

빅데이터 활용 화재위험도 예측시스템 구축 건물별 화재위험도 분석 및 예측 모델 개발 분석모델링 최종분석결과서



중방본부
[소방장비항공과]

- 목 차 -

제 I 장 연구개요	2
1. 연구 배경 및 목적	2
2. 연구 방법	3
제 II 장 화재 위험도 평가 선행연구	5
1. 다중이용업소 화재위험유발지수 평가	5
2. 화재보험협회(K-위험도지수)	11
3. 화재정보시스템 (한성대학교)	17
4. 기타선행연구	26
5. 선행연구 비교분석 및 후보 화재위험도 분석항목 도출	39
제 III 장 화재 위험도 예측 모델개발	44
1. 화재위험도 분석기준 선정	44
2. 화재위험도 분석항목 선별 및 정의	44
3. 기초통계분석	66
4. EDA(탐색적 자료 분석)분석	76
5. 화재위험도 요인별 상관관계 분석	80
6. 화재위험도 예측 모델 정의	81
7. 화재위험도 예측 모델 개발	84
제 IV 장 화재위험도 예측 모델 검증 및 결과	94
1. 화재위험도 예측 모델 검증	94
2. 화재강도지수 화재빈도지수 산출식 및 결과	96
3. 화재위험도 지수 산출 결과	96
제 V 장 결론	108

I 연구개요

1. 연구 배경

가. 화재위험도 분석의 필요

- 1) 사회 각 분야에서 빅데이터를 이용한 다양한 분석이 진행
가) 이미 사회 여러 분야에서 빅데이터를 이용하여 다양한 분석이 진행되고 있고 이에 따라 매년 축적되고 있는 소방민원정보시스템의 소방대상물 데이터, 국가화재정보시스템의 화재발생 소방대상물 데이터 등을 이용한 빅데이터 분석의 필요성 증대
- 2) 국민안전처 및 소방관련 기관·단체에서 수집되는 정보를 융합하여 화재위험도를 분석 예측할 수 있도록 정보의 통합과 분석체계 구축의 필요성 증대

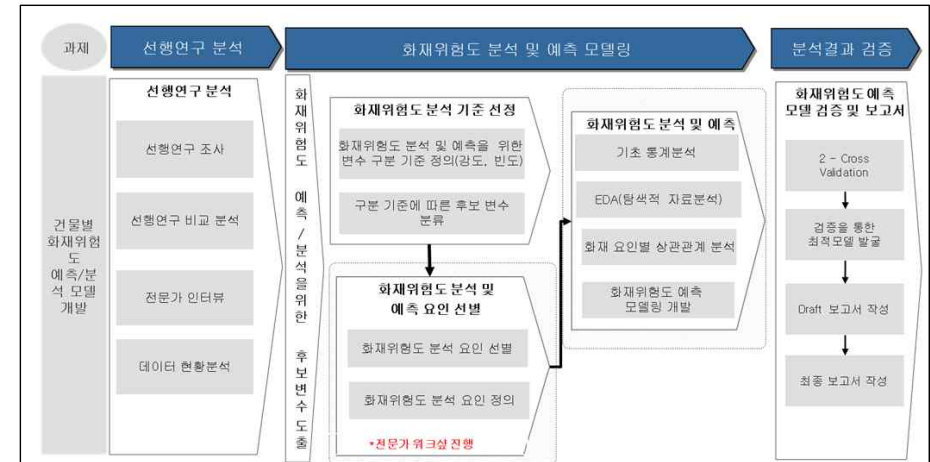
나. 제한된 소방행정력의 효율적 활용을 위한 개선 필요

- 1) 소방특별조사, 위험물 단속, 119 신고접수 등에 많은 소방 행정력이 투입되고 있으나, 그 데이터 값의 적극적 활용은 미비한 상황
- 2) 소방시설점검을 통해 소방시설 미비사항에 대한 시정조치 및 과태료부과 조치를 하고 있으나, 그 행정조치에 따른 화재예방 효과를 검증할 수 있는 시스템 마련에 어려움

2. 연구 목적

- 가. 본 연구의 목적은 기존에 쌓여있던 소방 및 건물관련 데이터를 빅데이터 분석 기술을 활용하여 건축물의 화재 위험도 분석 및 예측 모델 개발에 있음
- 나. 기존의 화재 위험도 소방 관련 연구를 조사하여 화재위험도를 분석 및 예측 방향성을 결정하였으며 건물 및 소방 정보를 활용하여 화재위험도를 화재강도의 측면과 화재 빈도의 측면으로 나누고 화재위험성 빅데이터 분석 및 예측을 진행.
- 다. 건물별 화재 위험도를 분석 및 예측하고 이를 이용하여 주기별 화재위험도 변동 분석, 화재 위험도 분석에 따른 위험지역 분포 관리, 화재취약대상 특별조사 정보관리에 이용하여 건물별 화재에 대한 집중적이고 적극적인 예방활동을 수행함으로써 소방행정력의 효율적인 배분에 기여하고자 함

3. 연구 방법



건물별 화재위험도 분석 및 예측 모델개발 프레임 워크

가. 선행연구 분석

1) 선행연구 조사

선행연구 조사에서는 기존에 화재위험도를 평가하는 선행연구들을 검색하여 본 연구의 화재위험도 분석 및 예측 방향성 결정

2) 선행연구 비교분석

선행연구 비교분석은 각각의 선행연구에서 사용하는 화재위험도 평가 방식을 비교하여 본 연구에서 사용 가능한 요인변수 및 산출근거를 도출

3) 전문가 인터뷰

소방 및 화재전문가 인터뷰를 통하여 선행연구 외에 실질적으로 화재에 영향을 미치는 요인에 대한 정보를 얻고 빅데이터 분석을 위한 요인을 도출

4) 데이터 현황분석

본 사업에서 연계하는 『민원정보시스템』, 『국가화재정보시스템』, 『긴급구조표준시스템』 등 연계수집 DB에서 화재위험도 분석에 관련 있는 변수들을 도출

나. 화재위험도 분석 및 예측 모델링

1) 화재위험도 분석 기준 선정

- 가) 화재위험도를 분석 및 예측하기 위해서 여러 화재위험도를 평가하는 방식들 중 기준을 정하여 본 사업의 화재위험도를 분석 및 예측에 활용
- 나) 본 사업에서의 화재위험도는 화재강도와 화재빈도 두 가지 측면에서 빅데이터 분석 및 예측을 하도록 정의

2) 화재위험도 평가요인 선별

- 가) 화재위험도 분석 및 예측 요인 선별은 선행연구와 전문가 인터뷰, 데이터 현황분석을 통하여 도출한 화재위험도 평가 후보 요인들을 전문가 워크숍을 통하여 화재강도와 화재빈도를 기준으로 변수들을 선정

3) 화재위험도 분석 및 예측

- 가) 화재위험도 분석에서는 수집된 데이터를 이용하여 화재발생에 대한 기초통계분석, EDA(탐색적 자료 분석), 화재위험 요인별 상관관계 분석을 진행하여 데이터의 전반적 특성을 파악
- 나) 화재위험도 예측은 화재강도와 화재빈도 예측을 통해 산출된 화재강도지수와 화재빈도지수를 이용하여 화재위험도를 산출하였으며
- 다) 화재강도 지수는 화재강도를 나타내는 재산피해, 인명피해 요인에 대한 선형회귀분석을 통하여 산출하였으며 화재빈도지수는 의사결정나무를 이용하여 화재가 발생한 건물 데이터와 화재가 발생하지 않은 건물의 데이터를 활용하여 산출

다. 화재위험도 예측모델 검증

- 1) 화재위험도 예측모델 검증은 Cross Validation(교차검증) 방식을 이용하여 모델을 검증하게 되는데 이는 충분한 양의 데이터가 확보되지 않은 상황에서 데이터 분석을 수행할 때 통계적 신뢰도를 높이기 위한 검증 방법임
- 2) 2-Cross Validation은 데이터를 둘로 나누어서 한쪽의 데이터는 의사결정나무로 예측 모델을 만드는 학습데이터로 정하고 나머지 데이터는 이 모델을 검증하는 데이터로써 사용하여 모델의 정확도와 신뢰도를 평가 및 검증하고 예측에 있어 최적의 모델을 발굴

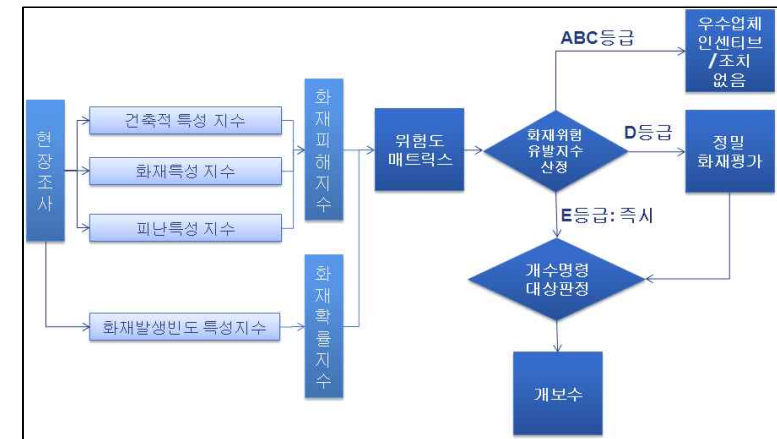
II 화재위험도 평가 선행연구

1. 다중이용업소 화재위험 유발지수 평가

가. 연구 목적

- 1) 다중이용업소 화재위험지수 평가 연구의 목적은 화재위험성이 높은 다중이용업소에 대하여 객관적인 화재영향평가 결과를 산출할 수 있는 방법을 개발하여 그 위험도에 따라 소방시설 등을 보강 및 그 시설을 면제하기 위함

나. 연구 방법



다중이용업소 위험유발지수 평가를 위한 흐름도

- 1) 위험유발지수의 등급산정을 위하여 평가요인을 추출하였으며, 『건축법』, 『소방법』, 『다중이용업소 안전관리에 관한 특별법』, 『NFPA 101A』 등의 기준을 토대 진행함
- 2) 평가방법은 크게 화재강도지수와 화재확률지수를 적용하는 위험도 매트릭스 방법을 활용
- 3) 화재강도 지수는 건축물 안전점수, 피난능력점수, 화재특성점수로 구분하며 평가요인들을 배치하고 배점(이들 각 점수를 합산하여 평균치를 구함으로써 화재강도 지수 산출)
- 4) 화재확률 지수는 크게 기본점수와 가중치로 구분하여 다중이용업소별 기본점수에 가중치를 곱하는 방식으로 산출(산출한 각각의 지수는 위험 환산표에 의하여 위험점수로 변환하며, 변환된 점수에 의하여 위험도 매트릭스 상에 표시를 한 후, 화재위험유발지수가 결정되도록 하였음)

다. 위험유발지수 등급산정을 위한 평가요인 도출

- 1) 다중이용업소 화재위험유발지수 평가의 연구에서는 건축법, 소방법, 다중이용업소 안전 관리에 관한 특별법, NFPA 101A의 기준을 바탕으로 위험 유발지수 등급 산정을 위한 평가요인 도출
- 2) 위의 기준을 바탕으로 건축물 안전점수, 피난능력, 화재특성으로 구분하여 도출된 화재강도 관련 위험유발지수 등급산정을 위한 평가요인 도출

가) 화재강도지수(31개)

(1) 건축물안전점수

(가) 건축특성

건축구조, 해당 층 업소의 바닥 면적비율, 건축내장재, 실내장식물, 방화구획, 수직 관통부, 수평관통부, 경계벽 및 칸막이, 방화지구 내 건축물, 방화시설 유지관리

(2) 피난능력

(가) 건물피난능력

피난층의 수, 직통계단의 수, 복도의 너비, 복도의 보행거리, 건축물 바깥쪽에서의 출구, 옥상광장, 제연설비

(나) 업소피난능력

업소출구피난능력, 탈출경로의 형태, 영업장내보통로의 굴곡, 업소내부 복도의 너비, 출구까지의 보행거리, 피난안내, 경보설치

(3) 화재특성

(가) 소방안전특성

소화기, 옥내소화전, 스프링클러, 소방조직, 소방시설점검, 소방안전교육

(나) 잠재위험성의 평가

방화시설의 부족유무

- 3) 위의 기준을 바탕으로 화재, 최초착화물, 기타예방활동의 특성으로 구분하여 도출된 화재확률 관련 위험유발지수 등급산정을 위한 평가요인 도출

가) 화재확률지수(17개)

(4) 화재

전기사용량, 전기배선정리, 전기접지/본딩, 전기보호장치, 유류 및 가스취급, 난로사용, 아궁이, 담뱃불, 성냥/양초, 방화/수용인원

(5) 최초착화물 : 실내장식물, 최초착화물(주용도)

(6) 기타예방활동 : 교육 및 훈련, 방재조직, 청결상태, 정리정돈상태, 예방점검

라. 평가 방법

- 1) 평가방법은 화재강도지수와 화재확률지수를 적용하는 위험도 매트릭스를 활용하였고, 화재강도지수는 건축물 안전점수, 피난능력점수, 화재특성점수로 구분하며 평가요인들을 배치하고 배점

2) 화재강도지수의 산정

가) 화재강도지수

(1) 화재강도점수 = (건축물 안전점수 + 피난능력 + 화재특성) / 3 으로 산출

(2) 건축물 안전점수는 항목별 점수를 합산하여 산출

구분		산정기준	배점		
			최소	최대	
건축특성 (100점)	1. 건축구조	층수 및 구조	0	15	
	2. 해당 층 업소의 바닥면적비율	건물 내 업소의 바닥 면적비	0	5	
	3. 건축내장재	재료의 종류 및 스프링클러 설치유무	0	15	
	4. 실내장식물	재료의 종류 및 스프링클러 설치유무	0	15	
	5. 방화구획	5.1 구획종류	피난로 구획여부 및 타 업소와의 구획	0	15
		5.2 수직관통부	연결층수 및 방화재 구획여부	0	5
		5.3 수평관통부	관통부 건전성	0	5
	소계		0	25	
	6. 경계벽 및 칸막이벽	피난로 구획여부 및 타업소와의 구획	0	10	
	7. 방화 지구내 건축물	방화지구여부 및 연소우려성	0	5	
	8. 방화시설 유지관리	폐쇄 또는 훼손, 장애물, 용도장애 여부	0	10	
	총계		0	100	

표 3 건축요인별 평가항목 및 점수 개략표

(3) 피난능력 점수는 건물피난능력 + 업소피난능력 + 피난설비의 점수를 합산하여 산출

구분		산정기준	배점	
			최소	최대
건물 피난 능력 (50점)	1.피난층의 수	피난층의 개수	0	10
	2.직통계단 폭 및 수량	계단 폭 및 수량	0	10
	3.복도의 너비	기준 만족여부 및 초과 정도	0	5
	4.복도의 보행거리	막다른 복도 및 보행거리	0	5
	5.건축물 바깥쪽에서의 출구	스프링클러 유무 및 보행거리	0	5
	6.옥상광장	설치유무 및 기준 만족성	0	5
	7.제연설비	유무	0	10
소계			0	50
업소 피난 능력 (40점)	1.업소출구 피난능력	경로의 수, 출구 폭	0	10
	2.탈출 경로의 형태	경로의 연결형태, 설치층 위치	0	10
	3.영업장 내부통로의 굴곡	굴곡횟수	0	5
	4.업소내부 복도의 너비	복도너비	0	5
	5.업소 출구까지의 보행거리	출입구까지의 보행거리	0	5
	6.피난안내	피난안내도 및 영상물 유무 및 상태	0	5
	소계		0	40
피난설비 (10 점)		피난기구, 인명구조기구, 비상조명, 유도등, 휴대용 비상조명	0	10
총계(건물 + 업소 + 피난설비)			0	100

표 4 피난요인별 평가항목 및 점수 개략표

(4) 화재특성은 소방안전특성 + 잠재위험특성의 점수를 합산하여 산출

구분		산정기준	배점	
			최소	최대
소방 안전 특성	1.소화기	소화기의 배치형태 및 적정성	0	5
	2.옥내소화전	소화전 유무	0	10
	3.스프링클러 또는 간이형	스프링클러 유무 및 적용지역의 형태	0	25
	4.소방조직	비상대응조직의 유무 및 훈련 정도	0	10
	5.소방시설 점검	정기점검 및 자체 수시점검유무	0	10
	6.소방안전교육	업주와 종업원 교육 정도	0	10
잠재위험특성		- 잠재위험의 피난 경로상 위치 및 방호능력 - 잠재위험 판단기준 : Flash Over 발생 유무	0	30
총계			0	100

표 5 화재요인별 평가항목 및 점수 개략표

3) 화재확률지수의 산정

가) 화재확률지수

$$\text{화재확률지수} = \text{기본점수} \times \text{가중치}$$

(1) 기본점수의 산정

사고발생빈도(건/yr)		적용대상	기본점수
이상	미만		
0	0.004	화상대화방,PC방,게임제공업,비디오물감상실업,유흥주점,단란주점,비디오소극장a,영화상영관a,학원a	60
0.004	0.007	휴게텔(수면방), 산후조리원, 노래연습장, 휴게음식점, 제과점a, 일반음식점	55
0.007	0.01	복합유통제공업	50
0.01	0.03	목욕장업 수용인원 100인 이상	45
0.03		그 외 목욕장업	40

표 6 기본점수 산정 개략표

(2) 가중치의 산정

$$\text{가중치} = 0.02 * (\text{화재원인점수} + \text{최초착화가능성} + \text{예방활동})$$

(3) 화재확률지수 산정

평가항목		평가기준	점수	
			최소	최대
화재원인		전기사용량,배선정리,접지및보딩,보호장치유무및상태	0	15
		유류 및 가스의 취급 장소	0	2
		난방사용형태	0	1
		아궁이 사용여부	0	1
		담뱃불운영상태	0	4
		성냥 및 양초 사용형태	0	1
		수용인원의 수에 따른 방화	0	6
착화가능성		재료의 종류 및 설치 장소	0	10
		가구류,침구,종이류등최고사용물품의종류	0	10
예 방 활동	교육 및 훈련	소방안전교육 횟수 및 대상	0	15
	방재조직	비상대응조직의 유무	0	10
	기타 예방활동	청결상태,정리정돈상태,예방점검종류및회수	0	25
총계			0	100

표 7 화재확률지수 산정 개략표

4) 평가점수의 기준설정

화재위험수준을 결정하기 위하여 위험수준의 매트릭스를 구성하여 화재확률 및 강도에 대한 위험수준은 낮은 점수일수록 안전한 점수가 되고 화재확률 및 강도에 대한 평가 점수는 높은 점수일수록 안전한 점수가 되도록 구성

가) 평가점수에 대한 위험수준 환산

화재강도		화재확률	
점수	위험	점수	위험
80 이상	20 미만	80 이상	20 미만
60 ~ 79	21 이상 ~ 40 미만	60 ~ 79	21 이상 ~ 40 미만
40 ~ 59	41 이상 ~ 60 미만	40 ~ 59	41 이상 ~ 60 미만
20 ~ 39	61 이상 ~ 80 미만	20 ~ 39	61 이상 ~ 80 미만
20 미만	80 이상	20 미만	80 이상

표 8 평가점수에 대한 위험수준 환산표

나) 위험수준 매트릭스

환산된 위험수준을 아래 그림에 대입시켜 도출된 점수로 위험수준을 결정함



위험수준 매트릭스

- (1) 위험등급 A등급 : 소강도-소확률 업소로서 최우수로 판정하며 인센티브 등 혜택 부여
- (2) 위험등급 B등급 : 중강도-소확률, 소강도-중확률 업소로서 우수로 판정
- (3) 위험등급 C등급 : 대강도-저확률, 중강도-중확률, 저강도-대확률 업소로서 양호로 판정
- (4) 위험등급 D등급 : 대강도-중확률 또는 중강도-대확률 업소로서 시정 및 보완권고 조치를 내리고, 불응 시 정밀화재영향분석 후 개수명령대상에 편입할 지 여부를 결정
- (5) 위험등급 E등급 : 대강도, 대확률 업소로서 개수명령을 즉시 내려야 하는 대상

2. 화재정보시스템[한성대학교]

가. 연구 배경

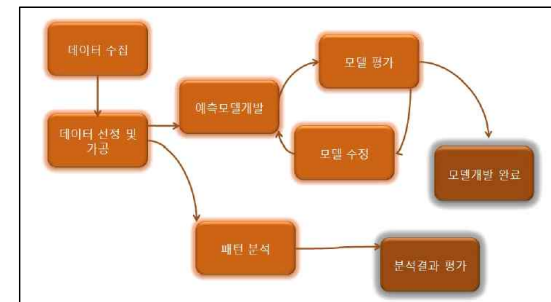
- 1) 소방정책은 제한된 정보에 의한 통계 분석에 기초하여 결정하였으며 데이터의 부정확성, 미흡한 분석정보로 소방정책에 효율적인 의사결정에 한계점이 있음
- 2) 화재 종류에 따른 화재위험 예측모델을 만들어 미래에 발생 가능한 화재를 대비하고 화재정책에 활용할 수 있는 시스템 구축의 필요성이 대두됨

나. 연구 목적

- 1) 지능적 데이터 분석을 통해 화재발생과 관련된 의미 있는 고급 정보 추출
- 2) 미래의 화재 발생에 대한 위험성정도를 예측하여 화재예방 정책 및 활동에 반영
- 3) 정량화된 예측 정보를 국민들에게 제공하여 대국민 홍보 및 화재 위험에 대한 경각심 고취

다. 데이터선정 및 예측모델개발

1) 개발 프로세스



화재위험 예측모델 개발 프로세스

2) 데이터 수집

- 가) 내부데이터 : NFDS(국가화재정보시스템)에서 2007.01 ~ 2008.06까지 총 18개월 동안 발생한 6만 5천 건의 화재데이터 수집 후 분석에 의미가 있을 것으로 예상되는 58개의 정보를 추출 후 사용
- 나) 외부데이터 : 통계청에서(2007년도 이전) 수집할 수 있는 화재에 영향을 미칠 수 있는 26개 시군구 단위의 통계데이터 사용

3) 화재정보모델

가) 단계별 화재정보모델

화재발생의 전 과정은 크게 4가지 단계로 구분



화재정보모델

- (1) 발화환경 : 발화 발생 전의 상태 (발화와 직접적인 정보 + 발화 외적인 요소)
- (2) 발화 및 확대 : 발화의 시작부터 화재가 확대되기까지의 관련 정보
- (3) 진화 : 진화과정에 관련된 정보
- (4) 피해 : 화재 진화 후에 최종적인 피해 정보

나) 화재정보모델에 따른 화재관련 데이터의 분류

(1) 발화환경

발생월, 발생시, 날씨, 온도, 기상특보, 시도, 시군구, 지상층수, 지하층수, 건물구조식, 건물구조조, 건물구조증, 방화관리대상여부, 다중이용업여부, 건물상태, 장소소분류, 장소중분류, 장소대분류

(2) 발화 및 확대

발화열원소분류, 발화열원대분류, 발화요인소분류, 발화요인대분류, 최초착화물소분류, 최초착화물대분류, 발화관련기기소분류, 발화관련기기대분류, 동력원소분류, 동력원대분류, 발화지상지하구분코드, 발화층, 발화지상층수, 발화지하층수, 발화지점소분류, 발화지점대분류, 연소확대여부, 연소확대물소분류, 연소확대물대분류, 연소확대범위

(3) 진화

출동소요시간, 진화소요시간, 소방서거리, 안전센터거리119, 지역대거리119, 소방동원명수, 의소대동원명수, 전기가스유관기관동원, 펌프물탱크, 소화기사용여부, 소화기구종류, 옥내소화전, 자동소화설비, 자동소화설비미작동원인

(4) 피해

인명피해총수, 사망자수, 부상자수, 총재산피해, 부동산피해, 동산피해

(5) 이하 외부데이터

시군구 면적, 시군구 인구, 인구밀도(인구/면적), 공장 수, 교육기관 수, 의료기관 수, 기초생활수급자, 재정자립도, 사업체 수, 농업 및 임업체 수, 어업체 수

나) 화재정보모델에 기초한 데이터 분석 및 예측

- (1) 화재정보모델에서 각 단계의 결과는 이전 단계들에 영향을 받음
- (2) 일부 인자들은 동일한 단계 내에서 서로 영향을 받을 수 있음
- (3) 따라서 특정 단계에서의 결과에 영향을 미치는 요인을 분석(패턴분석 또는 회귀예측)하는 경우 해당 단계를 포함한 이전 단계들의 데이터를 활용함

라. 연구 방법

1) 화재발생 패턴분석

가) 화재정보모델에 기초하여 비주거 화재를 대상으로 패턴분석을 실시

나) 분석 대상은 주요 관심 대상이 되는 6가지 요소를 선정하여 분석

인명피해(피해), 사망피해(피해), 화재발생건수(화재건수를 집계한 수치), 재산피해(피해), 화재요인(발화 및 확대), 발화기기(발화 및 확대)

다) 각 분석대상에 대하여 이들에 가장 영향을 미치는 요소들이 무엇이며 그 정도가 얼마인지 의사결정나무를 이용하여 분석을 진행

라) NFDS 데이터와 외부 데이터를 분리하여 분석을 실시함. NFDS 데이터의 경우 우선 전체 데이터에 대하여 분석하고 의미 있는 분석 결과를 도출하기 위하여 화재장소별, 화재요인별, 장소별로 분리하여 분석을 진행. 외부데이터는 우선 전체 데이터를 대상으로 분석하고 다시 시도별로 분리하여 분석을 진행

마) 분석 결과의 각 패턴에서 유의한 패턴을 선별하고 결과를 해석

2) 화재예측모델 개발

가) 시도별 월별 예측 모델과 세분화된 지역별 월별 예측 모델을 구분하여 개발

나) 예측 모델에 사용될 인자들을 선정하기 위하여 후보 요소들과 예측 대상간의 상관분석을 실시하고 이를 이용하여 예측모델의 입력 인자들을 결정

다) 예측 모델은 신경망과 회귀분석 방법론 중 더 예측력이 우수한 방법론을 선정

라) 예측 모델은 시도별, 시군구별로 만들어 총 10개로 지역별 월별 인명피해건수 예측, 사망피해건수 예측, 화재발생건수 예측, 재산피해액 예측 등이 있음

마) 실제 데이터와 예측 데이터를 비교하여 예측모델의 정확성 평가

바) 예측의 정확도가 미흡할 경우, 모델의 방법론이나 예측에 사용된 인자들을 첨삭하여 예측력을 높이는 최적의 모델이 완성되도록 반복적으로 개선

마. 연구 결과

- 1) 본 연구에서의 화재발생 패턴분석은 인명피해(피해), 사망피해(피해), 화재발생건수(화재건수를 집계한 수치), 재산피해(피해), 화재요인(발화 및 확대), 발화기기(발화 및 확대) 6가지를 대상으로 연구를 진행하였으나 본 사업과 연관이 있는 화재발생건수, 화재요인, 발화기기만을 정리함
- 2) 내부데이터는 건물상태, 화재장소, 열원분류, 화재요인, 발화기기류, 연소확대물을 요인변수들로 활용하여 각 조합으로 그룹핑하여 특징적인 패턴이 있는지를 분석
- 3) 외부데이터는 시군구별, 월별로 그룹화 된 전체 화재 데이터에 대해서 외부데이터(내부데이터 일부 포함)를 대상으로 분석
- 4) 화재발생건수 패턴분석

가) 전체 내부데이터에 대한 화재발생건수 분석결과

- (1) 전체비율은 요인변수들로 데이터를 그룹핑하였을 때 평균 화재 건수를 나타내며, 대상비율은 관련요인변수에 해당하는 그룹에 대한 평균화재건수를 나타냄. 따라서 상대강도는(상대비율에서의 평균 화재건수/전체비율에서의 평균화재건수)로 계산
- (2) 전체 화재건수에서는 건물상태, 장소중분류, 발화관련기기대분류, 화재요인소분류, 열원소분류, 연소확대물 대분류에서 각각 유의한 패턴이 발견됨
 - 화재장소가 음식점, 공장, 일상서비스, 기타 건축물에서 화재 건수가 많음
 - 발화기기는 전기설비, 배선/배선기구, 조명/간판으로 인한 화재 건수가 많음
 - 화재요인으로서는 담배꽂초, 용접/절단/연마, 절연에 의한 단락 등의 요인으로 화재 건수가 많음
 - 열원으로는 담뱃불, 전기적 야크, 용접/절단/연마 등으로 인한 화재 건수가 많음
 - 연소확대물로는 합성수지, 전기/전자, 종이/목재/건축 등으로 인한 화재 건수가 많음

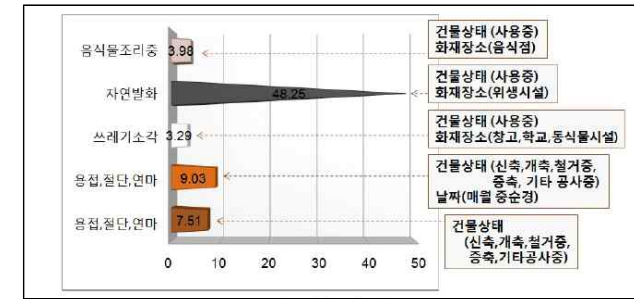
나) 전체 외부데이터에 대한 화재발생건수 분석결과

- (1) 시군구별, 월별로 그룹화된 전체 화재 데이터에 대해서 외부데이터(내부데이터 일부 포함)를 대상으로 화재발생건수를 분석함.
 - 전체비율, 대상비율은 각각 전체그룹과 관련요인변수에 해당하는 그룹에서 발생한 평균화재건수를 나타내며, 상대강도는 (상대비율에서의 평균 화재건수/전체비율에서의 평균 화재건수)로 계산됨
- (2) 외부데이터에 대한 전체 분석에서는 화재요인, 제조업체수, 교육서비스업체 수, 발화기기, 발생 월 등의 영향을 받는 것으로 분석됨. 그러나 전반적으로 상대강도가 높지 않아 유의한 패턴으로 판단되지 않음

5) 화재요인 패턴분석

가) 전체 내부데이터에 대한 화재요인 분석결과

- (1) 전체 내부데이터를 대상으로 화재요인을 분석함.
 - 전체비율은 전체 화재 중 해당 화재요인으로 인한 화재의 비율을 나타내며,
 - 대상비율은 관련요인변수에 대한 화재 중에서 해당 화재요인으로 화재가 발생한 비율을 나타냄. 따라서 상대강도는 대상비율/전체비율로 계산됨
- (2) 전체 데이터에 화재요인에서는 건물상태, 날짜, 화재장소의 영향을 받음
- (3) 화재요인 패턴 분석 결과



화재요인 패턴분석 결과

나) 전체 외부데이터에 대한 화재요인 분석결과

- (1) 시군구별, 월별로 그룹화 된 전체 화재 데이터에 대해서 외부데이터(내부데이터 일부 포함)를 대상으로 화재요인과 관련된 변수들을 분석함
 - 전체비율은 전체그룹 중 해당 화재요인으로 인한 화재 그룹의 비율을 나타내며,
 - 대상비율은 관련요인변수에 대한 화재그룹 중에서 해당 화재요인으로 화재가 발생한 그룹의 비율을 나타냄
 - 상대강도는 대상비율/전체비율로 계산됨
- (2) 외부데이터에 대한 전체 분석에서는 관련변수가 발견되지 않음

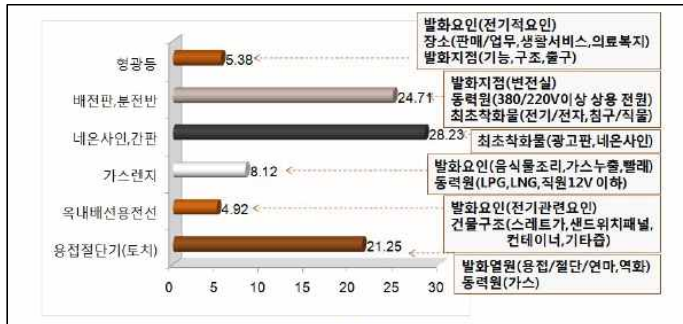
6) 발화기기 패턴분석

가) 전체 내부데이터에 대한 발화기기 분석결과

- (1) 전체 내부데이터를 대상으로 발화기기를 분석함
 - 전체비율은 전체 화재 중 해당 발화기기로 인한 화재 비율을 나타내며,

- 대상비율은 관련요인변수에 대한 화재 중에서 해당 발화기기로 화재가 발생한 비율을 나타냄. 따라서 상대강도는 대상비율/전체비율로 계산됨

(2) 발화기기 패턴분석결과



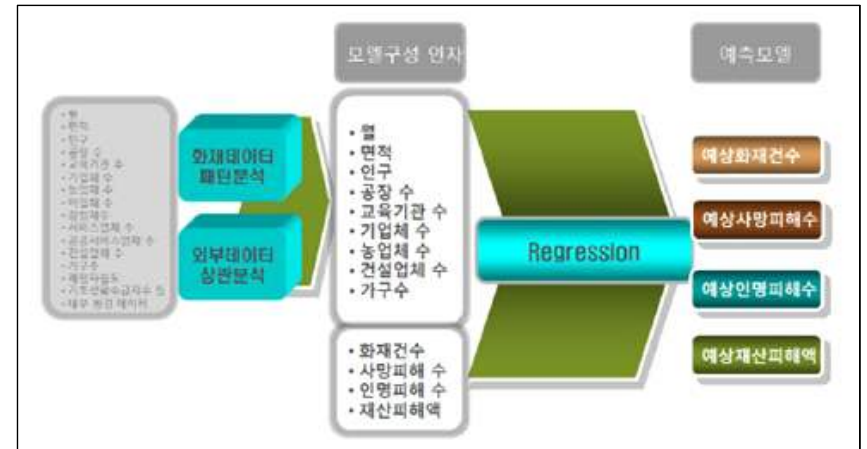
발화기기 패턴분석 결과

나) 전체 외부데이터에 대한 발화기기 분석결과

- (1) 시군구별, 월별로 그룹화 된 전체 화재 데이터에 대해서 외부데이터(내부데이터 일부 포함)를 대상으로 발화기기와 관련된 변수들을 분석함
 - 전체비율은 전체그룹 중 해당 발화기기로 인한 화재발생 그룹의 비율을 나타내며
 - 대상비율은 관련요인변수에 대한 화재그룹 중에서 해당 발화기기로 화재가 발생한 그룹의 비율을 나타냄
 - 상대강도는 대상비율/전체비율로 계산됨
- (2) 외부데이터에 대한 전체 분석에서는 관련변수가 발견되지 않음

바. 화재예측모델 개발

- 1) 본 연구에서의 예측모형 개발은 인명피해(피해), 사망피해(피해), 화재발생건수(화재건수를 집계한 수치), 재산피해(피해)에 대한 4가지 대상으로 예측모델을 개발하였으나 본 연구와 관계된 화재발생건수에 대한 부분만을 정리함
- 2) 예측모델 생성 프로세스



화재예측모델 생성 프로세스

가) 도출된 화재예측 모델

(1) 시도 수준의 화재건수 예측모델

$$(가) \text{ 화재건수} = -12.7149 * (\text{월}) + 0.00059 * (\text{인구}) + 0.00957 * (\text{면적}) - 21,201 * (\text{농업체수}) + 39,413.8 * (\text{건설업체수}) + 2,238 * (\text{기업체수}) + 56,244.9 * (\text{교육업체수}) + 22,617.6 * (\text{공장수}) - 2,810.5 * (\text{가구수}) - 678,806 * (\text{어업체수}) + 783.4$$

(2) 시군구 수준의 화재건수 예측모델

$$(가) \text{ 화재건수} = -0.8704 * (\text{월}) + 0.000051 * (\text{인구}) + 0.00436 * (\text{면적}) - 2,023.1 * (\text{농업체수}) - 1,023.2 * (\text{건설업체수}) + 27.610 * (\text{기업체수}) + 2,972.6 * (\text{교육업체수}) + 769.6 * (\text{공장수}) - 47.7138 * (\text{가구수}) - 3,909.3 * (\text{어업체수}) + 18.1954$$

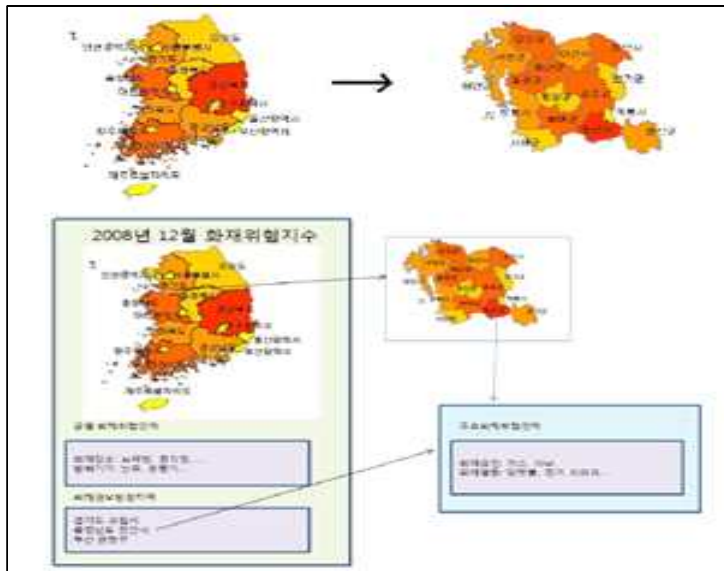
사. 화재위험지수

- 1) 화재예측지수는 일반국민 및 관련 종사자들에게 화재의 경각심 고취 및 화재 예방을 위해 화재 위험성에 대한 예측 안내를 제공
- 2) 화재가 발생할 위험성을 0~10의 값으로 정량화하여 나타냄

화재위험지수	화재위험등급
7~10	매우위험
5~7	위험
4~5	경계
3~4	주의
0~3	보통

화재위험등급표

- 3) 화재예측모델에서 계산된 값을 이용하여 산정함
- 4) 계산된 화재위험지수를 이용하여 각 지역에 해당하는 지수 값을 위 표에 입각하여 시각적인 정보를 제공
- 5) 화재위험지수의 시각화



화재위험지수 시각화 결과

6) 화재위험지수 산정방법

가) 본 선행연구에서는 화재위험지수가 화재발생지수, 인명피해지수, 사망피해지수, 재산피해지수 4가지를 산출되었으나 본 사업과 관련 있는 화재발생지수만을 대상으로 정리함

나) 화재발생지수(count) 산정방법

(1) 화재발생지수는 예상되는 화재발생률을 이용하여 다음의 수식으로 계산

$$count = \left(\frac{10}{\text{최대 화재발생률}} \times \text{화재발생률} \right)$$

(2) 화재발생률

인구 10,000명당 예상화재발생건수로 예측

- 다) 예측모델의 독립변수로 발생 월(月), 시군구별 외부데이터(인구수, 면적, 인구밀도, 업체 수, 재정자립도)를 이용
- 라) 특정 월의 시군구에 대한 화재발생건수 대한 예측은 예측 모델에 해당월과 해당 시군구의 외부데이터를 활용
- 마) 데이터마이닝에서 가장 많이 사용되는 학습기법 중에서 실험을 통하여 예측력이 우수한 기법을 채택함(본 연구실험 결과 Regression 기법의 가장 우수하게 나타남)

3. 기타 선행연구

가. FireCast

1) 연구 배경

- 가) 미국에서 화재로 인한 인명(일반인, 소방관) 및 재산 피해가 지속됨을 막기 위해 소방 서비스의 안전성과 효과성을 제고할 수 있는 분석의 필요성이 대두됨

2) 연구 목적

- 가) 뉴욕시 소방국(FDNY)가 소방 활동에 활용하고 있는 위험기반검사 시스템(RBIS)에 대한 파악, 이해
- 나) RBIS의 핵심인 화재 예측 알고리즘인 FireCast에 대한 파악, 이해

3) 공헌, 기대효과

- 가) Building violations의 평균 개수가 증가하여, FireCast2.0 도입 30일 후 19%가 증가하였고, 60일 후 10%가 증가함
- 나) FireCast3.0가 도입된다면 90일 안에 예측한 건축물의 25%에서 화재가 일어날 것이라 기대

4) 연구방법론

- 가) Type(사례, 설문, 실험 연구) : 사례
- 나) Methodology : RBIS안에 데이터를 수집하여 이를 FireCast를 통해 화재를 예측함

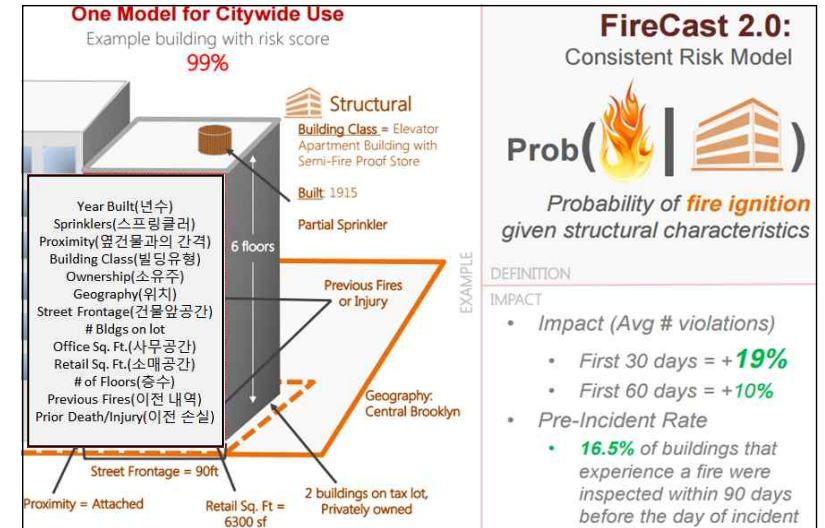
<Risked-Based Inspection System (RBIS)>

- RBIS는 오라클 기반의 프로그램으로써 화재 발생 지역을 보다 잘 예측하고 대응
- RBIS를 통해 전국의 소방당국과 소방대원들이 화재에 대한 다양한 정보를 알고, 이를 활용하여 화재 진압에 활용할 수 있음

<FireCast>

- FireCast는 현재 3가지 버전(1.0, 2.0, 3.0)이 존재
- 불이 난 빌딩과 그렇지 않은 빌딩의 차이를 비교하여 화재위험도 예측
- FireCast1.0은 예측한 건축물 중 1.9%만 화재가 일어났고, 수개월 내에 2.0이 도입
- FireCast2.0은 5개 시정부의 데이터를 60여개의 위험요인으로 분류하는 알고리즘으로, 화재에 가장 취약한 건물 리스트를 만드는데 활용되고 있음

- FireCast2.0에 활용되는 변수는 건물 유형(상가, 주거지, 공장, 사무실 등), 다양한 311 complaint 유형(배관/누수 보고, 엘리베이터 상태, 흡연 금지 등) 등이 있음
- FireCast3.0은 현재 개발 중에 있으며, 7500여 가지(60~7500가지 예정)의 위험요인을 통해 매일 도시 내 수십만 개의 빌딩 분석을 통해 위험지수를 산출할 예정이고, 이를 더 많은 뉴욕 시정부가 데이터 공유에 참여할 예정



Fire cast 화재위험도 산출 모델

5) 연구 결과

- 가) FireCast를 주축으로 한 RBIS를 활용하여 뉴욕시는 화재로 인한 인명 및 재산 피해를 성공적으로 줄였음
- 나) FireCast3.0 도입 후에는 더욱 다양한 위험요인을 활용하여 높은 화재 예측율을 보일 것으로 전망
- 다) FireCast는 향후 smart firefighting의 시작이자 앞으로 가야 할 방향을 알려줌

나. 전문가 인터뷰

소방 및 화재전문가 인터뷰를 통하여 화재위험도 분석 및 예측하기 위하여 화재와 관련된 요인변수들을 도출하고 화재위험도 분석 및 예측을 하기위한 정보를 얻음

1) 전문가 인터뷰를 통해 도출된 요인변수

가) 준공년(건물연수)

건물의 노후도에 따라서 전기시설 노후, 먼지 등 노후도가 증가하면 화재의 발생 가능성이 높아질 수 있음

나) 화재이력

화재이력이 존재한다는 것은 잠재적으로 화재 발생 가능성이 존재한다는 의미를 가짐

다) 불법개조(적발)여부

건물이 불법개조로 인한 적발 및 과태료 부가내역이 있는 경우 해당건물은 화재 발생에 대하여 취약

라) 과태료부과이력

건물의 소방시설물의 미설치 또는 미흡으로 인한 과태료 부가이력이 있는 경우 해당 건물은 화재 발생에 대하여 취약

마) 조리시설 수

화재가 빈번히 일어나는 음식점의 조리시설 수(예: 화구)에 따라 화재 위험도가 달라질 가능성이 존재함

바) 음식점 수/면적

음식점과 같이 불을 다루는 곳은 발화 위험이 그만큼 매우 크므로 다중이용업 정보를 다각적으로 분석해야 함

사) 상주인구

분석 시 지지역적 특성을 고려해야 하며 건물의 출입인구가 고정인원이나 불특정다수냐에 따라서 화재 발생이 달라질 수 있음

아) 유동인구

화재 발생요인 중 인적요인에 의한 화재가 많다보니 인구밀도가 높으면 화재의 위험성이 높다고 볼 수 있음

자) 냉/난방 시설형태

화재를 발생시키는 요인 중 냉/난방 기구에 의한 화재가 존재하며 냉/난방기구의 사용 형태에 따라 화재발생 확률이 달라질 수 있음

차) 보조난방기 현황

건물 내에 난방시설을 제외하고 사람들이 사용하는 보조난방기에 의한 화재발생이 많음

카) 총 점포 수/면적

총 점포수의 경우 건물 내에 존재하는 점포수가 많을수록 화재의 발생확률이 높아지고 건물 내부의 복잡성이 증가하여 화재의 피해가 커짐

다. 추가 연계시스템 조사

1) 개요

가) 건물에 대하여 기존의 국민 안전처에 존재하는 데이터 이외의 추가적인 데이터들의 필요성이 있어 국민안전처가 보유하고 있는 건물에 대한 정보 이외의 추가 연계시스템을 찾고 연계시스템에 존재하는 변수들을 추가할 필요성이 있음

나) 건물에 대한 상세한 정보를 가지고 있는 건축행정시스템(세움터), 건물의 시설물에 대한 평가정보를 보유한 건축물생애이력관리시스템, 매달 건물의 사용 에너지에 대한 정보를 가지고 있는 건물에너지정보공개시스템 등의 추가 연계 시스템에서 화재위험도 분석을 위하여 가용할 수 있는 변수들이 있는지 조사하였음

2) 건축행정시스템 세움터

가) 건축행정시스템 세움터는 소방민원정보시스템에서 부족한 건물 정보를 보완하기 위하여 국토교통부에서 운용하는 시스템으로 인터넷으로 편리하게 인허가 신청을 하고 건축행정 업무 전반을 전자적으로 처리하는 국가표준정보시스템임

나) 세움터에는 전국의 모든 670만 건의 건축물에 대한 건축물대장 및 건축통계를 DB화하여 보유하고 있으며 이를 연계하여 소방민원정보 시스템에서 부족한 건물에 대한 정보를 보완

다) 세움터에서는 건축물대장, 총괄표제부, 표제부, 전유부, 층별개요에 대한 정보를 연계하며 각각의 해당사항은 다음과 같다.

(1) 건축물 대장 : 관리_건축물대장_PK, 대장_구분_코드, 대장_종류_코드, 시군구_코드, 시군구_코드_명, 법정동_코드, 법정동_코드_명, 대지_구분_코드, 번, 지, 특수지_명, 블록, 로트, 건물_명, 외필지_수, 기타_기재_사항, 위반_건축물_여부, 관리_상위_건축물대장_PK, 대장_일련번호, 처리_일시, 자료_버전, 총괄표제부_일련번호, 표제부_일련번호, 전유부_일련번호, 생성_일자, 새주소_도로_코드, 새주소_도로_코드_명, 새주

소_법정동_코드, 새주소_법정동_코드_명, 새주소_지상지하_코드, 새주소_본_번, 새주소_부_번, 관련_새주소_수

(2) 총괄 표제부 : 관리_건축물대장_PK, 신_구_대장_구분_코드, 양성화_여부, 특이사항, 대지_면적, 건축_면적, 건폐_율, 연면적, 용적_율_산정_연면적, 용적_율, 주_용도_코드, 주_용도_코드_명, 기타_용도, 세대_수, 가구_수, 주_건축물_수, 부속_건축물_수, 부속_건축물_면적, 총_주차_수, 옥내_기계식_대수, 옥내_기계식_면적, 옥외_기계식_대수, 옥외_기계식_면적, 옥내_자주식_대수, 옥내_자주식_면적, 옥외_자주식_대수, 옥외_자주식_면적, 허가_일, 착공_일, 사용승인_일, 허가번호_년, 허가번호_기관_코드, 허가번호_기관_코드_명, 허가번호_구분_코드, 허가번호_구분_코드_명, 허가번호_일련번호, 호_수, 에너지_효율등급, 에너지_효율등급_명, 에너지_절감율, EPI_점수, 친환경_건축물_등급, 친환경_건축물_등급_명, 친환경_건축물_인증점수, 지능형_건축물_등급, 지능형_건축물_등급_명, 지능형_건축물_인증점수

(3) 표제부 : 관리_건축물대장_PK, 동_명칭, 주_부속_구분_코드, 주_부속_일련번호, 특이사항, 대지_면적, 건축_면적, 건폐_율, 연면적, 용적_율_산정_연면적, 용적_율, 구조_코드, 구조_코드_명, 기타_구조, 주_용도_코드, 주_용도_코드_명, 기타_용도, 지붕_코드, 지붕_코드_명, 기타_지붕, 세대_수, 가구_수, 높이, 지상_층_수, 지하_층_수, 승용_승강기_수, 비상용_승강기_수, 부속_건축물_수, 부속_건축물_면적, 총_동_연면적, 옥내_기계식_대수, 옥내_기계식_면적, 옥외_기계식_대수, 옥외_기계식_면적, 옥내_자주식_대수, 옥내_자주식_면적, 옥외_자주식_대수, 옥외_자주식_면적, 허가_일, 착공_일, 사용승인_일, 허가번호_년, 허가번호_기관_코드, 허가번호_기관_코드_명, 허가번호_구분_코드, 허가번호_구분_코드_명, 허가번호_일련번호, 호_수, 에너지_효율등급, 에너지_효율등급_명, 에너지_절감율, EPI_점수, 친환경_건축물_등급, 친환경_건축물_등급_명, 친환경_건축물_인증점수, 지능형_건축물_등급, 지능형_건축물_등급_명, 지능형_건축물_인증점수, 생성_일자, 인근_자주식_대수, 인근_자주식_면적, 인근_기계식_대수, 인근_기계식_면적, 면적_대수, 동_건축_면적, 동_대지_면적, 동_연면적, 동_건폐율, 동_용적율, 동_용적율_산정연면적, 에너지_유효시작_일자, 에너지_유효종료_일자, 녹색_건축_유효시작_일자, 녹색_건축_유효종료_일자

(4) 전유부 : 관리_건축물대장_PK, 동_명칭, 호_명칭, 층_구분_코드, 층_번호, 생성_일자

(5) 층별개요 : 관리_층별개요_PK, 관리_건축물대장_PK, 층_구분_코드, 층_번호, 층_번호_명, 구조_코드, 구조_코드_명, 기타_구조, 주_용도_코드, 주_용도_코드_명, 기타_용도, 면적, 주_부속_구분_코드, 주_부속_일련번호, 관리_주_건축물대장_PK, 면적_제외_여부, 층_일련번호, 생성_일자, 복수_용도_코드, 복수_용도_코드_명, 기타_복수_용도

3) 건축물생애이력관리시스템

가) 개요

(1) 건축물 생애이력 관리시스템이란 건축물 생애주기 전단계(기획·설계, 시공, 유지관리, 철거)에 걸쳐 개별 법령과 기관별로 각각 관리되고 있는 전국 685만 동 건축물의 이력정보를 통합·관리하여 국민/건물주(관리자)/점검자/공무원이 쉽고 편리하게 건축물 관련 정보를 제공 받을 수 있는 서비스임

(2) 건축물을 10년~20년 이상 사용하는 경우 사용승인 당시의 건축법령 및 설계도서에 적합하였더라도 건축물의 노후화, 급변하는 주변 환경 및 사용여건에 따라 현행 건축법령 및 기준에 부적합한 건축물이 많을 것으로 예상됨에 따라,

－ 건축전문가의 점검을 통한 개선방안 제시 등의 컨설팅으로 보수·보강 및 리모델링을 유도함으로써 건축물의 구조·화재안전과 성능유지는 물론, 쾌적하고 친환경적이며 에너지효율이 높은 건축물로 유지·관리하는 것에 대한 필요성이 대두

(3) 건축물 유지 관리 점검 매뉴얼은 「건축법」 제35조, 같은 법 시행령 제23조의6, 같은 법 시행규칙 제23조 및 「건축물 유지·관리점검 세부기준(국토해양부 공고 제2012-800호)」에 따라 건축물의 유지·관리점검의 실시방법 및 절차 등을 구체화하여 점검자의 전문성을 강화하고 현장점검 시 활용

나) 점검주체

(1) 건물의 소유자나 관리자

(2) 건축물의 소유자나 관리자는 다음 유지·관리 점검자로 하여금 정기점검 또는 수시 점검업무를 수행하도록 하여야 함

－ 「건축사법」 제23조제1항에 따라 건축사사무소개설신고를 한 자

- 「건설기술 진흥법」 제26조제1항에 따라 등록한 건설기술용역업자
- 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제9조제1항에 따라 등록한 건축 분야 안전진단전문기관

다) 점검주기(건축법 시행령 제23조의2[정기점검 및 수시점검 실시])

(1) 정기점검

건축물의 소유자나 관리자는 해당 건축물의 사용 승인일을 기준으로 10년이 지난 날부터 2년마다 한 번 정기점검을 실시

(2) 수시점검

건축물의 소유자나 관리자는 화재, 침수 등 재해나 재난으로부터 건축물의 안전을 확보하기 위하여 필요한 경우에는 해당 지방자치단체의 건축조례로 정하는 바에 따라 수시점검을 실시

라) 점검대상(건축법 시행령 제23조의2[정기점검 및 수시점검 실시])

(1) 다중이용 건축물

- 문화 및 집회시설(동물원·식물원 제외), 종교시설, 판매시설, 여객자동차터미널, 종합병원, 관광숙박시설의 용도로 쓰는 바닥 면적의 합계가 5,000 m^2 이상인 건축물
- 16층 이상인 건축물

(2) 「집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률」의 적용을 받는 집합건축물로서 연면적의 합계가 3천제곱미터 이상인 건축물. 다만, 「공동주택관리법」 제2조제1항제2호에 따른 관리주체 등이 관리하는 공동주택은 제외한다.

(3) 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」 제2조제1항제1호에 따른 다중이용업의 용도로 쓰는 건축물로서 해당 지방자치단체의 건축조례로 정하는 건축물

(4) 준 다중이용 건축물 중 특수구조 건축물

- 준 다중이용 건축물 : 다중이용 건축물 외의 건축물로서 문화 및 집회시설(동물원 및 식물원 제외), 종교시설, 판매시설, 운수시설 중 여객용 시설, 의료시설 중 종합병원, 교육연구시설, 노유자시설, 운동시설, 숙박시설 중 관광숙박시설, 위락시설, 관광 휴게시설, 장례식장의 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 건축물
- 특수구조 건축물 : 다음의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다.
 - 한쪽 끝은 고정되고 다른 끝은 지지(支持)되지 아니한 구조로 된 보·차양 등이 외

벽의 중심선으로부터 3미터 이상 돌출된 건축물

- 기둥과 기둥 사이의 거리(기둥의 중심선 사이의 거리를 말하며, 기둥이 없는 경우에는 내력벽과 내력벽의 중심선 사이의 거리를 말한다. 이하 같다)가 20미터 이상인 건축물
- 특수한 설계·시공·공법 등이 필요한 건축물로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 구조로 된 건축물

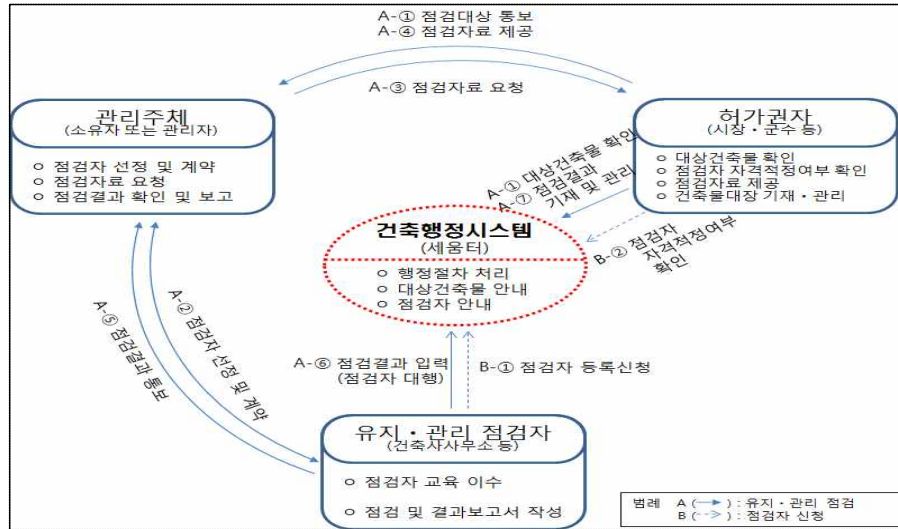
<다중이용업소의 안전관리에 관한 법률 시행령 제2조에 따른 다중이용업소의 종류>

1. 「식품위생법 시행령」 제21조제8호에 따른 식품접객업 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것
가. 휴게음식점영업·제과점영업 또는 일반음식점영업으로서 영업장으로 사용하는 바닥면적의 합계가 100제곱미터 이상인 것.
나. 단란주점영업과 유흥주점영업
2. 「영화 및 비디오물의 진흥에 관한 법률」 제2조제10호, 같은 조 제16호가목·나목 및 라목에 따른 영화상영관·비디오물감상실업·비디오물소극장업 및 복합영상물제공업
3. 「학원의 설립·운영 및 과외교습에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 학원으로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것
가. 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 4에 따라 산정된 수용인원이 300명 이상인 것
나. 수용인원 100명 이상 300명 미만으로서 다음의 어느 하나에 해당하는 것. 다만, 학원으로 사용하는 부분과 다른 용도로 사용하는 부분이 「건축법 시행령」 제46조에 따른 방화구획으로 나누어진 경우는 제외한다.
(1) 하나의 건축물에 학원과 기숙사가 함께 있는 학원
(2) 하나의 건축물에 학원이 둘 이상 있는 경우로서 학원의 수용인원이 300명 이상인 학원
(3) 하나의 건축물에 제1호, 제2호, 제4호부터 제7호까지, 제7호의2부터 제7호의5까지 및 제8호의 다중이용업 중 어느 하나 이상의 다중이용업과 학원이 함께 있는 경우
4. 목욕장업으로서 다음 각 목에 해당하는 것
가. 하나의 영업장에서 「공중위생관리법」 제2조제1항제3호가목에 따른 목욕장업 중 맥반석이나 대리석 등 돌을 가열하여 발생하는 열기나 원적외선 등을 이용하여 땀을 배출하게 할 수 있는 시설을 갖춘 것으로서 수용인원이 100명 이상인 것
나. 「공중위생관리법」 제2조제1항제3호나목의 시설을 갖춘 목욕장업
5. 「게임산업진흥에 관한 법률」 제2조제6호·제6호의2·제7호 및 제8호의 게임제공업·인터넷컴퓨터게임시설제공업 및 복합유통게임제공업. 다만, 게임제공업 및 인터넷컴퓨터게임시설제공업의 경우에는 영업장이 지상 1층 또는 지상과 직접 접하는 층에 설치되고 그 영업장의 주된 출입구가 건축물 외부의 지면과 직접 연결된 구조에 해당하는 경우는 제외한다.
6. 「음악산업진흥에 관한 법률」 제2조제13호에 따른 노래연습장업
7. 「모자보건법」 제2조제12호에 따른 산후조리업
- 7의2. 고시원업[구획된 실(室) 안에 학습자가 공부할 수 있는 시설을 갖추고 숙박 또는 숙식을 제공하는 형태의 영업]
- 7의3. 「사격 및 사격장 안전관리에 관한 법률 시행령」 제2조제1항 및 별표 1에 따른 권총사격장
- 7의4. 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률」 제10조제1항제2호에 따른 골프 연습장업
- 7의5. 「의료법」 제82조제4항에 따른 안마시설소

마) 구성 및 활용

- (가) 건축물 유지 관리 점검 매뉴얼의 점검항목은 대지, 높이 및 형태, 구조안전, 화재안전, 건축설비, 에너지 및 친환경 관리 6개로 대분류되고 총 36개로 소분류 되어 50개 세부항목으로 점검토록 구성
- (나) 유지·관리 점검자는 이와 같은 점검항목으로 점검대상 건축물이 사용승인 도서와 맞게 유지·관리되고 있는지를 점검하도록 하며, 본 매뉴얼의 유지·관리점검 절차, 점검항목별 점검실시방법 등에 따라 현장점검 시 활용

바) 유지 관리점검 절차



사) 점검항목별 상세점검항목 및 점검 기준

(가) 점검항목별 평가 기준

점수	건축물의 상태
1 (매우불량)	- 사용승인도서에 부적합하고 시급한 성능 개선이 요구되는 경우 - 안전성에 문제가 있어 시급한 개선이 요구되는 경우
2 (불량)	- 사용승인도서에 적합하나, 성능 개선이 요구되는 경우 - 사용승인도서에 부적합하나, 성능이 보통으로 유지되는 경우 - 안전성에 문제가 있는 것으로 우려되는 경우
3 (보통)	- 사용승인도서에 적합하고 성능이 보통으로 유지되는 경우
4 (양호)	- 사용승인도서에 적합하고 성능이 우수하게 유지되는 경우
5 (매우양호)	- 사용승인도서에 적합하고 성능이 매우 우수하게 유지되는 경우 (최근 5년 이내 리모델링·보수·보강 또는 설비교체 등을 통해 안전 및 성능 개선을 한 경우에 한함.)

(나) 점검항목 및 항목별 점검 세부항목

점검대 항목 (6개)	「건축법」 및 관련기준	점검소항목 (36개)	점검세부항목 (50개)
대지	제40조	대지의 안전 등	- 옹벽과 건축물과의 안전 확인 - 지반침하 여부
	제42조	대지의 조경	- 조경면적 확보 여부 - 조경시설 성능 유지여부
	제43조	공개 공지 등의 확보	- 공개공지 성능 유지여부 - 공개공지 면적확보 여부
	제44조	대지와 도로의 관계	- 대지가 도로와 접하고 있는지 여부
	제47조	건축선에 따른 건축제한	- 건축물, 캐노피, 발코니, 노대 및 담장의 건축선 내 유지여부
높이 및 형태	제55조	건폐율	- 건폐율 유지여부
	제56조	용적률	- 용적률 유지여부
	제58조	대지 안의 공지	- 공지면적 유지여부 - 공지성능 유지여부
	제60조	높이 제한	- 높이제한 유지여부
	제61조	일조 등의 확보를 위한 높이 제한	- 지붕변경, 증축으로 인한 일조권 유지여부
	제55조 ~ 제61조	외부형태의 원형 유지	- 광고물 등에 의한 디자인 훼손 여부 - 미관지구 안에서의 외관변경 여부
구조 안전	제48조	구조내력 등	- 주요구조부 변형 및 균열 여부(육안점검 가능부분) - 옥상의 구조적 안전여부 - 내진설계 적용 여부
화재 안전	제49조	복도·계단·출입구	- 복도, 계단, 출입구의 성능 유지여부
		옥상광장	- 옥상광장의 피난성능 유지여부
		방화구획	- 방화문, 방화셔터 등의 성능 유지여부 - 방화구획 적합 여부
		경계벽·칸막이벽	- 경계벽 및 칸막이벽의 변경 등 방화성능 유지여부
	제50조	그 밖의 피난설비	- 배연설비의 성능 유지여부
		내화구조	- 내화구조의 성능 유지여부
		방화벽	- 방화벽의 성능 유지여부
	제51조	방화지구 안의 건축물	- 외벽의 성능 유지여부 - 창호의 성능 유지여부
	제52조	내부 마감재료	- 내부마감의 방화성능 유지여부
		외벽 마감재료	- 외부마감의 노후화 및 마감재 탈락 여부
	제53조	지하층	- 지하층의 소방설비 성능 유지여부 - 지하층 피난구, 피난계단의 성능 유지여부

점검 대 항목 (6개)	「건축법」 및 관련기준	점검소항목 (36개)	점검세부항목 (50개)
건 축 설 비	제62조	급수설비	- 급수설비 성능 유지여부
		배수설비	- 배수설비 성능 유지여부
		냉방설비	- 냉방설비 성능 유지여부
		난방설비	- 난방설비 성능 유지여부
		환기설비	- 환기설비 외관 유지여부 - 환기설비 성능 유지여부 - 공기조화설비 외관 유지여부
		피뢰설비	- 피뢰설비 성능 유지여부
		방송수신설비	- 방송설비 성능 유지여부
		전기설비 설치공간	- 전기설비 설치공간 확보 여부
	제64조	승강기	- 승강기 성능 유지여부
에 너 지 및 친 환 경 관 리 등	제64조의2	열손실 방지	- 단열성능 유지여부(출입문, 창호, 외벽 등) - 결로 발생 여부 - 창호 기밀성 성능 유지여부
	제65조	친환경건축물 인증	- 친환경건축물 인증의 유지관리 여부
	제65조의2	지능형건축물 인증	- 지능형건축물 인증의 유지관리 여부
	제66조의2	에너지 효율등급 인증	- 에너지효율등급 인증의 유지관리 여부

나. 건물에너지 정보공개시스템

- 가) 건물에너지정보공개시스템은 녹색건축물 조성 지원법('13.3.23. 시행)과 공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률('13.10.31시행)에 의거 하여 건물에너지 정보공개 정책에 따라 사용자가 쉽게 접근하여 에너지 정보를 쉽게 활용하실 수 있도록 하는 시스템임
- 나) 전국 76여개의 에너지 공급업체로부터 매월 전기, 가스, 난방데이터를 제공 받아 다양한 사용자에게 제공
- 다) 본 연구에서는 각 건물의 에너지 사용량을 변수로 활용하기 위하여 건물에너지정보공개시스템을 연계하여 전국 시군구 읍면동 지번주소에 따른 에너지 사용량 정보를 가져와 화재위험도 대상 건물의 지번과 매칭하여 사용
- 라) 건물에너지 정보공개시스템은 건물에너지의 사용량 통계 208종, 녹색건축정보 24종, 지번별 에너지 사용량 138종을 제공하고 있으며 각각은 다음과 같다.

제공대상	제공대상정보	제공목록 수량	제공년도	범위	제공단위
건물에너지 통계 (208종)	시도별 에너지 사용량	4	2011년 ~ 2014년	전국	전기, 가스, 난방 사용량
	용도별 에너지 사용량	68			
	면적별 에너지 사용량	68			
	구조별 에너지 사용량	68			
녹색건축 정보 (24종)	건축물대장 인증정보	19	2015년 5월 이후 ~ 매월	전국	등급 및 점수
	공공 건축물 에너지 소비량	5	2012년 4분기 이후 ~ 매분기		1차에너지소비량
지번별 에너지 사용량 (138종)	지번별 전기 사용량	69	2011년 1월 이후 ~ 매월		전기사용량
	지번별 가스 사용량	69			가스사용량

(1) 건물 에너지 통계

- (가) 건물 에너지 통계는 전국 건축물의 시도별 건축물 에너지 사용량 및 속성별 사용량 데이터로써 시도별 사용량(4종), 건축물 용도별 사용량(68종), 건축물 면적별 사용량(68종), 건축물 구조별 사용량(68종)에 대한 통계정보를 제공하고 있으며 이는 건축물 대장정보에 월별 에너지 사용량정보를 구축한 건물에너지 인벤토리이다. 전국 76여개의 에너지 공급업체로부터 매월 전기, 가스, 난방데이터를 제공받아 구축한 통계데이터이며 난방 단위 등 원천데이터 그대로 제공하게 된다.
- (나) 건물에너지 통계 제공정보는 건축물의 에너지 소비특성을 이해/분석하고, 녹색건축 업무를 효과적으로 지원할 수 있는 다양한 통계정보를 제공하며 2011~2014년까지의 전국 전체 시도/시군구/읍면동 단계까지의 통계데이터와 건축물의 용도/면적/구조별 다양한 통계정보를 제공한다.

(2) 녹색건축 정보는 녹색건축정책에 따라 국토부에서 제공하는 공개데이터

- (가) 녹색건축 정보는 전국 건축물의 녹색건축 인증, 에너지효율등급, 지능형 건축물 인증정보를 제공하고 자원 및 에너지, 빌딩 운영의 재정 절약효과와 친환경 건축물 건설 유도 및 관련 기술 발전에 기여한다.
- (나) 녹색건축 정보는 공공건축물 연면적 3,000㎡ 이상 사용승인 뒤 10년이 지난 건축물 2,409곳과 성능개선이 필요한 다소비 건축물의 대한 에너지 사용량 정보를 제공하며 이는 지역별 건축물의 에너지 총량과 녹색건축 조성활성화를 위한 제도 및 정책 개발에 효과적 활용

(3) 지번별 에너지 사용량

- (가) 지번별 에너지 사용량은 2011년 1월~ 자료취합 월까지 지번 주소의 전기/가스 에너지 사용량 정보이며 민, 관, 산학 녹색 건축연구 및 정책실천을 위한 데이터

를 제공하며 전국 기존지번 주소와 도로명 주소 표시를 제공한다.

(나) 지번별 에너지 사용량 제거 기준은 전국 시군구 읍면동 지번주소 기준이며 주거용 및 공동주택 500세대 이하 자료는 제외한다.

5. 선행연구 비교분석 및 후보 화재위험도 분석항목 도출

가. 선행연구 비교 분석

- 1) 선행연구 비교분석은 각 선행연구에서 화재위험도를 측정하기 위하여 사용한 방안들을 비교하고 본 연구에서 가용 가능한 방안을 찾아 본 연구에서 사용하기 위함
- 2) 각 선행연구에서 사용한 변수들을 비교하고 화재 강도와 화재 빈도의 기준으로 변수를 구분하여 화재위험도 평가를 위하여 각 선행연구에서 중복적으로 사용한 변수들과 중복되지는 않지만 각 선행연구에서 사용한 변수들을 정리함

가) 화재강도

화재 강도						
다중이용업소 화재위험유발지수 평가 변수		화재보험협회 변수		화재정보시스템(한성대학교)		
구분		구분		구분		
중분류	소분류	중분류	소분류	대분류	변수	
건축구조	층수/ 구조	층수	지상층수 지하층수	발화환경	지상층수 지하층수	
해당층 업소의 바닥면적비율	바닥면적비율	건물규모	건물규모			
경계벽 및 칸막이	경계벽 및 칸막이	건물구조	구조급수		건물구조식	
건축내장재	건축내장재				건물구조조	
방화구획	방화구획				건물구조식	
수직관통부	수직관통부				방화관리대상여부	
수평관통부	수평관통부	방화구획				
방화지구내건축물	방화지구내 여부					
방화시설 유지관리	방화시설 유지관리					
방호시설의 부족유무	방호시설의 부족유무					
피난층의 수	피난층의 수	피난설비				
직통계단의 수	직통계단의 수					
복도의 너비	복도의 너비					
복도의 보행거리	복도의 보행거리					
건축물 바깥쪽에서의 출구	건축물 바깥쪽에서의 출구					

옥상광장	옥상광장				
업소출구피난능력	업소출구피난능력				
탈출경로의 형태	탈출경로의 형태				
영업장내부통로의 굴곡	영업장내부통로의 굴곡				
업소내부 복도의 너비	업소내부 복도의 너비				
출구까지의 보행거리	출구까지의 보행거리				
피난안내	피난안내				
제연설비	제연설비	제연설비			
경보설치	경보설치	자동화재탐지설비		진화	펌프물탱크
		비상경보설비			자동소화설비
		비상방송설비			자동소화설비미작동원인
소화기	소화기	소화기	소화기 사용여부		
옥내소화전	옥내소화전	옥내소화전설비	옥내소화전		
스프링클러 또는 간이형	스프링클러 또는 간이형	스프링클러설비	소화기구종류		
소방조직	소방조직	공공소방대	소방서까지의 거리		소방서거리
					안전센터거리119
					지역대거리119
					소방동원명수
				의소대동원명수	
소방시설점검	소방시설점검	진화	유관기관동원		
소방안전교육	소방안전교육		출동소요시간		
				진화소요시간	
중복 안 되는 변수목록					
실내장식물	실내장식물	거동불편위험	업종명	발화환경	다중이용업여부
		숙박위험	업종명		방화관리대상여부
		화재하중	화재하중 등급	피해	인명피해총수
		옥외소화전설비			사망자수
		가스계소화설비			부상자수
		기타소화활동설비			총재산피해
		다중이용위험	업종명		부동산피해
					동산피해

표 15 선행연구 비교분석_화재강도

나) 화재빈도

화재 빈도		
다중이용업소 화재위험유발지수 평가 변수	화재보험협회 변수	화재정보시스템(한성대학교)
구분	구분	구분

중분류	소분류	세분류	중분류	대분류	변수				
화재	전기	전기사용량	전기시설	발화 및 확대	발화열원소분류				
		전기배선정리			최초착화물소분류				
		전기접지/본딩			발화관련기기소분류				
		전기보호장치			동력원소분류				
	유류 및 가스취급	유류 및 가스취급	정전기		발화지상층수				
					고전압	발화지하층수			
					가스시설	발화지점소분류			
					가연성가스사용/발생	연소확대물소분류			
			화기시설		연소확대물대분류				
					기타예방활동	실내장식물	가연성재료/방염 없음 준 불연/불연재료	건물관리(M)	
									최초착화물(주용도)
						교육및 훈련	업주만		
종업원									
업주와 종업원									
방제조직	방제조직								
청결상태	청결상태								
정리정돈상태 (1+2)/2	1) 주용도								
	2) 부속용도								
예방점검(1)+(2)	1) 법정점검								
	2) 수시점검								
중복 안 되는 변수목록									
				발화환경	발생월				
					위험물 사용	발생시			
					공정상 화기작업	날씨			
					고온고압	온도			
					분진	기상특보			
					위험물시설	시도			
					시군구	시군구 면적			
					장소소분류	시군구 인구			
					장소중분류	인구밀도(인구/면적)			
					장소대분류	공장 수			
					교육기관 수				

			의료기관 수
			기초생활수급자 수
			재정자립도
			사업체 수
			농업 및 임업체 수
			어업체 수

표 16 선행연구 비교분석_화재빈도

나. 화재위험도 분석 후보항목 도출

후보항목			
구분			요인
대분류	중분류	소분류	
건물의 본원적 위험요인	준공일	사용년수	준공년(건물연수)
	지리적 위치	사용연료 종류 및 사용량	위치(주소)
			도로구분(대로, 이면도로)
			지역구분(변화가, 주택가, 공단)
	건물정보	건물구조 및 상태	건물구조
			건물상태
			층층수
			지상층수
			지하층수
			건물구조조
			건물구조중
			건물구조동
			건물 총 면적
건물 사용형태 위험요인 / 시설위험요인	용도	가연물 종류 및 취급량	총전기사용량
			단위면적당 전기사용량
			건물 내 흡연가능유무
			총 위험물시설개수
		점화원 종류(상시 점화원 / 잠재적 점화원)	가스시설수
			화기시설수
			전기시설수
			조리시설수
		다중이용업정보	장소분류
			특정소방대상물구분
			총 점포수
			음식점 수
			노래방/주점/단란주점수
			기타 점포 수

			총 점포면적(다중이용업 면적)
			음식점 면적
			노래방/주점/단란주점수 면적
			기타 점포 면적(사무실 등)
			거동불편 시설 수량
			거동불편시설 면적합계
			노유자시설수
			의료시설수
			숙박시설 개수
			숙박시설 면적
계절적 위험요인	냉, 난방 형태	에너지 사용량	난방시설형태(중앙/개별)
인적 위험요인		화재발생 이력	보조난방기 현황
			냉방시설형태(중앙/개별)
			화재이력
외부환경위험요인	날씨		주거인구
			유동인구
			날씨
			온도
			습도
화재예방 및 관리적 요인			풍랑
			강수량
			소방서와의 거리
			불법개조(적발)여부
			과태료부과이력
			스프링클러
			화재경보설비
			가스누설경보기
			소화기

표 17 선행연구 비교분석을 통해 도출된 후보변수 55개

III 화재위험도 예측 모델 개발

1. 화재위험도 분석항목 기준 선정

가. 화재 위험도를 분석하기 위하여 먼저 화재위험도를 측정하는 기준을 선행연구를 통하여 도출

나. 본 연구에서 화재위험도를 분석하기 위한 방법으로는 선행연구인 다중이용업소 화재위험유발지수에서의 화재위험도 평가를 위해 사용한 화재강도지수와 화재 빈도지수를 이용하였음

다. 이에 따라 화재위험도 분석 요인을 화재강도 변수와 화재 빈도 변수로 구분하여 선택한 후 이를 이용하여 화재강도지수, 화재빈도지수를 산출하여 화재위험도 분석을 진행

1) 화재 강도

화재가 발생하였을 때 인명 및 재산 등의 피해가 얼마나 나타나며 그 피해가 크고 작은지를 나타내는 지표로써 화재강도가 크다는 것은 화재가 발생하였을 때 그 피해가 커진다는 것을 의미하며 화재 강도에 포함되는 요인들은 모두 화재가 발생하였을 때 그 피해의 증감에 영향을 미치는 요인들로 구성함

2) 화재 빈도

화재가 얼마나 발생하느냐를 나타내는 것으로써 화재의 발생가능성을 나타내는 지표임. 화재 빈도가 높다는 것은 화재의 발생확률이 높다는 것을 의미하며 화재 빈도에 포함되는 요인들은 모두 화재 발생에 영향을 미치는 요인들로 구성함

2. 화재위험도 분석항목 선별 및 정의

나. 화재위험도 분석 요인 선별

1) 화재위험도 분석 요인을 선별하기 위하여 선행연구를 통하여 도출한 화재위험도 분석 후보요인들을 바탕으로 전문가 워크숍을 진행하고 이를 통하여 화재위험도 분석을 위한 요인을 도출

2) 전문가 워크숍을 통하여 선별된 화재위험도 분석요인은 기존 후보항목 55개의 변수에서 새로 추가, 수정 및 삭제되어 총 78개의 변수로 도출되어있으며 변수들은 화재 강도의 변수와 화재 빈도의 변수로 구분하여 도출

- 3) 화재 강도와 화재 빈도의 측면으로 나눈 변수들을 크게 강도는 건축요인, 화재요인, 피난요인, 빈도는 화재원인, 예방활동, 날씨의 대분류로 나누어 구성함
- 4) 78개 변수를 데이터의 존재유무 및 변수들의 가용성을 반영하여 새로 추가, 수정 및 삭제하여 총 49개의 변수로 도출
- 5) 최종 도출된 총 49개 변수 현황
 - 가) 화재강도 변수 (31개)

대분류	중분류	변수
건축요인	건축특성	총층수
		지상층수
		지하층수
		건물의 건축양식(건물구조식)
		건물의 기동형태(건물구조조)
		건물의 지붕형태(건물구조조)
		건물 연 면적
		연소확대방지(방화구획)
		준공년(건물연수)
		화재이력
	건물사용특성	과태료부과이력
		건물의 복잡도
	다용이용업소 분류	건물주요도(특정소방대상물 기준)
		건물 내 다중이용업소 수
화재요인	소방안전특성	건물 내 다중이용업소 면적 합
		소화기
		수계소화설비_수동식
		수계소화설비_자동식
		가스계소화설비
		자동화재탐지설비
		자동화재속보설비
		비상경보설비
		비상방송설비
		기타소화활동설비_연결송수관설비
		기타소화활동설비_연결살수설비
		기타소화활동설비_비상콘센트설비
		기타소화활동설비_무선통신보조설비
		기타소화활동설비_소화용수설비
피난요인	건물피난특성	소방안전관리자 자격등급
		피난설비
		부속실제연

표 17 화재강도변수

나) 화재빈도 변수(16개)

대분류	중분류	변수
화재원인	위험물 관리요인	위험물시설
		총 위험물 수량
	에너지 사용요인	화기시설
		전기시설
		가스시설
		위험물시설
		총전기사용량
		단위면적당 전기사용량
		가스 사용량
		단위면적당 가스사용량
	인적 위험요인	지역인구
		화재보험 가입여부
예방활동	화재보험	
날씨	날씨	날씨
		온도
		풍속
		강수량

표 18 화재빈도변수

다) 기타변수

변수
재산피해
인명피해

표 19 기타변수

가. 화재위험도 분석항목 정의

1) 화재강도

가) 건축요인

(1) 건축특성

① 총 층수

- 변수설명 : 건물의 지상과 지하의 총 층수의 합
- 선정사유 : 건물의 지상/지하층수는 그 자체로서 위험요인은 아니지만, 지상/지하층수가 증가할수록 화재안전 측면에서 불리하게 작용하고 층수가 높아질수록 화재 시 피난 시간이 증가함. 또한 소방대의 소화활동이 제한을 받게 됨. 또한 고층건물에서 수직 개구부를 통한 화재확산이 될 수 있기 때문에 건물의 지상 및 지하 층수와 총 층수를 변수로 활용

•변수형태 : 0,1,2,3,4...

•연계방안 :

1순위 : 건축행정시스템 세움터->표제부->지하층수&지상층수

② 지상층수

•변수설명 : 건물의 지상 총 층수

•선정사유 : 총 층수의 선정 사유를 바탕으로 총 층수중 지상의 층수만을 변수로 활용

•변수형태 : 0,1,2,3,4..

•연계방안 :

1순위 : 건축행정시스템 세움터->표제부->지상층수

③ 지하층수

•변수설명 : 건물의 지하 총 층수

•선정사유 : 총 층수의 선정 사유를 바탕으로 총 층수중 지하의 층수만을 변수로 활용

•변수형태 : 0,1,2,3,4...

•연계방안 :

1순위 : 건축행정시스템 세움터->표제부->지하층수

④ 건물양식(건물구조식)

•변수설명 : 건물 구조를 세분화한 변수로써 건물구조 중 식은 건물양식의 종류를 나타냄. 예) 양식(옥), 한식(옥), 절충식, 일식, 조립식, 기타

•선정사유 : 화재 발생 시 건물의 건축 양식에 따라 주요 구조부(예: 지붕, 기둥, 바닥, 외벽 등)가 화재를 견뎌내는 정도가 다르고 이는 인명 피해의 정도(피난 시간 확보 등)에 큰 영향을 미침. 또한 건물 붕괴 여부에 따라 재산피해 규모의 차이가 매우 큼으로 건물의 건축양식이 화재의 강도를 결정하는데 있어서도 매우 중요한 요인이므로 화재위험도 평가요인으로 선정

•변수형태 : 양식(옥), 한식(옥), 절충식, 일식, 조립식, 기타

•연계방안 :

1순위 : 건축행정시스템 세움터->표제부->구조코드

⑤ 건물기둥형태(건물구조조)

•변수설명 : 건물 구조를 세분화한 변수로써 건물구조 중 조는 건물 기둥의 종류를 나타냄. 기둥(조,造) : 예) 철근콘크리트조, 철골콘크리트조, 블록조, 벽돌조, 석조, 목조, 시멘트벽돌조, 치장벽돌조, 철골조, 시멘트블럭조, 철골철근콘크리트조, 도벽조, 철조, 간이목조, 간이철골쇠파이프조, 간이목골몰탈조, 기타 조, 블록조, 비닐하우스 파이프조, 샌드위치패널조, 컨테이너조가 있음

•선정사유 : 화재 발생 시 건물의 주요 구조부(예: 지붕, 기둥, 바닥, 외벽 등)가 화재를 견뎌내는 것이 인명 피해의 정도(피난 시간 확보 등)에 큰 영향을 미침. 또한 건물 붕괴 여부에 따라 재산피해 규모의 차이가 매우 크므로 건물 구조부가 화재의 강도를 결정하는데 있어서도 매우 중요한 요인이므로 화재위험도 평가요인으로 선정함

•변수형태 : 철근콘크리트조, 철골콘크리트조, 블록조, 벽돌조, 석조 등

•연계방안 :

1순위 : 건축행정시스템 세움터->표제부->구조코드

⑥ 건물지붕형태(건물구조즙)

•변수설명 : 건물 구조를 세분화한 변수로써 건물 구조 중 즙은 건물의 지붕의 종류를 나타냄. 지붕(즙,葺) : 예) 슬라브가, 와가, 스투트가, 초가, 시멘트기와, 한식기와, 샌드위치판넬, 칼라피복철판, 기타

•선정사유 : 건물 구조의 선정사유를 바탕으로 건물 구조의 세분화를 위한 변수

•변수형태 : 슬라브가, 와가, 스투트가, 초가, 시멘트기와, 한식기와, 샌드위치판넬, 칼라피복철판, 기타

•연계방안 :

1순위 : 소방민원정보시스템>건물구조코드(건물구조식, 건물구조조, 건물구조즙)
참조

⑦ 건물 연면적

•변수설명 : 건물 전체의 연면적

- 선정사유 : 건물 연면적은 건물 규모로 볼 수 있으며 건물 규모는 화재 시 발생할 수 있는 최대 피해의 척도로서 반영된다. 또한 건물규모가 클수록 수용인원/수용재산이 증가하여 화재시 피해규모 증가하고 건물규모가 클수록 건물내부의 복잡성 (Complexity)이 증가하여 피해가 증가. 이는 화재 강도 측면에서 연면적은 중요한 변수이기 때문에 건물의 전체 연면적을 변수로 활용
- 변수형태 : 9,513.54, 1,050.2, 175.2, 480, 157.2,...
- 연계방안 :
1순위 : 건축행정시스템 세움터->표제부->연면적

⑧ 연소확대방지 시설(방화구획)

- 변수설명 : 방화구획은 건물의 방화시설의 성능유지여부와 방화구획의 적합여부를 평가한 점수를 이용하여 방화구획의 점수를 나타내는 변수이다. 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가 됨
- 선정사유 : 방화구획은 건물의 화재발생시 하나의 구획에서 다른 구획으로 화재가 전파되는 것을 막아주는 수동적 방화수단으로써 방화구획을 통하여 화재의 전파를 막아 화재의 확대를 저지할 수 있으며 거주자의 피난시 안전한 통로를 확보하는 주요수단이 됨. 이는 화재의 강도를 낮추는데 중요한 요인이 되므로 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 연소확대방지등급

⑨ 준공년(건물연수)

- 변수설명 : 건물의 노후도를 파악하기 위한 항목으로 준공년을 이용하여 건물의 노후도를 나타내는 변수
- 선정사유 : 건물의 노후도에 따라서 건물내부의 시설들도 같이 노후가 진행되고 이는 화재발생시 화재강도의 증감에 원인이 될 수 있으므로 변수로 활용
- 변수형태 : 20010601, 19860101, 19710401, 19200101,...
- 연계방안 :
1순위 : 건축행정시스템 세움터->표제부->사용승인날짜

⑩ 화재이력

- 변수설명 : 화재이력은 건물이 과거에 화재가 발생했는지에 대한 유무
- 선정사유 : 건물에 화재 이력이 존재한다는 것은 잠재적으로 화재 발생 가능성이 존재한다는 의미를 가지므로 변수로 활용
- 변수형태 : 0-화재미발생, 1-화재발생
- 연계방안 :
1순위 : 국가화재정보시스템->화재활동

(2) 건물사용특성

① 과태료부가이력

- 변수설명 : 건물의 소방시설물의 미설치 또는 미흡으로 인한 과태료 부가 이력
- 선정사유 : 과태료 부가이력을 통하여 건물의 소방시설물의 미설치 또는 미흡사항을 알 수 있으며 이는 화재가 발생하였을 때 소방시설물 미설치 또는 미흡 등으로 인하여 화재의 강도가 달라질 수 있으므로 변수로 사용
- 변수형태 : 0-과태료 없음, 1-과태료 있음
- 연계방안 :
1순위 : 소방민원정보시스템 -> 과태료부가현황

② 건물의 복잡도

- 변수설명 : 해당 건물의 각층에 존재하는 특정소방대상물의 수와 면적을 이용하여 건물의 복잡도를 계산하여 사용하는 변수로써 선행연구 중 하나인 통계자료를 활용한 건축물 용도별 화재 위험도 분석(2012.08, 신진동,정성희,김미선,김현주)에서 제시한 특정소방대상물의 위험도 구분 등급을 이용하여 건물에 존재하는 각 층의 부용도와 면적비를 위험도 등급점수와 곱하여 전체 층을 더한 점수로 건물의 복잡도를 나타냄.
- 특정소방대상물의 위험도 등급분류(통계자료를 활용한 건축물 용도별 화재 위험도 분석(2012.08, 신진동,정성희,김미선,김현주)에서 제시한 특정소방 대상물의 위험도 등급은 다음과 같음.

위험도 분류기준			
묘지관련시설	I	장례식장	III
관광휴게시설	I	수련시설	III
노유자시설	I	자동차관련시설	III
공동주택	II	업무시설	III
근린생활시설	II	문화집회시설	III
운수시설	II	숙박시설	IV
의료시설	II	발전시설	IV
교육연구시설	II	종교시설	IV
운동시설	II	분뇨위생시설	IV
위락시설	II	판매시설	IV
		군사교정시설	IV
		창고시설	IV
		동식물시설	IV
		공장시설	IV
		복합건축물	IV

표 20 특정소방 대상물 위험도 등급

위의 특정소방대상물 위험도 등급 분류표를 기준으로 건물의 각층에 업소에 용도와 면적을 이용하여 계산하는 건물의 복잡도 산출식은 다음과 같음.

$$\text{건물의 복잡도} = \sum_{n=1}^{\text{전체층수}} n \times \text{층의 용도별 위험도 등급} \times \text{면적비율} (\text{해당층면적} / \text{전체연면적})$$

건물의 복잡도를 예로 들어 가상의 지상 5층짜리 건물이 아래 표와 같다면

건물의 각 층별로 위의 건물 복잡도 계산식에 따라 위험도 등급점수 * 면적비율을 계산하고 이를 더하여 위험도를 산출하게 되고 이때 복잡도의 점수는 위험도 등급의 점수인 0~4점까지의 점수를 가지게 됨.

층수	부용도	위험도 등급	면적(m ²)	전체 연면적	면적 비율	층의 복잡도	건물 복잡도
1	근린생활시설	2	200	1,500	13%	0.27	2.93
2	의료시설	2	250	1,500	17%	0.33	
3	업무시설	3	300	1,500	20%	0.60	
4	업무시설	3	150	1,500	10%	0.40	
5	숙박시설	4	500	1,500	33%	1.33	

건물용도에 따른 복잡도 산출

이 점수를 이용하여 0 : 0~0.99까지는 매우양호, 1 : 1~1.99는 양호, 2 : 2~2.99는 보통, 3 : 3~3.99는 복잡, 4는 매우 복잡으로 나타내게 됨

●선정사유 : 건물에 많은 소방대상물이 존재할수록 화재 발생 시 화재의 강도가 달라질 수 있으므로 변수로 사용

●변수형태 : 0,1,2,3,4

●연계방안 : 소방민원정보시스템->층업소현황->부용도, 면적

③ 건물주용도(특정소방대상물 기준)

●변수설명 : 건물 전체의 특정소방대상물 구분을 나타내는 변수로써 건물이 어떤 용도로 사용되는지를 알 수 있음

예)근린생활, 위락시설, 문화집회 및 운동시설, 판매시설 및 영업시설, 숙박시설, 노유자시설, 의료시설, 공동주택(아파트/기숙사), 업무시설, 통신촬영시설, 교육연구시설, 공장, 창고시설, 운수자동차 관련시설, 관광휴게시설, 동식물관련시설, 위생등관련시설, 교정시설, 위험물저장 및 처리시설, 지하가, 지하구, 문화재, 복합건축물, 종교시설, 수련시설, 운동시설, 항공기 및 자동차관련시설, 발전시설, 묘지관련시설, 장례식장

●선정사유 : 건물의 주용도는 해당 건물이 전체적으로 어떤 용도로 사용되는지를 알 수 있는 변수로써 이는 각 용도에 따라 화재가 발생하였을 시 화재의 강도가 달라질 수 있으므로 변수로 사용

●변수형태 : 근린생활, 위락시설, 문화집회 및 운동시설, 판매시설 및 영업시설, 숙박시설, 노유자시설, 의료시설 등...

●연계방안 :

1순위 : 소방민원정보시스템->건물개황->대상물구분코드&대상물기준코드 (대상물구분코드 참조)

(3) 다중이용업소 분류

① 건물 내 다중이용업소 수

●변수설명 : 해당 건물에 존재하는 다중이용업소 특별법에 다중이용업으로 정의되는 용도의 모든 다중이용업소의 개별 수

●선정사유 : 다중이용업소는 많은 사람들이 동시에 이용하는 시설이기 때문에 다양한 측면에서 화재의 위험이 가중되는 것으로 취급한다. 이는 화재시 1회성 방문자들의 피난로에 대한 지식 미비, 패닉 및 피난의 난이도 상승 등의 이유로 인명피해의 규모가 증가하기 때문에 다중이용업의 수를 변수로 활용

●변수 : 제과점, 찜질방, 산후조리원, 콜라텍, 고시원, 영화상영관, 노래연습장, 일반음식점,

게임제공업, 단란주점, 학원, 전화방, 화상대화방, 비디오물감상실, 비디오물소극장, 휴게음식점, 목욕장업, 수면방, 유흥주점, 복합유통게임제공업, 인터넷컴퓨터게임시설 제공업들의 개별 수

●변수형태 : 2,5,8...

●연계방안 :

1순위 : 소방민원정보시스템->충업소현황->주용도 코드&부용도 코드

② 건물 내 다중이용업소 면적

●변수설명 : 해당 건물에 존재하는 다중이용업소 특별법에 다중이용업으로 정의되는 용도의 모든 다중이용업소의 면적의 합

●선정사유 : 위 다중이용업소의 수와 동일

●변수 : 제과점, 찜질방, 산후조리원, 콜라텍, 고시원, 영화상영관, 노래연습장, 일반음식점, 게임제공업, 단란주점, 학원, 전화방, 화상대화방, 비디오물감상실, 비디오물소극장, 휴게음식점, 목욕장업, 수면방, 유흥주점, 복합유통게임제공업, 인터넷컴퓨터게임시설 제공업들의 개별 면적의 합

●변수형태 : 17.9, 449.19, 66, 105.78 등

●연계방안 :

1순위 : 소방민원정보시스템->충업소현황->주용도 코드&부용도 코드&면적

나) 화재요인

(1) 소방안전특성

① 수계소화설비_수동식

●변수설명 : 수계소화설비중 수동으로 동작하는 소화설비의 수원 및 약제, 가압송수장치, 배관 및 밸브, 전원, 소화전함 및 방수구, 관리 등에 대하여 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되고 있음

●선정사유 : 수계소화설비_수동식 설비는 옥내/옥외소화전 설비로써 이는 초기 화재시 현장대응을 위한 설비이며 이는 화재발생시 화재의 피해증가에 큰 영향을 미치므로 변수로 사용

●변수형태 : S, A, B, C, D

●연계방안 :

1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 수계소화설비_수동식, 수계소화설비_아파트옥내등급, 수계소화설비_아파트옥외등급

② 수계소화설비_자동식

●변수설명 : 수계소화설비중 자동으로 동작하는 소화설비의 수원 및 약제, 가압송수장치, 배관 및 밸브, 제어반 및 기동장치, 유수검지장치 및 일체개방밸브, 전원, 방호(방수)구역, 관리 등에 대하여 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음

●선정사유 : 수계소화설비_자동식 설비는 스프링클러, 포소화설비, 물 분무 소화설비로써 이들은 화재시 가장 신뢰도가 높은 설비로 화재발생시 초기에 화재를 진압하여 화재피해를 감소시키는데 큰 영향을 미치므로 수계소화설비_자동식의 변수가 화재강도 증감에 큰 영향을 미치므로 변수로 사용

●변수형태 : S, A, B, C, D

●연계방안 :

1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 수계소화설비_자동식, 수계소화설비_아파트스프링클러등급, 수계소화설비_아파트소화설비등급, 수계소화설비_아파트물분무등급

③ 가스계소화설비

●변수설명 : 가스계소화설비의 방호구역, 약제 및 저장소, 기동장치 및 제어반, 배관 및 밸브, 관리 등에 대하여 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음

●선정사유 : 가스계소화설비는 일부구역을 방호하기 위하여 설치하는 설비로써 이는 화재발생 시 화재피해 증감의 원인이 되므로 변수로 사용

●변수형태 : S, A, B, C, D

●연계방안 :

1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 가스계소화설비등급, 가

스계소화설비_아파트CO2등급, 가스계소화설비_아파트할론등급, 가스계소화설비_아파트청정등급, 가스계소화설비_아파트분말등급

④ 소화기

- 변수설명 : 소화기의 법적 설치기준에 맞춰서 건물에 존재하는 소화기의 수량 및 작동상태, 설치기준의 적합여부에 대한 평가등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 소화기는 화재발생시 초기소화설비로써 화재발생시 소화기의 작동상태, 수량 등 소화기의 상태가 화재강도에 영향을 미치기 때문에 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 소화기등급

⑤ 자동화재탐지설비

- 변수설명 : 자동화재탐지설비의 법적 설치기준에 맞춰서 자동화재탐지설비의 작동상태, 수량 및 설치기준의 적합여부에 대한 평가등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 자동화재탐지설비는 화재발생시 초기에 탐지할 수 있게 해주는 설비로써 초기에 화재를 발견하여 대응하면 화재피해를 방지하거나 극히 작은 수준으로 화재피해를 억제할 수 있기 때문에 화재강도의 증감에 영향을 미치는 요인이라 판단하여 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 경보설비자동화재탐지등급, 경보설비아파트수신기등급, 경보설비아파트감지기등급

⑥ 비상경보설비

- 변수설명 : 비상경보설비의 수신기 설치자소 적합 및 도통, 동작시험결과 양호여부 상용전원 및 비상전원의 배선, 전압, 절환 상태 등의 적합여부, 음향장치, 발신기, 위치표시 등의 설치 및 정상작동 여부 등에 대하여 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 비상경보설비는 화재발생시 초기에 화재를 대응할 수 있게 해주는 설비로써 초기에 화재를 발견하여 대응하면 화재피해를 방지하거나 극히 작은 수준으로 화재피해를 억제할 수 있기 때문에 화재강도의 증감에 영향을 미치는 요인이라 판단하여 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 경보설비비상경보등급, 경보설비아파트발신기 및 음향장치등급

⑦ 비상방송설비

- 변수설명 : 비상방송설비의 증폭기 출력, 조작부의 설치장소 적합여부, 자동화재탐지설비와 연동 및 화재 시 비상경보 이외의 일반방송 차단구조 여부, 음성입력별, 수평거리별 설치 적합여부 등을 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 비상방송설비는 화재발생시 초기에 대응할 수 있게 해주는 설비로써 초기에 화재를 발견하여 대응하면 화재피해를 방지하거나 극히 작은 수준으로 화재피해를 억제할 수 있기 때문에 화재강도의 증감에 영향을 미치는 요인이라 판단하여 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 경보설비비상방송등급, 경보설비 아파트비상방송설비등급

⑧ 기타소화활동설비_연결송수관설비

- 변수설명 : 연결송수관설비의 송수구 설치 수 및 소방차 접근성, 방수구 및 방수용 기구함의 설치 수 형태 및 설치위치 적정성 등을 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 기타소화활동설비는 소방대가 화재 시 건물에서 소화활동을 할 때 지원하기 위한 설비로써 기타소화활동 설비가 잘 갖춰져 있을수록 소방대 도착이후 소화활동을 원활히 지원하여 화재의 피해를 줄일 수 있으므로 화재강도의 경감에 영향을 미치는 변수로 판단되어 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 소화활동설비_연결송수관설비

⑨ 기타소화활동설비_연결살수설비

- 변수설명 : 연결살수설비의 송수구 설치 수 및 소방차 접근성, 송수구 알람표 및 구역별 표지판 설치여부, 정기적인 점검 및 유지 관리상태의 적합여부, 헤드 설치의 적정성, 유지관리 상태 양호 여부, 기타사항의 적합 여부를 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 기타소화활동설비는 소방대가 화재 시 건물에서 소화활동을 할 때 지원하기 위한 설비로써 기타소화활동 설비가 잘 갖춰져 있을수록 소방대 도착이후 소화활동을 원활히 지원하여 화재의 피해를 줄일 수 있으므로 화재강도의 경감에 영향을 미친다고 판단되어 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 소화활동설비_연결살수설비

⑩ 기타소화활동설비_비상콘센트설비

- 변수설명 : 층별, 면적별 설치 수 및 배치 적합여부, 상용전원 및 비상전원의 배선, 용량, 전압, 절환 상태 등 적합여부, 회로배선의 내화배선 또는 내열배선 여부, 보호함 표면과 개폐기에 표시 설치 여부 등을 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가

가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음

- 선정사유 : 기타소화활동설비는 소방대가 화재 시 건물에서 소화활동을 할 때 지원하기 위한 설비로써 기타소화활동 설비가 잘 갖춰져 있을수록 소방대 도착이후 소화활동을 원활히 지원하여 화재의 피해를 줄일 수 있으므로 화재강도의 경감에 영향을 미치는 변수로 판단되어 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 소화활동설비_비상콘센트설비

⑪ 기타소화활동설비_무선통신보조설비

- 변수설명 : 보행거리 300m 이내마다 지상접속단자 설치 여부, 소화활동이 유효하거나 관리인이 상주하는 장소에 설치여부, 금속제 또는 자기제 등의 지지금구로 4m 이내마다 견고하게 부착여부 등을 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 기타소화활동설비는 소방대가 화재시 건물에서 소화활동을 할 때 지원하기 위한 설비로써 기타소화활동 설비가 잘 갖춰져 있을수록 소방대 도착이후 소화활동을 원활히 지원하여 화재의 피해를 줄일 수 있으므로 화재강도의 경감에 영향을 미치는 변수로 판단되어 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 소화활동설비_무선통신보조설비

⑫ 기타소화활동설비_소화용수설비

- 변수설명 : 상시규정량 이상의 수원 확보 여부, 흡수관 투입구, 채수구, 상수도 소화전의 설치수의 적정성, 흡수관 투입구 또는 채수구, 상수도소화전의 소방차 접근 용이성, 수조의 상태 및 수질(부유물, 침전물)의 양호 여부 등을 평가한 등급이며

등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음

●선정사유 : 기타소화활동설비는 소방대가 화재 시 건물에서 소화활동을 할 때 지원하기 위한 설비로써 기타소화활동 설비가 잘 갖춰져 있을수록 소방대 도착이후 소화활동을 원활히 지원하여 화재의 피해를 줄일 수 있으므로 화재강도의 경감에 영향을 미치는 변수로 판단되어 변수로 사용

●변수형태 : S, A, B, C, D

●연계방안 :

1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 소화활동설비_소화용수설비

⑬ 자동화재속보설비

●변수설명 : 자동화재속보설비란 자동화재탐지설비와 연동으로 작동하여 자동적으로 화재발생 상황을 소방서에 전달하는 장치로써 법적 설치기준에 맞춰서 자동화재속보설비의 작동상태, 수량 및 설치기준 적합여부를 판단하여 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음

●선정사유 : 자동화재속보설비는 화재발생 초기에 소방서에 신속하게 화재를 알려 화재에 신속하게 대응할 수 있게 해주는 설비로써 화재발생 초기에 신속하게 대응하면 화재피해를 극히 작은 수준으로 억제할 수 있다. 이는 화재강도의 증감에 영향을 미치기 때문에 변수로 사용

●변수형태 : S, A, B, C, D

●연계방안 :

1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 소화활동설비_소화용수설비

⑭ 소방안전관리자 자격등급

●변수설명 : 건물에 존재하는 소방안전관리자(방화관리자)의 유무 및 소방안전관리자가 존재할 경우 1급,2급의 방화관리자의 등급을 변수로 사용

●선정사유 : 건물에 소방안전관리자의 유무에 따라 화재발생시 화재 피해의 정도가 달라질 수 있으므로 이는 화재강도의 측면에서 중요한 요인으로써 변수로 사용

●변수형태 : 0-방화관리자 없음, 1-방화관리자 1급, 2-방화관리자 2급

●연계방안 :

1순위 : 소방민원정보시스템->방화 관리자 현황->자격증코드

다) 피난요인

(1) 건물피난특성

① 피난설비

●변수설명 : 직통계단의 구조, 피난계단의 구조, 특별피난계단의 구조, 출구, 유도등 등을 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음

●선정사유 : 피난요인으로써 직통계단의 구조, 피난계단의 구조, 특별피난계단의 구조, 출구, 유도등의 성능유지 여부에 따라 화재발생시 인명피해 증감의 원인이 될 수 있으므로 이를 변수로 사용

●변수형태 : S, A, B, C, D

●연계방안 :

1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 피난시설등급

② 부속실제연

●변수설명 : 제연설비의 제연구역, 송풍기 및 배출기, 풍도, 제연설비의 급기 및 배출, 제어반 및 전원, 관리 상태를 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나뉘어져 평가되어 있음

●선정사유 : 제연설비는 화재발생시 화재피해확대를 막고 소화활동과 피난에 중요한 역할을 하는 설비로써 화재강도에 영향을 미치므로 변수로 사용

●변수형태 : S, A, B, C, D

●연계방안 :

1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 부속실제연등급

2) 화재 빈도

가) 화재원인

(1) 위험물 관리요인

① 위험물대상여부

- 변수설명 : 건물 내에 존재하는 위험물 사용여부
- 선정사유 : 위험물은 높은 인화성 또는 발화성으로 인해 화재위험이 가중되기 때문에 건물의 위험물 사용 여부에 따라 화재 발생 증감의 원인이 되므로 이를 변수로 사용
- 변수형태 : 0-위험물 대상, 1-위험물 미 대상
- 연계방안 :
1순위 : 소방민원정보시스템->건물개황->위험물대상여부

② 총 위험물 수량

- 변수설명 : 건물 내에 존재하는 위험물 시설의 개수
- 선정사유 : 건물에서 사용하는 위험물과는 별개로 건물에 존재하고 있는 위험물 시설을 나타내는 변수로써 위험물의 존재유무에 따라 화재 발생 확률 증감의 원인이 되므로 이를 변수로 사용
- 변수형태 : 0,1,2,3,4,
- 연계방안 :
1순위 : 소방민원정보시스템->위험물현황->위험물구분코드(코드참조)

③ 화기시설 관리상태

- 변수설명 : 건물에 존재하는 화기시설의 설치장소, 연료용기, 배기장치, 안전장치 등에 대하여 관리 상태를 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 건물 내에 보일러, 조리시설 등의 화재가 시작될 수 있는 지점이 존재할 때 이는 화재 발생 확률 증감의 원인이 되므로 이를 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 화기등급

④ 전기시설 관리상태

- 변수설명 : 건물에 존재하는 전기시설의 전원설비, 부하설비 등에 대하여 관리상태를 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음

- 선정사유 : 건물 내에 수변전 시설 및 전기설비 등이 존재할 때 이는 화재 발생 확률 증감의 원인이 되므로 이를 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 전기등급

⑤ 가스시설 관리상태

- 변수설명 : 건물에 존재하는 가스의 저장시설, 공급시설, 안전장치, 전기시설 등에 대하여 관리 상태를 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 건물 내에서 사용 되는 가스시설이 존재할 경우 이는 화재 발생 확률 증감의 원인이 되므로 이를 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 가스등급

⑥ 위험물시설 관리상태

- 변수설명 : 건물에 존재하는 위험물시설의 위치, 건축물, 탱크, 부속설비, 안전조치, 유지관리 등에 대하여 관리상태를 평가한 등급이며 등급은 시설물에 대한 평가가 가장 좋은 S등급부터 가장 나쁜 평가를 받은 등급인 D등급까지 총 5등급으로 나누어져 평가되어 있음
- 선정사유 : 위험물은 높은 인화성 또는 발화성으로 인해 화재위험이 가중되기 때문에 화재 발생 확률 증감의 원인이 되므로 이를 변수로 사용
- 변수형태 : S, A, B, C, D
- 연계방안 :
1순위 : 화재보험협회 -> 공장일반평가, 아파트평가 -> 위험물등급

(2) 에너지 사용요인

① 충전기사용량

- 변수설명 : 건물의 월별 총 전기 사용량
- 선정사유 : 건물의 전기사용량에 따라 화재 발생의 빈도가 달라지므로 건물의 전기 사용량을 변수로 활용
- 변수형태 : 100,150,900...
- 연계방안 : 건물에너지정보공개시스템 -> MS_DSS_건물특성순위 -> 전기 사용량

② 단위면적당 전기사용량

- 변수설명 : 총 전기사용량을 건물의 연면적으로 나누어서 단위면적당 전기사용량을 계산하여 사용
- 선정사유 : 총 전기 사용량의 선정사유와 동일
- 변수형태 : 100,150,900...
- 연계방안 : 건축행정시스템 세움터(건물에너지) -> 가스에너지 -> 사용량(KWh)

③ 가스 사용량

- 변수설명 : 건물의 월별 총 가스 사용량
- 선정사유 : 건물의 가스사용량에 따라 화재 발생의 빈도가 달라지므로 건물의 가스 사용량을 변수로 활용
- 변수형태 : 100,150,900...
- 연계방안 : 건물에너지정보공개시스템 -> MS_DSS_건물특성순위 -> 도시가스 사용량

④ 단위면적당 가스사용량

- 변수설명 : 총 가스사용량을 건물의 연면적으로 나누어서 단위면적당 가스사용량을 계산하여 사용
- 선정사유 : 총 가스 사용량의 선정사유와 동일
- 변수형태 : 100,150,900...
- 연계방안 : 건물에너지정보공개시스템 -> MS_DSS_건물특성순위 -> 도시가스 사용량

(3) 인적 위험요인

① 지역인구

- 변수설명 : 건물이 위치한 지역의 인구통계
- 선정사유 : 건물이 위치한 지역의 인구수에 따라 화재 발생확률의 차이가 존재하므로 이를 변수로 사용
- 변수형태 : 0,1,2,3,428...(상주인구 수)
- 연계방안 :
1순위 : 행정자치부-> 주민등록인구통계

나) 예방활동

(1) 화재보험

① 화재보험가입 여부

- 변수설명 : 건물의 화재보험의 가입여부
- 선정사유 : 건물이 화재보험에 가입이 되어있다는 것은 화재 예방에 대한 활동을 하고 있는 것으로 보고 예방활동에 따라 화재발생확률을 낮추는 변수로써 활용
- 변수형태 : 0-화재보험가입 미대상, 1-화재보험가입대상
- 연계방안 :
1순위 : 소방민원정보시스템->건물개황->화재보험 만료일자

다) 기후조건

① 날씨

- 변수설명 : 건물의 위치에 존재하는 기상관측지점의 날씨
- 변수형태 : 맑음, 흐림, 비, 눈...
- 연계방안 :
1순위 : 소방현장통합관리시스템 -> 3시간기상예보

② 온도

- 변수설명 : 건물의 위치에 존재하는 기상관측지점의 온도
- 변수형태 : 21, 21, 22, 23...
- 연계방안 :
1순위 : 소방현장통합관리시스템 -> 3시간기상예보

③ 풍속

- 변수설명 : 건물의 위치에 존재하는 기상관측지점의 풍량
- 변수형태 : 3, 4, 10, 11...
- 연계방안 :
1순위 : 소방현장통합관리시스템 -> 3시간기상예보

④ 강수량

- 변수설명 : 건물의 위치에 존재하는 기상관측지점의 강수량
- 변수형태 : 20, 25, 100, 150...
- 연계방안 :
1순위 : 소방현장통합관리시스템 -> 3시간기상예보

나. 기타요인

① 재산피해

- 변수설명 : 재산피해는 화재발생건물의 동산피해액과 부동산피해액을 합친 총 피해 금액을 나타냄
- 선정사유 : 화재강도를 구성하는 변수중 하나로써 재산피해의 예측을 위한 회귀식 모델 개발에 있어 종속변수로 활용하기 위한 변수
- 연계방안 :
1순위 : 화재정보시스템 -> 부동산피해액&동산피해액

② 인명피해

- 변수설명 : 인명피해는 화재발생건물의 부상자수와 사망자수를 합친 총 인명피해정도를 나타냄
- 선정사유 : 화재강도를 구성하는 변수중 하나로써 재산피해의 예측을 위한 회귀식 모델 개발에 있어 종속변수로 활용하기 위한 변수
- 연계방안 :
1순위 : 화재정보시스템 -> 사망자수&부상자수

3. 기초통계분석

가. 화재발생 데이터를 이용한 기초통계분석

- 1) 기초통계분석을 위하여 화재보험협회와 소방민원정보시스템을 이용하여 도출한 건물정보 중 국가화재정보시스템에 존재하는 경기도 화재발생 건물에 대한 기초통계분석을 진행
- 2) 기초통계란 자료를 요약하는 기초적인 통계로 데이터분석에 앞서 대략적인 통계적 수치를 계산해 봄으로써 통찰력을 얻기 위해서 실시
- 3) 화재보험협회 데이터와 소방민원정보시스템을 이용하여 도출한 건물정보 중 화재정보 시스템에 존재하는 1,579건의 화재발생 데이터를 대상으로 기초통계분석을 실시한 결과는 다음과 같음

가) 건축양식(건물구조식)

화재발생 건물의 건축양식은 양식(옥)이 1,274건 전체 화재발생 건물정보 중 80%로 가장 많았으며, 기타 식, 조립식, 한식(옥) 등의 순서로 화재발생이 많이 발생됨

건축양식	빈도	비율
양식(옥)	1,274	80.6%
기타 식	87	5.5%
조립식	47	3%
한옥	6	0.4%
기타	4	0.3%
NA	161	10.2%

표 22 건축 양식 기초통계분석표

나) 건물기둥구조(건물구조조)

화재발생 건물의 건물기둥구조는 철근콘크리트조가 빈도는 1,187건 비율은 약 75%로 가장 많았으며, 그다음은 약 11%의 철골조가 그 뒤를 이음

건물기둥구조	빈도	비율
철근콘크리트조	1,187	75.2%
철골조	179	11.3%
기타 조	76	4.8%
철골철근콘크리트조	28	1.8%
샌드위치패널조	24	1.5%
Other	84	5.3%
NA	1	0.1%

표 23 건물기둥구조 기초통계분석표

다) 건물지붕형태(건물구조층)

화재발생 건물의 건물지붕형태 중 슬라브가가 차지하는 비율이 70.7%로 가장 높게 나타났으며, 기타 층, 샌드위치패널, 철근콘크리트조가 그 뒤를 따름

건물지붕형태	빈도	비율
슬라브가	1,117	70.7%
기타 층	173	11%
샌드위치패널	100	6.3%
철근콘크리트조	76	4.8%
기타(건물구조층코드)	70	4.4%
스래트가	13	0.8%
Other	30	2%

표 24 건물지붕형태 기초통계분석표

라) 건물층수

화재발생 건물의 층 층수 평균은 평균 6층으로 도출됐으며, 지상층수는 5층, 지하층수는 지하 1층으로 도출되었음

기준	평균층수
총 층수	6층
지상층수	5층
지하층수	지하 1층

표 25 건물층수 기초통계분석표

마) 주용도 코드

화재발생 건물의 주용도의 빈도 및 비율은 공장이 약 30%로 공장에서 가장 많이 발생하는 것으로 나타났으며 근린생활이이 약 20%로 그 뒤를 이음

주용도	빈도	비율
공장	478	30%
근린생활	315	20%
복합건축물	271	17%
공동주택(아파트/기숙사)	177	11%
노유자시설	81	5%
업무시설	44	3%
Other	213	14%

표 26 건물주용도 기초통계분석표

바) 화재발생 요일

화재가 가장 많이 발생했던 요일은 일주일 중 토요일에 해당되었으며, 가장 적게 발생한 요일은 목요일로 나타났지만 아래의 표와 같이 발생 확률이 미미한 차이만을 보이는 것을 확인할 수 있음

총층수	빈도	비율
토	243	15.4%
일	233	14.8%
수	232	14.7%
금	230	14.6%
화	227	14.4%
월	224	14.2%
목	190	12%

표 27 화재발생요일 기초통계분석표

사) 발화원인

발화원인 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 담배꽂초였으며, 과일 및 과부하, 음식물 조리중 등이 뒤를 이어 화재의 발화 원인으로 집계됨

연면적	빈도	비율
담배꽂초	211	13.4%
과열, 과부하	209	13.2%
음식물 조리중	143	7.5%
미상	130	6.3%
절연열화에 의한 단락	91	4.5%
기타	76	3.4%
Other	719	50.1%

표 28 화재발생원인 기초통계분석표

아) 화재 피해 정도

화재 피해 정도를 인명피해, 사망자 수 부상자 수, 재산 피해, 부동산 피해액, 동산피해액의 평균을 통해 확인할 수 있었으며 건물단위의 화재정보이기 때문에 인명피해, 사망자수, 부상자수는 평균이 0명으로 인명피해가 발생하는 특정 화재를 제외하고 대부분이 인명피해가 없음

화재피해 정도	평균 값
인명피해	0.0589
사망자수	0.0006
부상자수	0.058
재산피해	12,168.7
부동산피해액	4,362.2
동산피해액	7,806

표 29 화재피해 정도 기초통계분석표

자) 화기시설 관리상태

화재발생 건물의 화기시설 관리상태의 평가등급이 A등급인 건물이 약 57%로 A등급의 화기시설 평가를 받은 등급의 건물의 화재발생 비율이 가장 높았으며, 그다음은 S 등급의 화기시설을 가진 건물의 화재발생 비율이 약 36%를 차지

화기시설	빈도	비율
S	570	36.10%
A	910	57.63%
B	90	5.70%
C	4	0.25%
NA	5	0.32%

표 30 화기시설 관리상태 기초통계분석표

차) 가스시설 관리상태

화재발생 건물의 가스시설 관리상태의 평가는 데이터의 누락 또는 평가를 받지 않은 항목을 의미하는 NA 값, 즉 결측값이 화재발생 정보중 약 98%를 차지하기 때문에 화재발생과 관련하여 유의미한 변수로 보기 어려움

가스시설	빈도	비율
S	21	1.3%
A	6	0.4%
NA	1,552	98.3%

표 31 가스시설 관리상태의 기초통계분석표

카) 위험물시설 관리상태

화재발생 건물의 위험물시설 관리상태의 평가등급은 A, B, S 그룹에 비해 NA값(결측값)이 87%라는 높은 비율을 차지하고 있기 때문에 화재발생에 있어 유의미한 변수로 보기 어려움

위험물시설	빈도	비율
S	131	8.3%
A	69	4.4%
B	5	0.3%
NA	1,374	87%

표 32 위험물시설 관리상태의 기초통계분석표

타) 전기시설 관리상태

화재발생 건물의 전기시설 관리상태의 평가등급은 S등급이 약 63%로 S등급의 평가를 받은 건물에서 화재가 제일 많이 발생하였으며 A등급을 받은 건물의 화재발생 비율이 약 33%의 비율을 나타냄

전기시설	빈도	비율
S	999	63.27%
A	531	33.63%
B	48	3.04%
C	1	0.06%

표 33 전기시설 관리상태의 기초통계분석표

파) 연소확대방지_방화구획

화재발생 건물의 연소확대방지_방화구획 평가등급은 A등급이 약 52%의 비율로 A등급을 받은 건물의 화재발생이 제일 많았으며, 그 뒤를 이어 B등급의 평가를 받은 건물이 약 23%를 차지

연소확대방지_방화구획	빈도	비율
S	301	19.06%
A	818	51.80%
B	368	23.31%
C	85	5.38%
D	7	0.44%

표 34 방화구획 평가등급 기초통계분석표

하) 피난설비

화재발생 건물의 피난설비 평가등급은 A등급이 약 48%로 A등급을 받은 건물의 화재발생 비율이 가장 높았으며 S등급을 받은 건물이 약 45%의 비율로 나타남

피난설비	빈도	비율
S	708	44.84%
A	755	47.82%
B	102	6.46%
C	14	0.89%

표 35 피난설비 평가등급 기초통계분석표

거) 소화기

화재발생 건물의 소화기 평가 등급은 S등급이 약 79%의 비율로 S등급을 평가받은 건물의 화재발생 비율이 가장 높게 나타났으며, 그다음은 A등급이 20%의 비율을 나타남

소화기	빈도	비율
S	1,254	79.42%
A	319	20.20%
B	6	0.38%

표 36 소화기 평가등급 기초통계분석표

너) 수계소화설비_수동식

화재발생 건물의 수계소화설비_수동식 평가는 A등급이 약 84%로 가장 높은 비율로 A등급을 받은 건물의 화재발생 비율이 가장 높았으며 그다음은 B등급의 평가를 받은 건물의 비율이 약 10%로 나타내고 있음을 확인할 수 있음

수계소화설비_수동식	빈도	비율
S	11	0.70%
A	1,331	84.30%
B	158	10%
C	34	2.15%
D	5	0.32%
NA	40	2.53%

표 37 수계소화설비_수동식 평가등급의 기초통계분석표

더) 수계소화설비_자동식

화재발생 건물의 수계소화설비_자동식 평가등급은 A등급을 평가받은 건물이 약 58%의 비율로 가장 화재가 많이 발생하였으며, 그 다음으로는 B등급의 평가를 받은 건물이 약 9%로 나타남

수계소화설비_자동식	빈도	비율
S	11	0.70%
A	912	58%
B	142	9%
C	1	0.10%
D	4	0.30%
NA	509	32%

표 38 수계소화설비_자동식 평가등급의 기초통계분석표

러) 가스계소화설비

화재발생 건물의 가스계소화설비 평가등급은 S등급을 평가받은 건물이 약 89%의 비율로 월등하게 높게 나타났으며, 그 다음은 A등급을 평가받은 건물이 약 6%를 차지하는 것을 확인

가스계소화설비	빈도	비율
S	1,404	88.90%
A	97	6.14%
B	47	2.98%
C	6	0.38%
D	25	1.58%

표 39 가스계소화설비 평가등급의 기초통계분석

머) 자동화재탐지설비

화재발생 건물의 자동화재탐지설비 평가등급은 A등급을 평가받은 건물이 43% 그리고 B등급을 평가받은 건물이 26%, S등급을 평가받은 건물이 21%를 차지하여 A등급을 평가받았던 건물의 화재발생 빈도가 가장 높은 것을 확인

자동화재탐지설비	빈도	비율
S	333	21%
A	672	43%
B	413	26%
C	132	8.40%
D	28	1.80%
NA	1	0.10%

표 40 자동화재탐지설비 평가등급 기초통계분석표

버) 비상경보설비

화재발생 건물의 비상경보설비 평가등급은 S등급을 평가받은 건물이 약 69%로 화재빈도가 가장 높았으며 그다음으로는 D등급을 평가받은 건물의 비율이 약 20%를 차지

비상경보설비	빈도	비율
S	1,091	69.10%
A	167	10.60%
B	8	0.51%
C	3	0.19%
D	310	19.60%

표 41 비상경보설비 평가등급 기초통계분석표

서) 비상방송설비

화재발생 건물의 비상방송설비 평가등급은 S등급을 평가받은 건물의 빈도가 36%, A등급을 평가받은 건물의 빈도가 21%를 차지했지만, 시설물의 평가가 이루어진 건물보다 결측값을 가지는 건물이 41%로 가장 높은 비율을 차지해 화재발생시 유의미한 변수로 판단하기 어려움

비상방송설비	빈도	비율
S	566	36%
A	337	21%
B	21	1.30%
C	9	0.60%
D	3	0.20%
NA	643	41%

표 42 비상방송설비 평가등급 기초통계분석표

어) 자동화재속보설비

화재발생 건물의 자동화재속보설비 평가등급은 평가내역이 존재하지 않음을 나타내는 NA값(결측값)이 약 77%로 가장 높은 비율을 차지하여, 화재발생 시 유의미한 변수로 판단하기 어려움

자동화재속보설비	빈도	비율
S	247	15.60%
A	105	6.65%
B	18	1.14%
NA	1,209	76.60%

표 43 자동화재속보설비 평가등급 기초통계분석표

저) 부속실제연

화재발생 건물의 부속실제연평가등급은 결측값(NA)이 56%로 화재발생과는 관련이 적은 변수로 판단

부속실제연	빈도	비율
S	213	13%
A	424	27%
B	61	3.90%
NA	881	56%

표 44 제연설비 평가등급 기초통계분석표

처) 소화활동_연결송수관

화재발생 건물의 소화활동_연결송수관 평가등급은 S등급을 평가받은 건물이 약 59%의 비율을 차지하며, 나머지 59%는 결측치의 비율로 나타나 화재발생과는 관련성이 적은 것으로 판별

소화활동_연결송수관	빈도	비율
S	933	59%
A	1	0.10%
B	2	0.10%
NA	643	41%

표 45 연결송수관설비 평가등급 기초통계분석표

커) 소화활동_연결살수

화재발생 건물의 소화활동_연결살수설비의 평가등급은 존재하지 않음을 의미하는 결측값이 약 86%를 차지하고 있어 화재발생시의 유의미한 변수로 사용하기 어려움

소화활동_연결설비	빈도	비율
S	179	11.30%
A	1	1.65%
B	2	0.57%
NA	1,365	86.40%

표 46 연결설비 평가등급 기초통계분석표

터) 소화활동_연결비상콘센트

화재발생 건물의 소화활동_연결비상콘센트설비의 평가등급 비율은 S등급을 평가받은 건물의 비율보다 결측값의 비율이 54%로 8% 높게 나타나 화재발생과의 연관성이 적은 것으로 나타남

소화활동_연결비상콘센트	빈도	비율
S	724	46%
NA	855	54%

표 47 연결비상콘센트설비 평가등급 기초통계분석표

퍼) 소화활동_무선통신보조

화재발생 건물의 소화활동_무선통신보조설비의 평가등급은 S등급을 평가받은 건물이 44%로 나타났으나 결측값(NA)이 56%로 화재발생에 있어 유의미한 변수로 사용하기 어렵다고 판별됨

소화활동_무선통신보조	빈도	비율
S	702	44%
NA	877	56%

표 48 무선통신보조설비 평가등급 기초통계분석표

허) 소화활동_소화용수설비

화재발생 건물의 소화활동_소화용수설비의 평가등급은 S등급을 평가받은 건물이 약 75%의 비율을 차지하였으나, 나머지 건물들은 대부분이 결측치를 가지는 경우로 나타나 화재발생에 있어 유의미한 변수로 사용하기 어렵다고 판별됨

소화활동_소화용수설비	빈도	비율
S	1,178	74.60%
A	4	0.25%
B	2	0.13%
NA	395	25%

표 49 소화용수설비 평가등급 기초통계분석표

4. EDA(Exploratory data analysis) 탐색적 자료 분석

가. EDA(Exploratory data analysis) 탐색적 자료 분석

1) EDA(Exploratory data analysis) 탐색적 자료 분석 이하 EDA 란 기존의 통계학이 정보의 추출에서 가설 검증 등에 치우쳐 자료가 가지고 있는 본연의 의미를 찾는 데 어려움이 있어 이를 보완하고자 주어진 자료만 가지고도 충분한 정보를 찾을 수 있도록 여러 가지 탐색적 자료 분석 방법을 이용하는 것으로써 대표적인 예로 boxplot을 들 수 있음. 탐색적 자료 분석을 통하여 자료에 대한 충분한 이해를 한 후에 모형 적합 등의 좀 더 정교한 모형을 개발할 수 있음

2) 사용 데이터 : 2014~2016년까지의 화재보험협회 데이터에 존재하는 건물들 중 국가화재정보시스템에 존재하는 화재발생 건물에 대한정보를 화재보험협회, 소방민원정보시스템에서 가져와 하나로 통합하여 화재발생 건물에 대한 데이터를 만들었음

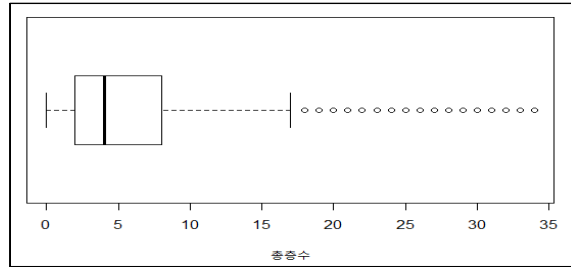
나. 데이터 설명 : 화재발생 건물에 대한 데이터는 총 1,579건이며 건물에 대한 변수 중 범주형 변수를 제외한 수치형으로 표현되는 변수들에 대하여 EDA를 진행하였음. EDA 분석방식 중 데이터 수치 요약을 진행하고 이를 boxplot으로 그려서 이를 해석하는 방식을 선택하여 EDA를 진행

1) EDA 분석 변수(6개) : 총 층수, 지상층수, 지하층수, 연면적, 재산피해, 인명피해

2) 데이터 수치 요약 설명 : 다섯수치요약이란 최소값, 최대값, 중앙값, 제1사분위수, 제3사분위수로 데이터를 나타내는 것으로써 boxplot은 이 수치데이터의 요약을 이상점과 함께 그래프로 표현한 것으로써 자료를 크기순으로 늘어놓았을 때 평균(mean)은 전체 자료의 평균값, 중간값(median)은 자료의 가장 중앙에 위치하게 되는 값, 1분위수는 중간값 아래의 절반의 중간값, 3분위수는 중간값 위 절반의 중간값을 나타낸다.

3) EDA결과

가) 총층수

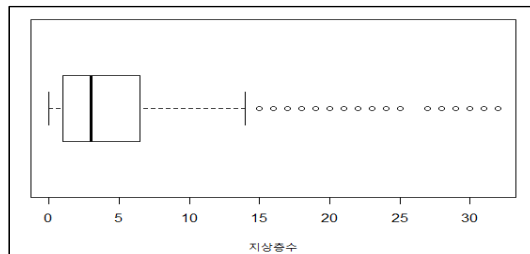


총층수에 대한 Box Plot 결과

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
0.00	2.00	4.00	6.414	8.000	34.000

- (1) 총 층수 변수는 최소층수가 0, 최대 층수가 34층, 평균 층수는 6.414층, 중간값은 4층으로 나타났으며 1분위수는 2층, 3분위수는 8층으로 나타났음

나) 지상 층수

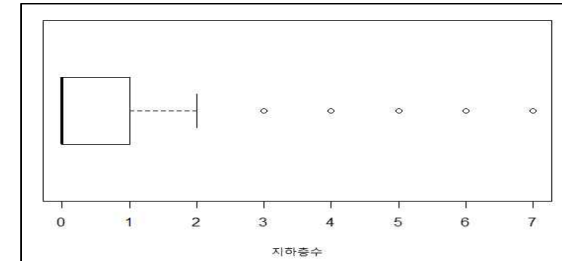


지상층수에 대한 Box Plot 결과

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
0.00	1.000	3.00	5.491	6.500	32.000

- (1) 지상층수 변수는 최소층수가 0, 최대 층수가 32층, 평균 층수는 5.491층, 중간값은 3층으로 나타났으며 1분위수는 1층, 3분위수는 6.5층으로 나타났음. 지상층수와 최대층수가 다섯수치요약이 비슷한 값으로 나타남. 이는 총층수에 지상층수가 많은 영향을 미치고 있는 것으로 볼 수 있음

다) 지하층수

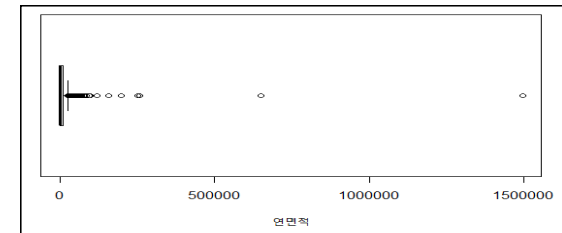


지하층수에 대한 Box Plot 결과

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
0.00	000	0.00	0.9227	1.000	7.000

- (1) 지하층수 변수는 최소층수가 0, 최대 층수가 7층, 평균 층수는 0.9227층, 중간값은 0층으로 나타났으며 1분위수는 0층, 3분위수는 1층으로 나타났다. 대부분의 건물이 지하층이 0층 또는 1층의 건물임

라) 연면적

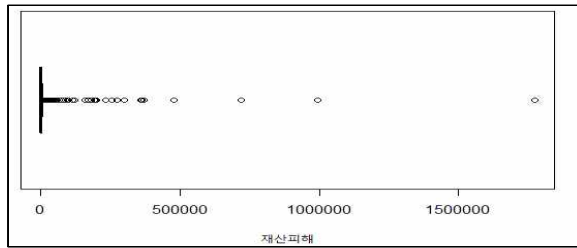


연면적에 대한 Box Plot 결과

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max	NA' s
-918.9	529.6	1,968.0	1,367.0	10,940.0	1,496,000.0	97

- (1) 연면적 변수는 최소연면적이 -918.9, 최대 연면적이 1,496,000, 평균 연면적은 1,367, 중간값은 1,968로 나타났으며 1분위수는 529.6, 3분위수는 10,670으로 나타남
 (2) 연면적 변수의 경우 최소값과 최대값에서 이상치의 값들이 발견되었으며 Boxplot 그래프를 통하여 여러 이상치의 값들이 존재하는 것을 발견함. 이 결과를 이용하여 연면적의 결측치 처리 시 이상치가 반영된 평균값 보다는 중간값을 이용하여 처리를 하는 것이 유의미한 결과를 도출할 수 있음

마) 재산피해액

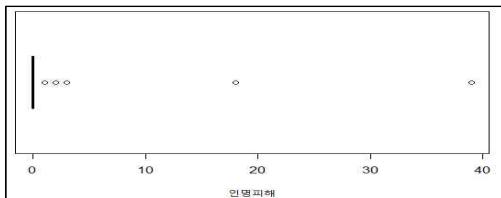


재산피해액에 대한 Box Plot 결과

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
0.0	119.5	550.0	1,217.0	3,179.0	1,773,000.0

- (1) 재산피해액 변수는 최소값이 0, 최대값이 1,773,000, 평균은 11,317, 중간값은 550으로 나타났으며 1분위수는 119.5, 3분위수는 3,179로 나타남
- (2) 대부분의 화재발생 건물의 재산피해액은 큰 값으로 나타나지 않았지만 일부 이상치로 보이는 많은 재산피해의 결과가 데이터상에 존재하고 있었으며 이를 통하여 재산피해액의 결측치는 이상치가 반영된 평균값 보다는 중간값으로 대체함으로써 유의미한 결과를 도출할 수 있음

바) 인명피해



인명피해에 대한 Box Plot 결과

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
0.00	0.00	0.00	0.0589	0.000	39.000

- (1) 인명피해 변수는 최소값이 0명, 최대값이 39명, 평균 인명피해는 0.0589명, 중간값은 0으로 나타났으며 1분위수는 0명, 3분위수는 0명으로 나타남. 인명피해의 경우 대부분의 데이터가 0명으로 나타났으며 0 이외의 값들은 이상치로 판단되어 나타나고 있음.
- (2) 이는 대부분의 건물에서 화재가 발생하였을 때 인명피해가 없는 것을 의미하며 인명피해가 발생하는 건물의 경우는 매우 드는 경우라고 볼 수 있으므로 인명피해의 결측치는 0으로 처리함으로써 유의미한 결과를 도출할 수 있음

5. 화재위험도 분석 요인별 상관관계 분석

가. 화재발생 데이터를 이용한 상관관계 분석

- 1) 경기도 화재발생현황
- 2) 상관관계분석이란 자료의 변수들 간의 관계의 밀접한 정도를 분석하는 통계적 분석 방법을 말하며, 회귀분석에서 변수 사이의 관계식이 어느 정도 신빙성이 있는지 알기 위해서 실시
- 3) 화재발생 데이터 중 재산피해, 인명피해와 다른 변수들 간의 상관관계를 파악하여 화재강도에 영향을 미치는 변수들이 어떤 것들이 있는지 파악
- 4) 화재발생 데이터를 이용한 상관관계 분석 결과

가) 다중상관관계분석표

각 변수에 따라 인명피해 및 재산피해의 관계를 나타내는 표이며, 대부분의 변수와의 상관관계를 보면 0에 매우 가까운 것으로 나타나고 있으나 가스시설과의 상관계수가 -0.22, -0.54로 나타남

변수 (건수)	인명피해	재산피해	변수 (건수)	인명피해	재산피해
위험물대상여부 (1,579건)	-0.01	0.04	수계소화설비_자동식 (1,070건)	0.02	0.01
지상층수 (1,579건)	-0.01	-0.03	가스계소화설비 (175건)	-0.12	-0.06
지하층수 (1,579건)	-0.01	-0.04	자동화재탐지설비 (1,578건)	-0.05	-0.08
연면적 (1,481건)	-0.01	0.00	비상경보설비 (488건)	0.00	-0.07
화기시설 (1,579건)	-0.01	-0.05	비상방송설비 (936건)	0.03	0.02
가스시설 (27건)	-0.22	-0.54	자동화재속보설비 (370건)	-0.07	0.06
위험물시설 (205건)	0.01	-0.06	부속실제연 (698건)	0.04	0.01
전기시설 (1,579건)	-0.02	-0.01	소화활동_연결송수관 (936건)	0.00	0.00
연소확대방지_방화구획 (1,579건)	-0.02	-0.04	소화활동_연결살수. (214건)	0.03	0.03
피난설비 (1,579건)	-0.02	0.02	소화활동_소화용수설비 (1,184건)	0.00	0.01
소화기 (1,579건)	0.00	0.02	인명피해	1.00	0.16
수계소화설비_수동식 (1,539건)	0.01	0.02			

(단, 변수 간 상관계수를 구할 때 결측치가 포함된 데이터를 제외하고 계산)

나) 문제점

- (1) 각 변수와 인명피해와 재산피해금액과의 상관관계 분석결과 화재강도 예측을 위한 변수들 중 종속변수인 인명피해와 재산피해금액과 유의미한 상관관계를 가지는 변수가 없어 회귀모델 개발은 유의미하지 않다.
- (2) 각 변수와 종속변수와의 상관관계가 낮게 나오는 이유로는 종속변수(인명피해, 재산피해액)의 값이 증감의 특징이 없고 매우 불규칙하게 나타나고 있기 때문인 것으로 보인다.

6. 화재위험도 예측 모델 정의

가. 화재강도 지수 산출을 위한 모델 선정

- 1) 건물의 화재 강도를 측정하기 위하여 화재 피해 요인들을 구성하는 재산피해, 인명피해, 사망피해를 선형회귀분석을 이용하여 예측한다.
- 2) 회귀분석은 화재강도를 예측하기 위한 적합한 모델로써 회귀모형은 종속변수와 독립변수로 구성되어 있으며 독립변수의 값의 변화에 따라 종속변수의 값이 바뀌기 때문에 종속변수로는 인명피해, 재산피해, 사망피해로 선정하고 각각의 피해에 영향을 미치는 요인들을 찾아내서 독립변수로 사용하게 된다.
- 3) 선형회귀분석
 - 가) 선형회귀분석이란 선형성이라는 기본 가정이 충족된 상태에서 독립변수와 종속변수의 관계를 설명하거나 예측하는 통계방법이다. 독립변수가 하나인 경우를 단순회귀분석, 여러 개인 경우를 중회귀분석이라고 한다. 즉 회귀분석에서 독립변수에 따라 종속변수의 값이 일정한 패턴으로 변해 가는데, 이러한 변수간의 관계를 나타내는 회귀선이 직선에 가깝게 나타나는 경우를 선형회귀분석이라고 한다.
 - 나) 예를들면 선형회귀분석은 종속변수 y 를 p 개의 독립 변수 x_1, x_2, \dots, x_p 의 1차식에 의해 $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p$ 와 같이 추정하는 회귀 분석을 말하며, 중회귀 분석에서는 보통 이 방법이 채용되고 있다.
 - 다) 다만 이 p 개의 설명 변수 중에는 목적 변량의 변동을 설명하지 못하는 것도 있으므로 실제에는 변수 선택을 하여 목적 변량의 변동을 잘 설명할 수 있는 것을 유효한 만큼 골라서 회귀식을 조립한다.

나. 화재빈도 지수 산출을 위한 모델 선정

- 1) 건물의 화재 발생에 영향을 미치는 주요 요인을 도출하기 위하여 효과적인 설명력과 예측력을 보여주는 의사결정나무(Decision Tree)모형을 사용한다.
- 2) 의사결정나무를 통하여 화재발생 이력이 있는 건물의 데이터와 화재발생 이력이 없는 건물의 데이터를 비교하여 화재 발생에 영향을 미치는 주요 요인 도출과 건물의 화재 발생확률 지수를 산출하여 화재발생을 예측한다.
- 3) 의사결정나무(Decision Tree)
 - 가) 본 연구에서는 화재 발생 시 영향을 미치는 주요 속성을 연구하기 위하여 효과적인 예측력과 설명력을 보여주는 의사결정나무 모형(Decision Tree) 그 중 목표변수가 범주형인 분류나무(Classification Tree)를 이용하였다.
 - 나) 의사결정나무 모형은 과거에 수집된 데이터들을 분석하여 이들 사이에 존재하는 패턴(범주별 특성)을 속성의 조합으로 나타내는 분류 모형이다. 의사결정 규칙을 나무구조로 도표화하여 직관적으로 표현하기 때문에 연구자가 쉽게 이해하고 설명할 수 있다는 장점을 가진다.
 - 다) 의사결정나무는 크게 4단계를 거쳐 모델이 생성되게 된다.
 - (1) 의사결정나무의 형성 : 분석의 목적과 자료구조에 따라 적절한 분리기준(split criterion)과 정지규칙(stopping rule)을 지정하여 의사결정나무를 결정한다.
 - (가) 분리기준(split criterion) : 의사결정나무를 생성할 때 가치를 나누는 기준
 - (나) 정지기준(stopping rule) : 의사결정나무를 생성할 때 더 이상 가치를 만들지 않고 정지하는 규칙
 - (2) 가지치기 : 분류오류(classification error)를 크게 할 위험이 높거나 부적절한 규칙을 가지고 있는 가치를 제거하거나 병합하는 것
 - (가) 분류오류 : 의사결정나무를 만들면 이를 이용하여 분류하게 되는데 이때 발행되는 오류
 - (3) 타당성평가 : 이익도표나 위험도표 또는 검증용 데이터에 의한 교차검증(cross validation)을 통하여 의사결정나무를 평가한다
 - (4) 해석 및 예측 : 의사결정나무를 해석하고 분류 및 예측모형을 설정

라) 의사결정나무 분석은 질적변수나 양적변수의 자료 분석이 가능하며 다변량 분석의 기본 가정인 선형성, 정규분포성, 등분산성을 따르지 않아도 되며 분석결과가 나무구조로 되어 있어 해석이 용이하다. 하지만 분석결과가 표본의 크기에 영향을 받기 쉽고 연속변수 사용이 많으면 많을수록 모형의 예측력이 떨어질 수 있어 무리하게 많은 예측변수를 투입하면 과대 적합이 발생할 수 있다.

마) 의사결정나무는 뿌리(Root)가 상단에 위치하고 하단에는 나뭇가지(Branch)와 잎(Leaf)이 연결되어 있다. 의사결정나무에서 상단에 놓여있는 뿌리를 뿌리마디(Root Node)또는 부모마디(Parent Node)라고 부르며 나무에서 뿌리마디와 끝마디(Terminal Node)사이를 중간마디(Internal Node)라고 부르고 의사결정나무에서 마디와 마디는 가지(Branch)로 연결되어 있다.

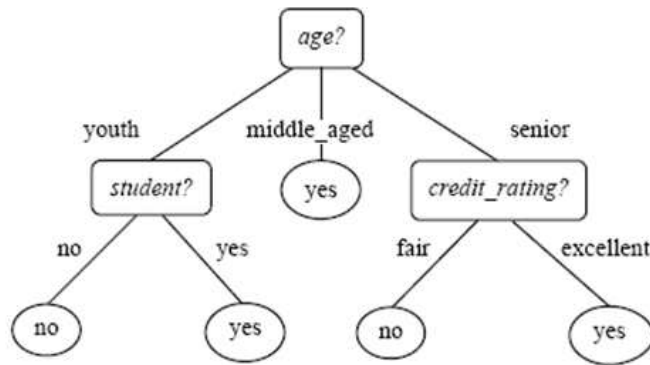


그림 23 의사결정나무 구조

7. 화재위험도 예측 모델 개발

가. 데이터 수집 및 가공

1) 데이터 수집

가) 데이터 수집 기준 정의

- (1) 화재위험도 예측 모델을 제작하기 위하여 소방민원정보시스템, 한국화재보험협회, 국가화재정보시스템에 모두 동일하게 존재하는 건물의 정보가 약 7천 건의 건물이 존재하고 있으며 이를 대상으로 분석을 진행
- (2) 각 연계시스템마다 정보를 수집하는 대상 건물에 대한 기준이 상이하여 각 시스템에서 연계해온 데이터를 조인하게 되면 가장 최소단위의 건물을 가지고 있는 시스템의 데이터 양을 따라갈 수밖에 없으므로 경기도 건물에 대하여 가장 적은 데이터를 보유하고 있는 건물 생애이력 관리시스템의 변수들은 사용하지 않고 이를 화재보험협회의 시설평가등급 변수로 대체하여 경기도 대상 건물 약 7천 건의 건물을 대상으로 다른 시스템의 데이터와 조인하여 분석을 진행하였다.
- (3) 약 7천 건의 건물을 대상으로 화재위험도예측 모델을 제작한 이유는 앞서 선정한 화재위험도 분석을 위한 49개의 변수들을 최대한 모델개발에 활용하여 화재위험도 예측을 보다 신뢰성 있게 진행하기 위함
- (가) 소방민원정보시스템의 경우 약 45만 건의 건물데이터를 보유하고 있으나 각각의 시스템들이 모두 각자의 기준에 부합하는 데이터만을 보유하고 있어 49개의 변수들을 최대한 사용하여 모델을 제작하기 위해서는 각각의 시스템에 모두 동일하게 존재하는 건물들의 정보들을 이용하여 모델을 제작

나) 소방민원정보시스템

- (1) 국민안전처의 소방민원정보 시스템에 존재하는 경기도의 건물에 대한 데이터를 수집

소방민원정보시스템 데이터				
시스템	테이블명	테이블설명	총 데이터 양	기간
소방민원정보시스템	OJ_BULDSTA	건물개황	564,929건	2009.03.07~2016.10.25
소방민원정보시스템	OJ_BULDDONGS TTUS	건물동현황	718,964건	2009.03.07~2016.10.25

소방민원정보시스템	OJ_FLOORSTTUS	층현황	2,090,225건	2009.03.07~2016.10.25
소방민원정보시스템	OJ_FLOORBSSHSTTUS	층업소현황	50,057건	2009.03.07~2016.10.25
소방민원정보시스템	OJ_FLOOREQPD TLS	층설비내역	1,950,568건	2009.03.07~2016.10.25

표 57 소방민원정보시스템 수집데이터

다) 국가화재정보시스템

- (1) 국민안전처 국가화재정보시스템에 존재하는 경기도의 화재발생현황에 대한 데이터를 수집

국가화재정보 시스템			
시스템	총 데이터 양	경기도 데이터 양	기간
국가화재정보시스템	214,627건	49,235건	2011.01.01~2015.12.31

표 58 국가화재정보시스템 수집데이터

라) 한국화재보험협회

- (1) 한국화재보험협회에서 조사하는 건물별 시설물 안전점검 평가에 대한 데이터를 수집
(2) 한국화재보험협회의 경우 매년 화재보험협회의 기준에 만족하는 건물들에 대하여 시설물 점검을 진행하고 있으며 2014~2016까지의 데이터 중 없어진 건물 또는 새로 추가되는 건물을 제외하고는 매년 중복된 건물들에 대한 평가가 진행되고 있어 데이터의 중복이 발생

한국화재보험협회			
시스템	총 데이터 양	경기도 데이터 양	기간
한국화재보험협회	29,658건	6,973건	20014.01.01~2014.12.31
한국화재보험협회	29,425건	6,880건	20015.01.01~2015.12.31
한국화재보험협회	25,560건	6,045건	20016.01.01~2016.09.30

표 59 한국화재보험협회 수집데이터

나. 화재강도지수 산출을 위한 선형회귀모형 개발

건물별 화재강도지수를 예측하기 위하여 화재발생시 건물의 재산피해액, 인명피해를 회귀식을

통하여 예측을 하고 재산피해액과 인명피해를 하나로 합쳐 건물별 화재 강도지수를 산출함. 데이터는 2014년부터 2016년도까지 화재보험협회에 등록되어 있는 건물들 중 국가화재정보시스템에 존재하는 화재발생건물 1,579건을 민원정보시스템, 화재보험협회의 건물정보를 혼합하여 화재위험도 산출을 위하여 정의한 변수 중 화재강도를 측정하는 변수들에 대한 정보를 도출하였으며 회귀모형을 만들기 위하여 기타변수로 선정해둔 종속변수 2개(재산피해액, 인명피해)와 종속변수를 설명할 수 있는 독립변수로써 정의해둔 화재강도변수에서 24개를 사용하여 총 26개의 변수를 가지는 건물 데이터를 구성. 재산피해액은 화재정보시스템에 등록되어 있는 건물별 화재 발생에서 동산피해액과 부동산 피해액을 합하여 재산피해액으로 산출하고 인명피해의 경우 화재발생 건물의 부상자수와 사망자수를 합하여 산출

1) 화재강도지수 산출을 위한 선형회귀모형 개발

가) 사용 변수

- (1) 종속변수 (2개): 재산피해액, 인명피해액
(2) 독립변수 (24개): 층층수, 지상층수, 지하층수, 건물구조식, 건물구조조, 건물구조층, 연면적, 준공년, 연소확대방지_방화구획, 피난설비, 소화기, 수계소화설비_수동식, 수계소화설비_자동식, 가스계소화설비, 자동화재탐지설비, 비상경보설비, 비상방송설비, 자동화재속보설비, 부속실제연, 소화활동_연결송수관, 소화활동_연결살수, 소화활동_연결비상콘센트, 소화활동_무선통신보조, 소화활동_소화용수설비

나) 데이터 전처리

- (1) 결측치를 포함하는 변수의 처리
(가) 기초통계분석 결과를 통하여 결측치를 포함하는 변수 중 데이터의 대부분이 결측치로 구성되어 있어 결측치의 처리가 불가능한 변수들을 제거
(나) 제거변수 : 준공년, 수계소화설비_자동식, 가스계소화설비, 비상방송설비, 자동화재속보설비, 부속실제연, 소화활동_연결송수관, 소화활동_연결살수, 소화활동_연결비상콘센트, 소화활동_무선통신보조
(2) 문자열 변수의 처리
(가) 문자열 변수의 경우 회귀식에서는 그대로 사용할 수 없어 문자열 변수를 수치형 변수로 처리하는 작업을 진행
(나) 문자열 변수 : 연소확대방지_방화구획, 피난설비, 소화기, 수계소화설비_수동식, 자동화재탐지설비, 비상경보설비, 소화활동_소화용수설비

(다) 문자열 변수의 전처리 : 시설물 평가변수들의 경우 S, A, B, C, D의 등급으로 표시되어 있는 변수이기 때문에 이를 S :1, A: 2, B: 3, C: 4, D: 5의 수치형 변수로 변환하고 이 변수를 순서가 존재하는 이산형 변수로 전처리

다) 화재강도지수 산출을 위한 선형회귀모델 개발

(1) 선형회귀 모델의 개발

(가) 선형회귀 모델의 개발에서 종속변수를 설명할 수 있는 설명변수를 선택하는 방법은 크게 3가지가 있으며 이 3가지 방법은 전진선택법, 변수 소거법, 단계적 방법으로 나눌 수 있으며 본 분석에서는 처음 모든 변수를 최초 회귀모델에 적용하고 단계별로 진행하면서 기준 통계치에 도움이 되지 않는 변수를 제거하거나 모델에 빠져있는 변수 중에서 기준 통계치를 가장 개선시키는 변수를 추가/제거를 반복하여 가장 개선된 기준 통계치를 가지는 모델을 제작하는 방식

(2) 재산피해 예측을 위한 선형회귀모델 개발

(가) 재산피해 예측을 위한 선형회귀모델 개발 결과

$$\textcircled{1} \text{ 재산피해액} = 29,295.603 + (-3,548.635 * \text{충충수}) + (3,582.127 * \text{지상충수}) + (-17.768 * \text{자동화재탐지설비})$$

(3) 인명피해 예측을 위한 선형회귀모델 개발

(가) 인명피해 예측을 위한 선형회귀모델 개발 결과

$$\textcircled{1} \text{ 인명피해} = 0.1494 + (-0.0001146 * \text{자동화재탐지설비})$$

라) 재산피해예측 회귀식과 인명피해예측 회귀식을 이용한 화재강도지수 산출식

(1) 두 개의 서로 다른 범위를 가지는 값들을 하나의 화재강도지수로 산출하기 위하여 범위 표준화 방식을 통하여 두 개의 서로 다른 값을 표준화하고 표준화된 지수를 합하여 다시 표준화를 거치고 이를 0~100사이의 값을 가지는 지수값으로 변환시켜 화재강도지수를 산출

(2) 범위표준화 식 : 표준화된 값(Z) = (원 변수(X) - 최소값(원 변수)) / (최대값(원 변수) - 최소값(원 변수(X)))

마) 문제점

(1) 종속변수와 독립변수들 간의 매우 낮은 상관관계

(가) 종속변수인 인명피해와 재산피해가 다른 독립변수들과의 상관관계가 매우 낮게 나타나고 있으며 이는 인명피해는 대부분의 값이 0이기 때문에 의미가 없으며 재산피해의 경우도 재산피해가 많이 발생하는 특징이 없이 매우 불규칙적으로 재산피해액의 증감이 결정되므로 이 두 개의 종속변수를 예측하는 회귀식의 개발은 의미가 없을 것으로 판단

(2) 회귀식을 통하여 예측하려는 종속변수의 값의 불확실성

(가) 인명피해의 경우 화재발생 건물 데이터의 대부분이 0명으로 되어 있어 예측값이 0으로 나오기 때문에 회귀식 개발의 의미가 없음

(나) 재산피해의 경우 화재발생 건물 데이터에 재산피해액이 등록되어 있으나 재산피해액 증감의 특징이 없이 매우 불규칙하게 재산피해의 증감이 결정되고 있어 회귀식을 통한 재산피해의 예측의 불확실성이 높음

(3) 독립변수들의 결측치

(가) 소방민원정보시스템, 화재보험협회 등 각 시스템에서 가져오는 변수들의 값 중 많은 독립변수들이 결측치의 비율이 매우 높아 회귀식 개발에 사용할 수 없는 변수들이 많아짐

(4) 인명피해 예측 회귀식과 재산피해 예측 회귀식의 문제

(가) 위의 종속변수에 대한 문제들로 인하여 실제 개발된 회귀식 역시 회귀식의 설명력이 매우 낮게 나와 인명피해와 재산피해를 예측하는데 있어 설명력이 매우 떨어져 유의미하지 않은 모델이 개발되었음

다. 재빈도지수 산출을 위한 의사결정나무 모형 개발

건물별 화재 빈도지수를 예측하기 위하여 화재발생 건물 정보와 화재 미발생 건물정보를 의사결정나무 모델을 통하여 화재발생확률을 예측하고 이를 화재빈도지수로 산출.

데이터는 2014년부터 2016년도까지 화재보험협회에 등록되어 있는 건물들 중 소방민원정보시스템에 등록되어 있는 건물의 정보를 도출하고 이 건물정보 중 국가화재정보시스템에 화재발생건물 정보로 등록되어 있는 건물을 찾아 화재발생 건물정보와 화재 미발생 건물정보로 구분.

화재빈도지수를 도출하기 위해선 미리 정의한 화재빈도 변수들만을 사용했어야 하나 의사결정나무

모형의 특징상 화재발생건물 정보와 화재미발생 건물정보를 비교하여 화재의 발생확률을 예측하는 모형이므로 화재빈도지수 산출을 위한 변수는 화재강도와 화재빈도에 포함되는 모든 변수들을 고려하여 모델을 개발

1) 화재발생확률 예측을 위한 의사결정나무 모델 개발

가) 사용 데이터

- (1) 2014년부터 2016년도까지 화재보험협회에 등록되어 있는 건물들 중 소방민원정보 시스템과 국가화재정보시스템에 등록되어 있는 건물의 정보를 도출한 건물의 정보는 총 6,943건의 건물정보가 도출되었고 이중 화재발생 건물의 정보가 1,062건, 화재 미발생 건물정보가 5,881건으로 나타났다. 의사결정나무 모델을 개발하기 위하여 화재발생건물과 화재 미발생 건물의 정보를 혼합해서 사용하게 되는데 화재발생건물의 데이터보다 화재 미발생 건물의 데이터가 많아 정확한 모델개발에 어려움이 있어 화재 미발생 건물 정보에서 1,500건을 랜덤으로 샘플링 하여 화재발생, 미발생 건물의 정보의 비율을 맞춰 총 2,562건의 건물 데이터를 사용
- (2) 화재발생 건물의 정보와 미발생 건물의 정보를 합쳐 총 2,562건의 데이터를 구성하였으며 이는 다시 6:4의 비율(모델 개발용 1,538건, 검증용 데이터 1,024건)로 랜덤 샘플링하여 모델생성용 데이터와 모델 검증용 데이터로 나누어서 모델 개발용 데이터로 모델개발을 진행
- (3) 데이터를 6:4의 비율로 나누는 이유는 전체 데이터가 100건이라고 했을 때 60건은 모델 생성용 데이터, 40건은 검증용 데이터로 사용하게 되는데 이 이유는 60건의 데이터로 생성된 모델이 60건에 최적화된 모델일 경우 60건에 대해서는 모델의 예측정확도가 매우 높게 나오지만 새로운 데이터에 대해서는 정확도가 높게 나오지 않는 문제점(과적합 문제)이 발생한다. 이에 40건으로 나뉜 검증용 데이터를 이용하여 모델개발용 데이터의 예측 정확도와 검증용 데이터의 예측정확도를 비교하여 모델의 과적합 문제를 해결한다.

나) 사용변수

(1) 화재강도 + 화재빈도변수 (32개)

(가) 타깃변수(1개) : 화재발생여부

(나) 입력변수(31개) : 위험물대상여부, 화재보험만료일자, 총층수, 지상층수, 지하층수,

건물구조식, 건물구조조, 건물구조증, 연면적, 준공년, 건물주용도, 화기시설, 가스시설, 위험물시설, 전기시설, 연소확대방지_방화구획, 피난설비, 소화기, 수계소화설비_수동식, 수계소화설비_자동식, 가스계소화설비, 자동화재탐지설비, 비상경보설비, 비상방송설비, 자동화재속보설비, 부속실제연, 소화활동_연결송수관, 소화활동_연결살수, 소화활동_연결비상콘센트, 소화활동_무선통신보조, 소화활동_소화용수설비

다) 데이터 전처리

- (1) 결측치를 포함하는 변수의 처리 : 의사결정나무의 경우 특정 타깃변수에 의해 여러 가지 성질의 데이터를 보다 유사한 성질의 소그룹으로 분류하거나 예측하는 것으로써 이상치나 편향된 분포에 민감하지 않으며, 결측치 또한 하나의 노드로 구분이 가능하기 때문에 일부 결측치를 가지는 변수는 회귀모델 개발과 다르게 결측치 제거를 진행하지 않음
- (2) 수치형변수의 데이터 전처리 : 수치형변수의 경우 의사결정나무 모델을 개발 시 바로 사용할 수도 있으나 이를 범주형 변수로 변환하여 모델을 개발하는 것이 더욱 유의미한 모델을 개발할 수 있으므로 수치형변수를 범주형 변수로 변환하는 전처리 작업을 진행

(가) 총 층수

- ① 총 층수 변수의 경우 기초통계분석과 EDA분석을 통하여 도출된 결과를 바탕으로 총 층수의 범주를 정하여 전처리 작업을 진행

총층수
1층이상 3층이하
4층이상 6층이하
7층이상 10층이하
10층이상 15층이하
20층 이상

표 60 총 층수변수 범주

(나) 지상층수

- ① 지상층수 변수의 경우 기초통계분석과 EDA분석에서 총층수와 유사한 결과를 도출하였고 이를 바탕으로 총층수와 동일한 범주를 가지는 변수로 전처리 작업을

진행

지상층수
1층 이상 3층이하
4층 이상 6층이하
7층 이상 10층이하
10층 이상 15층이하
20층 이상

표 61 지상충수 변수 범주

(다) 지하충수

- ① 지하층수 변수의 범주는 기초통계분석과 EDA분석을 통하여 도출된 결과를 바탕으로 지하 층수의 범주를 정하여 전처리 작업을 진행

지하층수
1층 이상 2층이하
3층 이상 5층이하
6층 이상 10층이하
11층 이상

표 62 지하충수 변수 범주

(라) 연면적

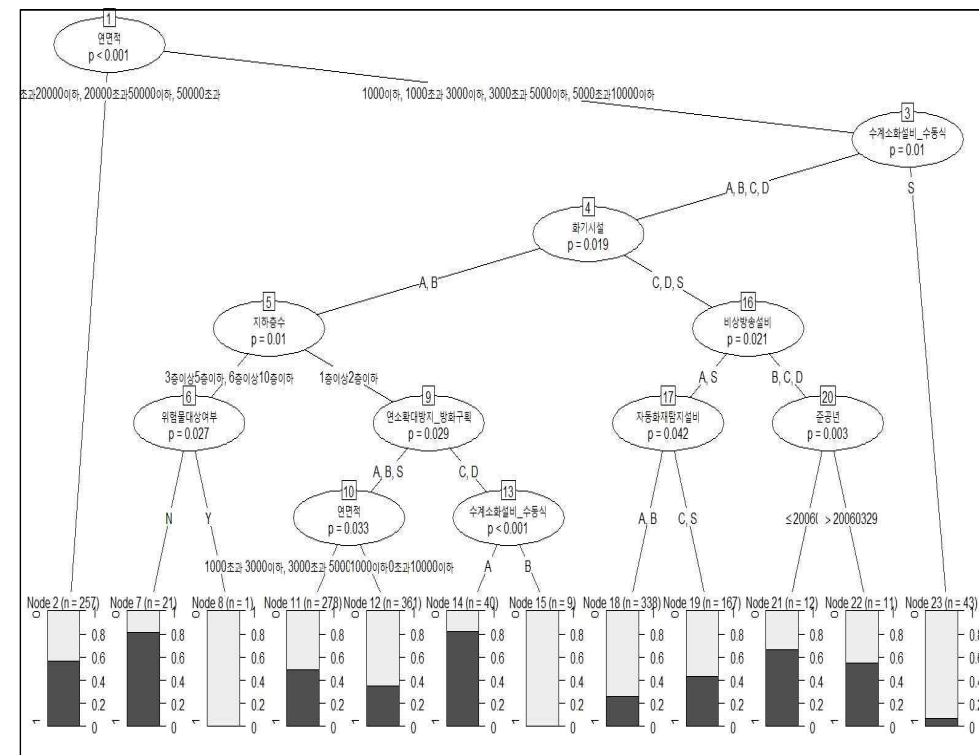
- ① 연면적 변수의 범주는 기초통계분석과 EDA분석을 통하여 도출된 결과를 바탕으로 연면적의 범주를 정하여 전처리 작업을 진행

연령적
1,000이하
1,000초과 3,000이하
3,000초과 5,000이하
5,000초과 10,000이하
10,000초과 20,000이하
20,000초과 50,000이하
50,000초과

표 63 연면적 변수 범주

2) 화재빈도지수 산출을 위한 의사결정나무 모델 개발 및 결과

가) 의사결정나무 모델 결과



의사결정나무 모델 결과

Fitted party:

[1] root

	[2]	연면적	in	10,000초과	20,000이하,	20,000초과	50,000이하,	50,000초과:	1	(n = 257,	err = 43.2%)
	[3]	연면적	in	1,000이하,	1,000초과	3,000이하,	3,000초과	5,000이하,	5,000초과	10,000이하	
		[4]	수계소화설비_수동식	in	A, B, C, D						
			[5]	화기시설	in	A, B					
				[6]	지하층수	in	3층 이상	5층이하,	6층이상	10층이하	
				[7]	위험물대상여부	in	N:	1	(n = 21,	err = 19.0%)	
				[8]	위험물대상여부	in	Y:	0	(n = 1,	err = 0.0%)	

| | | | [9] 지하층수 in 1층 이상 2층이하
 | | | | [10] 연소확대방지_방화구획 in A, B, S
 | | | | | [11] 연면적 in 1,000초과 3,000이하, 3,000초과 5,000이하, 5,000초과10,000이하: 0 (n = 278, err = 49.3%)
 | | | | | [12] 연면적 in 1,000이하: 0 (n = 361, err = 35.2%)
 | | | | | [13] 연소확대방지_방화구획 in C, D
 | | | | | [14] 수계소화설비_수동식 in A: 1 (n = 40, err = 17.5%)
 | | | | | [15] 수계소화설비_수동식 in B: 0 (n = 9, err = 0.0%)
 | | | [16] 화기시설 in C, D, S
 | | | | [17] 비상방송설비 in A, S
 | | | | | [18] 자동화재탐지설비 in A, B: 0 (n = 338, err = 26.3%)
 | | | | | [19] 자동화재탐지설비 in C, S: 0 (n = 167, err = 43.1%)
 | | | | [20] 비상방송설비 in B, C, D
 | | | | | [21] 준공년 <= 20060329: 1 (n = 12, err = 33.3%)
 | | | | | [22] 준공년 > 20060329: 1 (n = 11, err = 45.5%)
 | | [23] 수계소화설비_수동식 in S: 0 (n = 43, err = 7.0%)

Number of inner nodes: 11

Number of terminal nodes: 12

나) 의사결정나무를 통하여 도출된 값을 이용한 화재빈도지수 산출 식

- (1) 의사결정나무를 통하여 도출되는 값은 0~1사이의 값으로 표현되며 이를 0~100사이의 값으로 바꿔서 화재빈도지수를 산출

IV 화재위험도 예측모델 검증 및 결과

1. 화재위험도 예측모델 검증

가. 화재강도지수 예측모델 검증

1) 재산피해 예측 회귀식 검증

가) 재산피해 예측을 위한 회귀모델의 예측결과는 종속변수인 재산피해의 이상치가 반영되어 전체적으로 큰 값의 재산피해금액이 예측이 되었으며 실제 화재발생 건물데이터 1,579건의 실제 데이터와 비교하여 보기위해 예측값과 실제값의 다섯수치 요약을 비교하였음

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
0.00	119.5	550.0	1,2170.0	3,179.0	17,730,000

표 64 화재발생데이터 1589건의 실제 재산피해 다섯수치 요약

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
4,652	27,530	29,240	276,10	29,290	115,200

표 65 화재발생데이터 1,589건의 재산피해 예측금액의 다섯수치 요약

2) 인명피해 예측 회귀식 검증

가) 인명피해 예측을 위한 회귀모델의 예측결과는 대부분 약 0.15명으로 나타나고 있으며 이는 건물별 화재발생 데이터의 기초통계와 일치하는 결과를 나타내고 있으나 종속변수인 인명피해가 대부분 0의 값이며 실제 화재발생시 인명피해가 발생하는 경우는 매우 드물게 발생하므로 발생하는 인명피해의 경우가 반영이 되지 않은 회귀 모델로 볼 수 있으며 예측값의 비교를 위하여 실제 화재발생 건물데이터 1,579건의 실제 인명피해 데이터와 예측값의 다섯수치요약을 비교

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
0.1488	0.1488	0.1489	0.1490	0.1491	0.1493

표 66 화재발생데이터 1589건의 실제 인명피해 다섯수치 요약

Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
0.00	0.00	0.00	0.0589	0.000	39.000

표 67 화재발생데이터 1589건의 인명피해 예측의 다섯수치 요약

나. 화재빈도지수 예측모델 검증

1) 화재빈도지수 예측모델 검증

가) 의사결정나무를 이용한 화재발생확률 예측 모델은 교차검증방법을 이용하여 검증을 진행하는데 교차검증이란 모델 개발 시 검증용으로 나눠두었던 검증용 데이터를 이용하여 화재발생확률을 검증하는 방식

나) 화재빈도지수 예측모델 검증 결과

(1) 모델 개발용 데이터 검증결과

예측 정확도 = $(774+205) / 1,538 = 63.65\%$

도출된 의사결정나무 모델을 이용하여 모델 개발용 데이터에 적용한 결과 모델개발용 데이터에서 실제 미발생 데이터 중 화재 미발생으로 예측한 결과가 744건, 실제 발생 데이터 중 화재발생으로 예측한 것이 205건으로써 총 1,538건의 데이터 중 화재발생과 미발생을 정확하게 예측한 결과가 979건으로 63.65%의 정확도를 보인다.

모델개발용		
예측 \ 실제	미발생	발생
미발생	774	433
발생	126	205

표 68 모델개발용 데이터 예측결과

(2) 모델 검증용 데이터 검증결과

예측 정확도 = $(535+123) / 1,024 = 64.02\%$

도출된 의사결정나무 모델을 이용하여 검증용 데이터에 적용한 결과 검증용 데이터에서 실제 미발생 데이터 중 화재 미발생으로 예측한 결과가 535건, 실제 발생 데이터 중 화재발생으로 예측한 것이 123건으로써 총 1,024건의 데이터 중 화재발생과 미발생을 정확하게 예측한 결과가 658건으로 64.02%의 정확도를 보인다.

검증용		
예측 \ 실제	미발생	발생
미발생	535	301
발생	65	123

표 69 검증용 데이터 예측결과

2. 화재강도지수 화재빈도지수 산출식 및 결과

가. 화재강도지수

1) 화재강도지수 산출식

가) 두 개의 서로 다른 범위를 가지는 값들을 하나의 화재강도지수로 산출하기 위하여 범위 표준화 방식을 통하여 두 개의 서로 다른 값을 표준화하고 표준화된 지수를 합하여 다시 표준화를 거치고 이를 0~100사이의 값을 가지는 지수값으로 변환시켜 화재강도지수를 산출

나) 범위표준화 식 : 표준화된 값(Z) = (원 변수(X) - 최소값(원 변수)) / (최대값(원 변수(X)) - 최소값(원 변수(X)))

나. 화재빈도지수

1) 화재빈도지수 산출식

가) 의사결정나무를 통하여 도출되는 값은 0~1사이의 값으로 표현되며 이를 0~100사이의 값으로 바꿔서 화재빈도지수를 산출

3. 화재위험도 지수산출 및 결과

가. 화재위험도 산출식

1) 화재위험도는 선행연구 다중이용업소 화재위험유발지수 평가에 나오는 화재강도와 화재빈도의 값을 이용한 화재위험도 산출식을 이용하여 화재위험도를 산출

2) 화재위험도 산출식

가) 화재위험도 = $\sqrt{\text{화재강도지수} * \text{화재빈도지수}}$

3) 화재위험도 등급

등급	위험도 점수
1	80점 이상
2	60점 이상 80점미만
3	40점 이상 60점미만
4	20점 이상 40점미만
5	20점미만

표 70 화재위험도 점수에 따른 위험도 등급표

나. 재위험도 산출 결과

- 1) 건물별 화재위험도 산출을 위한 모델의 개발은 화재보험협회 변수의 값을 가지는 6,943 건의 건물정보를 이용하여 다양한 변수가 반영된 모델을 개발하였으며 이 모델을 이용하여 소방민원정보시스템에 등록되어 있는 약 43만 건의 건물에 대한 위험도를 산출
- 2) 화재위험도 산출은 소방민원정보시스템에 등록되어 있는 경기도 건물 약 43만 건에 대하여 화재위험도를 산출하였으며 아래 표는 그 결과의 일부임

주소코드	화재위험도 등급	화재위험도지수	화재강도지수	화재빈도지수
'4111112900102160001055897	3	43.55	45.15	42
'4111113000100090002038017	2	70.22	86.51	57
'4111113000100090002038017	2	68.04	81.21	57
'4111113000100130000037427	2	64.04	71.94	57
'4111113000100400007047632	3	54.95	71.89	42
'4111113000100400007047632	3	54.95	71.89	42
'4111113000100690045045862	3	44.2	46.51	42
'4111113000100690045045862	3	50.72	45.14	57
'4111113000100800023047007	4	37.98	46.52	31
'4111113000102660003043303	2	77.24	71.88	83
'4111113000102660003043303	2	63.39	70.49	57
'4111113000103780000044550	3	51.63	46.76	57
'4111113000103890005043144	3	42.89	43.8	42
'4111113000104350004036774	4	38	46.59	31
'4111113000108700001043345	4	31.5	32	31
'4111113000108710003054030	4	37.99	46.56	31
'4111113000108710004043344	4	37.35	33.21	42
'4111113000108720001043319	4	37.41	45.14	31
'4111113000108720002043607	2	63.38	70.47	57
'4111113000108740002043369	2	64	71.85	57
'4111113000108760006055510	3	54.42	70.51	42
'4111113000108770004043372	3	54.93	71.84	42
'4111113000108810004043390	4	37.5	33.48	42
'4111113000108820005054405	4	32.07	33.17	31
'4111113000108830006043351	4	32.07	33.17	31
'4111113000108830006043351	4	36.55	31.8	42

표 71 건물별 화재 위험도 산출결과

1) 화재위험도 산출결과 분석

- 가) 화재위험도 산출결과에 대한 분석은 화재보험협회 시설물평가등급 값을 가지고 있는 경기도 약 6천 건의 건물에 대한 화재위험도 산출결과를 이용하여 산출결과에 대한 기초통계분석을 진행하였다.

나) 화재위험도 등급에 따른 기초통계분석

위험도등급	건물수
1	23
2	717
3	3,335
4	2,168
5	77

표 72 화재위험도등급에 따른 건물 개수

- (1) 약 6천 건의 건물에 대하여 화재위험도 산출결과 대부분의 건물이 화재위험도 3등급(보통)으로 도출되었으며 위험한 건물로 볼 수 있는 1등급과 2등급의 건물은 약 700건 정도 도출되었다.

다) 화재위험도 1등급 건물에 대한 기초통계분석

지상 층수	지하 층수	연면적	총 층수
10층 이상15층이하 : 0	0층 이상2층이하 : 18	10,000초과20,000이하 : 0	10층 이상15층이하 : 2
15층 이상20층이하 : 0	11층 이상 : 0	1,000이하 : 11	15층 이상20층이하 : 0
1층 이상3층이하 : 13	3층 이상5층이하 : 5	1,000초과3,000이하 : 7	1층 이상3층이하 : 11
20층 이상 : 0	6층 이상10층이하 : 0	20,000초과50,000이하 : 0	20층 이상 : 0
4층 이상6층이하 : 6		3,000초과5,000이하 : 2	4층 이상6층이하 : 6
7층 이상10층이하 : 4		50,000초과 : 0	7층 이상10층이하 : 4
		5,000초과10,000이하 : 3	

표 73 화재위험도 1등급 건물에 대한 기초통계분석표1

화기시설	가스시설	위험물시설	전기시설	연소확대방지_방화구획	피난설비	소화기
A : 17	A : 0	A : 5	A : 12	A : 3	A : 17	A : 12
B : 6	B : 0	B : 1	B : 2	B : 1	B : 3	B : 0
C : 0	S : 0	C : 0	C : 0	C : 18	C : 0	C : 0
D : 0	NA's : 23	S : 3	D : 0	D : 1	S : 3	D : 0
S : 0		NA's : 14	S : 9	S : 0		S : 11

표 74 화재위험도 1등급 건물에 대한 기초통계분석표2

- (1) 화재위험도 1등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 1등급을 받은 건물의 대부분의

화기시설과 전기시설, 피난설비에 대한 평가 등급이 A급으로 높게 나왔으며 소화기의 경우 전부 S또는 A급의 평가를 받았다.

수계소화설비_수동식	수계소화설비_자동식	가스계소화설비	자동화재탐지설비	비상경보설비
A : 20	A : 8	A : 2	A : 0	A : 4
B : 3	B : 1	B : 0	B : 0	B : 0
C : 0	C : 0	C : 2	C : 18	C : 1
D : 0	D : 0	S : 0	D : 5	D : 0
S : 0	S : 0	NA's : 19	S : 0	S : 6
	NA's : 14			NA's : 12

표 75 화재위험도 1등급 건물에 대한 기초통계분석표3

- (2) 화재위험도 1등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 1등급을 받은 건물의 수계소화설비_수동식, 수계소화설비_자동식은 데이터 값이 없는 건물을 제외하고는 A급의 비율이 높았으며 자동화재탐지설비의 경우 대부분이 C와 D등급을 받은 건물로써 화재위험도 1등급에 자동화재탐지설비의 등급이 중요한 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

비상방송설비	자동화재속보설비	부속실제연	소화활동_연결송수관	소화활동_연결살수.
A : 4	A : 0	A : 2	A : 0	A : 1
B : 0	B : 0	B : 1	B : 0	B : 0
C : 1	C : 18	S : 2	S : 7	C : 0
D : 0	D : 5	NA's : 18	NA's : 16	S : 3
S : 6	S : 0			NA's : 19
NA's : 12				

표 76 화재위험도 1등급 건물에 대한 기초통계분석표4

- (3) 화재위험도 1등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 1등급을 받은 건물의 비상방송설비, 제연설비, 소화활동_연결송수관설비, 소화활동 연결살수설비의 등급이 데이터 값이 없는 건물을 제외하고 S와 A급의 비율이 높았으며 자동화재속보설비의 경우 1등급의 위험도를 가진 건물들의 대부분이 C와 D등급의 낮은 평가 등급을 받은 것을 알 수 있다.

소화활동_연결비상콘센트	소화활동_무선통신보조	소화활동_소화용수설비
A : 0	A : 0	A : 0
B : 0	B : 0	B : 0
S : 5	S : 5	S : 11
NA's : 18	NA's : 18	NA's : 12

표 77 화재위험도 1등급 건물에 대한 기초통계분석표5

- (4) 화재위험도 1등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 1등급을 받은 건물의 대부분의 소화활동_연결비상콘센트, 소화활동_무선통신보조, 소화활동_소화용수설비의 평가등급은 데이터가 없는 건물을 제외하고 전무 S등급을 받은 것을 알 수 있다.
- (5) 화재위험도 1등급 건물에 대한 기초통계 분석 결과 저층 건물중 연면적이 작은 건물들이 대부분 높은 위험도를 가지고 있는 것을 알 수 있었으며 이 중 자동화재탐지설비, 자동화재 속보설비의 평가등급이 매우 낮게 평가 된 것을 알 수 있었다.

가) 화재위험도 2등급 건물에 대한 기초통계분석

지상 층수	지하 층수	연면적	총 층수
10층 이상15층이하 : 73	0층 이상2층이하 : 587	10,000초과20,000이하 : 158	10층 이상15층이하 : 73
15층 이상20층이하 : 26	11층 이상 : 0	1,000이하 : 270	15층 이상20층이하 : 51
1층 이상3층이하 : 382	3층 이상5층이하 : 111	1,000초과3,000이하 : 82	1층 이상3층이하 : 346
20층 이상 : 24	6층 이상10층이하 : 19	20,000초과50,000이하 : 90	20층 이상 : 47
4층 이상6층이하 : 131		3,000초과5,000이하 : 30	4층 이상6층이하 : 122
7층 이상10층이하 : 81		50,000초과 : 43	7층 이상10층이하 : 78
		5,000초과10,000이하 : 44	

표 78 화재위험도 2등급 건물에 대한 기초통계분석표1

화기시설	가스시설	위험물시설	전기시설	연소확대방지_방화구획	피난설비	소화기
A : 492	A : 3	A : 67	A : 325	A : 360	A : 300	A : 142
B : 105	B : 2	B : 8	B : 50	B : 187	B : 66	B : 15
C : 7	S : 12	C : 1	C : 3	C : 121	C : 9	C : 1
D : 0	NA's : 700	S : 88	D : 0	D : 5	S : 342	D : 0
S : 111		NA's : 553	S : 338	S : 44		S : 559
NA's : 2			NA's : 1			

표 79 화재위험도 2등급 건물에 대한 기초통계분석표2

- (1) 화재위험도 2등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 2등급을 받은 건물 중 표82의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

수계소화설비_수동식	수계소화설비_자동식	가스계소화설비	자동화재탐지설비	비상경보설비
A : 466	A : 304	A : 55	A : 49	A : 193
B : 92	B : 74	B : 29	B : 397	B : 37
C : 10	C : 2	C : 5	C : 232	C : 4
D : 3	D : 0	S : 13	D : 31	D : 9
S : 5	S : 3	NA's : 615	S : 8	S : 250
NA's : 141	NA's : 334			NA's : 224

표 80 화재위험도 2등급 건물에 대한 기초통계분석표3

- (2) 화재위험도 2등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 2등급을 받은 건물 중 표83의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다. 하지만 자동화재 탐지설비의 경우 B와 C의 등급이 높은 비율로 나오는 것을 알 수 있다.

비상방송설비	자동화재속보설비	부속실제연	소화활동_연결승수관	소화활동_연결살수.
A : 193	A : 49	A : 115	A : 3	A : 9
B : 37	B : 397	B : 19	B : 0	B : 4
C : 4	C : 232	S : 84	S : 310	C : 2
D : 9	D : 31	NA's : 499	NA's : 404	S : 54
S : 250	S : 8			NA's : 648
NA's : 224				

표 81 화재위험도 2등급 건물에 대한 기초통계분석표4

- (3) 화재위험도 2등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 2등급을 받은 건물 중 표84의

설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받았으나 자동화재 속보설비의 경우 B와 C등급의 평가의 비율이 높은 것을 알 수 있다.

소화활동_연결비상콘센트	소화활동_무선통신보조	소화활동_소화용수설비
A : 1	A : 0	A : 4
B : 0	B : 0	B : 1
S : 220	S : 237	S : 441
NA's : 496	NA's : 480	NA's : 271

표 82 화재위험도 2등급 건물에 대한 기초통계분석표5

- (4) 화재위험도 2등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 2등급을 받은 건물 중 표85의 설비들 대부분이 S급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.
- (5) 화재위험도 2등급 건물에 대한 기초통계 분석 결과 대부분의 시설이 S 또는 A등급의 높은 평가를 받았으나 자동화재탐지설비, 자동화재 속보설비의 평가등급이 B 또는 C등급의 비율이 높은것 알 수 있다.

나) 화재위험도 3등급 건물에 대한 기초통계분석

지상 층수	지하 층수	연면적	총 층수
10층 이상15층이하 : 150	0층 이상2층이하 : 3136	10,000초과20,000이하 : 254	10층 이상15층이하 : 148
15층 이상20층이하 : 115	11층 이상 : 1	1,000이하 : 1612	15층 이상20층이하 : 133
1층 이상3층이하 : 2,221	3층 이상5층이하 : 169	1,000초과3,000이하 : 558	1층 이상3층이하 : 1,972
20층 이상 : 72	6층 이상10층이하 : 29	20,000초과50,000이하 : 152	20층 이상 : 132
4층 이상6층이하 : 594		3,000초과5,000이하 : 380	4층 이상6층이하 : 747
7층 이상10층이하 : 183		50,000초과 : 80	7층 이상10층이하 : 203
		5,000초과10,000이하 : 299	

표 83 화재위험도 3등급 건물에 대한 기초통계분석표1

화기시설	가스시설	위험물시설	전기시설	연소확대방지_방화구획	피난설비	소화기
A : 2,155	A : 56	A : 267	A : 1,259	A : 2,068	A : 1,170	A : 518
B : 241	B : 3	B : 11	B : 108	B : 919	B : 99	B : 47
C : 10	S : 120	C : 4	C : 9	C : 47	C : 10	C : 5
D : 4	NA's : 3,156	S : 504	D : 1	D : 6	S : 2,056	D : 1
S : 899		NA's : 2549	S : 1,958	S : 295		S : 2,764
NA's : 26						

표 84 화재위험도 3등급 건물에 대한 기초통계분석표2

(1) 화재위험도 3등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 3등급을 받은 건물 중 표87의 설비를 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

수계소화설비_수동식	수계소화설비_자동식	가스계소화설비	자동화재탐지설비	비상경보설비
A : 2,614	A : 1,212	A : 243	A : 1,636	A : 649
B : 358	B : 173	B : 91	B : 1,252	B : 63
C : 53	C : 18	C : 12	C : 204	C : 10
D : 13	D : 6	S : 49	D : 14	D : 4
S : 70	S : 20	NA's : 2,940	S : 157	S : 1,384
NA's : 227	NA's : 1,906		NA's : 72	NA's : 1,225

표 85 화재위험도 3등급 건물에 대한 기초통계분석표3

(2) 화재위험도 3등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 3등급을 받은 건물 중 표88의 설비를 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

비상방송설비	자동화재속보설비	부속실제연	소화활동_연결송수관	소화활동_연결살수
A : 649	A : 1,636	A : 336	A : 10	A : 103
B : 63	B : 1,252	B : 30	B : 2	B : 30
C : 10	C : 204	S : 285	S : 1,040	C : 3
D : 4	D : 14	NA's : 2,684	NA's : 2,283	S : 337
S : 1,384	S : 157			NA's : 2,862
NA's : 1,225	NA's : 72			

표 86 화재위험도 3등급 건물에 대한 기초통계분석표4

(3) 화재위험도 3등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 3등급을 받은 건물 중 표89의 설비를 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다. 하지만 자동화 재속보설비의 경우 A급과 B급의 비율이 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

소화활동_연결비상콘센트	소화활동_무선통신보조	소화활동_소화용수설비
A : 5	A : 1	A : 17
B : 2	B : 0	B : 8
S : 694	S : 660	S : 1,752
NA's : 2,634	NA's : 26,74	NA's : 1,558

표 87 화재위험도 3등급 건물에 대한 기초통계분석표5

(4) 화재위험도 3등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 3등급을 받은 건물 중 표90의 설비를 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

지상 층수	지하 층수	연면적	총 층수
10층 이상15층이하 : 80	0층 이상2층이하 : 2123	10,000초과20,000이하 : 4	10층 이상15층이하 : 52
15층 이상20층이하 : 85	11층 이상 : 2	1,000이하 : 1238	15층 이상20층이하 : 106
1층 이상3층이하 : 1,597	3층 이상5층이하 : 37	1,000초과3,000이하 : 374	1층 이상3층이하 : 1420
20층 이상 : 21	6층 이상10층이하 : 6	20,000초과50,000이하 : 13	20층 이상 : 48
4층 이상6층이하 : 321		3,000초과5,000이하 : 249	4층 이상6층이하 : 456
7층 이상10층이하 : 64		50,000초과 : 1	7층 이상10층이하 : 86
		5,000초과10,000이하 : 289	

표 88 화재위험도 4등급 건물에 대한 기초통계분석표1

화기시설	가스시설	위험물시설	전기시설	연소확대방지_방화구획	피난설비	소화기
A : 373	A : 43	A : 169	A : 496	A : 1,219	A : 902	A : 398
B : 31	B : 8	B : 9	B : 56	B : 374	B : 28	B : 11
C : 14	S : 46	C : 1	C : 2	C : 66	C : 2	C : 2
D : 0	NA's : 2,071	S : 306	D : 0	D : 2	S : 1,236	D : 0
S : 1,726		NA's : 1,683	S : 1,614	S : 507		S : 1,757
NA's : 24						

표 89 화재위험도 4등급 건물에 대한 기초통계분석표2

(5) 화재위험도 4등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 4등급을 받은 건물 중 표92의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

수계소화설비_수동식	수계소화설비_자동식	가스계소화설비	자동화재탐지설비	비상경보설비
A : 1,830	A : 1,084	A : 153	A : 1,388	A : 236
B : 265	B : 186	B : 38	B : 36	B : 0
C : 5	C : 2	C : 25	C : 1	C : 0
D : 0	D : 0	S : 23	D : 0	D : 0
S : 68	S : 33	NA's : 1,929	S : 742	S : 831
	NA's : 863		NA's : 1	NA's : 1,101

표 90 화재위험도 4등급 건물에 대한 기초통계분석표3

(6) 화재위험도 4등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 4등급을 받은 건물 중 표93의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

비상방송설비	자동화재속보설비	부속실제연	소화활동_연결송수관	소화활동_연결살수.
A : 236	A : 1,388	A : 439	A : 23	A : 42
B : 0	B : 36	B : 68	B : 0	B : 12
C : 0	C : 1	S : 290	S : 1,007	C : 0
D : 0	D : 0	NA's : 1,371	NA's : 1,138	S : 341
S : 831	S : 742			NA's : 1,773
NA's : 1,101	NA's : 1			

표 91 화재위험도 4등급 건물에 대한 기초통계분석표4

(7) 화재위험도 4등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 4등급을 받은 건물 중 표94의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

소화활동_연결비상콘센트	소화활동_무선통신보조	소화활동_소화용수설비
A : 1	A : 6	A : 4
B : 0	B : 2	B : 2
S : 873	S : 637	S : 1,482
NA's : 1,294	NA's : 1,523	NA's : 680

표 92 화재위험도 4등급 건물에 대한 기초통계분석표5

(8) 화재위험도 4등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 4등급을 받은 건물 중 표95의

설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

다) 재위험도 5등급 건물에 대한 기초통계분석

지상 층수	지하 층수	연면적	총 층수
10층 이상15층이하 : 0	0층 이상2층이하 : 76	10,000초과20,000이하 : 1	10층 이상15층이하 : 0
15층 이상20층이하 : 0	11층 이상 : 1	1,000이하 : 49	15층 이상20층이하 : 0
1층 이상3층이하 : 77	3층 이상5층이하 : 0	1,000초과3,000이하 : 13	1층 이상3층이하 : 75
20층 이상 : 0	6층 이상10층이하 : 0	20,000초과50,000이하 : 0	20층 이상 : 1
4층 이상6층이하 : 0		3,000초과5,000이하 : 7	4층 이상6층이하 : 1
7층 이상10층이하 : 0		50,000초과 : 0	7층 이상10층이하 : 0
		5,000초과10,000이하 : 7	

표 93 화재위험도 5등급 건물에 대한 기초통계분석표1

화기시설	가스시설	위험물시설	전기시설	연소확대방지_방화구획	피난설비	소화기
A : 35	A : 2	A : 9	A : 25	A : 51	A : 8	A : 5
B : 1	B : 0	B : 0	B : 0	B : 22	B : 0	B : 0
C : 0	S : 0	C : 0	C : 0	C : 0	C : 0	C : 0
D : 0	NA's : 75	S : 11	D : 0	D : 0	S : 69	D : 0
S : 41		NA's : 57	S : 52	S : 4		S : 72

표 94 화재위험도 5등급 건물에 대한 기초통계분석표2

(1) 화재위험도 5등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 5등급을 받은 건물 중 표97의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

수계소화설비_수동식	수계소화설비_자동식	가스계소화설비	자동화재탐지설비	비상경보설비
A : 2	A : 13	A : 9	A : 53	A : 0
B : 0	B : 0	B : 0	B : 18	B : 2
C : 0	C : 0	C : 0	C : 1	C : 0
D : 0	D : 0	S : 0	D : 0	D : 2
S : 75	S : 10	NA's : 68	S : 5	S : 71
	NA's : 54			NA's : 2

표 95 화재위험도 5등급 건물에 대한 기초통계분석표3

(2) 화재위험도 5등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 5등급을 받은 건물 중 표98의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

비상방송설비	자동화재속보설비	부속설제연	소화활동_연결송수관	소화활동_연결살수.
A : 0	A : 53	A : 1	A : 0	A : 0
B : 2	B : 18	B : 1	B : 0	B : 0
C : 0	C : 1	S : 1	S : 5	C : 0
D : 2	D : 0	NA's : 74	NA's : 72	S : 2
S : 71	S : 5			NA's : 75
NA's : 2				

표 96 화재위험도 5등급 건물에 대한 기초통계분석표4

(3) 화재위험도 5등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 5등급을 받은 건물 중 표99의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

소화활동_연결비상콘센트	소화활동_무선통신보조	소화활동_소화용수설비
A : 0	A : 0	A : 0
B : 0	B : 0	B : 0
S : 3	S : 5	S : 44
NA's : 74	NA's : 72	NA's : 33

표 97 화재위험도 5등급 건물에 대한 기초통계분석표5

(4) 화재위험도 5등급의 건물에 대한 기초통계 분석결과 5등급을 받은 건물 중 표100의 설비들 대부분이 S 또는 A급의 높은 평가를 받은 것을 알 수 있다.

V 결론

가. 본 연구의 목적은 기존에 있던 소방 및 건물관련 데이터를 빅데이터 분석 방법을 활용한 건축물의 화재 위험도 분석 및 예측 모델 개발에 있으며 건물별 화재위험도를 예측하고 이를 바탕으로 화재위험도 분석에 따른 위험지역 분포 관리, 화재취약대상 특별조사 정보관리에 이용하여 건물별 화재에 대한 집중적이고 적극적인 예방활동을 수행함으로써 소방행정력의 효율적인 배분에 활용

- 1) 화재위험도를 예측하기 위하여 먼저 기존에 진행한 화재위험도에 관련된 선행연구를 조사하고 분석하여 건물별 화재위험도를 산출하는 기준을 정함
- 2) 본 분석에서 건물별 화재위험도는 건물에 화재가 발생하였을 때 인명과 재산의 피해가 어느 정도 발생할 것인지를 나타내는 화재강도와 건물의 화재발생 확률이 얼마나 되는지에 대한 화재빈도로 나누고 이 두 가지를 이용하여 화재 위험도를 산출하는 것으로 목표를 설정
- 3) 건물별 화재위험도 예측을 위하여 화재 강도측면과 화재 빈도측면에서의 고려해야 할 사항들을 반영한 변수 군을 각각 선정하였으며 화재 강도에 영향을 미치는 화재강도변수 31개, 화재 빈도에 영향을 미치는 화재빈도변수 16개를 도출하였으며 화재강도를 예측하기 위하여 재산피해와 인명피해의 변수 2개를 종속변수로 설정하여 총 49개 변수를 도출
- 4) 데이터는 기존에 국민안전처가 보유하고 있는 소방관련 시스템(소방민원정보 시스템, 국가화재정보시스템 등)에서 건물들에 대한 데이터와 화재발생데이터를 수집하였으며 추가로 한국화재보험협회에서 건물별 시설물에 대한 평가데이터를 수집하여 건물특성 및 건물에 설치되어 있는 소방시설물에 대한 점검결과 등을 활용하여 화재위험도를 분석
- 5) 분석의 기준은 경기도에 존재하는 건물에 대한 데이터를 기준으로 하였으며 수집된 데이터를 하나의 건물에 대한 정보로 통합하고 화재발생 건물에 대한 데이터를 만들어 화재위험도 예측 모델 개발에 앞서 화재발생 건물에 대한 기초통계분석, EDA(탐색적 데이터 분석), 종속변수(재산피해, 인명피해)에 대한 상관관계 분석 등을 수행하여 화재위험도 모델 개발에 참고함

- 6) 건물별 화재 위험도를 산출하기 위하여 먼저 화재강도지수는 재산과 인명피해를 종속변수로 하는 선형회귀모델을 이용하여 예측을 하였고 화재 발생확률을 나타내는 화재 빈도지수는 의사결정나무 모델을 이용하여 예측을 진행함
- 7) 화재강도지수 산출을 위하여 재산피해를 예측하는 선형회귀모델과 인명피해를 예측하는 선형회귀 모델을 만들었으며 재산피해를 예측하는 선형회귀 모델의 경우 수집된 데이터에 재산피해액이 비슷한 건물임에도 실제 재산피해액이 상이하며 데이터상에 음수값을 가지는 데이터, 중간값을 훨씬 초과하는 이상치가 존재하여 실제 예측의 정확도는 높지 않게 나타남. 또한 인명피해의 경우 실제 데이터의 대부분의 값이 0명으로 존재하며 실제 건물에 화재발생이 인명피해가 발생하는 경우는 매우 드문 경우로 나타나기 때문에 회귀식을 활용한 예측이 유의미하다고 보기 어려움
- 8) 의사결정나무를 이용한 화재 빈도 예측의 경우 화재발생 건물과 화재 미발생 건물의 데이터를 이용하여 건물의 화재발생 특징을 기계학습을 통해 학습 시키고 그 결과를 바탕으로 화재 미발생 건물의 정보를 입력하여 해당건물의 화재발생확률을 도출. 이 또한 실제 발생확률이 90%라 할지라도 무조건 불이 나는 것이 아니기 때문에 이에 대한 해석은 “화재발생 확률이 높으므로 예방에 힘써야 하는 건물”과 같은 방식으로 이루어져야 함