

보행상충을 고려한 보행사고 노출 추정 모형 개발

Development of a Pedestrian Accident Exposure Estimation Model considering Walking Conflicts

장 일 준* · 권 남 주** · 안 세 영***

* 주저자 : 가천대학교 도시계획학과 교수
 ** 교신저자 : 가천대학교 도시계획학과 석사
 *** 공저자 : 가천대학교 도시계획학과 박사

Iljoon Chang* · Nam ju Kwon** · Se-young Ahn***

* Dept. of Urban Planning., Univ. of Gachon
 ** Dept. of Urban Planning, Univ. of Gachon
 *** Dept. of Urban Planning, Univ. of Gachon

† Corresponding author : Nam ju Kwon, njoo0304@naver.com

Vol. 22 No.2(2023)
 April, 2023
 pp.54~63

pISSN 1738-0774
 eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.2.54>

Received 24 February 2023
 Revised 13 March 2023
 Accepted 16 March 2023

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

요 약

보행 교통사고를 예측하기 위해서는 보행 및 차량 통행량을 정확히 반영해야 한다. 그러나 보행량은 차량 통행량에 비해 측정에 어려움이 있다. 기존 연구는 직접 조사, 가구통행실태조사 등을 통해 추정하였지만 이는 많은 비용과 시간이 소요되며 정확도가 떨어진다. 이에 본 연구는 적은 시간과 비용으로 실시간으로 데이터를 수집 및 분석할 수 있는 스마트폰을 활용한 모바일 CCTV를 대안으로 제시하였다. 본 연구는 사고로 발전할 수 있는 보행자-차량간 상충을 보행사고 노출로 정의하였다. 대구 동성로 일대의 40개 구간에 모바일 CCTV를 설치한 후, 수집된 데이터를 활용하여 음이항 회귀분석을 통해 보행사고 노출을 추정한다. 분석 결과 보행사고 노출 변수들도 통계적으로 유의한 결과를 보인다. 분석 결과를 통해 보행사고 노출 추정 모형을 개발하였고, 이를 통해 잠재적으로 보행사고 발생할 수 있는 구간을 도출하는 것에 활용될 수 있음을 보여준다.

핵심어 : 보행교통사고, 보행사고 노출, 음이항 회귀분석

ABSTRACT

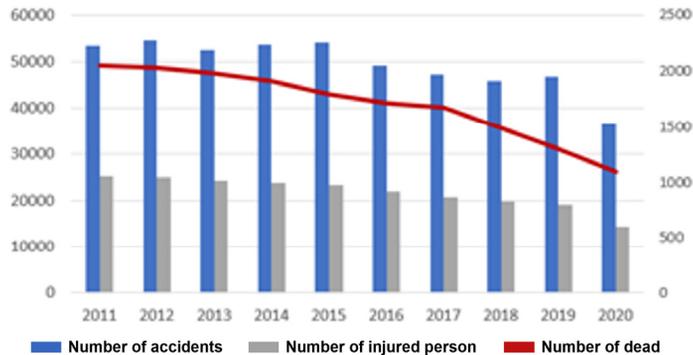
Pedestrian traffic needs to be accurately quantified to predict effectively pedestrian traffic accidents, however, pedestrian traffic is more difficult to measure than vehicle traffic. In this study, we suggest the time-and cost-effective application of mobile closed-circuit television (CCTV) using a smartphone as an alternative that can collect and analyze real-time data with little. In the present investigation, the pedestrian-vehicle conflict that can develop into an accident was defined as the pedestrian accident exposure. After installing mobile CCTV in 40 sections of Dongseong-ro, Daegu, the pedestrian accident exposure was estimated through negative binomial regression analysis using the collected data. The results of the analysis showed statistically significant changes in the pedestrian accident exposure variables. Based on the present results, a pedestrian accident exposure estimation model was developed which can be used in sections where pedestrian accidents may occur.

Key words : Pedestrian traffic accident, Pedestrian accident exposure, Negative binomial regression

I. 서론

1. 연구 배경

최근 10년간 우리나라 보행교통사고 및 사망자수는 감소하는 추세이나, 보행 중 교통사고 사망자는 10만 명당 2.1명으로 OECD 29개 회원국 평균 0.8명에 비해 여전히 높다.



<Fig. 1> Pedestrian traffic accidents and deaths in the past 10 years

여러 국가에서는 보행사고 예방을 위하여 취약구간을 선정하는 정책을 시행하고 있다(Zegeer and Bushell, 2012). 국내에서도 보행자 중심의 교통안전 체계 전환을 위하여 행정안전부에서 “2023년 국가보행안전 및 편의증진 실행계획”을 수립하였다. 그러나 여전히 교통취약계층인 어린이 및 노인보호구역을 확대하거나, 보행자 사고건수나 사망사고 등 이미 사고가 발생한 지역에 대한 사후 조치 개념으로 구간을 선정하고 있다. 이는 보행자가 사고의 위험에 노출된 정도를 사전에 고려하지 못하는 한계를 가진다.

American Association of State Highway and Transportation(2010)는 사고건수를 예측하기 위한 변수 중 하나로 사고 노출률을 제시하고 있으나, 차량 사고에만 적용이 용이하다. 이는 사고 노출률이 교통량을 기준으로 산정되는데, 보행량은 차량교통량에 비해 측정하기 어렵고 보행사고 발생 장소가 불특정하고 매우 광범위하여 데이터를 도출하는데 한계가 있기 때문이다.

기존 연구들에서는 보행량을 산출하기 위하여 가구통행실태조사 자료를 활용하거나 교통존 단위의 보행 교통량 수요추정, 교통카드 데이터 기반의 보행유동인구 추정 등의 방법으로 산정하였다. 그러나 해당 방법들은 보행량을 추정한 단위공간의 범위가 크고, 임의로 변경이 불가하다. 또한 자료 수집기간의 한계로 인하여 최소 수일이 지난 과거 자료를 활용해야 하며, 동시에 차량교통량 및 도로 기하구조, 주변 여건 등을 파악하는 것이 불가하다.

2. 연구 목적

본 연구에서는 보행사고 예측 및 취약구간 선정 등에 활용이 가능한 지표로서 보행사고 노출률이라는 새로운 개념을 정립하고자 한다. 기존 보행 노출률의 개념 검토를 통해 보행사고 노출률에 대한 정의를 제시하고 이를 산정하기 위한 모형을 개발하였다. 또한 노출률 산정을 위한 데이터 구축 방안으로 스마트폰을 활용한 영상수집 및 분석을 제안하여 기존 연구들의 한계점을 보완하고자 하였다.

II. 선행 연구

1. 보행사고 노출률 개념 정립

교통사고에 있어서 노출률이란 사고 발생의 시행단계의 기본 단위로, 시행의 결과는 사고 발생으로 이어진다. 보행 노출률은 주로 도로에 보행자가 도로에 위치한 시간간격을 의미하며, 단위구간 내 거주자, 횡단 보도를 건너는 보행자수 등 분석 주제에 따라 달라질 수 있다(Hauer, 1982).

또한 사고 노출률을 사고건수를 예측하기 위한 변수 중 하나로 제시하고 있으나, 차량 사고에만 적용이 용이하다. 이는 사고 노출률이 교통량을 기준으로 산정되는데, 보행량은 차량교통량에 비해 측정하기 어렵고 보행사고 발생 장소가 불특정하고 매우 광범위하여 데이터를 도출하는데 한계가 있기 때문이다(American Association of State Highway and Transportation, 2010).

현재까지 대다수 사고예측모형은 과거 교통사고 자료를 이용하여 도로의 환경요소들을 고려해 개발되었다. 그러나 과거 데이터는 향후 사고가 발생할 가능성에 대해서는 고려하지 못하는 단점이 있다. 이에 기존 연구들은 잠재적인 교통사고를 포함하기 위해 상충수를 통해 사고예측모형을 개발하였다.

그 중 Won et al.(2006)는 교차로에서의 잠재적 교통사고를 측정하기 위해 교통상충기법(Traffic Conflict Techniques)을 사용하였다. 이때 교통상충이란 둘 또는 그 이상의 도로 이용자 사이의 상호작용으로써 도로 이용자들이 사고에 임박한 상황을 피하기 위한 회피행동을 발생시키는 사건으로 정의하였다. 그러나 보행자 상충의 경우에는 현장에서 조사자에 의해 측정하기 어려워 차량간 상충 조사만 진행하였다.

따라서 본 연구는 보행사고 노출률을 보행량 대비 사고로 발전할 수 있는 차량과 보행자간의 상충발생횟수로 정의하였다. 이때 상충은 보행자와 차량의 가장 근접점인 보행자의 발을 기준으로 자동차의 4방향 모서리, 자동차의 앞/뒤 모서리의 거리를 미터단위로 산정하여 1미터 미만으로 규정하였다.

2. 보행사고 분석 연구

기존 연구는 교통사고 발생 자료를 활용하여 보행 교통사고에 영향을 주는 요인을 분석하였다. 주로 사고 발생 지역, 인적 특성, 도로 기하 구조 등을 설명변수로 활용하고 있고, 차량 교통량과 보행량을 측정하여 사고 노출률로 정의하여 사고와의 상관관계를 분석하였다(Lee et al., 2019).

Zegeer and Bushell(2012)은 보행사고에 영향을 미치는 요인을 크게 운전자, 차량, 도로/환경, 보행자, 인구/사회/정책 5개로 분류하고 이들의 상호작용으로 인해 보행사고가 발생한다고 분석하였다. 이 연구에서는 교통량과 보행자의 노출률이 높을수록 사고가 많이 발생한다고 주장하였다.

Beck et al.(2014)에서는 교통량, 보행량, 도로 기하 구조, 보행 관련 시설물을 설명변수로 설정하고 음이항 모형을 통해 주간선도로와 보조간선도로를 구분하여 사고모형을 개발하였다. 그 결과 보행량과 차량 진출입로개수가 공통변수로 채택되었고 보행사고 수와 양의 상관관계를 가지는 것으로 분석되었다.

Kim(2012)은 차로수와 교통량을 고려하여 도로를 3개의 등급으로 구분하고 지점에서 발생한 교통사고 총건수에 대한 보행사고 건수의 비율을 계산하여 새로운 보행사고 위험구간을 선정 방법을 개발하였다. 기존의 교통사고 잦은 지점 선정 방법과 비교했을 때, 기존 방식으로 선정되지 않던 곳에서 추가 위험 구간이 발견되었고, 사고 발생건수보다 발생 경향에 초점을 두는 것이 더 효과적이라고 주장하였다.

이에 본 연구는 잠재적인 보행사고를 파악하기 위해 다양한 설명변수를 수집하여 보행상충여부를 분석한 후, 보행사고 노출 추정 모형을 개발하고자 한다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 스마트폰을 활용한 데이터 수집

영상 수집 방법은 보행량뿐만 아니라 차량교통량, 도로기하구조, 기타 요인 등을 동시에 구축 가능하며, 분석자가 원하는 공간적, 시간적 범위에 따라 도출할 수 있다. 따라서 변수마다 별도 수집하여 결합하여야 하는 기존 방법에 비해 분석이 용이하다.

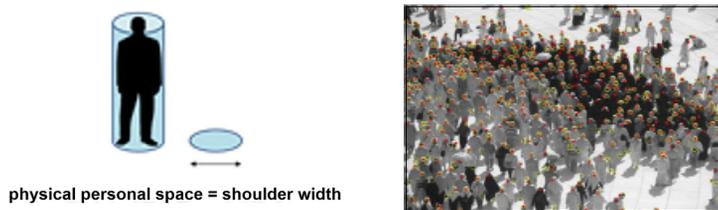
영상 수집은 CCTV를 통해 이루어지나, 매우 광범위한 보행구간에 비해 CCTV 설치비용이 막대하여 기존 CCTV를 활용한 분석은 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 CCTV의 영상수집의 대안으로 스마트폰을 활용하여 교통량 등의 데이터 수집 및 분석방안을 모색하였다.

한 해에 약 500만대의 스마트폰이 버려지는 점(Chang et al., 2022)에 착안하여, CCTV를 대체할 수 있는 데이터 수집방안으로 스마트폰을 활용하였다. 기존 CCTV에 비해 적은 예산으로 신속하게 설치가 가능하고, 장소 제약이 줄어들어 영상 분석을 위한 대체 기술로 활용할 수 있다.

2. 클라우드 리포팅 기술을 통한 영상 분석

스마트폰을 통해 수집한 보행구간 영상은 영상시각화 기술과 클라우드 리포팅(Crowding Reporting) 기술을 적용하여 분석하였다. 도로폭, 차로수는 현장 실측 조사를 통해 수집하였으며, 영상 내 요소는 보행자, 자동차, 이동가능한 입간판 등의 동적물체 등으로 분류하였다. 영상을 도로유형에 따라 분류하고 영상분석을 통해 교통량 및 그 외 요소들을 카운팅하였다. CCTV 영상 내에 설정한 가상의 통행라인을 기준으로 통과하는 자동차와 보행자의 통행량(교통량)을 카운팅 하는 방식으로 분석하였다. 또한 이동물체에 대한 개체수를 카운팅하여 보행량과 통과교통량의 수를 산정하였다.

특히 보행량은 군중단위로 이동할 경우 개별 객체 검지에 어려움이 있으므로, <Fig. 2>과 같이 사람의 어깨 넓이로 구분하여 뭉쳐있는 군중내 사람의 수 외에도 각 사람의 위치를 추정할 수 있도록 하였다.



<Fig. 2> Technology for detecting the number of people in a crowd through deep learning

상충은 보행자-자동차간 상충이 발생한 경우에 카운팅하도록 하였으며, 영상의 위치 및 각도 등 왜곡된 결과를 최소화하기 위해 보행자와 차량의 가장 근접점인 보행자의 발을 기준으로 자동차의 4방향 모서리, 자동차의 앞/뒤 모서리의 거리를 미터단위로 산정하여 1미터 미만을 상충위험으로 규정하였다. 넓은 범위로 규정할 경우, 상충 횟수를 과다하게 산정할 가능성이 높다고 판단하여 더 좁은 범위로 규정함으로써 실제 사고로 이어질 수 있는 경우를 반영하고자 하였다. 본 연구의 궁극적인 목표는 보행사고를 예측하기 위함으로 현실에 더 가까운 모형을 구축하기 위해 1m 미만을 상충으로 규정하여 분석하였다.

3. 노출 산정

1) 변수 정의

보행사고 노출을 산정하기 위한 변수로 설정하였다. 스마트폰 모바일 cctv를 통해 영상 수집 및 분석을 한 결과, 구축된 변수는 <Table 1>과 같다. 크게 도로특성, 기하 구조, 교통량, 기타 변수로 정의하였다. 도로특성은 교차로, 양방향통행, 일방통행으로 구분하였다. 기하 구조는 도로폭, 차로수를 수집하였고, 교통량은 차량과 보행자 통행량을 측정하였다. 또한 보행 경로를 방해하는 간판, 적치물 등과 같은 보행 장애물을 조사하였다. 마지막으로 앞서 정의한 상충범위를 기반으로 보행자-차량 간의 상충횟수를 취득하였다.

<Table 1> Descriptions of Factors

Factor		Description
Traffic Conflict between vehicles and pedestrians		Number of collisions between pedestrians and cars
road characteristics		Classified into intersections, two-way traffic, and one-way traffic
geometry	road width	Width of the whole road
	number of vehicle lane	Number of lanes on the road
traffic	vehicle	Number of cars that passed the measurement section
	pedestrian	Number of pedestrians passing through the measurement section
etc	obstacle	Obstacles obstructing walking, including no parking signs, commercial signs, etc.

2) 음이항 회귀분석 모형

교통사고를 예측하기 위해 다양한 개발 모형이 있으나, 그 중에서도 회귀분석 모형이 가장 많은 연구에서 사용되었다. 그러나 불연속이며 산발적인 형태로 발생하는 교통사고를 분석하는데에는 한계를 가질 수밖에 없다(No et al., 2007). 따라서 일정한 단위 시간 내 특정 사건이 발생할 확률을 기준으로 하는 이산확률분포인 포아송 회귀모형이 사고분석에 합리적인 모형이라고 판단된다. 포아송 회귀모형은 평균과 분산이 동일하다는 가정을 만족하는 경우에 적용 가능하다. 하지만 실제 자료들의 경우 평균보다 분산이 큰 과대산포인 경우가 많다(Lee and Rho, 2015). 이에 과대산포를 해결하기 위한 그 대안으로 음이항 회귀분석이 주로 활용된다. 음이항 회귀모형은 과대산포 문제를 해결할 수 있을 뿐 아니라 오차를 포함하고 있어 보다 현실에 가깝기 때문이다.

포아송 회귀모형의 식은 설명변수에 의한 영향이 오차 없이 완벽하게 표현되는 형태인 반면, 음이항 회귀모형은 포아송 회귀모형에 과대산포로 인해 발생하는 오차(가산차료의 평균값의 이질성)를 반영한 오차항 ϵ_i 를 추가한 모형이다. 해당 음이항 회귀분석모형은 식 (1)과 같다.

$$Y_i = \exp(\beta_0 X_0 + \beta_1 X_1 \dots + \beta_m X_m + \epsilon_i) \dots\dots\dots (1)$$

Y_i : 종속변수(보행 상충수, 노출 횟수)

β_0, \dots, β_m : 최대우도추정법(maximum likelihood)을 이용하여 추정된 회귀계수

X_0, \dots, X_m : 설명변수(도로특성, 기하구조, 교통량 등)

ϵ_i : 평균이 1이고 분산이 감마(gamma)분포를 가정한 오차항

따라서 본 연구는 음이항 회귀모형을 활용하여 보행사고 노출을 추정하였다. 보행자-차량 간 상충횟수를 종속변수로, 교통량, 보행량, 교통 특성 등을 독립변수로 설정하여 분석지점별 상충건수 예측 및 상충에 미치는 영향변수를 분석하고자 하였다. 통계 프로그램으로 SPSS Statistics 26.0을 이용하였다.

IV. 실증 연구

1. 실험 설계

본 연구의 대상지는 대구 동성로 지역으로 보행자-차량 간 보행사고 노출을 파악하기 위해 보차혼용도로를 대상으로 하였다. 그 중 차량교통량과 보행량 비율이 각각 다른 40개 구간을 선정하였다.

각 구간에는 영상 수집을 위하여 스마트폰을 활용한 모바일 CCTV를 제작하여 설치하였다. 거치형의 제어장치를 제작하여 우천, 바람 등의 외부환경요인에도 시스템이 작동되도록 설계하였다. 제어장치 내에 중고스마트폰을 고정할 수 있는 거치대를 설치하였으며, 외부환경에서 배터리의 폭파위험을 고려하여 전원 직결방식으로 24시간 365일 촬영이 가능하도록 제작하였다.



<Fig. 3> Smartphone mobile CCTV installation



<Fig. 4> Smartphone mobile CCTV installation

2. 분석 결과

1) 영상분석 결과

40개 구간에 대하여 1시간 단위 8,560건의 영상을 수집하였으며, 딥러닝 영상분석을 통해 <Table 2>과 같이 총 단위구간별 변수를 도출하였다.



<Fig. 5> Analysis of vehicle traffic volume, number of pedestrians, and number of pedestrian conflicts

<Table 2> Result of video analysis

CCTV No.	Time	Road characteristics	Geometry		Traffic		etc	Traffic Conflict between vehicles and pedestrians
			road width (m)	number of vehicle lane	vehicle	pedestrian	obstacle	
1	1:00:00	One-way	8	1	4	-	-	-
1	1:00:15	One-way	8	1	1	-	-	-
1	1:00:26	One-way	8	1	1	-	-	-
⋮								
40	1:59:00	One-way	5	1	1	2	-	1

2) 노출 산정 결과

먼저 분석하기에 앞서, 데이터의 과대산포 여부를 파악하여 분석 방법으로 음이항 회귀분석이 적합한지 확인하였다. 과분산 검정을 위해 우도비 검정 통계량을 분석한 결과, 95.830 ($p < 0.05$)로 유의하게 나타나 과분산이 발생한 것으로 볼 수 있다. 또한 총 이탈도(diviance/df)는 음이항 회귀분석 결과 0.565으로 나타나, 4보다 작고 1에 가까워 음이항 회귀분석에 적합한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구는 음이항 회귀모형을 이용하여 분석을 진행하였다.

40개의 구간에 대해 보행상충횟수를 종속변수로 설정하여 음이항 회귀분석을 실시하였다. 해당 모형의 p-value는 0.002(< 0.05)로 음이항 회귀분석이 적합하다는 것을 알 수 있다. 분석 결과, 최종적으로 5개의 변수(양방향통행, 차로수, 보행량, 차량교통량, 장애물)가 보행상충여부에 영향을 미치는 유의미한 변수로 나타났다. 그 중 양방향통행, 보행량, 차량교통량, 보행장애물이 보행사고 노출과 양의 상관관계를 가진다. 반면 차로수는 음의 상관관계를 지닌다.

먼저 도로특성 중 양방향통행일 경우, 보행상충여부에 영향을 주는 것으로 나타났다. 차량이 일정한 방향으로 진행하는 일방통행 구간에서는 보행자가 차량의 흐름을 예측하기 쉬우나, 서로 다른 방향으로 진행하는 양방향통행 구간은 보행자가 차량의 출현을 예측하기 어렵다. 또한 양방향통행 구간에서 서로 다른 방향으로 진행하는 차량끼리 충돌을 피하기 위해 조향을 하게되는데, 이 때 보도가 존재하지 않는 도로에서는 보행 공간까지 침범하며 조향할 가능성이 있다. 이러한 현상으로 양방향통행 구간에서의 보행자와 차량 간 상충이 불가피하며 보행사고 노출률이 상승할 것으로 예측된다.

또한 보행량과 차량교통량이 많을수록 보행사고 노출이 증가한다. 두 설명변수에 대한 계수(B)를 비교하였을 때, 보행량 0.002, 차량교통량 0.025로 차량 교통량이 보행상충횟수에 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 공간을 차지하는 단위 면적이 보행자보다 차량이 더 많은 범위를 포함하기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 판단된다.

대부분의 보차혼용도로에서 간판, 적치물과 같은 객체들을 도로의 가장자리인 보행 공간에 설치하여 보행 경로를 방해한다. 이에 보행자는 장애물을 피하기위해 도로의 안쪽으로 이동하게 되어 차량과의 상충이 불가피해진다. 이러한 현상으로 보행 장애물이 증가할수록 보행사고 노출은 증가하게 된다.

반면 차로수는 적을수록 보행상충횟수가 증가 즉, 보행사고 노출이 증가한다는 것을 알 수 있다. 동일한 교통량에서 차로수가 적을수록 차량은 밀집하게 된다. 차량이 한 곳에 밀집될수록 보행자는 그만큼 상충점이 증가하는 현상이 발생된다.

<Table 3> Descriptive statistics of statistical analysis variables

Variables		N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	
Dependent Variable	Traffic Conflict between vehicles and pedestrians	-	0.0	57.0	12.619	14.4538	
Categorical Variable	Road characteristics	Intersection	21	-	-	-	
		two-way	2	-	-	-	
		One-way	17	-	-	-	
Covariate Variable	Geometry	Road width	-	5.0	9.0	6.762	1.7259
		Number of vehicle lane	-	1	2	1.24	0.428
	Traffic	Pedestrian	-	16	1183	244.90	267.984
		Vehicle	-	1	114	47.48	39.810
	Etc	Obstacle	-	0	2	0.14	0.469

<Table 4> Result of analysis using negative binomial regression

Variables		Coef.(B)	Std. Err	p
Road characteristics	Intersection	-0.098	0.3489	0.778
	two-way	1.223	0.6779	0.071*
	One-way	0	.	.
Geometry	Road width	0.039	0.1517	0.796
	Number of vehicle lane	-1.306	0.3895	0.001***
Traffic	Pedestrian	0.002	0.0007	0.001***
	Vehicle	0.025	0.0047	0.000***
Etc	Obstacle	1.580	0.5729	0.006***
constant		1.653	0.8976	0.066*
Log likelihood		-252.286		
AIC		520.573		
BIC		540.019		
LR test		95.830 (p<0.05)		

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

V. 결 론

본 연구는 새로운 방법으로 보행사고 노출 추정 모형을 개발한 연구이다. 기존의 보행사고 발생 자료를 활용하는 것이 아닌 잠재적으로 보행사고가 발생할 수 있는 구간에 대해 주변 도로환경을 고려하여 보행사고 노출을 추정하였다. 그 결과 구축한 모형은 적합한 것으로 확인되었고 보행사고 노출 변수도 유의미한 것으로 나타났다. 총 5개의 변수가 도출되었으며 양방향, 보행량, 차량교통량, 보행장애물은 양의 상관관계를 가지고 차로수는 음의 상관관계를 지닌다.

본 연구에서 개발한 보행사고 노출은 스마트폰 모바일 cctv을 활용한 데이터 수집 및 분석을 통해 이루어졌으며 기존 연구 분석 방법의 한계를 개선하였다. 기존 연구들에서는 보행량을 산출하기 위하여 가구통행

실태조사 자료를 활용하거나 교통존 단위의 보행교통량 수요추정, 교통카드 데이터 기반의 보행유동인구 추정 등의 방법으로 산정하였다. 그러나 해당 방법들은 보행량을 추정한 단위공간의 범위가 크고, 임의로 변경이 불가하다. 또한 자료 수집기간의 한계로 인하여 최소 수일이 지난 과거 자료를 활용해야 하며, 동시에 차량교통량 및 도로 기하구조, 주변 여건 등을 파악하는 것이 불가하다. 이에 본 연구는 스마트폰을 활용한 모바일 CCTV로 데이터를 수집 및 분석함으로써 기존 CCTV에 비해 적은 예산, 신속한 설치, 실시간 데이터 수집의 장소 제약이 줄어들어 데이터의 신뢰성을 높일 수 있었다.

본 연구의 한계점으로는 보행사고 노출을 보행자-차량간의 상충여부만 고려하였다는 점이다. 보행사고에는 차량 외에도 보행자, 자전거와의 충돌도 있으며, 특히 현재 새로운 교통수단으로 자리매김하는 개인형 이동장치와의 사고도 급격히 증가하는 추세이다. 이러한 배경을 바탕으로 다양한 객체와의 충돌을 반영함과 동시에 보차혼용도로 외의 도로 환경을 고려하여 보행사고 노출 추정 모형의 보완이 필요하다. 또한 본 연구는 대구시 동성로 일대를 대상으로 구축하였기 때문에 전국 모든 도로를 설명하기에는 부족하다.

향후 과제에서는 본 모형의 적용가능성을 향상시키기 위해 본 모형을 다양한 사례에 적용하여 실제사고 건수를 얼마나 잘 산정할 수 있을지 확인하는 과정이 필요하다. 이러한 연구를 통해 본 연구에서 활용한 보행노출이 보행사고 추정에 기여하는 바를 부각시킬 수 있을 것이다. 사고 예측 모형의 신뢰도를 향상시킬 경우, 보행취약구간을 선정하는데에도 큰 기여를 할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 2022년도 가천대학교 교내연구비(GCU-202103980001) 지원으로 수행하였습니다

REFERENCES

- Ahn, M. R., Ji, I. B. and Han, K. D.(2020), “Analysis of factors of HPAI in duck farms using the regression model”, *Journal of Rural Development*, vol. 43, no. 4, pp.25-43.
- American Association of State Highway and Transportation Officials(2010), *Highway Safety Manual* (1st ed.), pp.3.17-3.19.
- Beck, T. H., Park, M. K. and Park, B. H.(2014), “Pedestrian Accident Severity and Modeling by Arterial Road Function”, *International Journal of Highway Engineering*, vol. 16, no. 4, pp.111-118.
- Chang, I. J., Jeong, J. M., Lee, J. D. and Ahn, S. Y.(2022), “A Study on the Cognitive Judgment of Pedestrian Risk Factors Using a Second-hand Mobile Phones”, *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 22, no. 1, pp.274-282.
- Hauer, E.(1982), “Traffic Conflicts and Exposure”, *Accident Analysis & Prevention*, vol. 14, no. 5, pp.359-364.
- Kim, M. K.(2012), *The Research on the Accident with Pedestrian Danger Section Method for Choosing*, Master’s Thesis, University of Seoul.
- Lee, G. H. and Rho, J. H.(2015), “A Development of Traffic Accident Model by Random Parameter: Focus on Capital Area and Busan 4-legs Signalized Intersections”, *The Journal of the Korea*

Institute of Intelligent Transport Systems, vol. 14, no. 6, pp.91-99.

Lee, H. S., Kim, E. J., Park, S. J., Kho, S. Y. and Park, H. C.(2019), “Estimation of Pedestrian Crash Exposure Considering Floating Population”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 37, no. 4, pp.302-321.

No, C. K., Park, J. S. and Son, B. S.(2007), “A Study of Accident Models for Highway Interchange Ramps”, *Korean Society of Transportation*, vol. 57, pp.296-305.

Won, D. G., Im, G. H. and Kim, H. S.(2006), “Development of Accident Prediction Model using Traffic Conflict Techniques(TCT) at Signalized Intersections”, *Journal of Korean Society of Transportation*, pp.162-171.

Zeeger, C. V. and Buschell, M.(2012), “Pedestrian Crash Trends and Potential Countermeasures from Around the World”, *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, vol. 44, pp.3-11.