

이륜차 관제기술 도입 및 행태분석을 위한 실증 연구

임준범¹, 김경목², 박준태^{3*}

¹한국교통안전공단 교통안전연구처, ²(주)별따라가자, ³한국교통대학교 교통시스템공학과

Paper An empirical study for the introduction of two-wheeled vehicle control technology and behavior analysis

Jun-Bum Lim¹, Kyung-mok Kim², Jun-Tae Park^{3*}

¹Transportation Safety Research Office, Korea Transportation Safety Authority

²Star Pickers. Inc.

³Dept. of Transportation Systems Engineering, Korea national University of Transportation

요약 Covid-19 확산과 함께 배달 이륜차 산업이 급성장하면서 이륜자동차의 위험운전이 사회적 이슈화가 되고 있으며 국가차원에서 다양한 대책들이 마련되고 있다. 대표적인 예로 이륜차 음식배달 대행 사업을 소화물 배송 대행 서비스 사업으로 명칭하여 제도권으로 포함시킨 「생활물류서비스산업발전법」이 2021년 1월 제정되었다. 또한 국가적으로 자동차 블랙박스와 같이 이륜자동차 행태를 기록하며 분석가능한 기술 필요성이 제기되고 있어 고령자 이륜자동차 운전자까지 포함한 이륜차 e-call 및 관제시스템 개발에 대한 검토가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 이륜자동차 관제시스템 기초 모듈을 개발하고 교통사고 감지시 자동적으로 위험정보가 전송되는 이륜자동차 e-call 시범 실험을 실시하였다. 이를 위해 이륜자동차의 사고 상황 판단 기준을 정립하였으며 관제시스템을 통해 수집되는 운행데이터를 토대로 과속, 인도주행, e-call 이력 분석이 가능한 것으로 도출되었다. 또한 피실험자 설문조사를 통해 위험상황 및 통행 특성에 대한 행태적 특성을 파악할 수 있었다. 향후 기술 개발 고도화를 통해 경찰, 소방, 응급의료시설과의 연계시 이륜자동차 교통사고 및 안전관리 향상에 기여 할 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract The delivery motorcycle industry has grown rapidly with the spread of the COVID-19 pandemic, making the consequent dangerous driving of the delivery motorcycles a social issue. Hence, various measures have been taken at the national level to prevent this social issue. For example, the Living Logistics Service Industry Development Act enacted in January 2021 included the food-delivery business utilizing two-wheeled vehicles for the delivery as a cargo-delivery business. However, there is a need for technology that can record the motorcyclist's behavior (including that of the elderly ones), such as the car black boxes, that also enables motorcycle e-calls and control systems. So, this study developed a basic module of a motorcycle control system and conducted an e-call pilot experiment for motorcycles. In particular, the motorcycle e-call automatically transmits the dangerous information on a detected traffic accident to the concerned agencies/people to take necessary action. Hence, the criteria for determining the accident situation of motorcycles were established apriori. Meanwhile, the analysis of speeding and Indian driving by motorcyclists and e-call history was possible based on the operational data collected through the motorcycle control system developed. In addition, the characteristics of motorcyclists' behavior and traffic in dangerous situations could be identified through a subject survey. Finally, upgrading technology development in the future is believed to contribute to the improved handling of motorcycle accidents and the safety management of motorcycles by connecting the motorcycle to police, fire station, emergency medical facilities, etc.

Keywords : Two-Wheeled Vehicle, Control Technology, Traffic Accident, Empirical Experiment, Rider

*Corresponding Author : Jun-Tae Park(Korea national University of Transportation)

email: pjt724@ut.ac.kr

Received March 17, 2022

Accepted June 3, 2022

Revised April 21, 2022

Published June 30, 2022

1. 서론

2020년 우리나라 전체 교통사고 사망자수는 3,081명으로, 이 중 이륜자동차 운전자 사망자수가 523명으로 17.0%를 점유하였다. 이는 2019년까지 13~14%대를 유지하였으나 2020년 17%로 증가한 것으로, 원인으로 Covid-19로 인한 배달 이륜차의 교통사고 증가가 지목되고 있다[1]. 이에 2020년을 기점으로 이륜자동차 단속 체계, 관리체계, 안전관리 개선 강구 등 사회적 관심이 크게 증가하였으며 기술적으로는 이륜자동차 교통사고의 원인을 분석하고 이를 예방하거나 피해정도를 줄일 수 있는 e-call 및 관제시스템 도입 필요성이 제기되고 있다 [2-4].

이륜차의 e-call 시스템 도입을 위한 연구나 표준화 작업은 유럽을 중심으로 이루어지고 있다. EU 회원국 중 9개국에 참여하여 2011~2014년까지 진행한 HeERO (Harmonized E-Call European Pilot) 프로젝트는 e-Call 시스템의 상호운용가능성과 국제적 조화작업을 목표로 시작되었다[5-8].

호주의 경우도 최신 e-Call 시스템 목록과 이에 대한 평가서를 제출하고, 이륜차 e-Call 활용사례를 발표하였다. 호주의 Austroads 자료에 따르면 e-call 시스템 도입시 사망자 3.8% 감소 효과가 있는 것으로 제시하고 있다. 스페인은 이륜차 e-Call을 지원하는 PASP에 적합한 MSD테이블과 프로토타입에 대한 정의를 제안하였다. 독일은 검증 표준문서, 네덜란드는 부상심각성 판단 분석 자료를 제시하였다[9].

우리나라의 경우 이륜자동차 제조사에서 e-call 시스템을 탑재하여 출고되는 차량은 없으며 배달 이륜자동차나 농어촌에서 사용하는 (구형)이륜차 모두 e-call 시스템 서비스가 전무한 실정으로 이륜자동차 안전관리 개선을 위한 기술적 고도화가 시급하다. 또한 국토교통부에서 차량 e-call 관련 긴급 구간 체제에 대한 기술개발(2020)이 진행되었으나 이륜차는 제외되었으며, 헬멧 웨어러블 e-call기능 소프트웨어 등이 설계되었으나 실증을 통한 구체화는 진행되지 못하였다[10]. 외국의 경우 e-call 시스템의 도입은 이루어지고 있으나 운행관제 시스템을 통한 위험운전행동 분석 연구는 이루어지고 있지 않다.

본 연구는 이륜차에 운행관제시스템(e-call 기능 포함)을 장착하여, 배달라이더들의 위험운전행동 분석을 통해 안전대책 수립 가능성을 실증하는 것이 목적이다. 이륜차의 운행관제시스템은 배달라이더의 소속 업체 관

리자와 교통안전 정책 수립 기관(국토교통부, 경찰청, 지자체 등)에서 활용하는 목적으로 위험운전행동에 대한 데이터 수집과 사고시 신속 응급대응을 위한 e-call 기능을 포함하였다. 본 연구에서는 이륜차 특성에 맞는 사고 상황 및 위험운전행동의 판단기준을 도출하고, 실제 배달라이더의 이륜차에 장착하여 수집된 데이터 분석하여 시사점을 도출하는 시범 연구를 진행하였다.

2. 실험 방법

2.1 이륜자동차 운행행태 판단 알고리즘 개발

사륜차 사업용자동차인 택시, 버스, 화물차 위험운전 판단기준이 한국교통안전공단의 연구 결과로 공개가 되어 있고, 이를 활용한 운행기록분석시스템이 활성화 되어 있다. 이 기준값을 참고하여 이륜차 특성에 맞는 위험운전 판단기준을 1차로 도출하였으며, 한국교통안전공단 자동차안전연구원의 K-city 실험 주행도로에서 실증실험과 실제 배달라이더 이륜차에 부착하여 수집되는 데이터들을 바탕으로 보정하여 운행행태 판단기준 값을 도출하였다.

2.1.1 이륜자동차 사고상황 운행정보 판단 기준

이륜자동차는 사륜자동차와 달리 사고 발생 시 필연적으로 넘어짐이 발생, 사고상황 판단은 넘어짐을 기준으로 설정하였다. 충격량과 충격력의 경우 운동량보존법칙(충격량 = \angle 운동량)을 활용하여 추출할 수 있다. 넘어짐과 충격정보를 종합하여 충돌, 추돌 등의 사고 유형을 유추할 수 있다. 넘어짐의 경우, 이륜차 자세 기울기가 60° 를 초과시 이에 따른 충격량(력)은 $Impulse = F\Delta t = m\Delta v$ 로 정의한다.

2.1.2 위험운전 (불법/난폭운전) 판단 기준

과속 기준은 경찰규정을 적용한 제한속도 초과이며, 5030정책으로 인해 일반도로에서는 50km/h 초과, 어린이보호구역에서는 30km/h 초과를 과속으로 기준을 설정하였다. 배달라이더의 경우 90km/h 이상 과속이 빈번하게 발생, 경찰 검지기 자료를 고려하여 속도 구간을 30km/h 이하, 30~50km/h, 50~70km/h, 90km/h 초과로 세분화하였다. 급가속 및 급감속 기준은 가속도가 특정값 $|a|$ 이상으로 정의했으며, 이는 한국교통안전공단 화성자율주행자동차의 이륜차 실험에서 사용하는 방

법을 준용하였다. 정지상태에서 출발시 스로틀 최대치를 급가속, 이후 양쪽 모두 풀 브레이킹한 경우를 급감속으로 판단하는 방식이다. 판단기준에 따른 이륜차 행동은 관제페이지 및 라이더 로그 대시보드를 통해 DB가 기록된다.

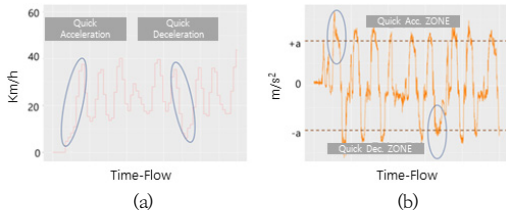


Fig. 1. Experiment to rapid speed up and down. (a) speed-time (b) acceleration-time

충격량(력)의 기준은 30km/h로 과속방지턱에서 속도를 줄이지 않고 운행했을 때의 세기를 기준으로 설정하였으며 급가속, 급감속, 금진변경, 급앞지르기, 급회전, 넘어진, 충격, 과속 행태를 추출할 수 있으며 노면상태를 기준으로 인도주행을 파악할 수 있는 AI 모델을 적용하였다. 갈지자 주행과 급유턴은 이륜차 자세변화량 기준으로 판단한다.

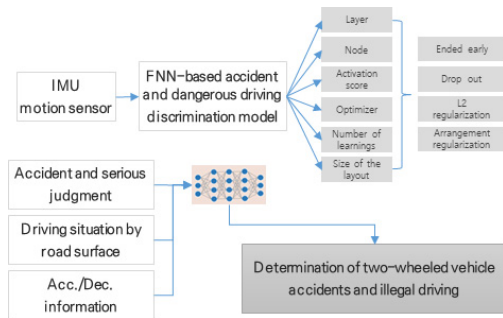


Fig. 2. Two-wheeled vehicle accident and illegal driving judgment AI model schematic diagram

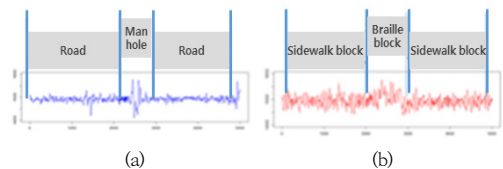


Fig. 3. Graph of road/sidewalk driving judgment (a) Driving on the road (b) Driving on the sidewalk

2.2 이륜자동차 운행 관제 시스템 개발

2.2.1 운행 관제 시스템 개발

이륜자동차는 사륜차와 달리 작은 크기로 기동성이 좋고, 차체 기울기를 활용한 운행행태로 인도 및 횡단보도 주행, 갈지자 주행 등의 이륜차만의 불법/난폭운전이 가능하다. 기존 GPS 기술만으로는 이륜차만의 특수주행과 사고 판단에 한계가 있기 때문에 이륜차의 기울기를 기본으로 한 모션센서 활용으로 세밀한 운행데이터 수집과 교통사고, 위험 운전판단이 가능하다. 스마트폰 센서를 이용 방안은 스마트폰 과부하 및 음식 수거 및 배달시 수시적인 탈부착 등의 문제점이 있어 별도 모션센서를 장착하였다.

모션센서 기반 이륜차 운행관제 시스템은 이륜차에 설치하는 모션센서, 사용자의 스마트폰 어플 및 관제시스템으로 구성된다. 수집되는 원데이터는 가속도, 자이로, 사고정보, 이륜차 모션 정보 등(모션센서)과 GPS 기반의 속도, 위치정보 등 (스마트폰)이 있다. 데이터 수집 프로세스는 운행 중 모션센서에서 수집된 데이터가 블루투스를 통해 사용자의 스마트폰으로 전송된다.

이후 사용자 스마트폰의 통신(LTE/5G)을 통해 시간 및 GPS 정보와 함께 서버로 전송되며 이를 분석하여 운행행태를 판단하고 관제시스템으로 송출한다.

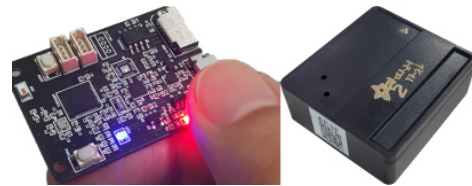


Fig. 4. Motion sensor



Fig. 5. Two-wheeled vehicle operation control system based on motion sensors

2.2.2 데이터 수집 및 e-Call용 앱 개발

앱 기능은 모션센서와 블루투스로 연결되어 모션센서를 원격에서 제어할 수 있으며 스마트폰으로 모션센서 데이터를 전송한다. 앱 내부에서 데이터 수집주기 (1Hz~1kHz)를 조절할 수 있으며 실제 배달상황에서 모

선센서 데이터는 70Hz이상 수집이 가능한 것으로 확인 되었다. 사고 발생 시 자동으로 신고할 수 있는 e-Call 시스템이 도입되어 있으며 모션센서의 사고 판단 시, 스마트폰 내 지정된 등록번호로 조난신고 문자가 자동으로 발송되는 구조로, 문자에는 사용자 이름, 사고 발생 시점 및 장소 정보가 있다. 또한 사고 재확인 알람 기능을 도입하여 불필요한 응급기관의 출동을 예방코자 하였다.

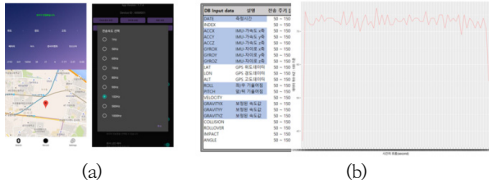


Fig. 6. Data collection and e-call apps
(a) App for data collection of riders
(b) Data definition and transmission cycle

서울시 강서구에서 활동하는 이륜차 배달라이더 11명을 대상으로 운행 관제 시스템을 설치하고 2021년 9월 3일~26일, 총 24일간 시범 운영을 실시하였다. 이륜차 차종은 125cc PCX 8대, NMAX 2대 300cc급인 XMAX 1대이며 모듈은 시거잭으로 USB 전원 연결, 이륜차 대쉬보드 내부 부착 후 라이더용 앱을 설치하였다. 장비 설치시 데이터 오류를 최소화 하기 위해 설치 위치를 동일하게 하였으며 모션센서 내부 Calibration 알고리즘으로, 모션센서의 영점을 보정하여 사용하였다.



Fig. 7. Installing control equipment

3. 실험 결과

3.1 운행데이터 분석

3.1.1 운행자료 개요

이륜차 운행시간은 총 503.7시간, 총 주행거리는 10,218km로 집계되었으며, 속도에 따른 위험운전행동 영향성을 판단하기 위한 기준으로 속도비율과 초과속을 추가로 분석하였다.

Table 1. Overview of driving records

Classification	Result	Note
Travel distance(km)	10,218	-
Travel time(h)	503.7	-
Average speed(km/h)	20.3	-
Travel distance(km) ratio	4,208	41.2%
	4,052	39.7%
	1,610	15.7%
	318	3.1%
	30.5	0.3%

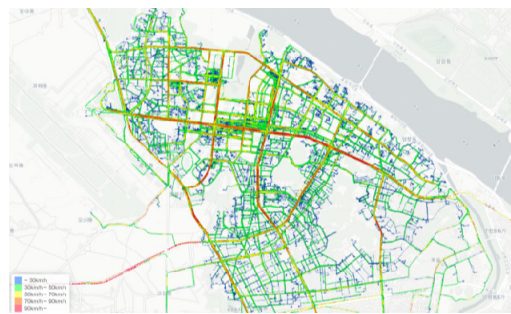


Fig. 8. Driving section by speed

왕복 4차로 이상의 거의 모든 도로에서 과속이 중복으로 발생한 것으로 분석되었다. 초과속의 경우 편도 3차로 이상 도로(마곡중앙로, 수명로, 강서로, 공항대로)에서 발생하였으며, 공항대로에서 중복으로 발생하였다. 공항대로의 경우 중앙분리대가 미설치된 편도 3차로(버스전용차로 제외) 구간이다.

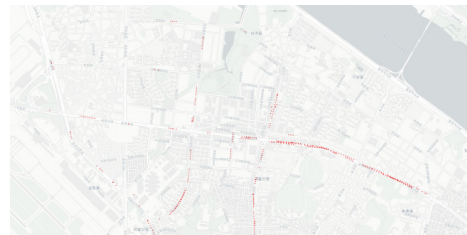


Fig. 9. Overspeed section travel route

3.1.2 세부 운행 분석

라이더 중 운행 이력이 낮은 6인(주행거리 400km/h 이하 및 모듈 off 주행)의 경우 데이터 분석에서 제외하였으며 운행 빈도가 높은 5인을 대상으로 운행분석이 가능하였다. 주행시간은 음식 픽업과 목적지로의 배달 때 소요되는 대기시간(정차)을 제외한 실제 이륜차 주행시

간이를 분석한 결과 일평균 6.7시간, 147km를 주행한 것으로 나타났다.

나이가 적을수록 주행시간이 낮아지는 경향을 보이며, 나이가 증가할수록 평균속도와 충격빈도가 증가하는 경향이 도출되었으며 과속관점에서 라이더 2번의 경우 과속 비율이 낮고 초과속이 존재하지 않아 속도 관점에서 가장 안전한 운전자로 판단되며 라이더 3번의 경우 초과속비율이 다른 라이더 대비 월등히 높아 가장 위험한 운전자로 볼 수 있다.

Table 2. Rider data analysis results

Classification		Rider number				
		1	2	3	4	5
Travel distance(km)	Total	680.8	1386.9	3493.2	1193.8	1206.8
	Daily ave.	136.2	106.7	166.3	149.2	172.4
Travel time(h)	Total	45.2	72.9	166.3	48.0	40.3
	Daily ave.	9.0	5.6	7.4	6.0	5.8
Average speed(km/h)		15.1	19.0	22.6	24.9	29.9
Over speeding	70km/h ratio	2.4	2.04	2.28	3.3	6.9
	90km/h ratio	0.025	0.0	0.064	0.047	0.015
Illegal/rash driving (Daily ave.)	Quick acc.	0.2	1.5	1.3	4.3	1.3
	Quick dec.	0.4	1.4	2.3	3	2.6
	Quick lane Change	67	43	6	38	133
	Quick outrun	40	0	1	1	3
	Quick turn	134	1	0	1	3
accident (Daily ave.)	Fall down	0	0	2	0	0
	Shocking frequency	52	89	91	175	116

위험운전행동 습관 중 급가속과 급감속은 라이더4번에서 가장 많이 발생한다. 진로변경, 앞지르기, 급회전의 위험운전행동 습관은 위치정보와 종합하여 검토 시 실제 상황과 다소 차이가 있는 것으로 판단되며 사고상황에서는 3번 라이더가 2회 발생했으며, 음식 픽업을 위해 오토바이 정차 시 오토바이가 스스로 넘어진 것으로 확인되었다.

시험사업 추진 중 20건의 e-Call이 발생했으며, 유선상으로 사고상황 재확인 결과 전수 실제 사고가 아닌 것으로 확인되었다. 주요 발생상황으로는 이륜차만 넘어진 상황, 센서설치 위치 임의변경으로 인한 오토바이가 넘어짐으로 판단 상황이었으며 현장 상황이 정확하게 기록된 것으로 나타났다.

3.2 강수 영향 및 인도(보도) 주행 특성 분석

3.2.1 강수 영향성 분석

우천 상황에 따른 운행행태를 분석하였으며, 강수상황(강수량 1mm 이상)을 기준으로 분류하였다. 우천 시 일평균 운행 시간이 최소 1시간 이상에서 4시간 수준으로 증가했으며, 이에 따라 일평균 주행거리 또한 27km~40km 증가하였다. 이는 비가 올수록 배달 주문량이 증가하고 배달 단가가 상승함에 따라 수익을 위해 업무량이 증가하는 것으로 응답하였다.

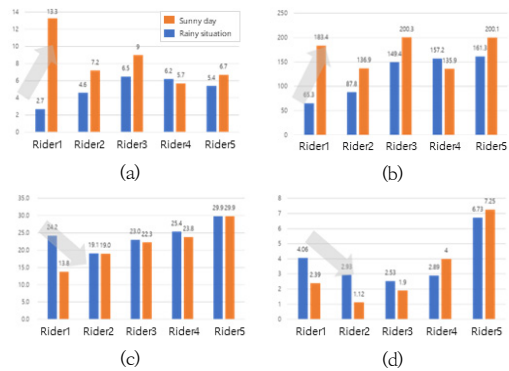


Fig. 10. Changes in driving behavior in case of rain (a) Average driving time (b) Average driving distance (c) Average speed (d) Speed driving distance ratio

우천 시 평균속도와 과속비율이 감소하는 경향을 보였다. 인터뷰 결과 우천 시 미끄러움으로 인한 사고위험을 감소시키기 위함으로 다만 라이더 4번과 5번의 경우 과속비율이 증가하였는데, 이는 강수량이 4mm 미만인 경우에만 주행하였기 때문인 것으로 조사되었다.

3.2.2 인도(보도) 주행 특성 분석

라이더 5번에 대해 인도주행 분석을 진행했으며, 구축한 인도주행 AI판단 솔루션을 활용하였다. 인도주행 총 이동거리는 143.7km로 총 주행거리 (1134.8km) 대비 12.7% 수준이며, 일평균 12km를 주행한 것으로 분석되었다. 인도주행의 목적은 배달시간 단축으로 응답하였다.

조사구간 인도 특성으로 너비가 차로의 약 1.5배 수준으로 넓은 편이다. 대단지 아파트가 다수 존재하며 아파트 출입 시 도보만을 위한 출입경로가 존재한다. 아파트의 내부도로는 대부분 인도(보도블럭)로 구성되어 있으며, 주민들이 산책할 수 있다. 배달라이더의 아파트 내부도로 주행(인도주행)으로 주민과의 마찰이 자주 발생하는 것으로 응답하였다.

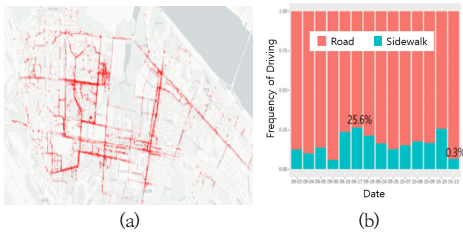


Fig. 11. Result of driving on the sidewalk
 (a) Driving on the sidewalk_mapping data
 (b) frequency of driving in sidewalk by date

배달라이더 인도주행은 크게 3가지로 첫 번째, 아파트 출입을 위한 인도주행과 아파트 내부 도로 주행으로 아파트 도보 출입경로로 배달할 경우, 경로에 따라 10분 정도 배달시간을 단축할 수 있다. 라이더의 아파트 내부도로 주행의 이유는 지하주차장에서는 배달 위치를 찾기 어렵고 지하주차장이 미끄러워 넘어짐이 다수 발생하는 것으로 응답하였다.

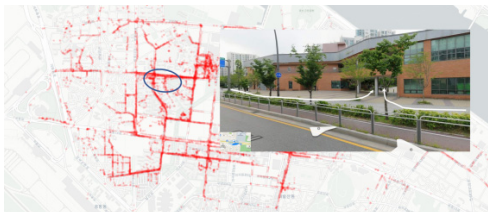


Fig. 12. Case 1 : Purpose of entering the apartment

두 번째 경우는 배달음식 픽업을 위한 상가 주변 인도주행으로 상가지역에서 다수 발생하는 것으로 분석되었다. 주행 중 근처 음식점 배달음식 픽업을 위해 인도 진입 후 음식점 앞에 정차 후 픽업하고 인도주행과 횡단보도 주행으로 사거리에 신호대기로 정차하고 있는 차량 앞에 정차하는 것으로 응답하였다. 마곡의 경우 산업단지 등이 있어 점심시간에 행인의 이동이 많아, 같은 인도를 공유하는 것으로 현장 조사 결과 문제점이 도출 되었다.



Fig. 13. Case 2 : Pick up delivery food

세 번째로는 사거리 인도주행으로 사거리 좌회전 신호시, 좌회전 하는 도중 다시 직진 주행을 한 뒤 인도주행하는 행위로 다수가 중복 발생하는 경우이다. 라이더가 신호위반 시 동반되는 행위로 마곡의 경우 차로가 왕복 6차로의 대로가 다수로, 라이더가 가장 오른쪽 차로를 달리는 역주행 대신 인도주행으로 최단경로를 주행하는 패턴으로 응답하였다.



Fig. 14. Case 3 : Driving on the sidewalk at crossway

4. 결론

우리나라의 경우 이륜자동차 사용신고 이후 폐차에 이르는 운행단계까지 체계적 관리 미흡, 검사제도 미흡 등 제도적 미흡과 함께 이륜자동차 행태에 대한 연구 분야까지 전반적으로 사륜자동차에 비해 소홀하였다. 그러나 Covid-19 확산과 함께 배달 이륜자동차 운행 및 교통사고 발생이 증가하면서 관리제도의 개선이 이루어 지고 있다. 특히 이륜차 운전자의 운행행태에 대한 분석 연구가 시작되고 있는데 이는 전세계적으로도 많지 않은 연구이다. 특히 안전관리 강화를 위해서는 이륜자동차 행태측면의 운행 특성과 운행 상황 파악에 대한 다양한 데이터가 수집되어야 하며 이 데이터를 기반으로 안전관리 정책과 배달운전자의 인센티브/패널티 등에 활용할 수 있다.

본 연구에서는 이륜자동차 관제 시스템의 도입 방안 모색을 위해 관제 모듈을 개발하고 라이더 실증 실험을 통해 위험운전 파악 가능성을 살펴보았으며 피실험자 인터뷰를 통해 교통상황에 따른 행태 변화를 검토하였다. 라이더의 주행특성별로 과속, 급가속, 급진로변경 등의 위험운전행동 결과가 다르게 나타나는 것을 알 수 있었고, 우천시에는 배달료가 상승하는 등의 이유로 주행거리가 늘어나고 이로 인해 사고위험도 높아지는 것을 알 수 있었다. 또한 급진로 변경이 다른 위험운전행동에 비해서 월등히 많은 것을 확인할 수 있었다. 주행거리의 최

대 약 25% 정도가 인도(보도)로 주행하는 라이더가 있었으며, 라이더들이 음식 픽업, 단지 진입, 신호위반을 위한 보도침범 등의 형태로 나타났다. 본 연구에서는 배달 라이더의 협조가 가능하였던 5명의 피실험자의 데이터를 토대로 시사점을 도출한 것은 한계점이라고 할 수 있다. 향후 보다 많은 피실험자 확보 및 위험운전 판단 알고리즘 고도화를 통해 사업용 자동차 수준의 관제 시스템 구축 개발이 필요하며 위험 운전자 적정검사, 신규 라이더 자격 시험, 지자체 배달 이륜차 관리 등 활용방안에 대한 모색이 필요하다. 또한 도시부 5030정책에 따라 50km/h 이상 주행시 과속으로 판단하였으나 세부 링크별 제한속도 정보를 구축하여 과속여부를 링크속성과 비교해 보아야 할 것이다. 또한 운전자 개인별 습관에 따른 수치 보정이 필요하며 다수의 실험을 통해 운전자 통행 특성 보정계수를 개발하여 적용할 필요가 있다.

References

- [1] Korea Road Traffic Authority, traffic accidents analysis system, Police DB (National Official Statistics) <http://taas.koroad.or.kr/index.jsp>, (accessed Dec. 13, 2021)
- [2] B. Frith, Guide to Road Safety Part 5: Road Safety for Rural and Remote Areas, Technical Report, Austroads Ltd, Australia, pp.37-39.
- [3] OECD/ITF, Improving Safety for Motorcycle, Scooter and Moped Riders, Research Report, OECD Publishing, pp.123-125.
DOI: <https://doi.org/10.1787/9789282107942-en>
- [4] G. Gil, G. Savino, S. Piantini, M. Pierini., "Motorcycles that see: Multifocal Stereo Vision Sensor for Advanced Safety Systems in Tilting Vehicles" *Sensors in MDPI*, Vol.18, No.1, pp.1-34, Jan. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.3390/s18010295>
- [5] S. Singh, Critical reasons for crashes investigated in the national motor vehicle crash causation survey (Traffic Safety Facts Crash Stats. Report No. DOT HS 812 115), pp.1-3, National Center for Statistics and Analysis, Washington, DC, 2018. pp.1-3
- [6] M. Rizzi, A. Kullgren, C. Tingvall, "The combined benefits of motorcycle antilock braking system in preventing crashes and reducing crash severity", *Traffic Injury Prevention*, Vol.17, No.3, pp.297-303, Feb. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1080/15389588.2015.1061660>
- [7] A. Borowsky, D. Shinar, T. Oron-Gilad, "Age, skill, and hazard perception in driving," *Accident Analysis & Prevention*, Vol.42, No.4, pp.1240-1249 Jul. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.02.001>
- [8] A. Silla, L. Leden, P. Rämä, J. Scholliers, M. van Noort, "A headway to improve PTW rider safety within the EU through three types of ITS" *European Transport Research Review*, Vol.10, No.2, pp.1-12, May. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0289-5>
- [9] S. B. Shim, J. J. Jung, "Detection Algorithm of Road Damage and Obstacle Based on Joint Deep Learning for Driving Safety", *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, Vol.20, No.2, pp.95-111, Apr. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.12815/kits.2021.20.2.95>
- [10] B. H. Cho, "Design of Autobike Driver's Driving Information and e-call Functions Providing Software using Smart Helmet", *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol.17 No.4, pp.173-179, Aug. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.7236/IIBC.2017.17.4.173>

임 준 범(Jun-Bum Lim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 서울시립대학교 일반대학원 교통공학과 (공학석사)
- 2015년 2월 : 서울시립대학교 일반대학원 교통공학과 (공학박사)
- 2015년 3월 ~ 2017년 8월 : 서울시립대학교 교통공학과 연구교수
- 2017년 8월 ~ 현재 : 한국교통안전공단 책임연구원

<관심분야>

교통안전, 빅데이터, 도로설계, 자율주행, ITS

김 경 목(Kyung-mok Kim)

[정회원]



- 2012년 2월 : 부산대학교 화학과 (이학석사)
- 2016년 2월 : KAIST 신소재공학과 (공학박사)
- 2016년 2월 ~ 2020년 2월 : LG Display 연구소 책임연구원
- 2020년 2월 ~ 현재 : (주)별따라가자 부대표

<관심분야>

사물인터넷, 교통안전, 빅데이터, 인공지능

박 준 태(Jun-Tae Park)

[종신회원]



- 2007년 3월 : 서울시립대학교
일반대학원 교통공학과 (교통공학
석사)
- 2011년 8월 : 서울시립대학교
일반대학원 교통공학과 (교통공학
박사)

- 2015년 6월 ~ 2017년 4월 : ㈜도시교통연구소 연구소장
- 2008년 1월 ~ 현재 : 한국교통대학교 교통시스템공학과
연구교수

<관심분야>

교통약자, 교통안전, 대중교통, ITS