

# 교통사고 잦은 곳 안전시설 개선 방안 예측 모델 개발

## Development of Prediction Model for Improvement of Safety Facilities in Frequent Traffic Accidents

권재경\* · 김시원\*\* · 황재성\*\*\* · 이재형\*\*\*\* · 이철기\*\*\*\*\*

\* 주저자 : 아주대학교 일반대학원 교통공학과 석사과정  
 \*\* 공저자 : 아주대학교 일반대학원 교통공학과 석사과정  
 \*\*\* 공저자 : 아주대학교 교통연구센터 연구원  
 \*\*\*\* 공저자 : LG유플러스 CITS/자율주행사업팀 책임  
 \*\*\*\*\* 교신저자 : 아주대학교 교통시스템공학과 교수

Jaekyung Kwon\* · Siwon Kim\* · Jae seong Hwang\*\* · Jaehyung Lee\*\*\* · Choul ki Lee\*

\* Dept. of Dept. of Transportation Eng., Ajou University  
 \*\* Dept. of Dept. of Transportation Research Center., Ajou University  
 \*\*\* Dept. of CITS/Autonomous Driving Business, LG Uplus

† Corresponding author : Choul ki Lee, Cklee@ajou.ac.kr

Vol. 22 No.1(2023)  
 February, 2023  
 pp.16~24

pISSN 1738-0774  
 eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.1.16>

Received 29 November 2022  
 Revised 6 December 2022  
 Accepted 19 December 2022

© 2023. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

### 요약

교통사고 잦은 곳 개선사업을 통하여 사고가 크게 감소하고 있다. 이러한 결과는 안전 시설물이 큰 역할을 하고 있다. 교통사고는 여러 가지 원인과 다양한 환경적인 요소로 인하여 발생하게 되는데, 한가지 안전시설물 혹은 기준 없는 시설물 설치로는 개선효과를 얻기 어렵다. 따라서 본 연구는 두 가지 안전시설물의 조합으로 사고유형별 개선효과를 분석하였고, 도로종류, 도로형태, 교통량 등으로 환경적인 요소도 포함하여 특정 지점에 맞는 안전시설물 조합을 예측하는 방법을 제시하였다. 예측은 단순 분류가 가능한 예측 모델들을 결합하여 하나의 강한 예측 모델을 만드는 XGBoost 기법으로 선정하여 진행하였다. 이를 통해 최종적으로 현재까지 교통사고 잦은 곳 개선사업을 통해 긍정적인 효과를 가져다 준 안전시설물과 개선이 필요한 지점에 설치될 안전시설물을 같이 도출하여, 안전시설물 효과분석과 향후 설치지점에 대한 예측방법을 제시하였다.

핵심어 : 안전시설, 개선사업, XGBoost, 예측방법

### ABSTRACT

Accidents are greatly reduced through projects to improve frequent traffic accidents. These results show that safety facilities play a big role. Traffic accidents are caused by various causes and various environmental factors, and it is difficult to achieve improvement effects by installing one safety facility or facilities without standards. Therefore, this study analyzed the improvement effect of each accident type by combining the two safety facilities, and suggested a method of predicting the combination of safety facilities suitable for a specific point, including environmental factors such as road type, road type, and traffic. The prediction was carried out by selecting an XGBoost technique that creates one strong prediction model by combining prediction models that can be simple classification. Through this, safety facilities that have had positive effects through improvement projects and safety facilities to be installed at points in need of improvement were derived, and safety facilities effect analysis and prediction methods for future installation points were presented.

Key words : Safety facilities, Improvement projects, XGBost, Prediction method

## I. 서 론

### 1. 배경 및 목적

교통안전에 대한 문제는 여전히 풀어가야 할 사회문제로 자리잡고 있다. 지속적으로 교통안전 강화를 위한 노력에도 2019년 OECD 회원국 교통사고 현황에서도 우리나라는 10만명 당 교통사고 사망자가 6.5명으로 OECD 회원국 평균인 5.2명에 비해 높은 수준을 유지하고 있다.(KoRoad, 2022b)

교통안전 향상을 위해 국가 및 지자체, 관련 기관에서는 다양한 노력을 기하고 있으며, 도로 위의 사고를 줄이기 위해서는 경제적 요인, 인적 요인, 환경적 요인 및 교통사고 수습에 필요한 행정적인 요인까지 다양한 방면에서 노력과 개선이 필요하다. 이 중에서 도로환경적 요인은 도로안전시설과 교통안전시설 같은 물리적인 개선을 통해 타 요인들에 비해 쉽고 빠르며, 효과도 즉각적으로 나타날 수 있는 방법이다.(Park et al., 2006)

행정안전부는 지자체, 도로교통공단과 함께 사고 잦은 곳 및 위험 취약지역에 대해 「교통사고 잦은 곳 개선사업」을 진행하고 있으며, 이는 교통사고 감소에 효과적인 결과를 가져왔다.(Safety improvement department, 2022)

현재 사고잦은 곳 개선사업의 추진 방법은 사고 건수가 많거나 교통사고 사망자가 발생한 곳, 지역주민의 민원, 담당자의 주관적 판단 등 사고현황을 제외한 정성적 방법으로 지점을 선정하고 있다. 이와 같은 방법은 교통량이 많아 심각도가 낮은 교통사고가 빈번히 발생하는 지역이거나 특정 상황에서 발생한 한 번의 사고가 높은 위험도로 반영되어 안전시설 개선의 효과를 고려하지 못하는 한계점을 가지고 있다. 따라서, 다양한 요인들을 고려하여 설치효과가 높은 안전시설을 설치하는 것이 중요하며, 개선사업이 하나의 안전시설만을 개선하지 않고 2가지 이상의 안전시설을 조합하여 개선하기 때문에 안전시설의 조합을 고려해야 한다.

본 연구에서는 위와 같은 문제점을 개선하고자 설치효과가 높은 안전시설을 개선하기 위해 국도·시도와 같은 도로특성, 교차로·단일로, 차로수 등 기하구조 특성, 교통량 등 교통특성, 사고건수·사망자수·부상자수 등 사고특성을 반영하여 특정 지점에 설치할 2가지 이상의 시설물 조합에 따른 설치효과를 분석하고자 한다.

### 2. 연구범위 및 절차

본 연구에서는 도로 및 교통안전에 관련된 안전시설물의 설치를 통한 교통사고 감소효과를 분석하기 위해 최근 5년간 전국 교차로와 단일로를 대상으로 한 2014년부터 2018년까지 5년간 진행된 교통사고 잦은 곳 개선사업을 진행한 곳을 대상으로 하였다.

연구절차는 여러 개의 알고리즘(또는 여러개의 결과)을 결합하여 학습시키는 방법인 앙상블 모델링 중 부스팅 기법을 이용하여 기존에 한 가지 시설의 효과성만 파악할 수 있는 모델의 결과를 2가지 이상으로 조합된 새로운 모델의 결과로 산출하였다. 순차적으로 하나씩 학습시켜가면서 모델을 만들어가는 과정이기 때문에 배경의 단점을 보완하며 정확도를 높일 수 있어 부스팅 기법을 활용하였다. 본 논문에서는 XGBoost 기반의 우수 도로·안전 교통시설물 조합 산출 제안과 더불어 XGBoost의 주요 특징들이 결과에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고 있다. 이러한 과정을 통해 도출된 결과는 하나의 시설물 조합으로 산출되고, 이를 사고건수, 사고율, 인명피해로 총 세가지로 나누어 결과를 나타내었다. 다음으로 시설물 설치 지점 기준과 시설물 조합의 효과 기준을 정하여 시설물 조합별 효과도를 산정하였다. 마지막으로 이를 통하여 사고 잦은 지역의 교통량, 기하구조 등의 데이터를 활용하여 유사지점을 선정을 한 뒤, 이를 통해 우수 시설물 조합의 효과를 얻을 수 있는 비교그룹 방법을 적용하여 추정하였다.



<Fig. 1> Research promotion Process

## II. 현황 및 이론적 고찰

### 1. 안전시설의 종류

도로교통의 원활한 소통과 안전을 확보하기 위한 목적으로 도로에는 교통안전시설과 도로안전시설을 설치하고 있다. 교통안전시설은 도로교통법에 근거하여 도로이용자에게 정보를 제공하며, 소통확보와 교통사고 방지를 위하여 설치하는 안내 및 교통감지를 위한 도로관리시설의 일부로, 도로교통법 제4조에 정의되어 있는 교통신호기, 교통안전표지, 교통노면표시 등이 있다.

도로안전시설은 도로법에 근거하여 도로교통에 안전성을 확보하여 원활한 흐름을 가져다줌으로써, 도로이용자의 안전이 우선시 되는 설치 시설물이다. 시선유도시설, 방호울타리, 충격흡수시설, 조명시설, 과속방지턱, 노면표시 감속유도시설, 도로반사경, 미끄럼방지포장, 노면요철포장, 긴급제동시설 등이 도로안전시설물에 해당되는 안전 시설물이다.

### 2. 교통사고 잦은 곳 개선사업 관련 연구

‘교통사고 잦은 곳 개선사업’은 교통사고가 자주 발생하는 지점을 선정하고 사고요인분석과 안전 시설물 등의 현장조사를 거쳐 도로환경을 개선하여 사고를 예방하기 위한 사업으로, 1988년부터 시작하여 2021년까지 총 22,044개소, 1518개 구간의 교통사고 잦은 곳에서 기본 개선설계가 진행되었다(KoRoad, 2022a).

교통사고 잦은 곳 개선사업은 하나의 시설물만 개선하지 않고, 대상 지점의 문제점을 종합적으로 고려하여 2개 이상의 시설물을 복합적으로 설치하는 것이 일반적이다. 교통사고 잦은 곳 개선사업에 관한 연구는 시설물 설치에 따른 교통사고 감소효과 분석과 교통사고 잦은 곳 선정에 관한 연구 등이 몇 차례 연구되었지만, 시설물 간 영향을 고려한 시설물 조합 선정에 대한 연구는 미비한 실정이다.

Kim et al.(2007)은 교통사고 잦은 곳 개선사업에 따른 도로현황을 분석하기하기 위해서 개선내역을 교통안전시설물(신호등, 교통안전표지 설치등 25개), 도로부대시설물(중앙분리대, 미끄럼방지포장 등 34개), 교통운영체계 개선(좌회전 허용 및 금지), 등으로 나누었을 때, 주요 개선내역별 지점을 살펴보면 도로부대시설 개선, 교통안전시설 개선이 높은 개선내역 요소로 분류하였다.

### 3. 선행연구 고찰

Kim et al.(2021)은 안전시설물의 설치 기준을 마련하기 위해 도로안전 판단지표를 개발하였다. 안전시설물 설치 판단기준 점수를 도출하여 고위험과 저위험 지점으로 구분하는 기준을 설정하여, 고위험 지점에 안전시설을 설치의 필요성을 강조하였다. 해당 연구에서는 안전시설물의 종류를 고려하여 도로안전 판단지표를 고도화해야 할 것으로 판단하였고, 도로유형별 특성에 차이를 고려하기 위해 도로유형별 세부 기준 마련에

관한 연구가 필요하다고 주장하였다.

Lee et al.(2011)는 교통안전 개선사업이 진행된 도로구간을 분류하여, 비교방법을 통하여 교통안전개선 사업이 추진되기 위한 효과분석 방법론을 제시하고 있다. 비교그룹을 적용하여 도로유형에 따라 시설물을 통한 분석결과를 도출하여 개선효과를 분석하였다. 하지만 비교법, 한쌍비교분석법, 비교그룹분석방법을 적용하여 개선시설물의 효과분석을 수행하는데 한계점이 존재하여 다른 방법의 분석방법론의 적용의 필요성을 제시하였다. 또한 3년간의 사고자료를 사용하여 개선효과를 분석하기에는 다소 적은 시간이라고 언급하였다.

도로안전시설의 설치에 필요한 장소에 진행되어야 하며, 설치 목적에 맞게 기능을 발휘할 수 있도록 유지 관리가 잘 이행되어야 한다(Kim and No, 2005). 도로이용자로부터 안전시설물의 신뢰성을 얻기 위해서는 합리적이지 못한 장소에 안전시설물이 설치되거나 필요 이상으로 설치되는 경우는 피해야 한다. 이를 테면, 시선유도시설과 같은 시설은 쉽게 인지할 수 있는 단순함과 메시지의 정확성이 도로이용자들의 안전성을 높일 수 있다. Kim and No(2005)은 향후 도로안전시설의 개선을 위하여 신기술을 이용한 도로안전시설의 인증방안을 통해 특수한 구간의 안전시설 설치기준이 필요하다고 주장하였다.

또한, 1980년부터 2016년까지 교통안전표지 및 교통신호기 설치현황과 교통사고 분석현황을 연구대상으로 교통안전표지 설치의 교통사고 발생에 대한 선행성이 분석된 사례가 있다. 하지만 해당 연구는 교통사고 발생을 설명 또는 예측할 수 있는 교통사고 원인을 도출할 필요가 있다고 주장하였다(Joo, 2018) 도로안전시설, 교통안전시설 등 시설물 설치의 교통사고 발생에 대한 선행성을 실증적으로 확인한 점에 의의가 있었으나 보다 다수의 교통사고 원인에 대하여 파악해야한다. 또한 국내뿐만 아니라 해외의 안전 시설물 설치의 교통사고 발생에 대한 선행성을 같이 분석하여 비교할 필요가 있다고 주장하였다.

국외에서도 역시 안전시설물의 중요성은 강조되었다. 영국에서는 도로 안전 문제에 대한 심각성으로 관심이 높아졌다. 도심 지역에서의 보행자 안전성 향상과 차량의 속도를 감소시키는 것에 중점을 두어, 물리적인 조치를 취하고 있었다. 보행자의 안전성을 향상시키기 위하여 특정 시설이 개별 현장에 설치되어야 한다고 주장하였고(Davies, 1999), 영국 도로 안전 통계에 의하면 실제 여러 도로안전시설과 교통안전시설의 설치를 통하여 교통사고로 인한 사망자가 현저히 줄었다.

#### 4. XGBoost 이론

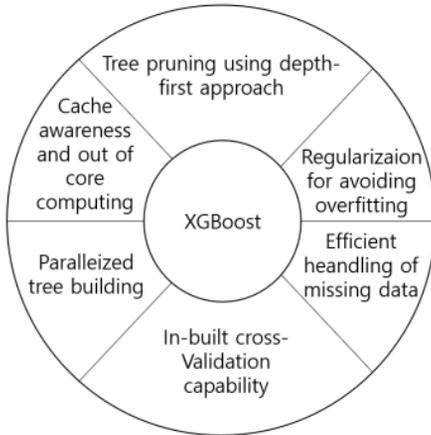
부스팅은 순차적으로 약한 학습자에 추가 결합을 통하여 하나의 강한 모델을 만드는 방법으로써, 새로운 모델 및 샘플이 추가될 때마다 반복된 학습을 통하여 오류를 최소화하는데 유용하다고 하였으며(Oh et al., 2019), 실제값과 예측값 사이의 오류를 계산하여 예측 오류가 줄어들게 된다.

이러한 부스팅 모델들 중 본 연구에서는 가중치 업데이트를 경사하강법을 이용하여 최적화된 결과를 도출하는 XGBoost 알고리즘을 이용하였고, Kwon(2019)은 높은 과적합 규제성과 빠른 예측성능으로 우수 조합 시설물과 향후 우수 조합 시설물 예측에 적합하다고 판단하였다.

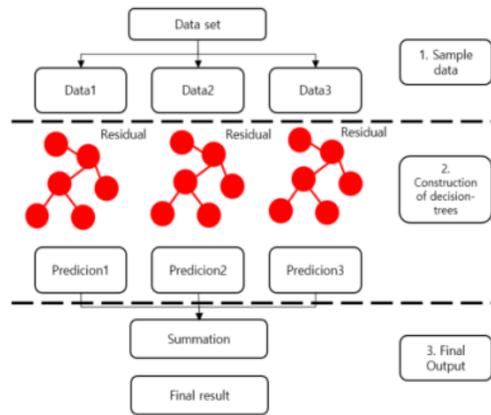
XGBoost는 다른 부스팅 기법과는 다르게 의사결정트리(decision tree) 모델의 tree-base ensemble 모델이 아닌 CART(Classification and regression trees) 모델을 적용하고 있으며, 앞선 설명과 같이 단순 분류가 가능한 예측 모델들을 결합하여 강한 하나의 예측 모델을 만드는 알고리즘으로, 기존 데이터의 약한 샘플들을 보완하고 학습된 결과들에서 나타나는 오차를 다시 학습시켜 오차율을 줄여나가게 한다. 즉, 첫 번째로 도출하여 생성된 모델에서 발생하는 오류들을 그 다음 모델들에서 반복학습을 시켜 오류를 줄여나가는 방식이다.

XGBoost 기법을 이용하여 모델들을 학습시키고 최종 결과로 통합을 할 때, 모델별로 각각 다른 가중치를 두어 중요도가 높은 트리 모델에 높은 점수를 부여한다. 다음 <Fig. 2>와 <Fig. 3>은 XGBoost의 특징과 해당

알고리즘을 활용한 분석과정을 보여준다.



<Fig. 2> XGBoost Features



<Fig. 3> XGBoost Analysis Process

## 5. 시사점 및 차별성

기존 선행연구에서는 안전시설물에 대한 효과분석이 잘 이루어졌지만 단일 시설물 효과분석에서 그쳤다. 이는 시설물 간 발생될 수 있는 효과에 대한 분석은 부재된 것이며, 국내외에서 진행되었던 안전시설물에 관한 연구에서는 아직 분석되지 못한 데이터들이 존재한다. 첫째, 단일 시설물이 아닌 여러 시설물들이 조합되었을 때, 미치는 영향에 관한 분석이 필요하다. 둘째, 시설물별 각기 다른 분석결과를 도출하고 있어 타당성이 분명하지 않다. 셋째, 시설물 효과분석 시, 시설물에 관한 분류가 세분화되어 있지 않아 명확성이 떨어진다. 본 연구에서는 위와 같은 세 가지의 보완해야 할 사항들을 XGBoost를 활용하여 추가적인 분석을 진행하였다. 추가적인 분석을 통하여 설치될 시설물 조합을 예측함으로써, 해당 시설물 조합의 적합성과 도로운영에 맞는 효율성 상승에 대한 가능성도 제시한다.

## Ⅲ. 데이터 검토 및 데이터 분류

### 1. 데이터 검토 및 전처리

사고 잦은 곳 개선사업 효과분석 5년치 879개 지점의 자료를 활용하여 안전 시설물에 대한 효과도를 분석하였다. 전체 데이터 중 사고에 영향을 주지 않는 지부 및 좌표 등과 같은 요소들을 변수에 포함시키지 않았으며, 도로종류, 도로형태, 교통량, 안전시설물 조합 순위(1순위 ~ 2순위)를 독립변수로 설정을 하고, 종속변수는 사고형태(사고건수, 사고율, 인명피해)로 설정하여 데이터 분류를 진행하였다.

도로종류와 도로형태는 해당 안전 시설물이 설치되어 있는 도로환경의 조건을 나타내는 것이며, 교통량은 1만대 기준으로 초과와 이하로 분류하였다. 1만대 기준으로 분류한 이유는 5년의 사고데이터에서 1만대 기준으로 사고건수, 사고율, 인명피해의 사고피해 값이 다르게 도출되었기 때문이다. 마지막으로 안전 시설물

은 설치된 시설물 조합이 1개부터 많게는 10개가 넘는 시설물이 설치된 지점이 있어 분석의 통일성과 높은 순위 시설물을 조합을 도출하기 위해 2순위까지만 선정하여 2가지의 안전 시설물 조합 설치로 나타나는 효과에 대해서 분석하였다.

위와 같은 자료들을 토대로 각각의 도로종류 및 형태에서 발생한 사고형태별 안전 시설물 조합을 알아내기 위하여 Jupyter Notebook을 활용하여 전처리 과정을 거쳤다. 과정의 모습은 아래<Table 1>와 같다.

<Table 1> Change in accident type by safety facility combination

	Road type	Road form	1 <sup>st</sup> rank	2 <sup>nd</sup> rank	Accidents	Accident rate	Casualties	Combination
0	Metropolitan City Road	crosswalk	D10	A12	-4.1	-0.16	-6.4	D10A12
1	Metropolitan City Road	crosswalk	A52	A53	-7.0	-0.27	-8.6	A52A53
2	Metropolitan City Road	4-legged Signalized Intersections	C20	A31	-5.7	-0.53	-8.3	C20A31
3	Metropolitan City Road	3-legged Signalized Intersections	B40	A52	-14.7	-0.69	-28.7	B40A52
4	Metropolitan City Road	4-legged Signalized Intersections	A31	A51	-3.3	-0.05	9.7	A31A51
5	Metropolitan City Road	4-legged Signalized Intersections	A21	A31	0.0	-0.06	-12.0	A21A31
6	Metropolitan City Road	4-legged Signalized Intersections	A31	A12	-5.7	-0.11	-1.7	A31A12
7	Metropolitan City Road	3-legged Signalized Intersections	A31	A12	-8.7	-0.22	-7.3	A31A12
8	Metropolitan City Road	4-legged Signalized Intersections	A31	B60	-3.7	-0.09	-12.0	A31B60
9	Metropolitan City Road	4-legged Signalized Intersections	A31	B40	-16.0	-0.37	-45.0	A31B40
10	Metropolitan City Road	3-legged Signalized Intersections	B50	A12	-3.7	-0.14	-9.3	B50A12

조합 열의 알파벳과 숫자는 고유 코드번호로 A,B,C,D는 큰 카테고리인 교통안전시설물(A), 도로부대시설(B), 신호현시 조절(C), 도로기하구조(D)로 구분되며, 이후 숫자는 큰 카테고리 중 세부 항목들이다. D10은 각각처리, A12는 안전표지 증설로 D10A12는 앞선 2개 개선항목이 적용됨을 뜻한다.

분류된 데이터들은 사고형태별로(사고건수 증감, 사고율 증감, 인명피해 증감) 다시 분류하여, 특정 지점에서 발생하는 사고형태에 효과적인 안전시설물 조합을 찾게 된다. 분류된 데이터에서 긍정적인 효과가 나타나는 안전시설물 중 가장 효과 높은 시설물 조합 3가지 조합을 선정하여 마지막 분류과정을 거쳤다. 이는 한가지 시설물 조합만으로는 최고의 효과라고 단정 지을 수 없기에, 같은 도로의 환경 조건을 갖추고 있다 하더라도, 적용되지 않은 다른 실질적 변수들을 고려하여 3가지를 나타내었다.

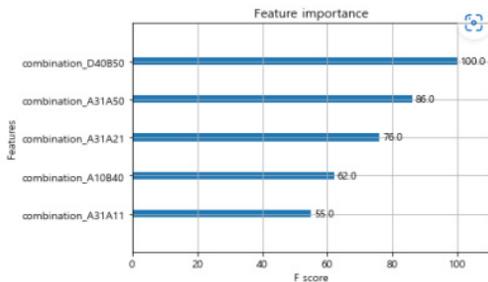
<Table 2> Top 3 Effective Facility Combinations

Road type	Road form	Combination	Accidents
District county road	Rotary	D22D80	1
		A32C20	-2.7
	4-legged SignalizedIntersections	B51B96	-2.3
		D98D40	-2.7
		Straight Road	B60A60
City Road	Remainder Road	A20A21	-4.5
		A30B60	-6.5
		A32A10	-9
	Rotary	A51B31	-2.7

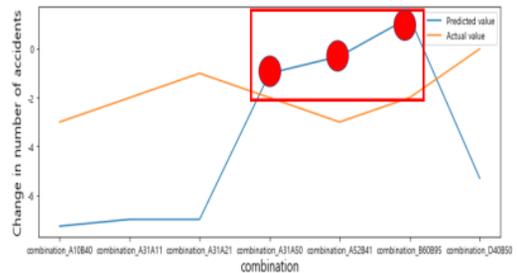
#### IV. 시설물 조합 적용성 분석

위와 같이 분류된 데이터는 현재까지 발생한 사고만을 가지고 나타낸 조합이며, 이를 다시 XGBoost를 활용하여 예측값을 분석하였다. 분류된 데이터들의 변수들은 사고건수에 기여하는 중요도를 분석할 수 있게 되는데, 여러 지점에서 발생한 사고건수가 한 가지 시설물 조합이 여러 지점에서 효과를 봤다면 해당 시설물 조합은 중복된 조합이므로 사고건수에 기여하는 중요성이 증가하게 된다. 즉, 중요도 수치가 높아질수록 여러 지점에서 해당 시설물 조합이 사고건수 감소에 효과적이라는 의미이다.

다음 아래 표의 왼쪽<Fig. 4>은 위의 예시인 교통량 1 ~ 2만대의 특성을 가지고 있는 시도-오지교차로에서 분류된 여러 시설물 조합에서 중요도를 나타내는 그래프이다.



<Fig. 4> Important contribution to the number of accidents



<Fig. 5> Comparison of the predicted and actual values of the facility combination (City road - 5-legged intersections)

중요도를 분석하여 분류된 조합들을 기반으로 데이터 모델들을 학습시켜, 새로운 장소에 설치될 지점의 환경이 현재 설정된 독립변수들의 환경과 같을 때, 사고형태에 알맞은 시설물 조합을 예측할 수 있게 된다. 예측값과 실제값의 그래프와 유사할수록 높은 효과성을 보이는 것이며, 데이터의 과적합으로 인하여 상이한 결과를 보이기도 한다. 많은 양의 데이터들을 사용한다면 과적합을 방지할 수 있고 정확성을 높일 수 있다.

위의 표의 오른쪽<Fig. 5>은 시도-오지교차로에서 중요도 분석을 통하여 그려진 그래프이다. 예측값과 실제값의 차이가 꽤 크게 도출되었으며, 이는 해당 시설 조합들로 인하여 감소하게 된 사고 데이터가 많지 않기 때문에, 적은 양의 해당만 갖고 있기 때문이다. 하지만 해당 그래프로 조합B60B95가 가장 높은 예측값을 띄고 있어, 교통량 1~2만대의 시도의 도로 종류에서 오지 교차로의 도로 형태를 갖고 있는 지점에서는 해당 조합이 사고건수를 줄일 수 있는 가장 효과적인 조합으로 나타났다. 또한, 조합A52B41과 조합A31A50은 효과를 나타낸 2,3위의 조합이라고 할 수 있다.

## V. 결론 및 향후연구

본 연구는 사고건수, 사고율, 인명피해의 사고유형을 감소시키기 위해 우수한 안전시설물의 조합을 도출하는 방법에 대하여 작성하였다. 실제 전국에 설치된 2014년부터 2018년까지의 안전시설물 효과를 분석하였다. 분석 과정에서는 도로환경을 고려하기 위해 도로종류, 도로형태를 사용하였고, 교통량을 추가시켜 도로 특성을 더 강화하였다. 2가지의 안전시설물이 설치된 지점만을 선정하여 분석을 진행하였고, 각 시설물들의 설치를 통하여 발생하는 사고형태의 증감을 파악하였다.

도출된 결과를 통하여 각 사고형태별 도로환경에 맞는 우수한 조합을 선정할 수 있다. 선정된 조합은 사고예방 및 감소에 효과를 가져온 상위 3가지 조합을 선정하였으며, 이를 XGBoost를 통하여 예측 데이터를 만들었다. XGBoost에서는 사고건수, 사고율, 인명피해의 3가지로 분류된 사고유형을 각각 결과값으로 두고, 안전시설물 조합들을 변수로 두어 중요도를 분석하였다. 중요도는 변수들이 결과값에 얼마만큼의 기여도를 부여하는지에 대한 지표이기 때문에, 해당 안전시설물 조합이 사고에 얼마만큼 효과가 있는지 알 수 있다. 마지막으로 이를 기반으로 실제값을 학습시켜 예측값을 도출하고, 이를 실제값과 비교하여 실제 해당 안전시설물을 설치할 시에 일어날 효과를 예측할 수 있다.

예측값은 향후 안전시설물을 통한 개선사업이 진행됐을 경우, 안전시설물이 설치될 지점에 적합성을 가지고 있는지와 운영적, 비용적인 측면에서 효율성을 가지고 있는지에 대한 판단지표로도 이용 가능하다. 이를 통하여 교통사고 개선사업의 최종 목표인 사고 감소효과를 기대할 수 있지만, 더 나아가 경제성에 대한 긍정적인 기대도 해 볼 수 있다.

또한, 앞서 언급하였듯이, 안전시설물의 설치 목적은 사고감소지만, 이를 이행하기 위하여 속도 저감, 신호 설치, 시인성 향상 등의 다양한 형태로 설치되고 있다. 이러한 다양성을 반영하기 위해서는 설치 지점마다 상이한 도로환경의 조건을 고려해야한다. 이로 인하여, 도로환경을 고려하지 않은 안전시설물들은 긍정적인 효과를 불러오기 힘들어, 오히려 설치를 통하여 사고가 증가하는 안전시설물 조합들도 존재한다. 이 부분에 대한 향후 연구에서는 안전시설물 설치를 통하여 효과가 없는 지점의 원인을 파악하여 어떤 시설물 조합이 해당 지점에 빈번하게 일어나는 사고형태를 줄일 수 있는지에 대한 부적합성 원인에 대한 연구가 필요하다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

이 논문은 2022년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021C28S01000, 자율주행 혼재 시 도로교통 통합관제시스템 및 운영기술 개발)

## REFERENCES

- Davies, D. G.(1999), *Research, development, and implementation of pedestrian safety facilities in the United Kingdom*, U.S. Department of Transportation.
- Guidelines for the Installation and Management of Road Safety Facilities, <https://www.law.go.kr/>, 2022.06.16.
- Joo, I. Y.(2018), “Precedence Analysis of Traffic Safety Facilities Installation for Traffic Accidents”, *Korean Security Journal*, no. 55, pp.31-55.
- Kim, D. K., Hwang, J. S., Lee, J. H. and Lee, C. K.(2021), “Study on the Development of Road Safety Judgment Indicators to Establish of Installation Criteria of Safety Facility”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 20, no. 6, pp.192-202.
- Kim, W. J.(2022), “The effect of improving the facilities of "a place where traffic accidents occur frequently" 72% of deaths ↓ 31% of traffic accidents ↓”, *Korea Specialized Construction Newspaper*.
- Kim, Y. S. and No, G. S.(2005), “Current Status and Problems of Road Traffic Safety Facilities in Korea”, *Journal of Korean Society of Road Engineers: Road*, vol. 7, no. 1, pp.5-13.
- Kim, Y. S., Gang, D. S. and Lee, Y. I.(2007), “Effectiveness Analysis of Improvement Project at Black Spot”, *Proceedings of the Korean-Korea Society of Transportation(KOR-KST) Conference*, Korean Society of Transportation, pp.334-340.
- Korea Road Traffic Authority, [http://taas.koroad.or.kr/sta/acs/gus/selectOecdTfcacd.do?menuId=WEB\\_KMP\\_OVT\\_MVT\\_TAC\\_OAO](http://taas.koroad.or.kr/sta/acs/gus/selectOecdTfcacd.do?menuId=WEB_KMP_OVT_MVT_TAC_OAO), 2022.11.01.
- Korea Road Traffic Authority, [https://www.koroad.or.kr/kp\\_web/safeBiz4.do](https://www.koroad.or.kr/kp_web/safeBiz4.do), 2022.11.21.
- Kwon, C. M.(2019), *Python Machine Learning Perfect Guide*, Wikibooks, Seoul, Korea, pp.13-30.
- Lee, D. M., Kim, D. H. and Song, G. S.(2011), “Analysis of Effects from Traffic Safety Improvement on Roadways using CG Method”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 29, no. 3, pp.31-40.
- Oh, J. Y., Ham, D. H., Lee, Y. G. and Kim, G.(2019), “Short-term load forecasting using XGBoost and the analysis of hyperparameters”, *Journal of Korean Institute of Electrical Engineers(KIEE)*, vol. 68, pp.1073-1078.
- Park, G. Y., Kim, T. H., Kim, S. U. and Lee, S. B.(2006), “Comparing the Effectiveness of Road Safety Features by Spatial Scope of Safety Improvement Project”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 24, no. 4, pp.31-42.
- Safety Improvement Department(2022), *The number of deaths decreased by 72.1% and 31.5% as traffic accidents were improved*, Ministry of Public Administration and Security(MOIS).