



## GIS 네트워크 분석을 활용한 중구 화재 취약 지역 분석

*Jung-gu Fire Vulnerable Area Analysis Using GIS Network Analysis*

장경은\* · 정유미\*\* · 박초롱\*\*\* · 이종호\*\*\*\* · 손동욱\*\*\*\*\*

Kyung-Eun Jang\* · Uemee Jung\*\* · Chorong Park\*\*\* · Jongho Lee\*\*\*\* · Dongwook Sohn\*\*\*\*\*

\* Main author, Master's course, Dept. of Architecture & Architectural Engineering, Yonsei Univ, South Korea (jke0918@yonsei.ac.kr)

\*\* Corresponding author, Master's course, Dept. of Architecture & Architectural Engineering, Yonsei Univ, South Korea (junguemee@yonsei.ac.kr)

\*\*\* Coauthor, Ph.D. course, Dept. of Architecture & Architectural Engineering, Yonsei Univ, South Korea (parkchorong@yonsei.ac.kr)

\*\*\*\* Coauthor, Research Specialist, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology, Dept. of Architecture & Architectural Engineering, Yonsei Univ, South Korea (leejongho@kict.re.kr)

\*\*\*\*\* Coauthor, Professor, Dept. of Architecture & Architectural Engineering, Yonsei Univ, South Korea (sohndw@yonsei.ac.kr)

### ABSTRACT

**Purpose:** A fire in the city, classified as a social disaster, does huge damage to life and property. In Particular, the threat is being increased by the concentrated population density, the increase in the number of buildings and complex land use according to the deepening urbanization. Therefore, it is important to prevent a fire in advance by observing the golden time for fire suppression, rescue and first-aid activities. However, the issue of illegal parking is continues to be discussed as one of the factors that hinder the dispatch of fire trucks, and the increase in private vehicles in Seoul is expected to further increase the difficulty of accessing fire trucks in the future. Therefore, the purpose of this study is to grade vulnerable areas for fire through comprehensive judgment on the arrangement of emergency medical facilities and 119 safety centers and illegal parking. **Method:** Using fire outbreak data and Arc GIS Pro for Jung-gu, Seoul, comparison of fire fighting jurisdictions of the 119 Safety Center and areas that can be dispatched within golden time, emergency medical treatment After analyzing the correlation between the possible emergency transport distance to the facility within 5 minutes, public parking lot and illegal parking CCTV, and the occurrence of fire, the fire safety area and vulnerable area were derived through density analysis. **Result:** In the event of a fire in each administrative dong in Jung-gu, areas that are marginalized from initial suppression and evacuation measures were derived, and realistic and reasonable complementary measures according to the regionalization of administrative districts were suggested by proposing the relocation and expansion of fire fighting facilities and emergency medical facilities, and regional adjustment.

© 2021. KIEAE all rights reserved.

### KEYWORD

네트워크 분석

소방권역

의료권역

화재취약지역

Network Analysis

Fire Service Area

Medical Service Area

Fire Vulnerable Area

### ACCEPTANCE INFO

Received Oct. 8, 2021

Final revision received Dec. 6, 2021

Accepted Dec. 10, 2021

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

사회적 재난인 도심 속 화재는 다른 재난 유형에 비해 빈도수는 적은 반면, 인명 및 재산 피해가 큰 특성을 가지고 있다<sup>1)</sup>. 특히 도시화 심화로 건축물과 복합적 토지이용이 증가함에 따라 도심에서의 화재 피해가 더욱 심각해질 것으로 예측된다[1]. 따라서 화재의 발생을 미연에 방지하고 신속하게 대응하여 피해를 최소화하는 것이 무엇보다 중요하다.

행정안전부(2019)에서 제시한 재난 위험성 평가체계에 따르면 [2], 화재재난 분야에서 의료와 구급(소방)은 화재의 위험도를 등급화 하는 지표로 활용하고 있다. 그러나 해당 평가지표는 의사 수나 소방공무원 수, 의료기관 수 등 정량적인 수에 한정되어 공간적 측면에서 화재 취약 등급을 평가하는 것은 불가능한 실정이다. 실질적인 화재취약지역을 공간적으로 도출하기 위해서는 고도화된 공간적 분석이 필요하다고 할 수 있다.

ISSN 2288-968X, eISSN 2288-9698  
<https://doi.org/10.12813/kieae.2021.21.6.079>

화재 취약지역을 공간적으로 구분할 때 소방 및 응급시설과의 접근성은 반드시 고려되어야 한다. 왜냐하면, 화재 발생 장소까지의 소방차 출동시간이 재산피해와 인명피해에, 부상자의 응급시설로의 이송시간이 인명피해에 영향을 미치기 때문이다. 화재 현장에서 화재의 진압, 구조 및 구급활동을 위한 골든타임은 최소 5분 이내로 규정하고 있다. 이는 화재성장곡선에 따라 화재 발생 후 5~8분 사이에 발생하는 플래시 오버(Flash over) 현상을 방지하기 위한 5분 대응이론 기준[3]과 사람의 심폐기능이 정지하였을 때 신경 손상 없이 회복이 가능한 최소 시간 4~6분 이론을 바탕으로 정의하고 있다[4].

한편 화재 시 신속한 구조 활동을 위한 시간 확보를 저해하는 요인으로 불법 주정차 문제가 대두되고 있다[5]. 불법 주정차는 이면도로, 생활도로, 골목길 등에서 주로 발생하여 소방차의 화재 발생지로의 진입 방해를 야기한다.<sup>2)</sup> 불법주정차는 일반적으로 차량수요 증가 및 주차공급 부족 등에서 기인한다. 최근 코로나19 발생으로 인해 개인 차량 구입량이 증가함에 따라 불법 주정차로 인한 초기 화재대응의 어려움은 더욱 심화될 것으로 판단된다.

문헌을 살펴보면 화재 취약지역에 대한 활발한 연구에도 불구하고 화재피해 예측을 중심으로 한 취약지역 도출에 대한 내용은 부족

한 실정이다. 이에 본 연구에서는 응급의료시설, 119안전센터의 배치와 불법 주정차와의 종합적인 판단을 통해 화재 대응이 취약한 지역을 도출하여 등급화하고 해당 지역에 취약도를 낮출 수 있는 정책 제언을 하는 것을 목적으로 한다.

## 1.2. 연구의 범위 및 체계

본 연구의 공간적 범위는 인구와 건물의 밀도가 가장 높은 서울특별시의 25개 자치구 중 하나로 한정하고자 하였다. 서울특별시 자치구 중 행정안전부(2019)의 서울특별시 지역안전지수 화재분야에서 [2], 최하위(5등급)를 받고 주거지역과 상업지역의 비율(60:40)이 가장 균등한 중구로 대상지를 선정하였다. 중구는 고층 건물들로 이루어진 중심부를 포함하여, 시장 및 관광특구, 쪽방촌 등 다양한 특성을 가지고 있다. 또한, 남산이 자리 잡고 있어 산불의 위험도 있다. 이로 인해 중구는 화재 발생 시 타 자치구보다 큰 피해가 예상되며, 화재에 대한 신속한 대응이 필요한 지역이라고 할 수 있다. 또한, 중구는 서울특별시 자치구 중 면적이 가장 작은 반면 인구수 대비 유동 인구가 가장 많아 불법 주정차에 초점을 맞춰 화재 취약성을 분석하기에 가장 적합하다고 판단하였다. 시간적 범위는 구축된 중구의 화재 데이터에 따라 2009~2018년으로 설정한다.

본 논문은 총 5장으로 이루어져 있다. 2장에서는 선행연구 분석을 통해 분석방법과 화재피해 영향을 미치는 요인을 도출하고자 하였다. 3장에서는 화재취약지역 분석을 위한 DB구축 방법과 과정, 그리고 연구방법을 명시한다. 4장에서는 3장에서 구축한 DB와 방법론에 따라 중구의 화재취약지역을 등급화하고, 분석 결과를 바탕으로 시사점을 도출하였다.

## 2. 선행연구 분석

화재취약지역 도출을 위해서 소방과 의료분야의 골든타임에 대한 선행연구 분석을 진행하였으며, 지표별 선행연구 목록 및 주요 내용은 Table 1.과 같다.

### 2.1. 골든타임 관련 선행연구 분석

제진주(2008)에서 국내의 소방력을 훈련된 소방대원이 화재 진압을 위해 현장까지 도달하는 시간, 규모, 진압 활동, 정비 활동으로 정의하였다. 효율적인 소방력 배치 방법은 119안전센터를 5km 반경마다 설치하고 응급구조대나 소방차가 골든타임(3분~5분)이내에 진입하여 연소확대를 최소화하는 것을 말한다[6]. 이준(2017)은 긴급출동 시 소방차 출동시간은 현장이동 소요시간으로 인해 지연될 수 있으므로 소방차 출동로 개선의 필요성을 제시하였다. 구급대의 경우, 환자가 병원이송까지 인계되므로 신고접수 및 차고 탈출시간까지 고려하여 차고에서 현장 도착이 총 3분 이내로 이루어져야 한다고 명시하였다[7]. 이창식(2016)에서 골든타임이란 재난 확산을 방지하기 위해 대응하는 한계시간으로 구급의 경우 심정지 환자를 5분 이내 이송하여 적절한 응급조치를 받는 것이라고 정의하였다. 각종 재난현장에서 가장 효과적으로 수습할 수 있는 개선대책으로 소방력 강화, 법령정비, 소방안전지도 등을 통한 재난현장 사전

정보 파악 등을 제시하였다[5].

소방서 및 의료기관 골든타임 관련 선행연구를 살펴본 결과, 소방서로부터 5분 이내의 서비스지역은 소방력 활동 안에 속하는 지역이지만, 그 이외의 취약지역권의 소방력은 열악하여 화재가 대형화재로 변질 수 있는 우려가 있다. 또한, 응급차의 구조시간이 심정지 환자의 경우 5분으로 언급되는 것을 바탕으로 의료기관에서부터 응급차로 5분을 벗어나는 취약지역을 산출하고자 한다.

### 2.2. 화재 네트워크 관련 선행연구 분석

구슬(2012)은 도로망 네트워크의 거리와 소방차 주행시간 및 속도에 근거하여 소방서에서 화재를 진압하기 위한 출동시간별 서비스권역을 분석하였다[8]. 이를 위해 ArcGIS 네트워크 분석 중 서비스 권역 분석(Service Area Analysis)을 활용하였다. 김윤혜 외(2016)에서도 마찬가지로 서비스권역 분석을 사용하여 기존 소방서와 신설 소방서의 골든타임 영역을 구축하였다. 또한, 화재취약지역을 도출하여 중심점(Mean Center)분석을 통해 소방서의 신설을 위한 최적 입지를 제안하였다[9]. 최준호 외(2015)에서는 골든타임(5분) 이내에 도달이 어려운 접근 취약지역권역을 서비스권역 분석을 통해 건축물의 개수를 파악하여 추가로 신설해야 하는 구조대 권역 후보지를 선정하고 취약건축물의 개선 효과를 분석하였다[10]. 오창석 외(2012)에서는 구조·구급 서비스의 출동 분포 특성을 살펴 GIS의 공간분석을 통해 최단 거리 도착시간 및 출동 분포를 분석하였다. 이에 구조·구급 서비스 취약지역으로 119안전센터로부터 10km 이상 떨어진 원거리 출동과 비효율적 서비스 분담이 문제점으로 도출하고 서비스망 개선 시나리오를 제시하였다[11]. 하지만 대다수의 선행연구가 단일 변수를 적용하고 있으므로 단순화된 결과가 도출되는 경우가 많았다. 따라서 본 연구에서는 다양한 변수를 적용하여 현실적인 화재 취약지역을 도출하고자 한다.

### 2.3. 화재 취약지역 관련 선행연구 분석

화재에 대한 예방 및 대응을 위해 화재취약지역을 선정하기 위한 연구들이 지속적으로 이루어지고 있다.

다수의 선행연구에서 길가에 불법 주차된 차량이 소방차량 진입을 방해하고 화재진압활동을 지연시키는 요인으로 계속해서 언급되고 있다. 이의평(2019)에 의하면 2017년 발생한 제천 스포츠 센터 화재는 불법주정차 차량으로 소방차가 진입하지 못하여 인명피해가 크게 발생한 대표적인 사례임을 강조했다[12].

또한, 불법주정차의 원인으로 주차장의 유무와 거리에 관한 연구가 이루어졌다. 이창희(2014)에서는 주차장과 목적지의 거리가 멀거나 주차공간의 협소로 인해 목적지와 가까운 장소에 불법주정차를 하는 것으로 나타났다[13]. 하지만 화재피해와 불법주정차와의 상관관계를 실증분석한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 불법주정차와 피해액 간의 관계를 상관관계 분석을 통해 검증하고 분석 결과를 바탕으로 중구의 화재취약지역을 등급화하고자 한다.

지역 등급화와 관련된 연구로는, 강영옥(2004)에서는 GIS를 활용하여 서울시 화재위험지도를 구축하였다. 화재위험과 관련된 발화, 확산, 진화, 화재의 개별 데이터를 구축하여 블록별로 전체 면적에 대

Table 1. Precedent Studies on the Fire Area

Author(s)	Major contents	Classification
C.S. Lee [5]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Golden time is defined as the time limit for responding to the spread of disasters, and in case of emergency, it is defined as receiving appropriate emergency measures by transporting cardiac arrest patients within 5 minutes.</li> <li>- As the most effective improvement measures at various disaster sites, it is suggested to strengthen firefighting power, reorganize laws and regulations, and grasp disaster site information in advance through fire safety guidance.</li> </ul>	Golden Time
J.J. Je [6]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficient deployment of firefighting forces means that 119 safety centers are installed every 5km radius according to the firefighting force standards, and emergency rescue teams or fire engines enter within the golden time (3~5 minutes) to minimize the spread of combustion.</li> <li>- This study suggests the regulation on the installation of barricades, the red line road, and the prohibition of parking can prevent obstacles of fire truck's entry.</li> </ul>	Golden Time
J. Lee [7]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In case of emergency the dispatch time of the fire engine may be delayed due to the time required to move in to the site, so the need for improvement of the fire engine dispatch route is suggested.</li> <li>- In the case of the ambulance, the patient is handed over to the emergency facility, so it is stated that the time from the garage to the scene need to be done within 3 minutes, taking into account the time for receiving a call and escaping from the garage.</li> </ul>	Golden Time
S. Koo [8]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- This study conducts a service status analysis on firefighting dispatching time through GIS network analysis targeting the Jeon-ju fire station.</li> <li>- As a result, the time required to reach the fire service area is between 8 and 20 minutes, indicating that accessibility to the outskirts of the city is weak.</li> </ul>	Fire Network
Y.H. Kim et al. [9]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposal of optimal location for new fire station of fire-vulnerable area and mean center analysis using service area extraction through GIS network analysis techniques.</li> </ul>	Fire Network
J.H. Choi et al. [10]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The study is to identify the number of structures in the vulnerable area that are difficult to reach within the golden time (5 minutes).</li> <li>- To select a candidate site for the rescue team that needs to be newly built, and analyze the improvement effect of the vulnerable structures.</li> </ul>	Fire Network
C.S. Oh et al. [11]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyze arrival time and road network through spatial analysis of GIS and review of dispatch distribution characteristics and identify areas vulnerable to rescue and emergency services.</li> <li>- Propose a service network improvement scenario that can solve the problems in areas where rescue and emergency services are vulnerable due to the problem of remote dispatch more than 10km away from the 119 safety center and inefficient service sharing.</li> </ul>	Fire Network
E.P. Lee [12]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conducted fire service analysis of on-site dispatch of the prodigious Jecheon Sports Center fire in 2017.</li> <li>- Among the causes of fire, illegally parked vehicles are mentioned as a fire suppression element and improvement measures are suggested for the fire brigade on-site response.</li> </ul>	Illegal Parking
C.H. Lee [13]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decision tree model Exhaustive CHAID analysis were conducted based on driver survey on factors affecting illegal parking among urban problems.</li> <li>- As factors to decide illegal parking were analyzed as distance to destination and insufficient parking space, it is suggested to install additional public parking lot and secure parking space.</li> </ul>	Illegal Parking
Y.O. Kang [14]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A fire risk map of Seoul of individual data of ignition, spread, extinguishment, and fire related to fire risk were constructed,</li> <li>- The number of buildings or the ratio of the area to the total area was calculated for each block and classified into grades of 1~5.</li> </ul>	Disaster Comprehensive Risk Map
C.C Gai et al. [15]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Correlations of urban influence variables were analyzed and urban fire risk was evaluated using GIS.</li> <li>- Vulnerable areas were analyzed by assigning weights from 1 to 10 based on the correlation of factors affecting the fire and grading them into grades 1 to 5 for each factor.</li> </ul>	Disaster Comprehensive Risk Map

한 해당 건물 수 또는 면적의 비율을 계산하여 1등급~5등급으로 분류하였다[14]. C.C Gai et al.(2008)의 연구에서는 도시의 영향변수들의 상관관계를 분석하고 도시화재위험성을 GIS를 활용하여 평가하였다. 화재에 영향을 미치는 요인의 상관성을 기반으로 가중치1~10까지를 부여하여 각 요소별로 1등급~5등급으로 등급화하여 취약지역을 분석하였다[15]. 이러한 선행연구의 종합지도평가의 등급화 방법을 기반으로 본 연구에서도 취약지역 도출 시 활용하고자 한다.

### 3. 연구 DB 구축 및 분석 방법

#### 3.1. DB 구축 대상 선정

본 연구는 선행연구 고찰을 바탕으로 화재취약지역을 화재발생

으로 인해 인명 및 재산피해가 클 것으로 예상되는 지역이라고 정의하였다. 선행연구 고찰을 통해 소방서비스 권역, 의료서비스 권역, 소방차 이동 저해권역을 화재취약 지역 도출을 위한 분석의 변수로 설정하였다.

소방서비스 권역은 소방차가 화재발생 후 5분 내로 안전센터로부터 화재 발생 지역에 도달할 수 있는 범위를 의미하며 화재발생으로 인한 인명 및 재산피해는 소방차의 신속대응이 어려울 경우 이루어지는 것으로 판단되어 변수로 설정하였다.

의료 서비스권역은 응급차가 5분 내로 화재발생 지역으로부터 응급실을 보유한 의료시설에 도달할 수 있는 범위를 의미하며 화재발생으로 인한 중상 및 사망자 등의 인명피해를 줄일 수 있으며 골든타임 안에 생명을 구출할 수 있는 요인으로서 본 연구의 변수로

설정하였다.

소방차 이동 저해권역은 불법 주정차가 소방 활동의 치명적인 방해요인이라는 선행연구를 기반으로, 불법 주정차를 변수로 설정하였다. 하지만 소방서비스권역 및 의료서비스권역과 달리 불법주정차는 위치를 기반으로 한 DB가 전무하다. 따라서 본 연구에서는 불법주정차를 대리할 수 있는 지표로서 불법 주정차 위반 단속 CCTV와 노상주차장의 공간데이터를 선정하였다. 불법 주정차 CCTV는 일반적으로 불법 주정차로 인한 안전사고 발생 우려 지역과 교통 흐름을 원활하게 하기 위해 불법 주정차가 자주 발생하는 곳에 설치<sup>3)</sup>되어 소방차 이동 저해권역의 요인으로서 선정하였고, 노상주차장의 경우 별도의 노외주차장이나 부설주차장 설치가 어려운 곳에 설치가 되는 것이 일반적이고, 큰 대로변이 아닌 좁은 골목이나 상업 밀집 지역 등 교통 혼잡이 심각한 지역에 의도하지 않은 추가적인 교통 혼잡을 유발<sup>4)</sup>하기 때문에 소방차 이동 저해권역의 요인으로서 선정하였다.

### 3.2 중구 공간 DB 구축

네트워크 분석을 수행하기 위해서는 도로 데이터와 소방서 위치, 의료시설(응급실) 위치 데이터가 필요하다. 이를 위해 서울특별시 열린데이터 광장에서 서울특별시 도로구간 위치정보를 이용하여 서울특별시 중구의 도로구간별 네트워크 데이터셋을 구축하였다. 소방서 위치와 병원 위치는 GIS를 활용하여 도로명 주소를 지오코딩(Geocoding) 하여 위도와 경도의 좌표 값을 얻어 포인트 데이터를 확보하였다.

또한, 화재피해와 불법주정차 간의 상관관계 분석을 위해 불법주정차 CCTV 데이터와 노상주차장 데이터를 서울특별시 열린데이터 광장(<https://data.seoul.go.kr/>)에서 확보하였다. 중구 내 CCTV 포인트 데이터는 총 124개, 노상주차장 데이터는 버스 전용 주차장이나 이륜차 전용 주차장 등 일부 데이터를 제거한 후 총 1,301개를 구축하였다. 또한 공공데이터포털(<https://www.data.go.kr/>)에서 소방청으로부터 제공받은 중구 화재발생데이터(2009~2018년)를 이용하여 화재 건수, 화재 발생 세부 주소, 재산피해 소계 등을 분석에 활용하였다.

소방청으로부터 구득한 화재발생데이터에 의하면 중구에서 2009년부터 2018년까지 발생한 화재건수는 총 2,242건이다. 하지만 화재 데이터의 특성상 모든 화재의 정확한 발생 위치가 구축되어 있지 않다. 이에 따라 공개된 정보 중 건물명들을 통해 세부 도로명 주소를 추적하여 정확한 X, Y좌표로 치환하였다. 그중 건축물에 발생한 화재를 도출하여 764개의 화재발생 위치 데이터를 구축(전체 화재데이터 중 34%)하였다. 이를 요약하면 Table 2.와 같다.

Table 2. DB Construction Content and Source

Classification	Number of cases	Source
Fire occurrence data	2,242	<a href="http://www.data.go.kr">www.data.go.kr</a>
Fire location data	764	data cleansing
Road data	-	<a href="http://data.seoul.go.kr">data.seoul.go.kr</a>
Fire station location data	5	<a href="http://data.seoul.go.kr">data.seoul.go.kr</a>
Emergency room location data	4	<a href="http://data.seoul.go.kr">data.seoul.go.kr</a>
CCTV data	124	<a href="http://data.seoul.go.kr">data.seoul.go.kr</a>
Street parking lot data	1301	<a href="http://data.seoul.go.kr">data.seoul.go.kr</a>

### 3.3 분석 방법

중구의 권역별 화재 취약지역 분석에는 Arc GIS Pro (지리정보시스템)를 사용하였다. 분석방법은 Fig. 1.과 같이 크게 5단계로 구성된다.

첫 번째로는 소방서에서 화재 발생지점까지의 도달 범위를 분석하기 위해 소방서 관할 구역의 범위를 법정동 단위로 분석하였다. 화재가 발생했을 시 관할 소방서의 도달시간을 골든타임인 3분과 5분의 최적 거리 분석을 실시하였다. 이를 통해 소방서에서 골든타임 안에 출동이 어려운 관할 구역을 도출하고자 하였다. 최적거리 분석을 위해 실시한 네트워크 분석은 도로망을 중심으로 기본속도를 주요 도로 최고속도인 50km로 제한하였으며, 기본방향은 응급상황을 고려하여 양방향으로 설정하여 분석을 실행하였다.

두 번째로 인명피해 발생 시 의료시설로의 환자 이송에 대한 골든타임을 분석하기 위해 중구의 응급의료시설 운영 병원을 대상으로 화재발생 지점으로부터 응급의료시설까지 5분을 기준으로 최단 시간 네트워크 분석을 실행하였다.

중구의 의료시설로 인허가를 받은 병원은 총 18개로 종합병원, 치과병원, 요양병원, 한방병원으로 구성되어 있다. 이 중 화재로 인한 인명피해 발생 시 사상자를 신속하게 처치할 수 있는 응급의료시설 운영이 가능한 병원은 치과병원, 요양병원, 한방병원을 제외하고 총 4개의 병원으로 분석되었다.

세 번째로 불법 주정차 단속 CCTV지점의 밀도와 단속지점으로부터 도보 5분 내 지역의 노상주차장의 밀도 분석을 진행하여 화재 위험도를 시각적으로 표현하였다. 우선 화재 피해확산의 요인으로 불법주정차 단속 CCTV와 노상주차장의 관계를 확인하고자 SPSS (Statistical Package for Social Science) 25.0 for Window 통계프로그램을 활용하여 상관관계 분석을 실시하였다. 상관관계를 분석하기 전 수치적인 데이터를 확보하기 위해서 먼저 화재 발생 포인트 데이터를 무작위 추출(Random Sampling)하여 100개의 포인트 데이터를 랜덤화하였다. 그다음 화재 발생 포인트 데이터를 다시 랜덤화하여 밀도분석(Focal Statistic)을 실시하였다. 이는 샘플링이 이루어진 포인트 데이터가 속성값을 갖지 않아 화재피해를 분석하기 위한 재산피해의 데이터와의 공간조인을 위해 실행되었다. 다음으로 불법 주정차 단속 CCTV와 노상주차장의 위치 포인트 데이터 역시 랜덤 데이터로 변환 후 밀도 분석을 실시하였다. 이후 샘플링된 화재 포인트 데이터와 Raster Calulator Tool을 활용하여 각 샘플링된 화재 포인트가 가지는 불법 주정차 단속 CCTV 밀도와 노상주차장의 밀도를 확인할 수 있었다. 이후 재산피해의 속성값을 가지는 데이터와 공간조인을 통해 상관관계 분석을 실시하였다.

네 번째로 최종적인 중구의 화재 취약 공간 도출을 위한 분석을 실행하였다. 분석에 앞서 중구의 종합적인 취약 권역 분석과 네트워크

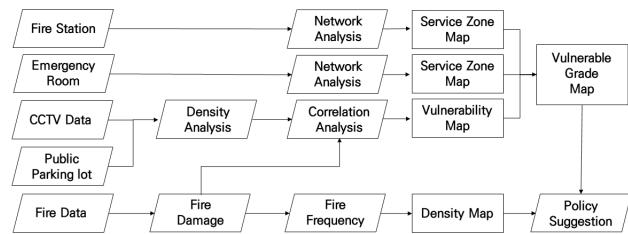


Fig. 1. Research Analysis Flow

분석을 위해 소방차 접근이 양호한 도로인 주, 보조 간선의 경계로 구획을 하여 43개의 구역을 도출하였다. 다음으로 43개의 구역별 등급화를 위해 우선 구역별 데이터인 폴리곤 데이터를 래스터 데이터로 변환하였고, 라인 데이터로 형성되어 있는 소방권역과 응급환자 긴급이송 가능지역 또한 래스터화 하였다. 이후 각 지표들을 종합하기 위해 Raster Caculator Tool을 활용하여 각 래스터 값들을 더하는 작업을 실시하였다.

각 지표들의 총합이 구획별로 도출되었고 밀도 분석을 실시한 후 등급화하기 위해 ArcGIS 프로그램에서 단계 구분 도구 중 하나인 Quantile 방식으로 등급화를 진행하였다. Quantile은 동일한 비율로 등급을 구분하는 방법으로 같은 비율 구간 단위로 묶을 수 있으며, 동시에 동일한 개수 단위로 종합할 수 있어 취약등급을 구분할 때 적합한 방식으로 화재 취약등급지도를 분석하는 선행연구들에서도 사용되었던 구분 방식이다. 총 등급은 5단계로 구성하였으며, 1등급에서 5등급으로 낮아질수록 취약도가 높은 것으로 설정하였다.

마지막으로, 도출된 화재취약지역과 10년간의 화재발생 빈도수를 비교하여 각 지역에 대해 정책제언을 하고자 하였다. 이를 위해 앞서 구축한 중구의 화재 발생 좌표데이터를 활용하여 밀도 분석을 실행하였다. 이를 등급화하기 위해 화재취약지역 분석과 동일한 등급 분류 방식이 Quantile Tool을 사용하였으며, 1등급에서 5등급으로 낮아질수록 화재 발생 밀도가 높은 것으로 설정하였다.

## 4. 중구 화재 취약지역 분석

### 4.1. 소방서비스 권역 분석

중구의 소방행정 조직은 서울특별시 소방재난본부 산하기관인 중부소방서의 5개 119안전센터(무학, 신당, 회현, 을지로, 충무로)로 이루어져 있다. 본 절에서는 화재 발생 시 관할구역 내 119안전센터의 소방서비스 권역에 대한 공간적 범위를 도출하고자 하였다. 이를 위해서 2장에서 실시한 선행연구 분석을 통해 화재발생 후 소방구조대의 사고현장 도달시간을 3분 이내, 5분 이내로 설정하여 소방서의 서비스권역을 분석하고 상대적으로 화재피해에 취약한 지역을 도출하였다.

중구의 소방서비스권역 분석 결과는 Fig. 2와 같다. 중구의 119안전센터 중 일부는 관할지역의 테두리에 위치해 있으며 관할지역

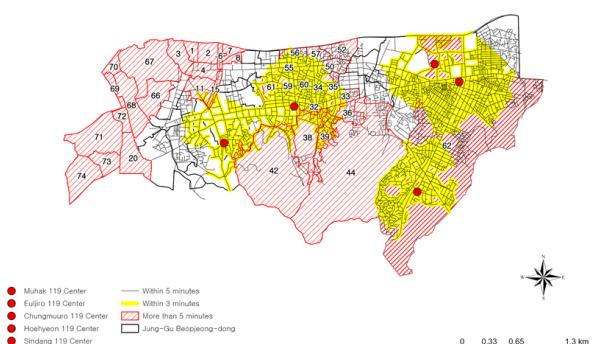


Fig. 2. Fire Service Area in Jung-gu (3, 5minutes)

의 반대편 외각 쪽은 출동시간이 10분 이내 또는 10분 초과인 지역이 발생할 수 있다. 소방 서비스권역에서 벗어나는 화재취약지역은 중구 중심가를 중심으로 남측(필동2~3동, 필동2가 등), 서측(중림동, 소공동), 동측(초동, 저동 2가 등), 북측(남대문로4가, 태평로1가 등)으로 구분될 수 있다.

서측에 위치한 중림동과 소공동은 두 행정동을 관할하는 회현 119안전센터와 상당히 떨어져 있어 출동까지 10분 이상 걸리는 것으로 나타났다. 한편 중구 남쪽에 위치한 필동 2~3동, 필동 2가, 예장동 등은 남산과 접해있어 산불피해가 예상되지만, 출동시간이 10분을 벗어나고 있어 산불에 대한 대비책 마련이 추가로 필요한 것으로 분석되었다. 그중에서도 특히 예장동의 경우 신당 119안전센터에서 관할하고 있지만, 신당 119안전센터에서 떨어져 있어 회현 119안전센터에서 관할하는 것이 더 효율적이라 분석된다.

### 4.2. 의료서비스 권역 분석

중구 의료서비스권역을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 명동, 을지로동, 필동, 다산동, 약수동, 광희동, 신당동이 병원과 밀접하게 위치하여 골든타임 확보가 가능하여 상대적으로 안전한 지역으로 분석되었다. 한편, 소공동, 중림동, 회현동, 횡학동, 신당제5동, 동화동의 경우 의료기관과의 통행 거리가 길어짐에 따라 긴급이송에 취약한 지역으로 도출되었다.

### 4.3. 소방차 이동 저해권역 분석

#### 1) 불법주정차 및 화재피해 간의 상관관계 실증

불법주정차 단속 CCTV, 노상주차장과 화재피해의 상관관계 분석 결과는 Table 3과 같다. 화재피해의 지표로는 재산피해 소계 데이터를 활용하여 분석을 시행하였다. 노상주차장의 밀도는 화재피해와 유의미한 관계가 있는 것으로 나타났으며, 노상주차장의 밀도

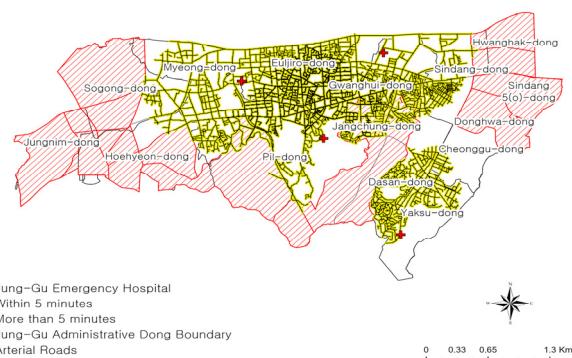


Fig. 3. Medical Service Area for Emergency Patients in Jung-gu

Table 3. Correlation Between Fire Damage and influencing factors

Classification		Illegal Parking CCTV Density	Street Parking Lot Density
Fire Damage	Pearson	.668**	.508**
	P	.000	.000
	N	100	100

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level

가 높을수록 화재피해가 높아지는 것으로 분석되었다. 다음으로 불법 주정차 단속 CCTV 역시 화재피해와 유의미한 관계가 있는 것으로 나타났으며, 노상주차장보다 비교적 높은 상관관계가 있는 것으로 분석되었고 불법 주정차 단속 CCTV 밀도가 높을수록 화재피해가 높아지는 것으로 분석되었다. 이를 통해 불법 주정차가 화재피해를 높일 수 있다는 것을 실증하였다. 해당 분석 결과를 바탕으로 노상주차장과 불법 주정차 CCTV의 밀도분석을 통해 소방활동 저해권역을 도출하고자 하였다.

## 2) 소방활동 취약지역 분석

중구의 노상 주차장과 불법 주정차 단속 CCTV 지점에서 운전자가 주차 후 목적지까지 도보 5분<sup>5)</sup>을 기준으로 이동반경 280m<sup>6)</sup>에 해당하는 범위를 소방차 이동 저해권역으로 설정하여 노상주차장과 불법 주정차 CCTV의 밀도를 Fig. 4.와 Table 4.와 같이 등급화하였다. 노상주차장과 불법 주정차 단속 CCTV의 밀도가 가장 낮은 Level 1 지역은 장충동, 필동으로 분석되었다. 이러한 결과는 해당 지역에 장시간 주차가 요구되는 남산공원, 대학캠퍼스, 아파트 단지 등이 위치하여 주차 시 지정된 주차장을 주로 사용하는 것에 기인하는 것으로 보인다.

반면에 가장 밀도가 높은 Level 5에 해당하는 지역으로는 황학동과 신당5동으로 나타났다. 이 지역은 유동인구가 많고, 주거 및 상업 시설이 밀집되어 있으며, 좁은 골목길을 포함한 전통시장이 입지해 있으므로 별도의 주차공간을 확보하기 어려워, 노상주차장의 밀도가 높고 불법주차가 자주 발생하여 CCTV의 밀도도 높은 것으로 보인다. 좁은 골목길은 화재 초기진압의 자연을 야기하며 인명피해와 재산피해의 확대로 이어질 수 있기 때문에 이를 완화하기 위한 정책이 필요하다고 할 수 있다. 이에 황학동과 신당5동은 도로변에 설치하는 노상주차장의 면적을 제한함과 동시에 부설주차장 또는 노외주차장의 확대가 이루어져야 할 것으로 분석되었다.

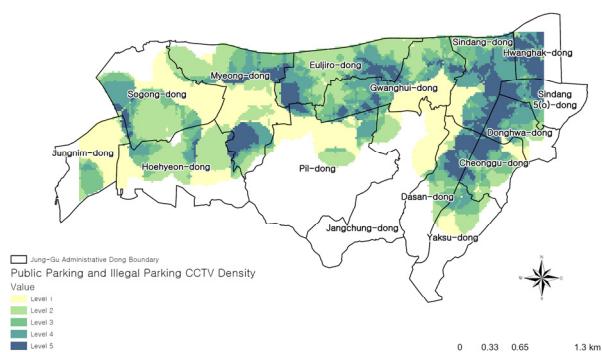


Fig. 4. Street Parking Lot and Illegal Parking CCTV in Jung-gu

Table 4. Street Parking Lot and Illegal Parking CCTV Density

Level	Administrative Dong
1	Jangchung-dong, Pil-dong
2	Jungnim-dong, Hoehyun-dong, Yaksu-dong, Sogong-dong
3	Gwanghui-dong, Sindang-dong, Cheonggu-dong, Dasan-dong, Myeong-dong
4	Euljiro-dong, Donghwa-dong,
5	Hwanghak-dong, Sindang5(o)-dong,

## 4.4. 화재취약지역 분석

지역별 소방서비스권역과 의료서비스권역을 행정동과 법정동 단위로 분석을 실시하였다. 또한, GIS를 활용하여 주, 보조간선도로를 경계로 한 43개의 구역별로 화재 발생, 노상주차장, 불법 주정차 CCTV의 밀도와 소방권역, 의료권역 서비스 도로망을 종합하여 분석하다. 그 결과는 Fig. 5. 및 Table 5.와 같다. 취약등급은 5등급으로 나누었으며 취약등급이 가장 높은 구역에 해당하는 동은 동화동, 청구동, 신당동, 신당5동, 황학동, 필동, 명동, 을지로동, 다산동으로 분석되었다.

을지로동은 소방서비스와 의료서비스를 제공 받을 수 있는 도로망은 구축되어 있으나, 화재와 불법 주정차의 발생밀도가 높았다. 이에 따라 화재 발생 시 신속한 초기진압을 위해 노상주차장 감축 및 불법주차를 금지할 수 있는 정책이 필요할 것으로 보인다. 다음으로 다산동과 필동은 남산을 포함하고 있어 불법 주정차의 문제는 적었으나 화재 발생 시 소방서비스와 의료서비스의 제외지역으로 화재 확산과 인명피해의 위험성이 증가할 것으로 예상된다.

동화동, 청구동, 신당동, 신당5동, 황학동은 주변 주거시설이 다수 입지에 따라 교육시설도 입지해 있어 화재 발생 시 인명피해 확산이 예상된다. 특히 화재 발생빈도가 높고 불법 주정차가 빈번하게 발생되어 소방차 진입을 위한 도로 여건의 개선이 필요할 것으로 보여진다. 명동은 대표적인 상업지역이 밀집되어 있어 유동인구와 차

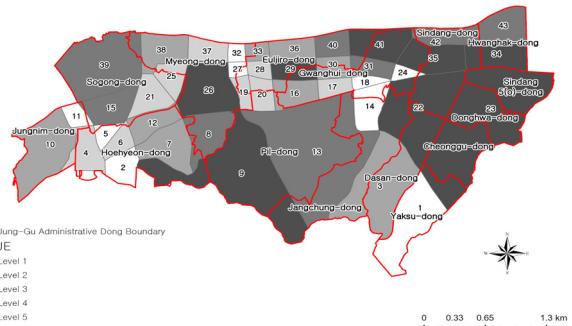


Fig. 5. Vulnerable Grade in Case of Fire in Jung-gu

Table 5. Vulnerable Grade in Case of Fire in Jung-gu

Level	Arterial Roads Compartment	Administrative Dong
1	1, 2, 5, 11, 14, 18, 24, 27, 32	Gwanghui-dong, Myeong-dong, Jungim-dong, Hoehyeon-dong, Gwanghui-dong, Jangchung-dong
2	4, 6, 17, 19, 20, 21, 25, 28, 37	Hoehyeon-dong, Sogong-dong, Myeong-dong, Euljiro-dong
3	3, 7, 10, 12, 16, 30, 33, 36, 38	Jungim-dong, Hoehyeon-dong, Euljiro-dong, Dasan-dong, Jangchung-dong
4	8, 13, 15, 31, 39, 40, 42, 43	Sogong-dong, Jangchung-dong, Sindang-dong, Hwanghak-dong, Pil-dong, Euljiro-dong
5	9, 22, 23, 26, 29, 34, 35, 41	Donghwa-dong, Cheonggu-dong, Sindang-dong, Sindang5-dong, Hwanghak-dong, Pil-dong, Myeong-dong, Euljiro-dong, Dasan-dong

량의 통행이 잦아 화재의 위험성이 높으며, 좁은 도로망으로 불법주차도 빈번하게 발생되고 있어 중구 화재 취약 권역의 위험성이 가장 높을 것으로 분석되었다.

#### 4.5. 중구 화재발생현황 비교를 통한 정책제언

2009년에서 2018년까지의 중구의 화재 건수는 총 2,242건이었으며, 행정동 기준으로 화재가 많이 발생한 지역은 명동(304건, 13.5%), 을지로동(275건, 12.2%), 광희동(234건, 10.4%), 회현동(191건, 8.5%), 필동(146건, 6.5%) 순으로 나타난다. 공동주택(190건, 8.4%) 및 단독주택(157건, 7.0%)과 같은 주거시설에서 화재가 빈번하였고, 비주거시설에서는 일반업무시설(313건, 13.9%)과 음식점(306건, 13.6%)의 화재발생 비율이 높았다. 소실면적은 을지로동 3,636m<sup>2</sup>, 광희동 2,840m<sup>2</sup>, 명동 2,588m<sup>2</sup> 순으로, 재산피해는 을지로동(약 20억 원), 소공동(약 11억 원), 광희동(약 10억 원) 순으로 높게 나타났다. 인명피해는 광희동 20명, 을지로동과 황학동이 13명으로 가장 많이 나타났다. 상기 화재 발생 좌표데이터를 밀도 분석한 후 등급화를 하였으며 이는 Fig. 6. 및 Table 6.과 같다.

화재밀도분석 결과와 4.4장에서 도출된 화재취약지역과의 비교를 통해 각 지역에 대한 정책제언은 다음과 같다.

화재취약 등급이 5등급인 을지로동과 명동은 화재 빈도수에서도 5등급을 받았다. 따라서 이 지역을 화재위험지역으로 설정하여 취약요소의 점검 실시, 시설안전 및 안전대응 대책 강화, 소방 설비 구비 및 작동 여부 확인 등 주기적인 소방대응 역량을 쌓아야 할 것으로 분석되었다.

신당동, 신당5동, 황학동, 다산동은 대체로 화재 빈도수 및 화재취약등급 모두 높은 것으로 나타났다. 이 지역은 유동인구가 많아 화재 발생 시 피해가 커질 수 있으므로 화재에 대한 지속적인 관리가 필요할 것으로 보인다. 특히 화재 발생 밀도가 비교적 높은 황학동, 신당제5동, 동화동은 인명피해 발생 시 초기응급처치를 받을 수 없어 인

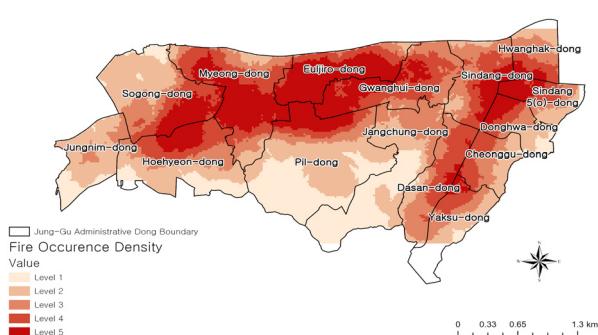


Fig. 6. Fire Occurrence Density in Jung-gu (from 2009 to 2018)

Table 6. Fire Occurrence Density Level

Level	Administrative Dong
1	Jangchung-dong, Jungim-dong
2	Yaksu-dong, Cheonggu-dong
3	Hoehyeon-dong, Dasan-dong, Donghwa-dong, Pil-dong
4	Sogong-dong, Sindang5-dong, Sindang-dong, Hwanghak-dong, Gwanghui-dong
5	Euljiro-dong, Myeong-dong

명피해가 확대될 것으로 분석되었다. 이에 응급시설이 운영될 수 있는 의료시설의 확대가 필요할 것으로 보인다.

한편 낮은 화재 빈도수에 비해 화재 취약등급에서 높은 등급을 받은 필동 및 장충동은 남산 등의 녹지 시설을 포함하고 있어 산림·공원 보호와 국민의 재산과 인명피해를 방지하기 위해 화재 발생에 대한 특별 관리가 필요할 것으로 판단된다.

중구는 전체적으로 소방서가 위치한 곳 주위의 화재발생밀도와 불법주정차 발생이 높아 일대의 소방차 진입이 어려워 화재피해가 커지는 것으로 판단되었다. 이에 따라 현실적으로 부족한 주차시설의 확충과 불법주정차에 대한 인식 개선을 통한 근본적인 문제 해결과 소방 대책을 수립할 필요가 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 GIS 네트워크 분석을 통해 서울특별시 중구의 화재취약지역을 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 서울특별시 중구의 전체 소방서비스 면적 중 출동시간 3분 이내 비율은 15.9%, 5분 이내 비율은 34.7%로 분석되었다. 행정동 별로 파악해보면 약수동, 다산동, 필동, 중림동, 소공동(외곽지역) 일대의 접근성은 낮은 수준에 머무르고 있었다. 의료시설 또한 인허가를 받은 총 18개소에 비해 응급실이 운영 가능한 의료시설은 4개 소로 재해, 재난 발생 시 긴급이송의 어려움이 있을 것으로 분석되었다. 행정동별로 파악해보면 소공동, 중림동, 회현동, 황학동, 신당제5동, 동화동 일대 또한 접근성이 낮아 응급의료시설의 추가배치가 이루어져야 할 것으로 분석되었다.

둘째, 선행연구를 통해 불법주정차가 소방차 출동시간에 가장 큰 저해요인이며, 불법주정차에 대한 인자를 공간정보로 구축하기 위해 불법주정차 CCTV와 노상주차장을 변수로 적용하였다. 상관관계 분석을 통해 화재발생 데이터와 이 두 가지 변수가 상관관계가 있다는 것을 증명하였다. 이러한 결과는 불법주정차가 화재피해를 증대한다는 선행연구의 내용과 일치하는 것으로 나타났다. 현재 불법주정차로 인한 소방차의 진입문제가 화재피해를 증가시키는 현상이 지속적으로 이루어지고 있음을 미루어 볼 때 본 연구의 분석 결과가 재해, 재난의 대책요인을 세울 수 있는 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 본 연구 방법론을 통해 화재에 대한 취약지역을 등급화하고 시각화하여 도출하였다. 119안전센터와 응급의료시설의 추가배치는 경제적, 사회적 측면과 함께 고려되어야 하며, 재해, 재난 위험성 인식의 재고를 통해 합리적인 배치를 위한 규정의 마련이 필요하다. 본 연구는 화재뿐만 아니라 사회재난 측면에서도 119안전센터와 응급실의 효율적인 추가적인 배치를 위한 공간 정보로서 활용도가 높을 것으로 사료된다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 우선 네트워크 분석에서 거리로만 변수를 활용하였기 때문에, 교통량 또는 도로폭 등 실질적으로 소방차 이동에 영향을 주는 변수가 반영되지 못했다. 또한, 자료의 한계로 노상주차장의 거리 및 이용 시간대 등 불법주정차 요인이 구체적으로 고려되지 못해 불법주정차가 발생되는 원인을 명확히 밝힐 수 없었다. 이에 따라 불법주정차를 줄이기 위한 노상주차장의 주차

매수 확보 및 구역별 주정차 금지구역 제시 등의 대책을 제시할 수 없었다. 마지막으로 등급화 단계에서 권역별 화재취약성을 상대적으로 등급화하여 절대적인 취약지역을 구분할 수 없었다.

추후 화재 취약지역의 감소를 위한 방안으로 본 연구에서 제안한 불법주정차 CCTV, 노상주차장 등의 분석을 적용하여 소방시설과 응급의료시설의 적재적소 배치를 위한 상호 보완적인 대책이 마련되기를 기대한다.

## Acknowledgement

본 논문은 2021년도 한국건설기술연구원 주요사업에 의한 결과의 일부임. 과제코드:20210198-001.

## Reference

- [1] 배규한, 유환희, 진주시 토지이용과 화재발생 특성분석. 대한공간정보학회 학술대회, 2014.05, pp.133-136. // (G.H. Bae, H.H. Yoo, An analysis on the land-use and fire occurrence of Jinju, Proceedings of Korean Society for Geospatial Information Science, 2014.05, pp.133-136.)
  - [2] 국립재난안전연구원, 재난안전관리자원 비축관리 예측기술 및 운영모델 개발, 행정안전부, 2019.12, p.240. // (National Disaster Management Research Institute, Development of Prediction Technology and Operation Model for Stockpile Management of Disaster Safety Management Resources, Ministry of Public Administration and Security, 2019.12, p.240.)
  - [3] 황의홍, 최지훈, 최돈묵, 소방차 출동 시 효율적인 골든타임 확보 방안에 관한 연구, 2018.08, pp.119-126. // (E.H. Hwang, J.H. Choi, D.M. Choi, Korea Institute of Fire Science & Engineering, A Study on the Effective Methods of Securing the Golden Time of Fire Engine Move Out, 2018.08, pp.119-126.)
  - [4] 권필 외 3인, GIS 네트워크 분석을 활용한 응급의료서비스 권역 재조정 방안. 한국지역공간정보학회지, 제23권 제3호, 2015.09, pp.11-21. // (P. Kwon et al., Rearranging Emergency Medical Service Region Using GIS Network Analysis - Daejeon Metropolitan City Case Study, Journal of Korean Society for Geospatial Information System 23(3), 2015.09, pp.11-21.)
  - [5] 이창식, 재난현장의 골든타임 확보를 위한 개선방안 연구 –서울특별시를 중심으로, 서울 : 서울과학기술대학교 석사학위 논문, 2016.07, p.80. // (C.S. Lee, A Study on Reduction of Mobilization Time (Golden Time) for the Emergency Disaster -Focusing of Seoul Metropolitan, Graduate School of Industry and Engineering Seoul National University of Science and Technology, 2016.07, p.80.)
  - [6] 제진주, 소방력의 효율적 활용을 위한 소방력 배치제도 개선방안에 관한 연구, 서울: 서울시립대학교 박사학위 논문, 2008.02, pp.70-71. // (J.J. Je, A Study on the Fire fighting Resources Allocation System for the Operation Efficiency Improvement in Korea, Graduate School of University of Seoul, Ms. Thesis, 2008.02, pp.70-71.)
  - [7] 이준, 청주시 긴급차량 우선신호제 도입 및 향후 개선방안, 한국도로학회지: 도로, 제19권 제3호, 2017.09, pp.66-69. // (J. Lee, Introduction of a Priority Signal System for Emergency Vehicles in Cheongju and Future Improvement Plans, Journal of the Korean Society of Roads: Roads, 19(3), 2017.09, pp.66-69.)
  - [8] 구슬, 유환희, 화재 출동시간에 근거한 진주시 소방권역 분석, 한국: 한국지역공간정보학회지, 제20권 제4호, 2012.12, pp.127-134. // (S. Koo, H.H. Yoo, An Analysis of Fire Area in Jinju City Based on Fire Mobilization Time, Korea: Journal of the Korean Society for Geospatial Information System, 20(4), 2012.12, pp.127-134.)
  - [9] 김윤혜, 한민자, 김은정, 시민의 안전한 주거생활권 보장을 위한 소방서의 최적입지 선정에 관한 연구 -울산광역시를 중심으로, 한국: 한국주거학회 학술대회논문집, 제28권 제1호, 2016.04, pp.221-224. // (Y.H. Kim, M.J. Han, E.J. Kim, Optimal Location Selection of Fire Stations using Geographic Information Systems : Focused on Ulsan Metropolitan Area, Korea: Journal of the Korean Housing Association, 28(1), 2016.04, pp.221-224.)
  - [10] 최준호, 이지수, 홍원화, 부산지역 119구조대 충설을 통한 건축물 접근 취약성 개선효과 분석, 한국: 한국화재소방학회 논문지, 제29권 제5호, 2015.08, pp.79-87. // (J.H. Choi, J.S. Lee, W.H. Hong, Analysis of Improvement Effects on Building Approach Vulnerability by Expanding Emergency Rescue Centers in Busan, Korea: Fire Science and Engineering, 29(5), 2015.08, pp.79-87.)
  - [11] 오창식 외 3인, GIS를 활용한 119 구조구급서비스의 도착지체 및 출동 배치에 대한 공간분석 -경상북도 사례 연구, 한국: 대한토목학회논문집D, 제32권 제1D호, 2012.01, pp.13-22. // (C.S. Oh et al., A Spatial Analysis about Arrival Delay and Dispatch Distribution of the 119 Rescue-Aid Service utilizing GIS - Gyeongsangbuk-Do Case Study, Korea: Journal of the Korean Society of Civil Engineers D, 32(1D), 2012.01, pp.13-22.)
  - [12] 이의평, 제천 스포츠센터 대형 화재 현장에 출동한 소방대의 대응실태 분석, 한국: 과학수사학회지, 제13권 제4호, 2019.12, pp.232-244. // (E.P. Lee, Analysis of Fire Brigade's On-Site Responded to the Scene of Jecheon Sports Center Big Fire, Korea: Journal of Scientific Criminal Investigation, 13(4), 2019.12, pp.232-244.)
  - [13] 이창희, 김명수, 서소민, 데이터마이닝 기법을 활용한 불법주정차 영향 요인 분석, 한국: 한국ITS학회논문지, 제13권 제4호, 2014.08, pp.63-72. // (C.H. Lee, M.S. Kim, S.M. Seo, A Study on the Analysis Effect Factors of Illegal Parking Using Data Mining Techniques, Korea: The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems, 13(4), 2014.08, pp.63-72.)
  - [14] 강영옥, 서울시 방재지도 작성방안 연구- 화재위험지도를 중심으로, 서울시정개발연구원, 2004-R-39. // (Y.O. Kang, Guideline for Construction of Disaster Vulnerability Map in Seoul: Mapping for fire hazard assessment, Seoul Development Institute, 2004-R-39.)
  - [15] Gai, Chengcheng & Weng, Wenguo & Yuan, Hongyong. (2008). Urban Fire Risk Mapping using GIS: A Case Study of Yushan Town in Kunshan City, China : Conference: 7th International Symposium on NEW TECHNOLOGIES FOR URBAN SAFETY OF MEGA CITIES IN ASIA, Beijing, China.
- 1) 2018년 기준 사회재난 중 다중밀집시설 대형화재(전체 재난 발생 건수 중 15%)에 따른 인명피해가 전체 인명 피해 대비 68%에 달하며, 일반화재(전체 사고 발생 건수 중 14.43%)의 경우 전체 사고발생 유형 중 재산피해액의 90.9%를 차지함. 이는 발생 건수에 비해 피해비율이 매우 큰 것으로 볼 수 있다.(생활안전정보, 2021)
  - 2) 화재발생 시 신속한 출동을 위해 소방차의 폭이 3m 이상의 도로폭이 필요하지만 도로 폭이 좁은 이면도로 및 생활도로에서 불법주정차로 인해 3m 도로 폭이 확보되지 않는다면 소방차의 도로 진입이 불가능해진다.
  - 3) 개인정보보호법 제25조(영상정보처리기기의 설치·운영 제한)에서는 교통 단속을 위하여 필요한 경우, 공개된 장소에 영상정보처리기기를 설치·운영 할 수 있도록 규정하고 있다.
  - 4) 국토교통부는 상가 밀집지, 시장 등 불법주차가 심각한 지역에 노상주차를 허용하여 교통 혼잡을 개선하기 위한 정책제안을 한 바 있다.(주차난 원화 및 주차문화 발전방안, 2014) 하지만 노상주차장이 교통흐름을 방해하거나 장기 주차, 적차물 등 각종 문제점들을 유발하기도 한다.(경남경제, 2014)
  - 5) 선행연구 결과, 성인남성이 불법주차를 한 뒤 목적지까지의 최대 도보거리 를 평균 5분으로 분석하였다.(권오식, 불법 주차행위의 공간적 특성에 관한 연구, 경일대학교 석사학위 논문, 2007.08, p.105)
  - 6) 대표적인 지도서비스인 네이버맵(<https://map.naver.com>)과 카카오맵(<https://map.kakao.com>)을 참고하여 3.4km/h의 평균 도보 속도를 설정하였으며, 이에 따라 성인이 5분 안에 이동할 수 있는 거리 280(m)를 도출하였다.