

빅데이터 분석을 활용한 재해 분야별 안전지수 서비스 모델 연구

A Study on the Safety Index Service Model by Disaster Sector using Big Data Analysis

정명균¹ · 이석형² · 김창수^{3*}Myoung Gyun Jeong¹, Seok Hyung Lee², Chang Soo Kim^{3*}¹Lecturer, Information & Computer Center, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea²Doctorate Completion, Department of Information Systems, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea³Full Professor, Department of IT Convergence and Application Engineering, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

*Corresponding author: Chang Soo Kim, cskim@pknu.ac.kr

ABSTRACT

Purpose: This study builds a database by collecting and refining disaster occurrence data and real-time weather and atmospheric data. In conjunction with the public data provided by the API, we propose a service model for the Big Data-based Urban Safety Index. **Method:** The plan is to provide a way to collect various information related to disaster occurrence by utilizing public data and SNS, and to identify and cope with disaster situations in areas of interest by real-time dashboards. **Result:** Compared with the prediction model by extracting the characteristics of the local safety index and weather and air relationship by area, the regional safety index in the area of traffic accidents confirmed that there is a significant correlation with weather and atmospheric data. **Conclusion:** It proposed a system that generates a prediction model for safety index based on machine learning algorithm and displays safety index by sector on a map in areas of interest to users.

Keywords: Regional Safety Index, Big Data Analysis, Machine Learning Algorithm, Urban Safety Index, Public Data Analysis

요약

연구목적: 본 연구는 재난 발생 데이터와 실시간 기상·대기 관련 데이터를 수집하고 정제과정을 통하여 데이터베이스를 구축하고, API로 제공되는 공공 데이터와 연계하여 빅 데이터 기반의 도시안전지수의 서비스 모델을 제안하고자 한다. **연구방법:** 재난 발생과 관련한 다양한 정보를 공공 데이터와 SNS를 활용하여 수집하고, 기계학습 알고리즘으로 분석한 결과를 중심으로 이용자 관심지역의 재난상황을 실시간 대시보드로 확인하고 대처하는 방법을 제공하고자 한다. **연구결과:** 분야별 지역안전지수와 기상·대기의 상관관계가 높은 속성을 추출하여 예측모델과 비교하면 교통사고 분야의 지역안전지수는 기상·대기 데이터와 상당한 상관관계가 있음을 확인하였다. **결론:** 기계학습 알고리즘 기반의 안전지수 예측모델을 생성하여 이용자 관심 지역에 분야별 안전지수를 지도에 표시하는 시스템을 제안하였다.

핵심용어: 지역안전지수, 빅 데이터 분석, 기계학습 알고리즘, 도시안전지수, 공공데이터 분석

Received | 7 August, 2020

Revised | 21 December, 2020

Accepted | 30 December, 2020

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

정보통신기술, 인공지능 등 과학기술이 급속하게 발전하면서 현대사회는 날로 복잡해지고 있으며, 이에 따른 도시 환경의 변화와 이상 기후로 인한 자연재해 및 인적 재난이 지속적으로 증가하고 있다. 재난의 발생 빈도가 많아짐에 따라 재난 발생 유형의 다양화와 피해규모의 증가로 인한 지역 사회 안전망에 대한 불안감이 증가되고 있다. 최근 코로나19와 같은 신종바이러스의 출현으로 감염병의 증가와 세월호 사고, 지진, 화재, 유조선의 기름 유출 등 대규모의 자연 및 인적 재난의 발생으로 국가와 지역사회의 불안은 더욱 커지고 있다. 특히, 부산의 경우 산과 바다로 형성된 배산 임해의 지형적 특성으로 주거형태와 도로망이 상당히 비정형적으로 형성되어 돌발적 재난이 발생할 경우 그 피해규모가 심각할 수 있다[3]. 이러한 지형적인 특성으로 인해 발생하는 재난을 해결하기 위한 시도로 도시방재분야 및 지역안전 분야에 빅 데이터와 인공지능 기술을 활용하려는 연구들이 진행되고 있다[3,9].

현대사회는 정보통신기술의 발전과 소셜 네트워크 서비스(Social Network Services, SNS)의 빠른 성장으로 공공데이터를 포함한 빅 데이터와 인공지능기술을 활용한 사회안전망 강화가 새로운 화두로 떠오르고 있다. SNS는 그 플랫폼이 제공하는 양방향성 소통과 실시간 정보전달 능력, 정보의 공유와 같은 특징을 활용하여 빠르게 변화하는 재난 상황에 신속하고 정확하게 재난의 정보와 피해상황 및 대피방법을 공유하여 국민과 소통할 수 있는 새로운 매체의 가능성을 보이고 있다.

SNS는 공유와 소통 등 다양한 장점도 있지만 정보의 비신뢰성과 같은 단점이 있으며, 이로 인하여 재난의 정보가 왜곡되어 확산될 경우 재난 상황이 악화될 수 있다[3]. 이러한 문제점을 극복하기 위한 방법으로 과거 재난 이력데이터와 실시간 발생하는 다양한 정보를 활용하여 정확한 예측데이터를 생성한다면 재난 상황에 SNS의 활용 가능성이 증가될 것으로 예상되며 이에 대한 지역사회의 다양한 연구가 진행되고 있다.

연구방법

최근 신종 바이러스로 인한 감염병 등 신종 재난과 복합성 재난의 발생이 지속적으로 증가하고 있으며, 발생 재난의 규모 또한 대형화되고 있는 상황이다. 재난 발생과 관련한 다양한 정보를 정보기술과 SNS를 활용하여 이용자 관심지역의 재난정보를 실시간 대시보드로 확인하고 대처하는 방법을 제공할 필요가 있다.

본 논문에서는 재난 관련 이력데이터와 실시간으로 수집된 기상·대기 데이터를 기반으로 데이터베이스로 구축하고, Open-API로 제공되는 안전 분야별 발생건수 및 인구통계 등의 속성 데이터와 연동하여 빅 데이터 기반에서 안전지수가 반영된 도시안전 서비스를 제공하는 모델을 제안하는 것을 목적으로 한다.

이론적 배경

재난의 정의

일반적으로 재난의 개념과 정의는 기본적으로 「재난 및 안전관리 기본법」에서 정의하고 있다. 재난 및 안전관리에 관한 기본법에서 각종 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명과 신체 및 재산을 보호하기 위하여 국가와 지방자치단체는 재난 및 안전관리체계를 확립하고, 재난의 예방·대비·대응·복구와 그 밖의 재난 및 안전관리에 필요한 사항을 규정하고 있으며, 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조에서 ‘재난’은 국민의 생명과 신체 및 재산에 피해를 줄 수 있는 것으로, Table 1에서 보는 바와 같이 행정안전부 재난안전포털에서 제시하는 자연재난과 사회재난으로 구분하고 있다[12].

Table 1. Type of disaster

유형	정의
자연재난	<ul style="list-style-type: none"> 태풍, 홍수, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사, 적조 그 밖의 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해
사회재난	<ul style="list-style-type: none"> 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화생방사고, 환경오염사고, 그밖에 이와 유사한 사고로 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해(인적재난) 에너지, 통신, 교통, 금융, 의료, 수도 등 국가기반체계 마비와 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병 또는 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병 확산 등으로 인한 피해(사회적 재난)

출처: 국민재난안전포털

빅 데이터

가트너의 연구보고서에 의하면 현재 가장 많이 사용되는 빅 데이터의 특징을 3V, 즉 Volume, Variety, Velocity의 세 가지로 정의하고 있다. 2012년 가트너 그룹은 기존의 빅 데이터에 대한 정의를 다음과 같이 개정했다[3]. “빅 데이터는 큰 용량, 빠른 속도, 다양성이 높은 정보 자산이다. 이것으로 의사 결정 및 통찰 발견, 프로세스 최적화를 향상시키려면 새로운 데이터 형태의 처리 방식이 필요하다”. IBM은 여기에 정확성(Veracity)의 요소를 추가하여 4V로 정의하고 있으며, 최근에는 가치(Value)를 포함하여 5V로 정의하기도 한다[13,14].

기계학습(Machine Learning)

기계학습은 명시적으로 프로그래밍 하는 것이 아니라 기계가 스스로 학습할 수 있도록 알고리즘과 기술을 개발하는 분야로써, “환경과의 상호작용에 기반을 둔 경험적인 데이터로부터 스스로 성능을 향상시키는 시스템을 연구하는 과학과 기술”로 정의될 수 있다. 여기에서 주목해야 할 것은 기계학습 시스템이 환경, 데이터 및 성능의 요소를 가지고 있다는 것이다. 기계학습 환경은 시스템으로부터 독립된 존재가 아니라 상호작용할 수 있는 대상이 있다는 것이며, 상호작용의 방법에 따라 경험하게 되는 데이터가 각각 다르다. 기계학습 시스템은 문제해결을 수행하는 과정에서 수행의 성능이 지속적으로 향상 된다.

지역안전지수

지역안전지수는 안전에 관한 각종 통계자료를 활용하여 자치단체별로 안전지수를 계량화한 등급으로 「재난 및 안전관리 기본법」 제66조의 10에 근거하여 자치단체별로 지역안전지수(Regional Safety Index : 이하 RSI)를 산출하여 공표하였다. 교통사고, 화재, 감염병, 자살, 생활안전, 범죄, 자연재해 등 7개 분야로 2010년에서 2014년까지 5년간 데이터를 수집하고 분석하여 1에서 5등급으로 등급화 하여 지역안전지수를 개발하였다[3]. 이러한 지역안전지수는 자치단체의 분야별 안전수준을 상호 비교할 수 있어 자치단체의 안전관리 책임성을 강화하고 취약분야에 대한 개선 사업 등 자율적 개선 유도를 목적으로 하고 있다. Fig. 1은 2019년 부산시의 자연재해 분야의 지역안전지수를 표시하고 있으며, 강성구와 영도구가 5등급으로 높으며, 대부분의 구는 2~3등급의 수준으로 표시된다.



Fig. 1. Regional safety index for natural disaster in Busan metropolitan area

지역안전지수와 기상과의 관계

현재 지역안전지수와 기상과의 관계는 교통사고, 자연재해, 범죄, 화재 등을 중심으로 기상과의 연관성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 교통사고의 경우 강수량과, 계절적인 요인이 교통사고 발생률을 높인다는 연구 결과가 제시되고 있다[2]. 교통사고의 위험지역 분석을 지역에서 도로 구간별로 더욱 세분화하여 사고 연관성을 분석해야 한다는 의견이 제시되고 있으며, 또한 기상요인이 교통사고의 발생에 미치는 영향에 대한 연구 결과를 제시하였다[3]. 부산 해운대구의 남대로와 해운대로 중심으로 교통사고 발생 데이터와 해운대 지역의 상세 기상 관측 자료를 활용하여 분석한 결과에 따르면 강수 및 기온이 교통사고의 발생과 상관관계가 있는 것으로 확인 되었다[3]. 또한, 실시간 강수량을 활용하여 이용자에게 침수가 예측되는 도로상황을 미리 알려 사전에 침수 지역을 우회할 수 있도록 도로별 침수 위험 지수 개발에 대한 연구도 진행되고 있다[3].

3. 안전지수서비스 시스템 제안

안전지수서비스 모델 제안

본 절은 본 연구의 안전지수 서비스 모델을 제안한 것으로 Fig. 2는 이용자의 현재 위치를 기반으로 관심지역에 대한 안전지수 서비스 모델을 구상하기 위해 고려된 내용이다. 이를 위해 본 연구에서는 교통사고 안전지수를 위해 해당 위치별 사고 발생 건수와 기상대기 데이터 및 SNS 데이터를 수집하고, 정형 데이터로의 정제와 결측치 및 이상데이터에 대한 전처리 과정을 수행하고 빅 데이터 저장 시스템에 저장한다.

다음은 데이터 분석 시스템으로 데이터를 안전 분야별로 구분하여 통계데이터와 연관성 분석을 바탕으로 기계학습 알고리즘으로 관련성 분석 작업과 SNS 데이터 분석 작업을 수행하여 안전 분야별로 데이터 표시 모델을 생성한다. 이러한 과정에서 안전 분야와 관련성이 약한 속성은 제거되고 새로운 속성으로 변환하게 된다. 이렇게 생성된 모델을 기반으로 이용자 현재 위치와 관심지역에 따라 재난분류별로 등급이 지도 위에 표시하여 사용자들의 관심도를 유도하고자 한다.

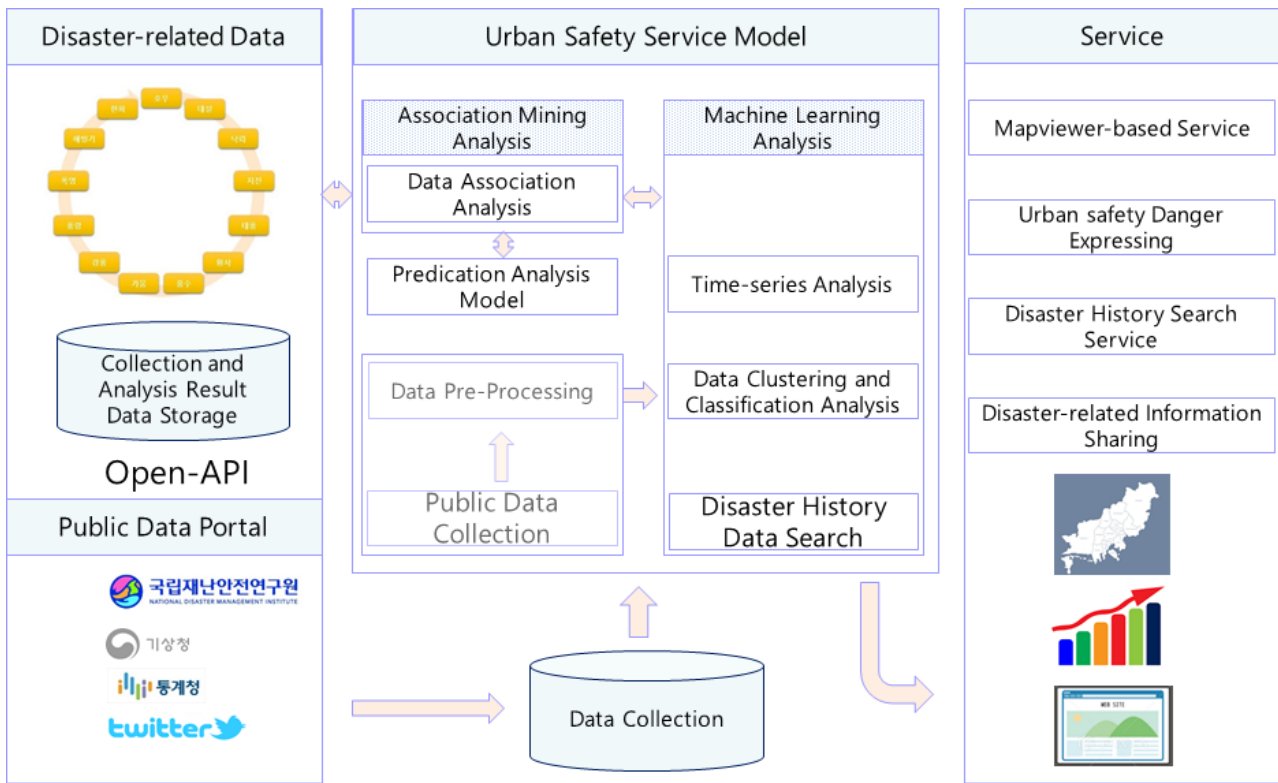


Fig. 2. Urban safety service model construction

재난을 중심으로 관련 데이터를 수집한 후 데이터베이스에 저장하고, 기상, 미세먼지, 재난 데이터를 비롯하여 실시간으로 SNS 데이터를 수집하여 저장한다.

데이터 수집

본 연구는 안전지수 서비스 모델을 제시하기 위해 Table 2에 있는 날씨, 교통, 범죄, 화재 등의 공공 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 부산지역을 중심으로 재해 분야별 안전지수를 산출하기 위해 주요 내용들과 수집경로를 나타내고 있다[7,13].

데이터 전처리 과정

기상대기 데이터와 지역안전지수 데이터를 이용하여 기계학습 알고리즘을 사용하여 데이터를 분석하려면 먼저 데이터 전처리 과정을 수행해야 한다. 본 논문에서는 교통사고를 중심으로 사고의 발생건수와 기상대기 데이터의 관련성을 분석하는 과정을 제시한다. 먼저 교통사고 발생 건수와 기상대기 데이터의 조합을 위하여 입력 및 참조 데이터의 코드와, 동 코드 참조 데이터를 중심으로 테이블을 구성하고, 기상 관측지점 참조 데이터, 대기 입력 데이터, 대기 관측지점 참조 데이터 등의 데이터 구조를 사용하여 동별, 위치별로 해당 기상대기 데이터 정보를 쉽게 조회할 수 있게 하였다.

Table 2. Data collection information

Type	Data	Collection Sites
Weather	Temperture, Rainfall, Humidity, Weather index	Weather Data Portal (https://data.kma.go.kr)
		Public Open Data (https://web.kma.go.kr/info_open/public_data/request.jsp)
Transportation	Occurrence number, Injury, Wound reporter	Traffic Accident Analysis System (http://taas.koroad.or.kr)
		Death Traffic Prediction System (http://data.go.kr)
Crime	Crime occurrence	National Police Crime Statistics (https://www.police.go.kr)
Fire	Occurrence number, Injuries, Damage estimates	Public Data Portal (https://www.data.go.kr)
		National Fire Information System (http://www.nfds.go.kr)

결측치 처리

위치와 영역별 데이터의 전처리 과정을 수행하여 정형화하고 데이터의 병합과정에서 원본데이터에 결측치 값이 유무를 확인하는 과정을 수행하여야 한다. R에서 결측치 값은 NA(Not Available)로 표시되며, 결측치 확인을 위한 다양한 방법 중에서 본 논문에서는 결측치 값을 포함하는 데이터 프레임을 확인하기 위하여 결측치 확인 함수를 사용하여 결측치를 확인하고, 결측치 처리는 데이터의 산술평균값을 사용하였다[6].

재해 분야별 안전지수 모델 분석

본 논문에서는 기계학습 알고리즘의 분류 알고리즘 기법을 이용하여 지역 안전지수와 기상대기 데이터간의 상관관계 속성을 추출하여 연관성 모델을 분석한다. 수집된 데이터 7년간(2012년~2018년) 각 구별 기상대기 데이터 1,590건의 데이터 중에서 결측치 데이터를 제외한 1190건을 사용하여 지역안전지수와 기상대기 데이터의 상관관계가 높은 속성들을 추출하였고, 기계학습 알고리즘 중 다항로지스틱회귀분석(Multi Logistic Regression), Support Vector Machine (SVM), 신경망 기법을 활용하여 안전지수 변화를 비교분석 하기 위한 예측모델이 결과를 나타내고 있다(Table 3). 모델의 예측 확률을 제시하기 위해 수집된 데이터의 80%를 트레이닝 데이터로 사용하고, 기계학습의 결과를 확인하기 위하여 20%인 238건의 데이터를 테스트 데이터로 사용하였다. 모델 예측에 사용한 데이터는 화재, 교통, 범죄, 자연재해에 대한 속성 데이터를 사용하였다. Table 3의 결과에서 대부분의 예측 확률이 SVM을 제외하고는 30% 선에서 결과 값을 나타내고 있는데, 이는 보다 많은 다양한 속성 데이터의 수집이 필요하다고 볼 수 있다.

Table 3. Analysis results of disaster fields

Type	Related factors	Multi Logistic regression	SVM	Neural network
Fire	Temperature, Wind speed, Fine dust, Humidity, Wind direction	36%	44%	35%
Transportation	Temperature, High temperature, Rainfall, Wind speed, Wind direction, Fine dust, Humidity	32%	45%	40%
Crime	Temperature, High temperature, Humidity	26%	32%	30%
Natural disaster	Low temperature, Wind speed, Rainfall, Humidity	30%	33%	29%

시스템 설계

구성도

Fig. 3은 OPEN-API를 이용하여 공공 데이터포털에서 자치구별, 발생시간별 안전 분야의 사고 발생건수와 기상대기 등의 데이터를 수집하고, 데이터 분석 툴을 이용하여 생성한 예측 모델을 사용하여 이용자 위치기반을 중심으로 실시간 기상대기 데이터가 반영된 안전 지수의 표출을 제안하는 시스템 설계도이다. 웹 서버는 웹 및 모바일 애플리케이션을 위한 강력한 기능을 제공하는 간결하고 유연한 웹 애플리케이션 프레임워크인 Express.JS를 기반으로 구성하여 자바스크립트로 작성된 다양한 기능을 미들웨어를 이용하여 Express와 결합해 사용할 수 있게 설계했으며, 많은 양의 데이터를 빠르게 처리할 수 있는 오픈 소스 데이터베이스로 MongoDB와 MySQL을 기반으로 설계하였다.

제안된 시스템은 사용자가 시스템 사용 환경 설정에 관한 정보를 요청하면 서버에서 필요한 정보를 제공 받을 수 있으며, 사용자가 지도 기반의 안전지수 및 재난관련 데이터를 요청하면 서버의 몽고DB와 연동하여 실시간 기상 데이터와 교통, 범죄 등의 데이터가 반영된 도시안전지수를 각 자치구별로 지도에 표시하도록 설계되어 있다.

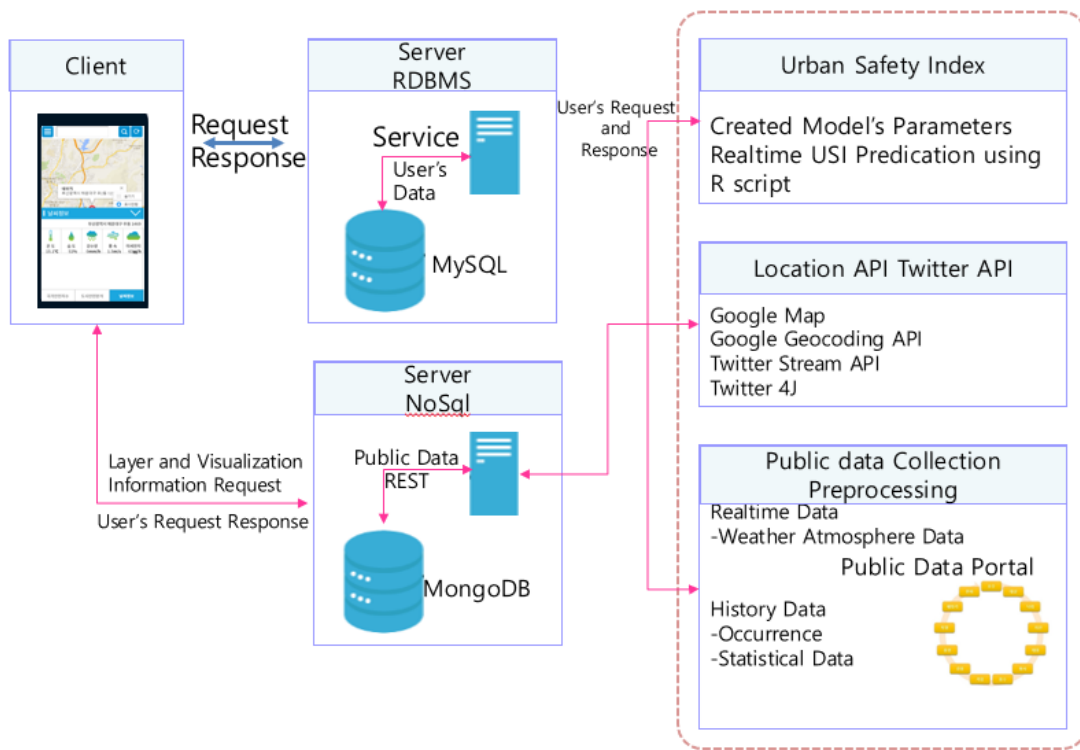


Fig. 3. System blueprint environment and structure

교통사고 발생 상관관계 분석

교통사고 발생의 상관관계를 분석하기 위해 교통사고 건수, 기상 데이터, 범죄 데이터 등을 활용한 분석 결과는 Table 4와 같다. 데이터 분석에 사용된 속성으로는 교통 안전지수, 교통사고 발생년도, 사고발생건수, 사망자수, 사상자수, 온도, 풍향,

풍속, 습도, 강우량 등의 정보들이 수집되어 활용하였다. 속성요인의 분석 결과에 따르면 교통사고 안전지수는 사고발생건수, 사망건수, 사상자수, 온도, 강우량, 등에 많은 영향이 있음을 알 수 있다. Table 5는 상관관계 분석에서 상대적으로 높은 확률을 보인 SVM 모델에 대해 테스트 데이터 세트를 SVN모델에 적용하여 실제 안전지수 등급과 예측한 결과의 일치여부를 값으로 나타낸 것이다.

Table 4. Traffic occurrence analysis result

Algorithm	Predication rate
Multi logistic regression	38%
SVM	55%
Neural network	34%

Table 5. Predicated values of SVM model

Actual value	Predicated value				
	1	2	3	4	5
1	8	10	2	2	0
2	0	37	15	8	0
3	1	9	52	16	0
4	0	11	10	33	0
5	0	2	8	11	3

다음으로 재해 분야별 안전지수를 산출하기 위해 교통사고 데이터를 바탕으로 교통사고 안전지수를 계산하기 위한 가능한 시나리오를 제시하였다. 교통안전지수는 기본안전지수점수, 사망위치점수, 실시간 도로 상황점수로 구성하였으며, 교통안전지수는 안전지수 점수에서 사망위치점수와 실시간 도로의 위험점수(상황점수)를 더한 값을 마이너스한 것으로 교통안전지수 값을 설정하여 계산하였다. Fig. 4는 기본 지역안전지수를 적용한 표시이며, Fig. 5는 실시간 도로 상황점수 등이 반영된 예측모델의 안전지수 결과를 반영한 내용이다. 그림 5에서 집중호우로 인한 부산의 남구 문현동 동천과 남구 대연동의 대연천 수위 상승으로 교통안전지수 등급이 1등급에서 3등급으로 변화되는 것을 나타내고 있다.

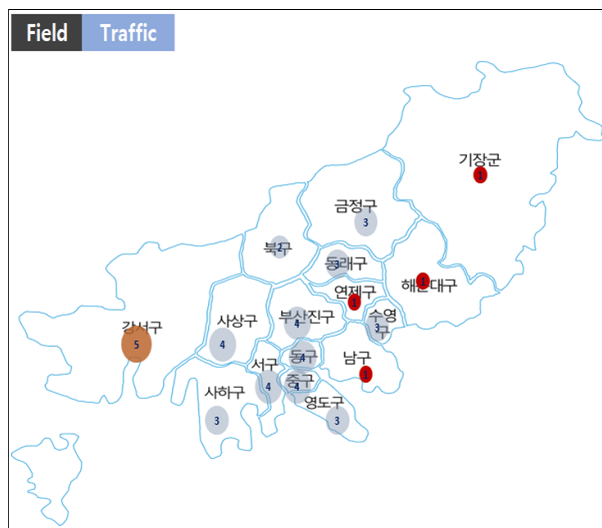


Fig. 4. Basic safety index

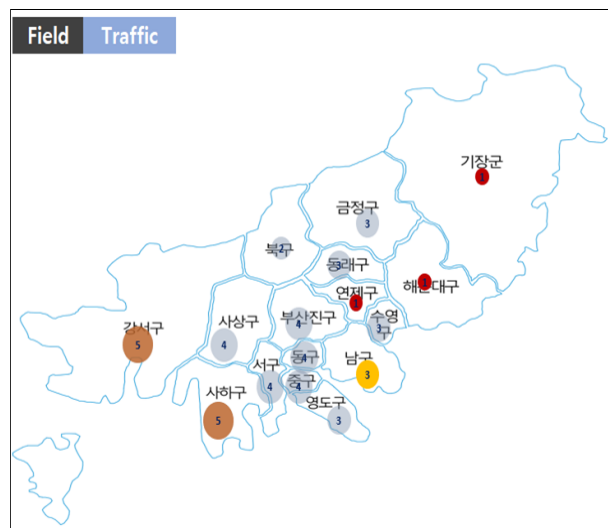


Fig. 5. Safety index applied to prediction model

결론

현재 제공되고 있는 지역안전지수는 자치단체별로 200여종의 안전관련 통계정보를 바탕으로 지역안전지수를 산출하여 제공하고 있고, 자치단체의 안전관리를 강화하고 취약분야에 대한 개선 사업 등 자율적 개선 유도를 목적으로 참고 자료로 사용하고 있지만 재난 상황에서 일반 이용자에게는 현재의 재난정보가 반영된 안전 지수의 제공이 필요하다.

본 논문에서는 지역안전지수를 종속 변수로 하여 교통사고 발생건수 및 기상·대기 데이터와 SNS데이터를 이용하여 기계 학습의 분류 알고리즘을 사용하여 실시간 지역 재난정보를 반영한 예측모델을 생성하여 지도데이터에 표시하였다.

본 연구의 한계점으로는 지역안전지수의 범위가 광범위하며, 이에 따른 데이터 관리가 어려운 실정으로 데이터 관리 체계가 구축되어야 하며, 또한 분야별 재난 정보 데이터 수집에 대한 플랫폼의 제공이 아직은 원활하지 못하여 실시간 데이터가 반영된 정확한 예측모델 생성의 한계점을 극복하지 못하는 부분이 있다. 향후 개선된 데이터 알고리즘과 이를 바탕으로 SNS를 활용한 정확하고 신속한 재난상황을 예측하여 안전지수에 반영할 수 있는 알고리즘 연구가 필요하다고 본다.

References

- [1] Bae, B.G., Choi, S.H. (2013). "The study of disaster management using social bigdata." *Journal of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 40, pp. 32-34.
- [2] Choi, Y.C., Seo, G.D. (2018). "Establish priority of kind of disaster for city safety." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, Vol. 34, No. 7, pp. 11-18.
- [3] Hwang, H., Seo, Y., Jeon, T., Kim, C. (2018). "Design and implementation of an urban safety service system using realtime weather and atmosphere data." *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 21, No. 5, pp. 599-608.
- [4] Jang, H.J. (2018). "Big data application algorithm for safe community implementation." *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, Vol. 19, No. 1, pp. 37-50.
- [5] Kang, M.M., Kim, S.R., Park, S.M. (2012). "Analyze and leverage big data." *Journal of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 30, No. 6, pp. 25-32.
- [6] Kim, E., Ra, I., Rhee, K., Kim, C.S. (2014). "Estimation of real-time flood risk on roads based on rainfall calculated by the revised method of missing rainfall." pp. 6418-6431.
- [7] Kim, J.G., Park, C.S. (2019). "A comparative study on the importance of the components of the community disaster resilience on disaster response." *Journal of the Korea Society of Disaster Information*, Vol. 15, No. 3, pp.339-346.
- [8] Koo, W.H., Back, M.H. (2018). "A study on the consciousness survey for the establishment of safety village in disaster" *Journal of the Korea Society of Disaster Information*, Vol. 14, No. 3, pp.238-246.
- [9] Lee, J.H., Song, K.S., Kang, J.A., Hwang, J.R. (2015). "A study on the efficient extraction method of SNS data related to crime risk factor." *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 20, No. 1, pp. 255-263.
- [10] Min, G.Y., Jeong, D.H. (2013). "Research on assessment of impact of big data attributes to disaster response decision-making process." *Journal of the Society for e-Business Studies*, Vol. 18, No. 3,1, pp. 17-43.
- [11] Min, G.Y., Jeong, D.H. (2014). "A study on the big data properties for rapid disaster response activities." *Journal of the Korea Intelligent Information Systems Society*, pp. 259-263.
- [12] Ministry of the Interior and Safety (2010). *Manual of Safe City Operation*.
- [13] Ministry of the Interior and Safety (2013) *BPR/ISP Project Results Report for the Establishment and Utilization of Common Foundation for Big Data*.
- [14] Yun, S.O. (2013). "A study on the classification of risks caused by big data." *Journal of Korean Association for Regional Information Society*, Vol. 16, No. 2, pp. 93-122.