[Research Paper]

의사결정시간 분석을 통한 스마트폰 피난안내도 구성요소별 작성기준에 관한 연구

전은구 · 배영훈 · 지호준* · 손종영 · 박준구** · 홍원화***†

경북대학교 건설환경에너지공학부 대학원생, *경북대학교 건축학부 학부생, **경북대학교 IT대학 전자공학부 교수,
***경북대학교 건설환경에너지공학부 교수

A Study on Smartphone Evacuation Guidance Map Criteria through Analysis of Decision-making Time

Eun-Goo Jeon · Young-Hoon Bae · Ho-Joon Jee* · Jong-Yeong Son ·
Joongoo Park** · Won-Hwa Hong***†

Graduate Student, School of Architectural, Civil, Environmental and Energy Engineering, Kyungpook National University,

*Undergraduate Student, School of Architecture, Kyungpook National University,

**Professor, School of Electronics Engineering College of IT Engineering, Kyungpook National University,

***Professor, School of Architectural, Civil, Environmental and Energy Engineering, Kyungpook National University

(Received September 24, 2019; Revised October 14, 2019; Accepted October 15, 2019)

요 약

IoT 기술의 발달과 함께 소방시설의 변화는 가속화되고 있으며, 이 중 대표적인 변화는 소방시설과 스마트폰 앱을 연계한 대피안내시스템의 개발이다. 하지만 이와 관련된 선행연구들은 시스템의 구성에 초점을 두고 수행되고 있으며, 표준화된 피난안내도의 작성매뉴얼과 관련된 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구진은 표준화된 스마트폰 피난안내도의 기준을 수립하기 위한 기초연구로서, 스마트폰 피난안내도의 구성요소별 표시방법의 유형과 크기에 따른 의사결정시간을 분석하였다. 선행연구 고찰과 법규 고찰을 통해 실험요소를 도출하였으며, 30명의 피실험자를 대상으로 구성요소 표시방법의 유형과 크기에 따른 의사결정시간을 분석하였다. 이후 통계검정을 통해, 스마트폰 피난안내도 구성요소별 작성기준을 제시하였다.

ABSTRACT

Previous studies related to evacuation guidance systems are focused on the system construction, and research on manual of the standard evacuation map is insufficient. Therefore, this research is a basic study to establish the standard evacuation map, and analyzed the decision-making time according to the type and size for each component of the evacuation map. Experimental elements were derived through the review of previous studies and legal regulations. After that, decision-making time was analyzed according to the type and size of the component display method. An experiment was conducted to analyze the decision-making time according to the type and size of the component display method. Afterwards, through the statistical test, the evacuation map guidelines for smartphones were proposed.

Keywords : Evacuation guidance map, Decision-making time, Evacuation guidance map design guide

1. 서 론

최근 Internet of Things (IoT) 기술의 개발로 인해 소방시

설의 기준에도 변화가 찾아오고 있다. ‘화재예방, 소방시설
설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 개정안’에는 소
방시설 중 경보설비의 한 종류로 무선방식의 시스템을 ‘화

† Corresponding Author, E-Mail: hongwh@knu.ac.kr. TEL: +82-53-950-5597, FAX: +82-53-950-6590

© 2019 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

제알림설비'라는 명칭으로 허용하고자 하고 있으며⁽¹⁾, 2017년 말 소방시설 중 화재수신기와 감지기, 발신기, 중계기의 네 가지 소방용품의 형식승인을 수정하여 무선통신 기준이 허용되었다. 이를 통해 향후 IoT 기술을 적용한 소방시설의 사용이 가능할 예정이며, 이와 관련된 다양한 연구들이 수행되고 있다. 이중 대표적인 연구는 소방시설과 스마트폰 앱을 연계한 대피안내시스템의 개발이다⁽²⁻¹⁴⁾.

하지만 대피안내시스템 관련 선행연구 연구들은 시스템의 구성에 초점을 두고 있으며, 스마트폰을 활용한 피난안내도(스마트폰 피난안내도)는 기준 없이 무분별하게 제시되고 있다. 또한 이러한 문제점을 해결하기 위한 표준화된 스마트폰 피난안내도 작성기준에 대한 연구는 전무한 실정이다. 표준화된 안내지도의 부재는 정보공유를 저해시킬 우려가 있다는 것을 고려하였을 때⁽¹⁵⁾, 스마트폰을 활용한 피난안내도의 기준수립에 관련된 연구가 필요한 시점이다.

이에 본 연구진은 표준화된 스마트폰 피난안내도의 기준을 수립하기 위한 기초연구로서, 스마트폰 피난안내도의 구성요소별 의사결정시간을 분석하였다. 스마트폰 피난안내도 관련 선행연구와 법규를 분석하였으며, 이를 통해 스마트폰 피난안내도 구성요소를 선정하였다. 이후 30명의 피실험자를 대상으로 구성요소 표시방법의 크기와 유형에 따른 피실험자의 의사결정시간을 분석하였으며, 그 결과로 스마트폰 피난안내도 구성요소의 작성기준을 제시하였다.

2. 피난안내도 관련 법규 및 선행연구 고찰

2.1 피난안내도 관련 법규

국내에서 피난안내도의 비치는 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법(다중이용업소법)」 제12조에서 규정하고 있다. 제12조에 따르면, “다중이용업주는 화재 등 재난이나 그 밖의 위급한 상황이 발생 시 이용객들이 안전하게 피난할 수 있도록 피난계단·피난통로, 피난설비 등이 표시되어있는 피난안내도를 갖추어 두거나 피난안내에 관한 영상물을 상영하여야 한다.”라고 규정하고 있다. 또한, 피난안내도에 포함되어야 하는 사항은 동 법 시행규칙 별표 2의 2에서 ‘화재 시 대피할 수 있는 비상구 위치(비상구 위치)’, ‘구획된 실 등에서 비상구 및 출입구까지의 피난 동선(피난 동선)’, ‘소화기, 옥내소화전 등 소방시설의 위치 및 사용방법(소방시설의 위치 및 사용방법)’, ‘피난 및 대처방법’으로 정하고 있다.

또한, 소방청에서는 “다중이용업소 등 피난안내도 표준매뉴얼(피난안내도 표준매뉴얼)”을 통해 피난안내도의 작성기준을 제시하고 있다⁽¹⁴⁾. 피난안내도 표준매뉴얼에서는 B4, A3 이상의 크기의 표준 피난안내도의 작성방법(선모양, 글자모양, 범례모양 등)을 제시하고 있다.

2.2 피난안내도 관련 선행연구

스마트폰 피난안내도와 관련된 연구는 1) 센서네트워크

를 활용한 ‘현재위치’와 ‘화재발생위치’의 제공방법, 2) ‘현재위치’와 ‘화재발생위치’를 기반으로 한 최적피난동선의 제공방법에 관한 연구로 구분된다. ‘현재위치’ 및 ‘화재발생위치’의 제공방법에 관한 연구를 살펴보면, Yoon 등⁽²⁾은 지하공간에서 실시간으로 화재 및 피난자의 위치를 파악하여 신속하고 효율적인 피난을 가능하게 하는 시스템을 설계하고 구현하였다. Lee 등⁽³⁾은 지능형 CCTV, 복합센서, 위치추적스캐너 등의 성능을 실험하고, 그 활용기준을 제시하는 실험을 실시하였다. 또한 비콘을 기반으로 하여 재실자의 현재위치를 파악하고 최적피난동선을 제시하는 시스템에 관한 다양한 연구들이 수행되어왔다⁽⁴⁻⁷⁾. 또한 최적피난동선의 제공방법에 관한 연구의 경우 A* 알고리즘, 다익스트라 알고리즘과 같은 경로탐색 알고리즘에 기반한 대피경로 탐색 및 안내시스템 구축에 관한 연구⁽⁸⁻¹²⁾와 추가적인 변수의 고려를 통한 경로탐색 알고리즘의 성능개선에 관한 연구들이 수행되어왔다^(13,14).

2.3 스마트폰 피난안내도 구성요소 도출

피난안내도 관련 법규분석 결과, 다중이용업소법에서는 피난안내도에 포함되어야 하는 4가지 요소를 ‘비상구 위치’, ‘피난동선’, ‘소방시설의 위치 및 사용방법’, ‘피난 및 대처방법’으로 규정하고 있으며, 피난안내도 표준매뉴얼에서는 그 작성방법을 제시하고 있다. 또한 선행연구고찰 결과 스마트폰 피난안내도는 ‘현재위치’, ‘화재발생위치’, ‘최적피난동선’의 세 가지 요소의 제공방안에 대한 연구가 진행되고 있다.

법규분석 결과와 선행연구 고찰결과를 종합해 보면, 스마트폰 피난안내도의 구성요소는 ‘비상구 위치’, ‘피난동선 및 최적피난동선’, ‘소방시설의 위치 및 사용방법’, ‘피난 및 대처방법’, ‘현재위치’, ‘화재발생위치’의 총 6개로 구분된다. 이 중 ‘비상구 위치’, ‘소방시설의 위치 및 사용방법’, ‘피난 및 대처방법’은 피난안내도 표준매뉴얼에서 그 작성기준을 제시하고 있다. 하지만 ‘피난동선 및 최적피난동선’의 경우 ‘피난동선’의 작성기준은 피난안내도 표준매뉴얼에서 제시하고 있으나, ‘최적피난동선’의 작성기준은 제시하지 않고 있다. 또한 ‘화재발생위치’는 피난안내도 표준매뉴얼에서 그 작성기준을 제시하지 않고 있다. ‘현재위치’의 경우 소방청 피난안내도에서 그 형태와 크기를 제시하고 있지만, 스마트폰 피난안내도에서는 현재위치가 가변형으로 제시될 수 있다는 점에서 그 차이를 보인다. 이에 본 연구에서는 스마트폰 피난안내도의 구성요소 중 피난안내도 표준매뉴얼에서 그 기준을 제시하고 있지 않은 ‘최적피난동선’, ‘화재발생위치’와 기존 피난안내도 표준매뉴얼과 다르게 가변형으로 제시되는 ‘현재위치’에 대해 표시방법의 크기와 유형에 따른 의사결정시간을 분석하고자 한다.

Figure 1. Case classification by fire sign type and size.

Figure 2. Case classification by 'you are here' symbol size.

3. 스마트폰 피난안내도 구성요소별 의사결정시간 분석

3.1 실험 케이스 구분

앞서 도출한 3개의 구성요소의 크기와 유형에 따른 의사결정시간을 분석하기 다음과 같이 실험케이스를 구분하였다. 피난안내도 표준매뉴얼에서 표시방법을 제시하고 있는 '현재위치'의 경우는 그 크기를 변수로 케이스를 구분하였으며, 표시방법을 제시하고 있지 않은 '화재발생위치', '최적피난경로'는 그 표시방법의 유형과 크기를 변수로 실험케이스를 구분하였다.

첫 번째 실험은 '화재발생위치' 표시방법의 유형과 크기를 변수로 실험케이스를 구분하였다(Figure 1). 이때 '화재

발생위치'의 표시방법의 유형은 KS ISO 7010에서 제시하고 있는 3개의 유형('일반적인 금지표시(유형 1)', '통행금지(유형 2)', '여기에 서 있거나 걸어가지 마시오(유형 3)')의 이동금지 표시방법을 활용하였으며, 크기는 피난안내도 표준매뉴얼에서 제시하고 있는 범례의 크기를 기준(100%)으로 3개의 크기(100%, 200%, 300%)로 구분하였다. 서로 다른 2개의 건축물 피난안내도에서 각 2곳의 '화재발생위치'의 위치를 선정하였다. 최종적으로 첫 번째 실험은 총 36개(3개의 '화재발생위치' 표시방법의 유형 × 3개의 '화재발생위치' 표시방법의 크기 × 2곳의 '화재발생위치'의 위치 × 2개의 피난안내도)의 케이스로 구성하였다.

두 번째 실험은 '현재위치' 표시방법의 크기를 변수로 실험케이스를 구분하였다(Figure 2). 이때 '현재위치' 표시

a) The Result of Survey

b) The Case of Survey

Figure 3. The result and case of pre-questionnaire.

Figure 4. Case classification by type of optimal evacuation route.

방법의 크기는 피난안내도 표준매뉴얼에서 제시하고있는 크기를 기준으로 3개의 크기(100%, 200%, 300%)로 구분하였으며, 서로 다른 3개의 건축물 피난안내도에서 3곳의 ‘현재위치’의 위치를 선정하였다. 그에 따라 두 번째 실험은 총 27개(3개의 ‘현재위치’ 표시방법의 크기 × 3곳의 ‘현재위치’ 표시방법의 위치 × 3개의 건축물 피난안내도)의 케이스로 구성되었다.

세 번째 실험은 ‘최적피난동선’의 표시방법에 따른 의사결정시간을 분석하기 위한 실험으로, ‘최적피난동선’ 표시방법을 변수로 케이스를 구분하였다. 이때 ‘최적피난동선’ 표시방법의 3가지 유형은 사전 설문조사를 통해 선정하였다. 설문조사는 5개의 유형(‘굵은 피난동선(case1)’, ‘진한녹

색 피난동선(case2)’, ‘점선 피난동선(case 3)’, ‘기호로 강조된 피난동선(case 4)’, ‘글자로 강조된 피난동선(case 5)’의 ‘최적피난동선’ 표시방법 중 가장 효율적이라고 판단되는 유형을 선택하는 방법으로 수행되었으며, 총 58명을 대상으로 실시하였다(Figure 3). 설문결과 가장 높은 응답률을 보인 3개의 유형은 ‘굵은 피난동선(33.70%)’, ‘진한녹색 피난동선(21.74%)’, ‘글자로 강조된 피난동선(27.17%)’로 나타났다, 이를 실험변수로 선정하였다.

실험은 3가지 유형의 ‘최적피난동선’ 표시방법에 따라, 서로 다른 3개의 건축물 피난안내도를 대상으로 실시하였으며, 총 24개의 케이스로 구성되었다(Figure 4). 이때 2개의 건축물 피난안내도는 피난 가능한 경로가 3개, 1개의 건

Figure 5. Experiment method and procedure.

Table 1. Average Decision-Making Time According to Type of Fire Sign (Avg, Average; df, Degree of Freedom; sig, Significance Probability)

Type of Fire Sign	Avg. Decision Making Time (ms)	FR (%)	Kruskal-Wallis Test		
			Mean Rank	df	sig
Type 1	3,856.11	100.00	548.37	2	0.811
Type 2	3,799.67	99.72	533.37		
Type 3	3,917.80	98.89	539.76		
Total	3,857.86	99.54			

축물 피난안내도는 피난 가능한 경로가 2개로 구성되어있기 때문에, 각각의 피난경로를 모두 고려하였을 때, 실험은 총 24개(3개의 ‘최적피난동선’ 표시방법의 유형 × 2개의 건축물 피난안내도 × 3개의 피난경로 + 3개의 유형 × 1개의 건축물 피난안내도 × 2개의 피난경로)의 실험케이스로 구성되었다.

3.2 실험 방법 및 절차

스마트폰 피난안내도의 구성요소에 따른 의사결정시간(피실험자가 이미지 자극을 바라보는 시점부터 피난경로 또는 현재위치를 선택할 때까지의 시간)을 분석하기 위해, 구분된 케이스는 모두 Figure 5(a)와 같이 이미지 파일로 제작되었다. 제작된 이미지를 통해 실험은 피실험자의 의사결정시간을 측정할 수 있는 프로그램인 superLab 5.0 (<https://www.cedrus.com/superlab/>)을 활용하여 설계되었다. 실험에 참가한 피실험자는 Figure 5(c)와 같이, 스마트폰(LG V30 (QHD+ 2880x1440))을 통해 제시되는 피난안내도를 보고 피난경로 또는 현재위치를 키보드를 통해 선택하도록 요청 받았다. 모든 피실험자는 의자에 앉은 자세로 책상 위의 스

마트폰을 바라보며 실험에 참가하였다. 이때 피실험자는 오른손을 키보드 위에 위치한 상태로 실험에 참가하도록 요청받았으며, 이를 통해 피실험자가 의사결정과 동시에 키보드를 클릭할 수 있도록 하였다. 각 구성요소에 대한 세 번의 실험은 한 번의 실험이 종료되면 잠깐의 휴식시간을 가지고, 연속적으로 수행되었다.

실험은 22세부터 40세까지의 남녀 30 명(남 21명, 여 9명)이 실험에 참여하였으며, 피실험자의 평균나이는 29.10세 (S.D = 5.26)이다. 실험의 결과를 분석하기 위해 각 케이스의 평균 의사결정시간과, 정답률(Following rate, FR)을 비교하였으며, 모든 데이터 분석은 SPSS 25를 통해 수행되었다.

4. 의사결정시간 분석을 통한 스마트폰 피난안내도 작성기준 도출

4.1 의사결정시간 분석을 통한 화재발생위치 표시방법

‘화재발생위치’ 표시방법의 유형에 따른 의사결정시간을 분석한 첫 번째 실험의 결과는 Table 1과 같다. ‘유형 2’에서 3,799.67 ms로 가장 낮은 평균 의사결정시간을 보이는

Table 2. Average Decision-Making Time According to Size of Fire Sign (Avg, Average; df, Degree of Freedom; sig, Significance Probability)

Size of Fire Sign	Avg. Decision Making Time (ms)	FR (%)	Kruskal-Wallis Test		
			Mean Rank	df	sig
100%	3,982.28	99.72	566.92	2	0.110
200%	3,762.10	99.17	518.72		
300%	3,829.19	100.00	535.87		
Total	3,857.86	99.54			

Table 3. Average Decision-Making Time According to Type of Present Position Symbol Size (Avg, Average; df, Degree of Freedom; sig, Significance Probability)

Present Position Symbol Size	Avg. Decision Making Time (ms)	FR (%)	Kruskal-Wallis Test		
			Mean Rank	df	sig
100%	3,335.64	99.63	464.13	2	0.000
200%	3,377.43	100.00	384.38		
300%	3,210.35	99.63	367.99		
Total	3,307.81	99.75			

Table 4. Average Decision-Making Time According to Type of Fastest Evacuation Route (Avg, Average; df, Degree of Freedom; sig, Significance Probability)

Type of Fastest Evacuation Route	Avg. Decision Making Time (ms)	FR (%)	Kruskal-Wallis Test		
			Mean Rank	df	sig
Type 1	4,966.89	94.17	393.57	2	0.000
Type 2	3,886.63	94.17	290.65		
Type 3	4,307.53	93.75	397.29		
Total	4,387.01	94.16			

것으로 나타났으며, ‘유형 1’, ‘유형 3’ 순으로 나타났다. 또한, 정답률은 ‘유형 1’, ‘유형 2’, ‘유형 3’의 순으로 나타났다. 크기에 따른 평균 의사결정시간과 정답률은 Table 2와 같다. ‘화재발생위치’ 표시방법의 크기에 따른 의사결정시간은 ‘200%’에서 3,762.10 ms로 가장 낮은 의사결정시간을 보였으며, 정답률은 ‘300%’에서 가장 높게 나타났다.

‘화재발생위치’ 표시방법의 유형과 크기에 따른 반응시간에 대해 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였으며, 그 결과는 Table 1, 2와 같다. Kruskal-Wallis 검정 결과, ‘화재발생위치’의 표시방법의 유형과, 크기에 따라 유의미한 차이가 나타나지 않는 것으로 나타났다(표시방법($p = 0.811$), 크기($p = 0.110$)).

4.2 의사결정시간 분석을 통한 현재위치 표시방법

두 번째 실험의 결과인 ‘현재위치’ 표시방법의 크기에 따른 의사결정시간 분석결과는 Table 3과 같다. 전체 피실험자의 평균의사결정시간은 3,307.81 ms (정답률 : 99.75%)로 나타났으며, 크기가 ‘300%’일 때 3,210.35 ms (정답률 : 99.63%)로 가장 빠른 평균 의사결정시간을 보이는 나타났

다. 크기에 따른 의사결정시간의 유의미한 차이를 분석하기 위한 Kruskal-Wallis 검정 결과, 크기에 따른 의사결정시간에는 차이가 있는 것으로 나타났다($p = 0.000$). 또한 크기가 증가할수록 평균순위는 점차 감소하는 것으로 나타났다. 이는 ‘현재위치’ 표시방법의 크기가 증가할수록 의사결정시간은 감소한다는 것을 의미한다. 또한 각 크기별 차이를 살펴보면 ‘100%’와 ‘200%’의 크기에서는 통계적으로 유의미한 의사결정시간의 차이를 보이지 않았으며($p = 1.000$), ‘300%’의 크기는 ‘100%’, ‘200%’의 크기와 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다($p = 0.000$). 따라서, 스마트폰 피난안내도에서는 ‘현재위치’ 표시방법의 크기를 가장 빠른 의사결정시간을 보이는 ‘300%’의 크기로 제시할 때 가장 빠른 의사결정시간을 보이는 것으로 나타났다.

4.3 의사결정시간 분석을 통한 최적피난동선 표시방법

최적피난동선의 표시방법에 따른 의사결정시간을 분석하기 위한 세 번째 실험의 결과는 Table 4와 같다. 전체 피실험자의 평균의사결정시간은 4,387.01 ms (정답률 : 94.16%)로 나타났으며, ‘유형 2’에서 가장 낮은 의사결정시간(3,886.63)

을 보이는 것으로 나타났다. 또한, Kruskal-Wallis 검정 결과 최적경로의 표시방법에 따른 의사결정시간에는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 그 평균순위는 ‘유형 2’에서 가장 낮게 나타났($p = 0.000$). 각 유형별 차이를 살펴보면 ‘유형 1’과 ‘유형 3’은 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으며($p = 1.000$), ‘유형 2’는 ‘유형 1’과 ‘유형 3’ 모두와 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다($p = 0.000$). 즉, 최적경로의 표시는 ‘유형 2’의 방법으로 하는 것이 가장 빠른 의사결정시간을 보이는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구는 스마트폰 피난안내도 작성기준의 수립의 기초데이터를 제공하기 위해 수행되었다. 관련 법규고찰과 선행연구 고찰을 통해 스마트폰 피난안내도 구성요소를 도출하였으며, 이 중 ‘화재발생위치’, ‘현재위치’, ‘최적피난동선’을 변수로 선정하였다. 이후 변수의 표시방법의 유형 및 크기에 따른 의사결정시간을 분석실험을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

‘화재발생위치’ 표시방법의 유형에 따른 의사결정시간은 KS ISO 7010에서 제시하고 있는 3가지 유형에 대해 유의미한 차이가 발생하지 않았다. 또한 크기에 따른 의사결정시간도 100% - 300% 범위내에서 유의미한 차이가 발생하지 않았다.

‘현재위치’ 표시방법의 크기는 피난안내도 표준매뉴얼의 범례의 300%로 제시할 때 그 의사결정시간이 짧게 나타났다.

‘최적피난동선’의 표시방법은 진한 녹색의 피난경로로 제시할 때 그 의사결정시간이 가장 짧게 나타났다.

본 논문은 실험을 통해 스마트폰 피난안내도 구성요소별 의사결정시간 분석을 통해, 향후 스마트폰 피난안내도 작성기준 수립의 기초자료로 활용될 수 있는 기초데이터를 제공하였다는 그 의의를 가진다.

하지만 피실험자의 성별 및 나이에 따른 차이를 분석하지 못하였으며, 또한 1개의 스마트폰을 사용하였기 실험을 하였기 때문에 스마트폰 성능에 따른 차이를 분석하지 못하였다는 한계를 가진다. 따라서 향후 이러한 한계점을 개선하기 위한 추가적인 연구와 의사결정시간이 실제 피난에 미치는 영향에 연구가 필요하다.

후 기

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 스마트시티 혁신성장동력 프로젝트 지원으로 수행되었음(과제번호 19NSPS-B149843-02).

References

1. National Fire Agency, No. 2019-53, Act on Fire Prevention

and Installation, Maintenance, and Safety Control of Fire-Fighting Systems (2019).

2. M. O. Yoon, C. Song, T. Kim, Y. Choi and Y. Choi, “Real-time Fire Evacuation Guidance System Employing Ubiquitous Techniques: Efficient Exiting System Using RFID”, Fire Science and Engineering, Vol. 21, No. 4, pp. 115-122 (2007).
3. C. K. Lee, S. H. Moon, S. K. Lee and K. E. Lee, “A Study on the Evacuation Performance of Evacuation System using Real-time IoT Information”, The Journal of Multimedia Information System, Vol. 22, No. 2, pp. 281-291 (2019).
4. Y. J. Ko, N. E. Ko, C. Y. Kim, S. H. Lee and S. S. Park, “Real-time Fire Evacuation System based on Indoor Location Tracking and Route Optimization”, Proc. of the KIISE Korea, pp. 1659-1661 (2018).
5. H. K. Kim, “A Study of Evacuation Route Guidance System using Location-based Information”, Korea Industrial Technology Foundation, Vol. 18, No. 9, pp. 18-23 (2017).
6. H. J. Oh, Y. J. Kim, B. N. Kim, C. Choi and J. H. Jung, “IoT-based Fire Detection and Indoor Evacuation Navigation System”, The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, pp. 280-281 (2018).
7. D. Y. Kim, T. W. Lee, J. W. Kim and J. H. Lee, “Design of Indoor Positioning System based on Bluetooth Low Energy for Fire Evacuation Environment”, The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, pp. 400-401 (2018).
8. J. S. Hwang and Y. B. Choi, “Route Exploration Algorithm for Emergency Rescue Support on Urgent Disaster”, Journal of the Korea Contents Association, Vol. 16, No. 9, pp. 12-20 (2016).
9. S. H. Ok, J. H. Ahn, S. H. Kang and B. I. Moon, “A Combined Heuristic Algorithm for Preference-based Shortest Path Search”, Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 47, No. 8, pp. 74-84 (2010).
10. M. B. Kang, G. Park, S. H. Yim and Y. I. Joo, “Design of Optimal Evacuation Route Guidance System for Accidents on Board the Ship”, Proceedings of the 40th Kosme Spring Conference, p. 158 (2016).
11. M. B. Kang and Y. I. Joo, “Intelligent Evacuation Systems for Accidents Aboard a Ship”, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 40, No. 9, pp. 824-829 (2016).
12. E. S. Kim, W. S. Kim and J. J. Kim, “A Study on the Optimum Refuge Path Algorithm in Multiplex Building using the Human Movement Detection System”, Journal of The Korean Digital Architecture-Interior Association, Vol. 8, No. 2, pp. 13-20 (2008).
13. M. B. Kang and Y. I. Zhu, “Intelligent Evacuation Systems

- for Accidents Aboard a Ship”, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 40, No. 9, pp. 824-829 (2016).
14. J. G. Kim and H. S. Lee, “Multi-agent Reinforcement Learning based Evacuation Framework Considering Both Evacuation Time and Crowdedness”, Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 27, No. 4, pp. 334-341 (2017).
15. K. J. Jang, “Study on Urban Landscape Information Delivery System (Sign System)”, Master’s Thesis, Hongik University, Korea (1990).