학회지 제26권 2호, 177쪽, 2000
8. Shi Pu and Sisi Zlatannova, "Evacuation Route Calculation of Inner Buildings", Delft University of Technology, OTB research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies, may. 2005
9. Ernesto de Queiros Vieira Martins, Jose Luis esteves dos santos, "An algorithm for the quickest path problem", Operations Research Letters 20(1997), 195-198