

보행자 안전을 위한 차량정보안내시스템 도입에 따른 통행속도 변화에 미치는 영향 분석

Analysis on the Effect of Vehicle Speed Change on the Vehicle Information Guide System for Pedestrian Safety

정 광 북* · 김 영 울** · 한 재 윤***

* 주저자 및 교신저자 : 자율주행기술개발혁신사업단 수석연구원

** 공저자 : ㈜유에이치알앤디 대표이사

*** 공저자 : 자율주행기술개발혁신사업단 연구원

Kwang-Bok Jung* · Yeong-YUL Kim** · Jae-Yoon Han***

* Korea Autonomous driving Development Innovation Foundation

** UH R&D CO.,LTD

*** Korea Autonomous driving Development Innovation Foundation

† Corresponding author : Kwang-Bok Jung, traffic1@naver.com

Vol. 22 No.1(2023)
February, 2023
pp.93~102

pISSN 1738-0774
eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2023.22.1.93>

Received 20 December 2022
Revised 29 December 2022
Accepted 26 January 2023

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

요 약

본 연구는 운전자에게 차량속도와 횡단보도 인근 보행자 존재 유무에 대한 정보를 제공하는 차량정보안내시스템의 설치 전·후에 대한 효과평가를 수행했다. 시나리오는 운전자에게 정보를 제공하지 않는 경우(S1), 차량주행속도만 제공하였을 경우(S2), 횡단보도에 보행자의 존재 유무와 차량주행속도를 모두 제공하였을 경우(S3) 등 3가지로 구성했다. 조사결과 시나리오 S1보다 운전자에게 정보를 제공하는 S2, S3에서 차량의 속도감속률이 약 0.4-0.7km 큰 것으로 나타났다. 또한 시나리오 S3에서 횡단보도 인근에 보행자가 있는 경우에 없는 경우보다 속도 감속률이 0.2km 높아 차량 속도를 더 줄이는 것으로 나타났다. 통계분석 결과에서도 시나리오 3개에 대한 평균 차량의 속도감속률에 차이가 있는 것으로 분석됐고, 보행자가 있는 경우 속도 감속률이 큰 것으로 나타났다.

핵심어 : 보행자, 안전, 통행속도, 교통시설, 차량정보안내시스템

ABSTRACT

This study conducted an effect evaluation before and after the installation of a vehicle information guidance system that provides drivers with information about vehicle speed and the presence or absence of pedestrians near pedestrian crossings. There are three types of scenarios: when no information is provided to the driver (S1), when only the vehicle driving speed is provided (S2), and when pedestrians are present on the pedestrian crossing and when both vehicle driving speeds are provided (S3). As a result of the survey, the speed reduction rate of the vehicle was found to be about 0.4-0.7km greater in S2 and S3 that provide information to the driver than in scenario S1. In addition, in the scenario S3, the speed reduction rate is 0.2km higher than that in the case where there are pedestrians near the pedestrian crossing, which further reduces the vehicle speed. Statistical analysis also showed that there was a difference in the speed reduction rate of the average vehicle for the three scenarios, and that the speed reduction rate was large in the presence of pedestrians.

Key words : Pedestrian, Safety, Accident, Vehicle information guidance system, Travel speed

I. 서론

1. 연구의 배경

우리나라 교통사고는 2011년 221,711건에서 2019년 229,600건으로 일부 증가했지만 코로나19의 확산으로 인해 2020년 209,654건으로 크게 감소했다. 특히 사망자수는 2011년 5,229명에서 2020년 3,081명으로 크게 줄었다. 보행자 사망사고는 2011년 2,044명에서 2020년 1,093명으로 매년 감소하고 있는 추세이다. 이는 보행자를 우선으로 하는 정부의 교통체계 패러다임 전환 등 종합적인 교통안전대책의 효과로 볼 수 있다. 정부는 도심제한속도를 50km/h로 하향 조정하고 차량의 저속 운행을 유도하기 위한 교통정온화 기법 도입, 사고 잦은 곳 및 위험도로 구조개선 사업, 노인보호구역 및 어린이보호구역 지정 확대 등 다양한 정책을 지속적으로 추진하고 있다.

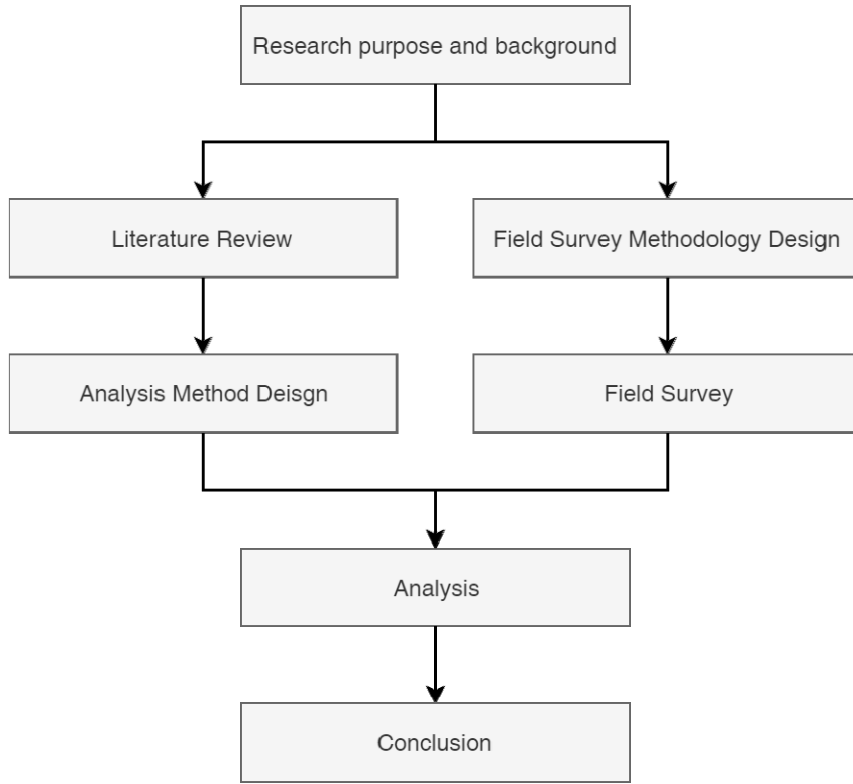
하지만 도로교통공단 「(2019년 통계) OECD 회원국 교통사고 비교」 자료에 따르면 2019년 기준 인구 10만 명당 교통사고건수는 OECD 회원국 평균인 194.3건보다 약 2.3배 많은 444.0건이 발생했으며, 이는 조사된 OECD 27개국 중 27위를 기록했다. 인구 10만 명당 교통사고 사망자수도 6.5명으로 OECD 회원국 평균인 5.2명에 비해 약 1.63배 높았다. 특히 우리나라 보행 중 사망자 구성비는 OECD 회원국 평균인 19.3%보다 2배 정도 높은 38.9%로 회원국 중 두 번째로 높은 것으로 나타났다. 또한 인구 10만 명당 보행 중 사망자수도 3.3명으로 칠레에 이어 두 번째로 높고, OECD 회원국 평균 1.1명에 비해 2배 이상 많은 것으로 조사됐다. 우리나라는 14세 이하 어린이와 65세 이상 노인 인구 10만 명당 보행 중 사망자수도 각각 0.34명, 9.7명으로 OECD 회원국 평균보다 약 1.5배, 4.0배 큰 것으로 나타났다.

도로교통공단 「교통사고분석시스템」 자료에 따르면 운전자 법규위반 중 보행자 보호의무 위반으로 인한 사고가 2011년 6,890건에서 2019년 8,055건으로 증가했다가 2020년 6,166건, 2021년 6,594건으로 감소한 것으로 조사됐다. 특히 2021년에 발생한 보행자 사망자 중 58%가 횡단 중 사망했고, 차 대 사람의 교통사고 사망자 중에서도 55%가 횡단 중에 사망했다. 이처럼 차 대 사람의 교통사고 경우에는 보행자의 사망률이 높게 나타나고 있고, 보행자의 횡단 중 사고가 많이 발생하는 것으로 나타나고 있다. 이에 본 연구에서는 횡단보도가 있는 교차로에서 운전자에게 통행속도와 횡단보도 인근의 보행자 존재 유무 등 시나리오별 정보를 제공하고, 정보제공에 따른 통행속도와 상관관계를 분석하고자 한다. 이러한 분석결과를 통해 차량정보안내 시스템 설치에 따른 효과를 검증해 보고자 한다.

2. 연구의 범위

본 연구에서는 운전자에게 차량속도와 횡단보도 인근 보행자 존재 유무를 알려주는 정보를 제공하는 차량정보안내시스템의 설치 전·후에 대한 효과 평가를 수행하였다. 효과 평가는 시스템 설치 전·후의 차량주행속도를 분석하여 시스템 설치에 따른 차량감속 효과를 척도로 사용하였다. 본 연구의 연구수행 흐름도는 <Fig. 1>과 같다.

본 연구는 2020년 1월 10일부터 1월 30일까지 1차 현장조사를 진행했고, 2월 27일부터 3월 2일간 보완조사를 수행하였다. 현장조사는 서울특별시 종로구에 위치한 독립문역사거리를 중심으로 하였고, 서대문역에서 경복궁역 방면의 우회전 차량 39,435대를 대상으로 조사하였다.



<Fig. 1> Research Flow chart

II. 선행연구 고찰

교통정책의 패러다임이 차량중심에서 보행자중심으로 변화되면서 보행자 안전과 관련된 다양한 시설이나 정책, 제도 등이 마련되고 있다. 특히 횡단보도나 어린이보호구역 등 보행자와 차량 간 상충이 발생하는 지점에 대해 다양한 보행자 안전 연구가 활발히 진행되고 있다.

영국은 교통사고의 주원인을 운전자 과속에 기인한다는 전제하에 운전자 과속 방지를 위해 1992년 교통정온화법을 제정하였다. 교통정온화법을 기반으로 다양한 물리적 구조물을 설치하여 교통사고를 줄이고자 노력하였다. 차선을 직선에서 사선으로 바꾸어 도로가 점점 좁아져 보이는 착시효과를 줌으로써 차량 속도를 줄이고자 하였다. 또한 도로 양 끝에 화단이나 구조물을 두어 일시적으로 도로폭을 줄여 차량 속도를 줄이는 Chocker road, 직선 도로 대신 S자 도로를 만들어 인위적으로 속도를 줄이고 있다. 이외에도 싱글 트랙을 만들어 2차선 도로 양쪽에 안전 구조물을 설치하여 차량 한 대만 지나다닐 수 있도록 하는 등 다양한 보행자 관련 시설물 설치로 보행자 교통사고를 약 60%정도 줄였다.

미국은 2010년에서 2015년까지 보행자 교통사고 사망자 수가 약 25% 증가한 반면, 같은 기간 교통사고 전체 사망자수는 6% 정도 늘어난 것으로 나타났다. 미국 보행자 교통사고 사망건수의 82%가 교차로 이외 지역에서 발생하고 있다. 미국 대부분의 주에서는 신호등이 없는 건널목에서 운전자가 보행자에게 양보하도록 규제하고 있다.

일본은 보행 중 사망자수가 2008년을 기점으로 자동차 승차 중 사망자수보다 많아지면서 보행자 교통사고 대책을 강화하고 있다. 일본의 보행자 교통사고는 운전자가 보행자를 보지 못하거나 보행자 우선의식이 결여되어 발생하는 것으로 나타나고 있다. 이에 보행자 관련 교통사고를 예방하기 위해서 횡단보행자 감지식 주의환기시스템을 설치해 검증하고 있다.

Jin and Lee(2016)은 보행자와 자동차 운전자에게 안전관련 메시지를 시각 및 청각적으로 전달하고 횡단보도 자체의 시인성을 조명을 통해 개선할 수 있는 요소들로 구성된 ‘횡단안전 지원시스템’을 개발하였다. 개발된 시스템의 설치 전·후 보행자 행태를 분석한 결과 횡단 중 좌·우를 보는 빈도의 비율이 주간에는 27.9%에서 62.9%로 야간에는 36.0%에서 58.7%로 각각 개선되었고, 차량 주행속도에도 영향이 있는 것으로 분석되었다.

Kim et al.(2017)은 보행자 보호구역에 가변형속도제한표지 및 비콘을 설치하여 해당시설이 차량의 통행속도에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 가변형속도제한표지는 약 8.3km/h의 통행속도 감소효과가 나타났으나, 비콘의 경우는 오히려 0.8km/h의 통행속도가 증가하는 현상이 도출됐다. 또한 시스템 설치 전·후 신호위반 차량대수를 조사한 결과 위반율이 약 3% 감소한 것으로 분석되었다.

Kim and Shin(2019)은 기존 보행자 탐지 기술인 YOLO(You Only Look Once)의 인공지능망 모델을 개선하여 My-Tiny-Model3라는 새로운 모델을 제시하였고, 새로운 시스템을 기반으로 보행자 탐지율을 76.28%에서 83.3%로 약 7.02% 향상시켰다.

Ka et al.(2019)은 보행자의 횡단여부를 예측하여 접근 차량에 경고하는 예측형 보행자 충돌 경고 서비스(P2CWS, Predictive Pedestrian Collision Warning Service)를 개발하였다. 시스템은 차량이 횡단보도에 접근하기 1.5초 이전에 위험 정보를 차량에 전송함으로써 차량-보행자간 충돌을 방지하게 해준다. 실험결과 AUC(Area Under the Curve) 값이 0.8이상으로 제안한 서비스가 보행 신호를 위반하는 위험 보행자를 검출하여 사고를 예방하는 데 우수한 성능을 가지는 것으로 나타났다.

Lim et al.(2020)은 Gateway가 어린이보호구역에서 주행차량 속도와 규정속도 준수 여부에 미치는 영향을 조사했다. Gateway 설치 전에 비해 주행차량의 속도를 5.6km/h 감소시켰고, 규정속도 준수율을 31.5% 증가시킨 것으로 분석됐다.

Ⅲ. 현장조사 및 특성분석

본 연구는 2020년 1월 10일부터 1월 30일까지 3주간 1차 조사를 진행하고, 자료 보안을 위하여 2020년 2월 27일부터 3월 2일까지 5일간 2차 조사를 실시하였다. 조사지점은 <Fig. 2>에서 보는바와 같이 통일로 구간 중 서울특별시 종로구 소재 독립문사거리 교차로 내로 서대문역교차로에서 경북구역 방향 우회전 차량을 중심으로 조사하였다. 통일로는 왕복 8차로 도로로 중앙버스전용차로가 설치돼 있어서 가로변으로 진행되는 직진 버스와 우회전 일반차량 간 영향이 크지 않다. 또한 보행섬이 설치돼 있고, 신호로 보행자와 우회전 차량 간의 통제가 이루어지고 있지 않다.

현장조사는 횡단보도 대기공간에 보행자의 유무를 판단할 수 있는 영상관독장비(스테레오 카메라)와 보행자 존재 유무를 운전자에게 표출해 주는 시스템인 DFS(Driver Feedback Sign)를 횡단보도 전방 25m에 설치하여 조사하였다. DFS 표출방식은 <Fig. 3>과 같이 상단에는 주행하는 차량의 통행속도 정보를 표시하고, 하단에는 횡단보도 인근에 보행자 존재에 대한 정보를 표출하였다. 또한 제공하는 정보에 따라서 우회전 차량 속도 변화를 측정하기 위해 DFS 전방 25m와 60m에 각각 차량지점속도를 측정할 수 있는 레이더 검지기를 설

치하였다. 레이더 검지기는 무선 주파수를 이용하여 사물의 존재여부를 검지하는 센서로 날씨 등 주변의 환경인자에 영향이 가장 적은 방식으로 군사목적에 많이 활용되고 있다. 레이더 검지기는 검지률이 95% 이상으로 차량 통행속도 자료를 정확하게 측정해 연구 기초자료로 제공됐다.

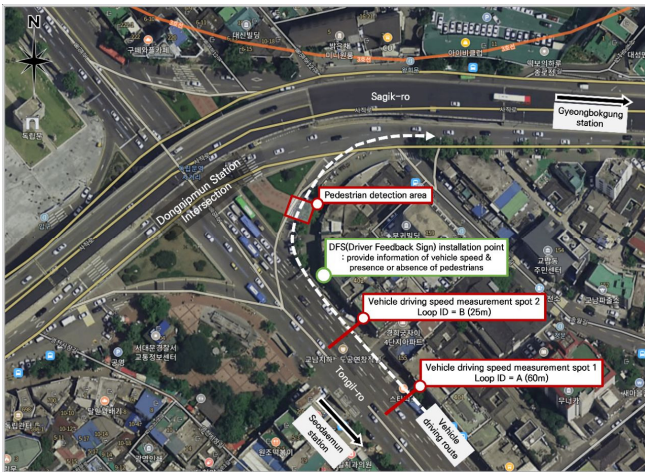
검지기 자료는 측정날짜, 시간, 차량속도, 검지위치, 차종 등 <Table 1>에서 보는 바와 같이 12개 정보로 구성하였고, 차종은 소형(이륜차), 중형(승용차, 승합차, 소형트럭), 대형(버스, 중·대형트럭)으로 구분했다.

<Table 1> Sensor detection data attribute information

Date	Day	Time	Time Line	Lane	Speed	Pedestrian existence	Loop Id	Direction	Length	Id	Id overlap
------	-----	------	-----------	------	-------	----------------------	---------	-----------	--------	----	------------

24시간 검지된 자료는 횡단보도 전방 60m에서 1차 주행속도가 검지되고, 횡단보도 전방 25m에서 2차 주행속도를 검지해 시스템에 전송한다. 차량운전자는 횡단보도 전방 25m에서 보행자의 존재 유무를 판단해서 표출해 주는 DFS 정보를 볼 수 있다.

본 연구에서는 DFS를 통해 우회전 차량에게 정보를 제공하지 않았을 경우(S1), 차량의 주행속도정보를 제공하였을 경우(S2), 횡단보도에 보행자의 존재유무와 차량의 주행속도정보를 모두 제공했을 경우(S3)에 대해 3가지의 시나리오로 구성하여 차량의 감속률에 차이가 있는지 조사하였다.



<Fig. 2> Survey site



<Fig. 3> DFS display screen

Loop id가 A지점과 B지점인 곳에서의 차량 통행속도를 분석한 결과 <Table 2>에서 보는바와 같이 주중의 경우 A지점과 B지점의 통행속도가 S1은 3.5km/h, S2는 4.0km/h, S3는 4.2km/h 등 각각 감소하는 것으로 조사되었다. 또한 주말에도 A지점과 B지점의 통행속도가 시나리오별로 각각 3.9km/h, 4.5km/h, 4.3km/h 등 감소하는 것으로 조사됐다.

특히 조사된 주중 교통량이 주말 교통량보다 약 2배 정도 많은 것으로 조사됐고, 교통량이 적은 주말에 차량의 평균통행속도가 1.0km/h~2.5km/h 높은 것으로 조사됐다. 특히 운전자에게 정보를 제공하지 않는 S1에서의 차량통행속도 감속률이 주중, 주말 각각 8.9%, 9.3%로 운전자에게 정보를 제공하는 S2, S3의 감속률 10.1%~10.8%보다 적은 것으로 조사됐다.

<Table 2> Contents of traffic survey analysis

(Unit: veh/day, km/h)

Division		Traffic volume	Average travel speed		A-B	Ratio
			A	B		
Weekday	S1	7,320	39.5	36.0	3.5	8.9%
	S2	9,289	39.8	35.8	4.0	10.1%
	S3	8,299	41.1	36.8	4.2	10.2%
Weekend	S1	3,855	42.0	38.1	3.9	9.3%
	S2	4,385	41.7	37.2	4.5	10.8%
	S3	3,623	42.1	37.8	4.3	10.2%

아래 <Table 3>에서 보는바와 같이 보행자 유무에 따른 차량통행속도 변화에 대해서도 조사하였다. 조사 결과 횡단보도 인근에 보행자의 존재여부를 알려주는 정보를 제공하는 S3의 경우 보행자가 존재할 때 차량의 통행속도 감속률이 11.0%로 보행자가 없을 때의 감속률 10.1%보다 높은 것으로 조사됐다.

하지만 횡단보도 인근에 보행자의 존재여부를 알려주는 정보를 제공하지 않는 시나리오 S1과 S2에서는 보행자의 존재 유무와 관계없이 감속률이 각각 9.1%에서 9.0%로, 10.2%에서 10.3%로 변화가 거의 없는 것으로 조사됐다. 또한 횡단보도 인근에 보행자가 없는 경우 보행자가 있을 때보다 1.7km/h~2.0km/h 통행속도가 높은 것으로 조사됐다.

<Table 3> Survey data on changes in average travel speed due to the presence of pedestrians

(Unit: vel/day, km/h)

Division		Average travel speed		A-B	Ratio
		A	B		
Pedestrian presence	S1	38.8	35.3	3.5	9.1%
	S2	38.8	34.9	3.9	10.2%
	S3	39.9	35.5	4.4	11.0%
Pedestrian absence	S1	40.7	37.0	3.6	9.0%
	S2	40.8	36.6	4.2	10.3%
	S3	41.8	37.5	4.2	10.1%

IV. 교통안전시설물 설치 비교분석

1. 운전자 정보제공 수준에 따른 우회전 차량통행속도 감속률 비교분석

본 연구에서는 통계분석을 통해 3개 시나리오에 대한 차량통행속도 감속률의 평균에 차이가 있는지에 대한 분산분석을 수행하였다. 통계분석에 사용한 자료는 횡단보도 인근에 보행자가 있는 경우 우회전 차량을 대상으로 분석하였다. 또한 시나리오 S3의 경우 횡단보도 인근에 보행자의 존재 유무에 대한 정보를 제공하였을 때 보행자의 존재 유무에 따라서 차량통행속도 변화에 영향이 있는지를 t-검정을 통해 분석해 보았다.

먼저 분산분석을 통해 3개 시나리오에 대한 차량통행속도 감속률이 차이가 있는지에 대한 분석을 수행하였다. 이를 위해 3개 시나리오에서 나온 평균 차량통행속도 감속률이 모두 같다는 가설을 설정하고 분석하였다.

μ_1 = 모집단 시나리오 S1의 평균 차량통행속도 감속률

μ_2 = 모집단 시나리오 S2의 평균 차량통행속도 감속률

μ_3 = 모집단 시나리오 S3의 평균 차량통행속도 감속률

μ_1, μ_2, μ_3 의 실제 값은 전혀 알 수 없지만 표본결과를 사용하여 다음과 같은 가설을 검정하였다.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H_1 : 모든 모집단 평균이 같은 것은 아니다.

귀무가설 조건에서는 3개의 그룹을 모두 동일한 모집단에서 뽑았다. 이 경우 모평균 값은 한 개여야 하며 3개의 그룹 평균과 모평균과의 차이가 나는 이유는 단지 샘플링 오차만 있어야 한다. 따라서 귀무가설이 참이라고 가정하면, 그룹 내 분산이 차이가 나는 이유도 또한 샘플링 오차 때문일 것이다. 만약 이것이 사실이면 두 분산의 추정값의 비율이 1.0이 되어야 한다. 모분산에 대한 추정값을 2개 구했고, 결국 크게 차이가 없어야 하므로 분산 비율은 1.0이 되어야 한다. 하지만 그룹 평균 간 차이에 의한 분산이 그룹 내 편차에 기반한 분산보다 크다면 샘플링 오차 이외에 그룹의 평균을 평균값과 크게 차이 나게 하는 다른 요소가 있는 것이다. 이 경우 만약 3개 그룹이 동일한 모집단에서 온 것이라면 그룹 평균 간 차이를 계산해서 추정한 모분산은 기댓값을 초과하게 된다. 그러면 그룹 간 차이가 없다고 주장하는 귀무가설을 기각하고, 표본들은 적어도 2개 이상의 다른 모집단에서 왔으며 모집단의 평균은 다르다는 결론을 내려야 한다. 이를 위해 F-분포를 이용하여 산정할 수 있다.

분석결과 <Table 4>에서 보는바와 같이 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 $p\text{-값} = 0.000719 < \alpha$ 이므로 H_0 를 기각하였다. 그러므로 시나리오 3개에 대한 평균은 다르다고 결론 내릴 수 있다. 이 가설검정은 3개의 모집단 평균이 동일하지 않다는 결론에 대한 통계적 증거로 충분하다. 따라서 S1, S2, S3 시나리오별 각각의 차량통행속도 평균 감속률 4.5%, 5.9%, 7.3%에 대해서 다르고 할 수 있고, 횡단보도 인근 보행자 존재 유무에 대한 정보를 주는 S3의 평균 차량통행속도 감속률이 가장 크다고 할 수 있다.

<Table 4> ANOVA-single factor

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
S1	1928	-8845.64	-4.58799	573.89
S2	2817	-16687.4	-5.92381	588.3289
S3	2306	-16945.3	-7.34835	499.8815

ANOVA

Source of Variation	sum of squares	degrees of freedom	Mean Square	F	P-value	F crit
Between Groups	8048.575	2	4024.287	7.245029	0.000719	2.997006
Within Groups	3914847	7048	555.455			
Total	3922896	7050				

2. 보행자 존재 유무에 따른 우회전 차량통행속도 감속률 비교분석

실제 보행자의 존재를 DFS를 통해 확인하였을 경우 운전자는 차량통행속도를 좀 더 감속하는지 분석해 보았다. 시나리오 S3에서 횡단보도 인근에 보행자가 있는 경우(S3P)와 횡단보도 인근에 보행자가 없는 경우(S3A)로 나누어 차량통행속도를 조사하여 감속률을 분석하였다.

분석방법은 두 모집단의 표준편차 σ_{3P} 와 σ_{3A} 를 모를 때, 두 모집단 평균 차이를 추정하는 t분포를 이용하였다. 본 연구에서 모집단은 횡단보도 인근에 보행자 존재 유무에 대한 정보를 받는 우회전 차량 운전자가 보행자가 있는 경우와 없는 경우 2가지이다. 이에 횡단보도 인근에 보행자가 존재하는 경우 2,306대 차량과 보행자가 없는 경우 9,616대 차량의 표본을 각각 선정하였다. 보행자 유무 정보에 따라 우회전 차량의 통행속도 감속률 평균은 다음과 같다.

$$\mu_{3P} = \text{모집단 시나리오 S3에서 횡단보도 인근에 보행자가 있는 경우 우회전 차량의 평균통행속도 감속률}$$

$$\mu_{3A} = \text{모집단 시나리오 S3에서 횡단보도 인근에 보행자가 없는 경우 우회전 차량의 평균통행속도 감속률}$$

본 연구에서는 보행자가 있는 경우에 보행자가 없는 경우보다 차량 통행속도 감속률이 크다는 것을 바라고 있다. 그래서 μ_{3A} 가 μ_{3P} 보다 작다는 증거를 찾으려고 한다. 이 경우 두 모집단 평균 차이 $\mu_{3P} - \mu_{3A}$ 는 0보다 클 것이므로 $\mu_{3P} - \mu_{3A} > 0$ 을 대립가설로 설정하였다. 그러므로 가설을 세우면 다음과 같다.

$$H_0 : \mu_{3P} - \mu_{3A} \leq 0$$

$$H_1 : \mu_{3P} - \mu_{3A} > 0$$

유의수준은 $\alpha = 0.05$ 를 사용하였다.

분석결과 <Table 5>에서 보는바와 같이 p-값이 0.025로 나타났다. 이 p-값 0.025가 유의수준 $\alpha = 0.05$ 보다 작으므로 횡단보도 인근에 보행자가 없는 경우의 우회전 차량통행속도 감속률이 더 작다는 결론을 내릴 수 있다. 이를 통해 시나리오 S3에 대해서 횡단보도 인근에 보행자가 있는 경우 차량 운전자가 정보를 확인하고 감속한 비율이 7.3%로 보행자 없는 경우 6.3%에 비해 좀 더 속도를 줄이는 것으로 볼 수 있다.

<Table 5> t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	S3P	S3A
Mean	-7.348352117	-6.347757122
Variance	499.8815195	441.4653769
Observations	2306	9616
Hypothesized Mean Difference	0	
df	3349	
t Stat	-1.952278265	
P(T<=t) one-tail	0.025494195	
t Critical one-tail	1.645308746	
P(T<=t) two-tail	0.05098839	
t Critical two-tail	1.960672588	

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구에서는 횡단보도 인근에서 운전자에게 다양한 정보를 주었을 때 차량속도의 감속 비율에 영향을 미치는 지에 대한 분석을 하였다. 또한 횡단보도 내 보행자가 있는 경우와 없는 경우에도 차량 속도의 감속 비율에 차이가 있는지 분석해 보았다.

보행자와 차량 간 사고는 대부분 횡단보도 등 차량과 보행자 간 상충이 생기는 지역에서 발생하고 있다. 특히 운전자 법규위반 사고 중 보행자보호 의무위반으로 인한 사고는 매년 증가하고 있는 것으로 나타났다. 또한 차 대 사람 교통사고 사망자 중에서 55%가 횡단 중에 사망했다.

본 연구에서는 우회전 차량이 통행속도를 줄이지 않고 통과가 가능하고 보행자 의무 위반이 높은 다차선 도로에 보행섬이 설치된 곳을 연구대상지역으로 설정하였다. 또한 직진하는 버스와 상충으로 인한 우회전 차량의 통행속도 감속률에 영향을 받을 수 있는 곳을 피하기 위해 중앙버스전용차로가 설치된 독립문역사거리를 중심으로 조사를 하였다.

연구대상지에 횡단보도 인근에 검지기를 설치하여 보행자 존재 유무를 판단하고, DFS를 설치하여 차량 운전자에게 통행속도 정보만 제공하는 경우, 통행속도 정보와 횡단보도내 보행자 존재여부에 대한 정보를 모두 제공하는 경우, 그리고 아무 정보도 제공하지 않는 경우에 대해서 조사하였다.

조사결과 교통량이 적은 주말에 차량의 평균통행속도가 1.0km/h~2.5km/h로 높은 것으로 조사됐고, 운전자에게 정보를 제공하지 않는 경우보다 운전자에게 통행속도나 보행자 존재 유무 정보를 제공하였을 때 차량의 통행속도 감속률이 약 1%정도 큰 것으로 조사됐다. 또한 횡단보도 인근 보행자 존재 여부에 대한 정보를 제공했을 때 보행자가 있는 경우 없을 때보다 차량통행속도 감속률이 0.9% 높은 것으로 조사됐다.

조사자료에 대해 통계적 유의성이 있는지에 대한 검증도 하였다. 먼저 3개의 시나리오에 대해 우회전 차량의 통행속도 감속률의 평균에 차이가 있는지에 대하여 분석분석을 수행하였다. 분석결과 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 p -값 = 0.000719가 유의수준 α 보다 작으므로 모든 시나리오의 통행속도 감속률의 평균값이 같다는 귀무가설을 기각하였다. 따라서 3개의 모집단 평균이 동일하지 않다는 결론을 도출하였다. 이에 S1, S2, S3 시나리오별 각각의 차량통행속도 평균 감속률 4.5%, 5.9%, 7.3%에 대해서 다르고 할 수 있고, 횡단보도 인근 보행자 존재 유무에 대한 정보를 주는 S3의 평균 차량통행속도 감속률이 가장 크다고 할 수 분석됐다.

또한 시나리오 S3에서 운전자에게 횡단보도 인근에 보행자 존재 여부에 대한 정보를 주었을 경우 보행자가 있는 경우와 보행자가 없는 경우에 대해 차량통행속도 감속률에 차이가 있는지 통계적 분석을 수행하였다. 분석결과 p -값이 0.025로 유의수준 $\alpha = 0.05$ 보다 작으므로 횡단보도 인근에 보행자가 없는 경우의 우회전 차량통행속도 감속률이 보행자가 있는 경우보다 작다는 결론을 내릴 수 있었다. 이를 통해 시나리오 S3에 대해서 횡단보도 인근에 보행자가 있는 경우 차량 운전자가 정보를 확인하고 감속한 비율이 7.3%로 보행자 없는 경우 6.3%에 비해 속도를 더 줄이는 것으로 나타났다.

국내·외에서는 보행자 사망사고를 줄이기 위해 교통정온화기법, 제도개선, 시스템 구축 및 설치 등 다양한 방안을 마련하고 있다. Jin and Lee(2016)은 보행자와 자동차 운전자에게 안전관련 메시지를 시각 및 청각적으로 전달하고 횡단보도 자체의 시인성을 조명을 통해 개선할 수 있는 요소들로 구성된 ‘횡단안전 지원시스템’을 개발하여 보행자 행태를 개선시켰다. Kim et al.(2017)은 보행자 보호구역에 가변형속도제한표지 및 비콘을 설치하여 분석한 결과 가변형속도제한표지는 약 8.3km/h의 통행속도 감소효과가 나타났으나, 비콘의 경우는 오히려 0.8km/h의 통행속도가 증가하는 결과를 발표하였다.

본 연구에서 제시한 차량정보안내시스템은 횡단보도 인근에 보행자를 감지하여 우회전하려는 차량 운전자에게 정보를 제공함으로써 차량 운전자가 감속하여 보행자의 안전을 지키는데 효과가 있는 것으로 보인다. 또한 기존 DFS를 활용하여 차량의 통행속도뿐만 아니라 횡단보도를 건너는 보행자 정보를 추가로 제공함으로써 보다 효과적으로 횡단하는 보행자 안전을 향상시키는 데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구결과를 통해 운전자에게 제공되는 다양한 정보에 대한 효과분석으로 안전한 도로운행을 위한 교통정보 시스템의 설치 및 정보의 내용 등에 대한 검증을 기반으로 한 설치가 필요해 보인다.

2. 향후 연구과제

본 연구에서는 보행섬이 설치된 다차로 도로의 1개 교차로를 대상으로 분석하였다. 하지만 교차로와 횡단보도 등 다양한 형태로 운영되고 있고, 어린이보호구역, 노인보호구역 등 운영방식에 있어서도 상이한 지역이 많아서 향후 보행자 안전에 미치는 영향을 분석함에 있어 기하구조와 운영방식 등에 따라 대표적 사례 분석을 통해 추가 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 우회전 차량이 차량군으로 주행할 경우 선두차량에 의한 후속 차량의 영향인 추종이론(Car-Following Theory) 등 다양한 조건을 분석에 포함하지 않고 있다는 점을 한계로 가지고 있다.

다만 본 연구에서는 차량 운전자 중심의 정보제공 및 통행속도 분석을 중심으로 수행하였으나, 보행자에 대한 정보제공 등 교통안전을 위한 다양한 정보를 상호 제공할 수 있는 방안 등을 마련하여 적용할 필요가 있다.

REFERENCES

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J. and Williams, T. A.(2016), *Essentials of Modern Business Statistics6e*, CENGAGE Learning, pp.503-538.
- Conrad Carlberg(2013), *Statistical Analysis: Microsoft Excel 2013*, Pearson Education, pp.245-350.
- Jin, M. W. and Lee, S. K.(2016), “Pedestrians and Drivers Behaviour Change by Installation of Crossing Safety Assistant System”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 15, no. 3, pp.85-93.
- Ka, D. H., Lee, D. H. and Yeo, H. S.(2019), “Development of Predictive Pedestrian Collision Warning Service Considering Pedestrian Characteristics”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 18, no. 3, pp.68-83.
- Kim, J. H. and Shin, Y. H.(2019), “A Study on Deep Learning-based Pedestrian Detection and Alarm System”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 18, no. 4, pp.58-70.
- Kim, J. H., Ha, D. I., Park, M. C., Song, C. S. and Ha, T. J.(2017), “Analysis of Traffic Safety Facilities in Pedestrian Protection Area: Focusing on Variable Speed Limit Signs and Beacons”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 16, no. 5, pp.121-133.
- Lim, S. J., Choi, J. H. and Oah, S. Z.(2020), “Effects of Gateway on Reducing Vehicle Speeds in School Zones”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 38, no. 2, pp.85-96.
- Road Traffic Authority(2019a), *OECD Member Traffic Accident Comparison*, pp.8-11, 20-23, 34-58.
- Road Traffic Authority(2019b), *Traffic Accident Statistics*, pp.25, 48.