

C-ITS환경의 자전거 및 이륜차 안전서비스 연구

Study on the B2X(Bicycle and Motorcycle-to-Everything) Safety Service in C-ITS

김진태*	김주영**	김준용***	배현식****
(Jin-Tae Kim)	(Joo-Young Kim)	(Jun-Yong Kim)	(Hyun-Sik Bae)
(Korea National University of Transportation)			

요약

최근 차량, 도로간 실시간 연결로 교통상황별 능동적 대응이 가능한 Cooperative-Intelligent Transport Systems(C-ITS) 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 정부는 C-ITS 기술 개발 및 도입을 위해 다양한 연구를 진행하고 있다. 하지만 현재 C-ITS기술은 자동차를 대상으로 자동차 안전 및 경제적 운행을 위한 기술개발에 치중하고 있다. 자동차 이외에 도로 주행이 가능한 자전거를 위한 기술은 포함하지 않고 있다. 본 연구에서는 자전거 주행 시 위험요인과 사고요인 분석을 통해 C-ITS 환경에서 구현가능한 자전거 안전서비스를 도출한다. 자전거 및 이륜차 안전서비스 도출을 위하여 우선적으로 과거 2011~2013년 발생한 우리나라 과거 자전거 및 이륜차 교통사고 이력자료를 분석하여 관련 교통사고 특성 및 원인을 진단하였다. 자전거 및 이륜차 교통사고 이력자료 분석으로 파악된 주요 교통사고 특성에 효율적으로 대처하기 위한 서비스 도출을 위해 별도의 전문가 회의를 4회에 걸쳐 수행하였다. 이를 통해 자전거 및 이륜차 통합 안전 서비스 모델 8개를 도출하였다.

핵심어 : 자전거, 이륜차, 안전서비스, C-ITS, B2X

ABSTRACT

Cooperative-Intelligent Transport Systems (c-ITS) has emphasized a real-time traffic safety service in urgent situations among highway infrastructure and four-wheeled vehicles, while two-wheeled vehicles, e.g. bicycles and motorcycle, sharing highway space and endangering highway safety, have yet been out of its interest. This paper delivers the results of a study conducted to analyze the patterns of two-wheeled-vehicle traffic accidents experienced in the past, the last three years (2011~2013), and to propose the types of service enhancing the safety of the riders of those. It was found from the analysis of historical accident data that the side collision on a link section should be taken care of for further safety treatment, while the old female drivers need additional care to decrease their fatality rate. By combining the services proposed for bicycles and motorcycles, this paper proposes (1) eight different bicycle-to-everything (B2X) services which can be eventually provided in c-ITS and (2) three of those that would be available in the near future with the current communication technologies.

Key words : Bicycle, Morotcycle, Safety Service, C-ITS, B2X

† 본 연구는 국토교통부 교통물류연구사업의 연구비지원(14TLRP-C091025-01)에 의해 수행되었습니다.

* 주저자 : 한국교통대학교 교통시스템공학과 교수

** 교신저자 : 한국교통대학교 교통시스템공학과 석사과정

*** 공저자 : 한국교통대학교 교통정책시스템공학과 박사과정

**** 공저자 : 한국교통대학교 융합교통연구소 연구원

† Corresponding author : Joo-Young Kim(Korea National University of Transportation), E-mail pse4534@nate.com

† Received 25 November 2015; reviewed 24 December 2015; Accepted 30 December 2015

I. 서론

최근 차량, 도로간 실시간 연결로 교통상황별 능동적 대응이 가능한 Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS)기술에 대한 관심 및 연구노력이 증가하고 있다. C-ITS는 차량이 주행하면서 도로 기반시설 및 다른 차량과 상호 통신하며 교통서비스를 교환 및 공유하는 기술이다. 정부는 교통안전문제를 해결하기 위한 기술로 주목받고 있는 C-ITS 기술 개발 및 상용화의 필요성을 강조하고 있다. 하지만 현재의 C-ITS 기술은 자동차를 위한 기술로 국한되며, 자동차 외 도로주행이 가능한 자전거 및 이륜차에 대한 서비스를 포함하지 않고 있다. 자동차와 함께 자전거 및 이륜차를 고려하는 실질적인 도로 위험을 경고하는 안전서비스 개발이 필요한 시점이다.

1. 연구의 배경

국내 Intelligent Transport Systems (ITS) 분야는 최근 추세의 변화에 부응하여 차세대 ITS로 변화 필요성을 인식하고 C-ITS 도입을 위한 다양한 연구를 진행하고 있다. C-ITS는 기존의 단순한 교통정보수집·제공의 한계를 벗어나 새로운 교통서비스 도입을 위한 전자통신, 도로교통, 전산 등 다양한 분야의 보다 향상된 기술을 융합한다. 이를 통해 도로 기반시설과 차량이 함께 협력하는 차세대 ITS기술로 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

하지만 자동차 안전 및 경제적 운행을 위한 핵심 기술 개발에 C-ITS 연구가 자동차만을 대상으로 치중되고 있다. 자동차 이외에 도로주행이 가능한 자전거 및 이륜차를 위한 안전서비스는 C-ITS 범위에 현재 포함되지 않고 있다.

자동차를 대체할 수 있는 친환경 교통수단인 자전거의 주행환경이 개선됨에 따라 자전거 이용자가 증가하고 있다. 동시에 자전거 및 이륜차 교통사고도 지속적으로 발생하고 있다. 최근 V2X 통신기술을 이용한 자동차 교통사고 사전예방 기술개발이 이루어지고 있음에도 불구하고 현재 자전거 및 이

륜차의 주행 시 위험요인을 제거하는 안전서비스 분야 연구가 소외되어 왔기에 이를 포함하는 연구가 필요하다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 자전거 및 이륜차의 과거 사고이력을 분석 및 전문가 회의를 거쳐 향후 C-ITS 환경에서 구현가능한 안전서비스 도출 및 정의함을 목적으로 한다. 이는 장래 자동차와 자전거 및 이륜차와의 교통안전 확보를 위한 기술발전 지원에 필요한 기초 연구에 해당한다.

II. 문헌 고찰

자전거 및 이륜차 안전에 관해 진행된 연구를 (1) 자전거 안전서비스 부문과 (2) 이륜차 안전서비스 부문으로 구분하여 검토하였다. 각 연구에서 사고 원인분석을 통한 구체적인 안전개선방안이 도출되는지 살펴본다.

1. 자전거 안전서비스 부문

Yang(2010)[2]는 자전거 교통사고 발생유형과 위험요소를 정리한 결과를 제시하였다. 그가 제시한 결과를 요약하면, 교통사고가 많은 도로 유형은 (1) 단일로, (2) 교차로 (교차로 내 및 교차로 부근), (3) 횡단보도 (횡단보도 내 및 횡단보도 부근), (4) 교량 상부 순으로 분석되었으며, 교통사고 형태로는 직각 충돌이 가장 많다고 분석하였다.

Chung and Lee(2012)[3]은 인천시 범인택시에 설치된 블랙박스 영상을 분석하여 자전거 교통사고가 다발하는 지점으로 (1) 횡단보도, (2) 교차로, (3) 진출입로를 지적하였다. 또한 자전거 교통사고 5건 중 1건은 자전거 운전자가 피해자가 아니라 가해자라고 분석하였다. 인천시 교통사고 블랙박스 영상을 통해 도출한 결과는 경찰청 사고 통계와 일치하는 결과라고 해석하였다. 자동차 운전자 측의 사고 원인으로 전방주시 태만 및 운전자 시야가 장애물에 가린 경우를 지적하였다. 횡단보도 내 자전거 교

통사고 상황은 대부분 횡단보도 이용 시 자전거를 타고 주행하는 상황이라고 분석하였다. 자전거 운전자 교통사고 원인 역시 전방주시 태만으로 주변 차량을 살피지 않고 주행하다 발생한 사고가 전체 교통사고의 절반 이상을 차지한다고 보고하였다. 자전거 교통안전서비스 개선방안으로 (1) 도로 포장색상 및 재질, (2) 안전표지 시설 보완, (3) 자전거 이용자 대상 안전 교육을 제안하였다.

Kim and Park(2013)[4]은 국내 자전거 교통 기반 시설 확충 현황, 교통사고 현황, 자전거 교통안전 개선을 위한 방안을 통계분석을 통해 제안하였으나 안전 증진 및 사고 예방을 위한 제도 및 정책적 부문 개선만을 강조하였다.

Ministry of the Interior(2013)[5]는 교통사고 발생의 요인으로 인적요인, 차량요인, 도로요인, 기타 환경요인 등으로 구분할 수 있으며, 교통사고는 이러한 요인들이 복합적으로 작용한다고 분석하였다. 또한 자전거의 주행행태에 따라 사고발생형태를 (1) 역주행시, (2) 우회전차량 차로변경 및 주행 시인성 미확보 시, (3) 자전거 통행자 차로이용 및 횡단보도 이용 상황 법규 위반 시, (4) 보행자 횡단신호에 따라 통행하지 않고 자동차 신호에 따라 자전거 통행 시, (5) 노상주차 혹은 이면도로 주차 차량과 상충 시, (6) 차량혼잡구간 및 주차구역 내 추월 시로 구분하여 사고원인을 분석하였다.

The Road Traffic Authority(2015)[6]은 자전거 교통사고 통계자료 분석을 통하여 (1) 자전거 도로의 연속성 결여, (2) 자전거 도로의 형식적 설치, (3) 야간운행 시 전조등 및 후미등 미 부착, (4) 교차로 불편과 위험, (5) 전방주시 태만, (6) 안전모 미착용을 교통사고 주요 원인이라 제시하였다.

Whang(2014)[7]은 자전거 교통사고 통계자료 분석을 통하여 자전거 이용자 안전성을 고려한 교차로 자전거 횡단보도 설치 위치 연구를 수행하였다. 자전거 교통사고 통계자료를 분석하여 ‘차대차 사고’가 전체 교통사고의 94.6%를 차지하며, 측면 직각 충돌이 전체 교통사고 유형의 60.2%이라고 분석하였다. 그는 우회전차량의 운전자가 횡단보도에서 보행자나 자전거뿐만 아니라 차량의 우측 후방으로

진입하는 자전거가 있음을 인지하고, 일시정지 및 주위를 살피는 운전행태 교육 및 홍보가 필요하다고 제언하였다.

선행된 연구를 고찰한 결과 자전거 교통사고의 주된 유형이 직각 충돌사고임을 공통으로 지적하고 있다. 이러한 원인으로 차량 운전자가 자전거 존재를 인지하는데 현실적인 어려움이 있음을 지적하고 있으나 원인을 분석하는데 그치는 연구의 한계가 존재한다. 또한 현재 자전거도로 및 자전거 보행자 겸용도로의 건설이 활발히 이루어지고 있지만 자전거 도로의 연속성이 떨어진다. 지방자치단체의 형식적 자전거 도로 설치가 자전거 교통사고 주요원인으로 꼽히지만, 그에 상응하는 공학적 해결방안을 도출하지 못한 한계가 존재한다.

2. 이륜차 안전서비스 부문

Chae(2005)[8]은 이륜차의 수요증가에 대비하여 건전한 이륜차 운행문화를 정착시키고자 이륜차 안전제도, 등록제도, 면허제도, 보험제도, 검사제도 등에 관한 개선방안을 제안하였다. 이륜차 교통사고 현황을 분석하고 운행 및 정책관련 설문조사를 통해 이륜차제도에서 가장 시급한 정책을 선정할 후 제도에 관한 개선점을 도출하였다. 유명무실하게 운영되는 교통안전교육에 대한 개선과 등록제도에 따른 이용자 불편을 최소화하는 개선이 필요하다고 제안하였다.

Im et al.(2010)[9]은 2003년부터 2008년까지 대전 지역에서 발생한 이륜차 교통사고 자료를 분석하였다. 전체 교통사고 사망자 발생 건 수 중 무면허 운전으로 인한 원인 비율이 높게 나타나 이륜차 운전자 법규준수 및 단속 등의 적극적인 안전대책이 필요하다고 제안하였다.

이륜차의 주행속도 행태를 분석하여 일반자동차에 비해 평균통행속도가 높다는 것을 Kim et al.(2011)[10]이 제시하였다. 이륜차의 법규위반은 소동이 원활할 경우에는 일반차로로 정상운행을 하지만, 정체가 발생할 경우 차로사이, 보도, 갓길 등 비정상적인 차로를 주행한다고 분석하였다. 또한

평균 차로변경시간이 일반자동차(2.2초)에 비해 이륜차는 0.9초로 차로변경시간이 상당히 짧은 공격적 운행을 하는 것으로 나타났다고 제시하였다. 이륜차는 급발진, 급차로 변경 등이 가능한 기계적 특성으로 인해 사륜 차량보다 사고유발 위험이 높으며, 급제동 또는 충돌, 추돌사고 발생 시 이용자가 치명적인 피해를 입게 되는 위험이 높다고 분석하였다.

신행된 이륜차 안전서비스관련 연구를 고찰한 결과 기존 연구는 이륜차 주행행태 및 사고 통계를 해석한 내용으로 그 범위가 제한된다. 연구에서 도출된 사고원인이 구체적인 개선방안으로 이어지지 못한 한계가 존재한다.

III. 연구방법

C-ITS환경에서의 자전거 및 이륜차 안전서비스 도출을 위하여 우선적으로 과거 2011~2013년 발생한 우리나라 과거 교통사고 이력자료를 분석하여 관련 교통사고 특성 및 원인을 진단하였다. 과거 자전거 및 이륜차의 교통사고 분석을 위해 도로교통공단 교통사고분석시스템 Traffic Accident Analysis Systems(TAAS) 자료를 활용하였다.

이러한 과정을 통해 도출된 자전거 및 이륜차 교통사고 특성 및 원인을 참조하며 별도의 전문가 회의를 통해 ‘자전거 및 이륜차 안전 서비스’를 도출하였다.

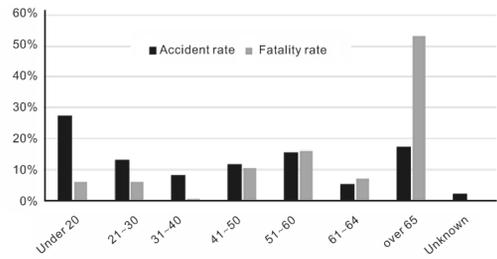
1. 교통사고 이력자료 수집 및 분석

본 연구에 사용된 TAAS 이력자료는 경찰 관리 교통사고 자료와 보험회사 관리 교통사고 자료를 모두 포함한다. 교통사고를 연령별, 도로형태별, 사고유형별로 구분하여 진단을 수행하였다. 본 분석으로 수행된 결과를 아래 세부단락으로 구분하여 제시한다.

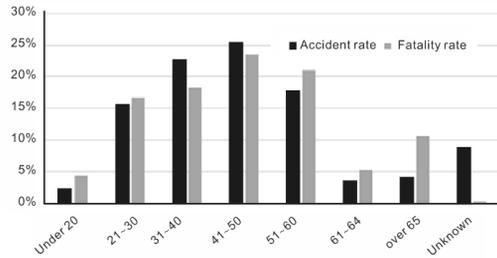
1) 연령별 특성

자전거 및 이륜차 이용자 중 특정 연령대 대상

안전서비스가 필요한 지 여부를 검토하기 위해 연령대별 분석을 수행하였다. 20세 이하부터 65세 이상까지 교통사고 당사자의 연령별 자전거 및 이륜차 교통사고 발생건수와 사망자수 비율을 비교하여 <Fig. 1>에 제시하였다.



(a) Bicycle-related accidents



(b) Motorcycle-related accidents

<Fig. 1> Comparison of traffic accident data prepared based on drivers' ages

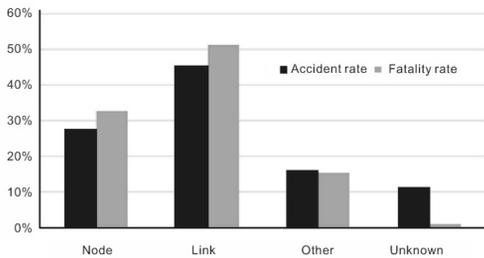
연령별 자전거 및 이륜차 교통사고 발생건수와 사망자수 비율을 분석한 결과 65세 이상의 발생건수 대비 사망자수 비율이 가장 높은 것을 확인할 수 있다. 65세 이상 노인의 경우 신체적 노화로 인해 사고가 발생하면 사망으로 이어지는 치사율이 상대적으로 높은 특성을 반영한 결과로 분석된다. 반면 20세이하 사고 발생건수는 25%로 가장 높지만, 사망자수 비율은 낮은 것으로 보아 사고가 사망으로 이어지는 큰 사고의 발생은 작다고 판단된다.

이륜차의 경우 20세 이하의 청소년들의 사고발생건수와 사망자수 비율은 자전거보다 낮게 나타났다. 반면 65세 이상 고령자는 발생건수대비 사망자수 비율이 가장 높았다. 이륜차가 노인들의 단거리

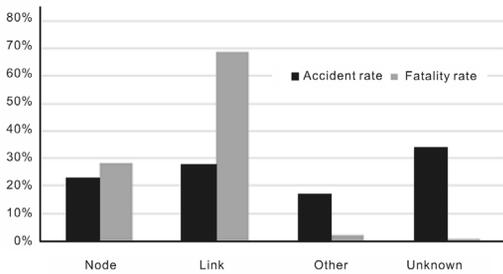
교통수단으로 이용되면서 노인 운전자의 신체적 기능 저하 및 상황판단 능력 부족이 사망사고로 이어진 결과로 볼 수 있다.

2) 도로형태별 특성

교차로, 단일로 등 사고 발생 지점을 분류하여 기하구조 조건별 사고특성을 파악한다. 자전거와 이륜차 도로형태별 발생건수와 사망자수를 비교한 결과를 <Fig. 2>에 제시하였다.



(a) Bicycle-related accidents



(b) Motorcycle-related accidents

(Fig. 2) Comparison of traffic accident data organized for the locations traffic accidents occurred

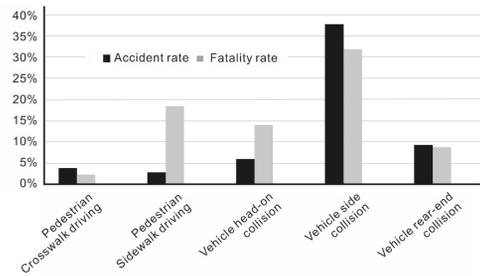
자전거 사고의 경우 전체 도로 형태 중 ‘단일로’에서 사고발생과 사망자수 비율이 발생건수 중 45.2%, 전체 사망자수 중 52.5%로 가장 높게 관측되었다. 단일로의 경우 인도와 차도의 구분이 없는 ‘세가로’와 ‘이면도로’를 포함한다.

이륜차의 분석 결과도 전체 도로 형태 중 ‘단일로’에서 가장 높게 관측되었다. 전체 발생건수 중 30.2%이며, 전체 사망자수 중 59.3%를 차지하고 있

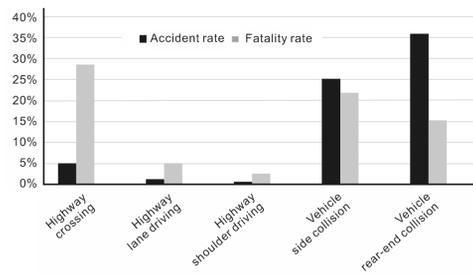
다. 이륜차의 경우 좁은 길에서도 속도를 줄이지 않고 주행하는 특성이 있어 보행자들에게 위협을 가하기도 하지만, 4륜차 운전자들에게도 이륜차의 주행특성은 위험하다고 판단된다. 단일로에서 이륜차의 사망자수가 많은 것으로 보아 이륜차의 주행특성이 반영된 결과라고 분석된다.

3) 사고유형별 특성

자전거 및 이륜차의 교통사고 특성을 분석하기 위해 가장 중요한 지표는 사고유형별 분류이다. 횡단 중, 보도통행 중, 차대사람, 정면충돌, 측면 직각충돌, 추돌 등 사고당시 상황유추가 가능하다. 자전거와 이륜차 사고유형별 발생건수와 사망자수를 비교한 결과는 <Fig. 3>과 같다.



(a) Bicycle-related accidents



(b) Motorcycle-related accidents

(Fig. 3) Comparison of traffic accident data based on the types of accidents

측면 직각충돌사고가 전체 발생건수 중 37.4%, 전체 사망자수 중 32.8%의 큰 비율을 차지했다. 측

면 직각충돌 상황은 교차로나 단일로에 진입했을 때 주행방향과 직각인 방향에서 진입하는 차량이 보이지 않아 사고발생위험이 존재한다. 주행하는 주체의 시인성이 노상주차, 건물 등에 의해 떨어지므로 사고발생건수 비율이 높다고 분석된다. ‘차대차’사고는 1당사자, 2당사자가 모두 자전거일 경우이며 차대차 사고 발생건수와 사망자수 비율도 높게 분석되었다. 자전거와 자전거의 사고발생의 경우 좁은 길이나 추월상황에서 급핸들 조작이나 집중력이 떨어져 발생할 수 있다.

이륜차 사고유형별 분석결과 측면 직각충돌사고가 전체 발생건수 중 25.3%를 차지하였으며, 전체 사망자수중 23.9%로 차지했다. 자전거와 이륜차의 가장 높은 사고유형인 측면 직각충돌 사고를 고려한 대책마련이 필요할 것으로 분석된다.

2. 교통사고 특성 해석

상기 교통사고 이력자료를 분석한 결과, 자전거 및 이륜차 안전서비스를 도출하였다. 자전거 교통사고 분석결과를 토대로 1) Bicycle-to-Everything (B2X) 안전서비스는 60세 이상 고령자 고려, 2) ‘단일로’ 주행상황에 대한 서비스 필요성 높음, 3) 단일로 상 세가로 직각 충돌사고 서비스 제공 필요성 높음을 알 수 있었다. 이륜차의 사고이력 분석결과를 정리하면 1) 20대~40대의 사고발생율 및 사망자 비율이 높음, 2) 교차로보다 ‘단일로’주행상황에 대한 서비스 필요성 높음, 3) 전·후방 추돌방지 서비스 제공이 필요하다.

IV. 자전거 및 이륜차 안전서비스 도출

상기 교통사고 이력자료 분석으로 파악된 주요 교통사고 특성에 효율적으로 대처하기 위한 서비스 도출을 위해 별도의 전문가 회의를 4회 걸쳐 수행하였다. 여러 번의 전문가 토의를 거쳐 ‘자전거 및 이륜차 안전 서비스’를 도출하였다.

1. 자전거 안전서비스 분류

자전거 교통사고를 단독, 상충사고로 구분하였다. 상충발생 지점은 단일로와 교차로로 분류된다. 단일로는 (1) 자전거 전용차로, (2) 자전거보행자 겸용도로, (3) 자전거 전용도로, (4) 일반도로를 포함한다. 도출된 자전거 안전서비스는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Nomination of B2X services for bicycle riders

Categories of accidents		B2X services nominated	
Collision	Link	Exclusive bicycle lane	Front collision warning
			Rear collision warning
			Side collision warning
			Traffic signal time warning
	Link	Shared highway for both bicycle and Pedestrian	Front collision warning
			Rear collision warning
			Side collision warning
			Pedestrian signal time warning
	Link	Exclusive bicycle highway	Front collision warning
			Rear collision warning
			Side collision warning
		Node (Intersection)	Ordinary Highway
Rear collision warning			
Side collision warning			
Platoon hiking warning			
No collision	Node (Intersection)	Front collision warning	
		Rear collision warning	
		Side collision warning	
		Traffic signal time warning	
		Unsignalized Int. ahead warning	
		stop-line violation warning	
		Speed violation warning	
		Highway use violation warning	
		Horizontal alignment warning	
		Vertical alignment warning	
		Dangerous driving warning	
		Backward driving warning	
Highway device ahead warning			
Safety zone ahead warning			

자전거전용차로에서는 전방에 주행하고 있는 자전거와 후방에서 주행하고 있는 자전거에 대한 안내 및 정보 서비스를 제공한다. 자전거보행자겸용도로에서는 자전거이용자와 보행자가 함께 이용 가능하여 전방에 보행자 횡단신호가 있을 경우 녹색 신호등화시 정지 안내와 적색등화시 주의 주행을 안내하는 정보서비스가 제공된다. 또한 자전거 운전자가 단독으로 주행할 때 사고발생을 대비하여 제한속도 위반 경보, 주행도로 위반 경보, 횡구배 주의 경보, 종구배 주의 경보, 역주행 주의경보, 전방 안전시설물안내, 보호구역 진입 안내와 같은 부가서비스를 도출하였다.

2. 이륜차 안전서비스 분류

이륜차 교통사고는 상충사고와 단독사고로 구분하여 상충사고의 경우 단일로와 교차로로 분류하여 서비스를 도출하였다. 도출된 서비스는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Nomination of B2X services for motorcycle drivers

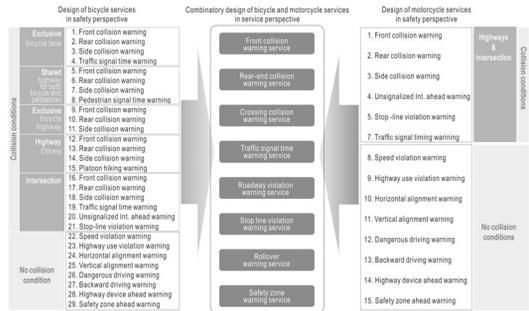
Categories of accidents		B2X services nominated
Collision	Links & Nodes	Front collision warning
		Rear collision warning
		Side collision warning
		Unsignalized Int. ahead warning
		stop-line violation warning
		Traffic signal time warning
No collision		Speed violation warning
		Highway use violation warning
		Horizontal alignment warning
		Vertical alignment warning
		Dangerous driving warning
		Backward driving warning
	Highway device ahead warning	

이륜차의 경우 전용도로가 아닌 도로상을 주행하므로 단일로, 교차로로 사고발생지점을 구분할 수 있다. 단일로에서는 전·후방 경보 서비스를 통해

추돌상황을 방지하며, 교차로에서는 정지선 위반 경보를 주어 안전에 유의하도록 한다. 이륜차 또한 운전자의 부주의로 인한 사고를 방지하기 위해 제한속도 위반 경보, 주행도로 위반 경보, 보호구역 진입안내 등의 부가서비스도 도출하였다.

3. 자전거 및 이륜차 통합 안전서비스 분류

도출된 자전거 및 이륜차 교통사고 특성을 숙지하는 4명의 교통공학 전문가 의견조사 및 자전거 및 이륜차 이용자 설문조사를 통하여 자전거 안전서비스는 29개, 이륜차 안전서비스는 15개를 도출하였다. 중복되는 서비스를 통합하여 최종적으로 8개의 안전서비스를 도출하였다. 도출한 서비스는 <Fig. 4>와 같다.



<Fig. 4> Comparison of traffic accident data based on the types of accidents

4. 자전거 및 이륜차 통합 안전서비스 정의

8개 중 표시된 3개의 안전 서비스 ‘전방경보위험’, ‘후방위험 경보’, ‘직각충돌 경보’는 타 객체들과의 통신을 통해 제공되는 서비스이며, 이외의 5개 안전서비스는 주변 도로 인프라 정보들과의 통신을 통해 운전자에게 제공되는 단독서비스로 구분할 수 있다.

〈Table 3〉 Combinatory design of B2X services for both bicycles and motorcycle

The B2X services	Description on the services
Front collision warning	Provide advanced warning to riders about the front; slow front bicycle and vehicle, taxi stopping and opening door and others
Rear-end collision warning	Provide advanced warning to riders about the back; approaching bicycle and vehicle at high speed; including one on the adjacent
Side collision warning	Provide advanced warning to riders about the side; a hidden vehicle approaching at intersections with poor sight distance
Traffic signal time warning	Provide advanced warning to riders about the change of traffic signals; pedestrian light is about to change to green
stop-line violation warning	Provide a warning of stop-line violation to motorcycle riders; when they violate traffic regulation related to stop lines at intersections
Highway misuse warning	Provide a warning of misuse of facility to motor-cycle riders; when they drive on pedestrian sidewalk and crossing areas
Dangerous driving warning	Provide riders a warning on their stunt-like dangerous driving; driving pattern is away abnormal; service utilizes sensing technologies
Safety zone ahead warning	Provides advanced warning to riders about the zone; children safety protection zone, silver zone, and ertc.

5. 자전거 및 이륜차 B2X 서비스 내용

1) 전방경보 서비스

전방 경보 서비스의 경우 전방 장애물(정지 차량 및 유출입로 등)로 인한 위험 상황을 검지하여 주행 중인 운전자에게 안전운전을 권고한다. 전방에서 저속으로 주행하는 차량과의 충돌 사고예방을 위한 서비스는 후방에 위치한 자전거와 이륜차 운전자에게 제공된다. 전방 주정차 차량의 갑작스러운 문 열림으로 인한 자전거 충돌 위험을 경고하는

B2X 서비스는 WAVE통신 권역 내에서 자동차와 자전거의 통신(V2B) 등 추가 기능을 필요로 한다.

2) 후방 경보 서비스

주행차로 및 인접차로 후방에서 주행하고 있는 차량으로 인한 사고위험을 검지하여 전방에 위치한 운전자에게 안전운전을 권고한다. 최근 후방에서 고속으로 주행하는 차량이 앞서 주행하고 있는 자전거를 추돌하여 사망자가 발생하는 사고가 많다. 앞서 주행하는 운전자는 전방 상황에 비해 후방 상황에 대한 판단이 어렵기 때문에 후방위험 경보 서비스를 통해 주의운전을 권고한다.

3) 직각충돌 경보 서비스

가장 높은 사고위험을 지닌 도로 기하구조 조건인 직각 교차로, 단일로에서의 서비스이다. 기하구조 특성상 시야확보가 어려워 사고위험이 존재하고, 차로구분이 없는 이면도로와 연결되어 있는 접근로에서 진입하는 차량과의 충돌을 방지하기 위한 서비스이다. 사각지대에 진입할 때 주변에서 접근하는 차량에 대한 경보를 통하여 주행 중인 자전거 및 이륜차 운전자에게 주의운전을 권고한다.

4) 전방 신호전환 경보 서비스

자전거와 이륜차가 도로주행 중 횡단보도에 접근할 시 보행횡단신호 전환 상황을 알려주어 보행자와 상충발생이 존재하는 횡단보도 및 교차로에서 사고감소 및 예방을 위한 서비스이다. 전방 보행횡단신호가 녹색일 경우 보행자들이 횡단을 시작하기 때문에 도로상을 주행하는 자전거 및 이륜차 운전자에게 정지하여야 함을 안내한다. 전방 차량신호가 적색일 경우 보행자 횡단이 종료되었지만 무단 횡단 혹은 완전히 횡단보도를 건너지 않은 보행자와의 사고를 방지하기 위해 주행 중인 운전자에게 주의운전을 권고한다.

5) 정지선 위반경보 서비스

교차로 및 횡단보도 정지선 위반으로 인한 교통

사고 및 혼잡예방을 위하여 자전거 및 이륜차 운전자에게 서비스를 제공한다. 자전거보다 도로 주행이 잦은 이륜차 운전자들에게 도움이 될 것이라고 판단된다.

6) 위험운전 경보 서비스

자전거 및 이륜차 운전자들의 과속, 곡예운전으로 인한 교통사고 발생가능성을 경보하는 서비스이다. 주행 중인 자전거 및 이륜차 운전자가 제한속도를 위반하였을 때 제공되며 또한 운전도중 주변 요소들로 인해 한 방향으로 편향 주행할 때도 경보안내를 제공한다. 이외에도 횡구배, 종구배가 심한 도로로 접근할 때도 안내하여 차로이탈과 하향구배에서 과속을 방지한다.

7) 주행도로 위반 경보 서비스

지정된 도로가 아닌 도로를 주행할 때 자전거 및 이륜차 운전자에게 잘못된 도로사용을 인식시켜 본선복귀를 유도하는 서비스이다. 이륜차가 자전거 전용도로를 주행하거나 인도를 주행할 때, 자전거가 인도를 주행할 때 안전서비스를 제공한다.

8) 보호구역 진입 안내 서비스

어린이보호구역 및 노인보호구역에 진입할 시 자전거 및 이륜차 운전자들에게 감속 및 주의 운전 권고하는 서비스이다. 교통약자 보호구역에서 발생 가능한 사고예방을 위해 서비스를 도출하였다.

교차로와 단일로에서의 사고발생률과 사망자수가 가장 높았다. 단일로의 경우 이면도로 및 세가로를 뜻하며 사고유형별 분석결과 측면 직각충돌과 추돌, 차대차사고가 높게 나타났다. 분석결과를 통하여 최종적으로 B2X 안전서비스는 65세 이상 고령자를 고려하고, 측면 직각충돌, 추돌상황이 빈번이 일어나는 교차로 및 단일로에서 서비스 제공이 이루어진다면 자전거 및 이륜차 관련 사고율 감소에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 분석결과를 바탕으로 자전거 및 이륜차 통합 서비스 8개를 도출하였다.

- 전방 경보
- 후방 경보
- 직각충돌 경보
- 전방 교통신호 전환 경보
- 정지선 위반 경보
- 주행도로 위반 경보
- 위험운전 경보
- 보호구역 진입 안내 경보

향후 자전거 자율주행장치와 같은 첨단 안전서비스 개발을 위해 직각충돌사고에 대해 보다 세밀한 분석이 필요하다. 본 연구에서 제안된 서비스 구현에 앞서 현장 검증실험 수행연구가 진행될 예정이며, 도출된 8개 서비스를 통해 자전거 및 이륜차 교통사고 예방과 C-ITS 환경에서의 안전운전을 기대한다.

V. 결론

본 연구에서는 자전거 및 이륜차의 교통사고 특성을 분석하여 C-ITS환경에 반영될 수 있는 자전거 및 이륜차 안전서비스를 도출하였다. 도로교통공단의 TAAS를 통해 교통사고 자료를 수집하였고 분석을 통해 서비스를 설계하였다. 또한, 사고자료를 바탕으로 사고유형을 구분하여 서비스를 제시하였다.

자전거 및 이륜차 교통사고자료 분석결과, 자전거와 이륜차 모두 65세 이상의 치사율이 높았으며,

REFERENCES

- [1] Cho S. K.(2013), "Preliminary design of ITS station to support the C-ITS service," *Journal of the Korean Institute of Communications and Information Science*, Korean Institute of Communications and Information Science, vol. 30, no. 11, pp.15-19.
- [2] Yang E. H.(2010), "A study on Safety Improvement Strategies by the Analysis of Bicycle Accident Type," Master's Thesis, Gongju University.

- [3] Chung K. Y. and Lee J. Y.(2012), "Direction of bicycle safety enhancement based on traffic accident video streaming data analysis," *Korea Transport Institute*, Unpublished.
- [4] Kim D. J. and Park J. Y.(2013), "The Korean bicycle traffic accident at present and its properties," *Korea Transport Institute, Monthly Transport*, vol. 9, no. 1, pp.5-12.
- [5] Ministry of the Interior(2013), *Further development of bicycle-highway infrastructure based on understanding of bicycle accidents and its properties*, p.72.
- [6] The Road Traffic Authority, <http://koroad.or.kr>, accessed on 2015.11.
- [7] Whang J. H.(2014), "A Study on the Location of Bicycle Crossing considering Safety of Bicycle Users at Intersection," *International Journal of highway engineering*, vol. 16, no. 1, pp.91-98.
- [8] Chae B. S.(2005), "A Study on the Characteristics and Solutions of Motorbike traffic Accidents," *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, pp.3802-3805.
- [9] Im S. H., Park E. M. and Chang H. B.(2010), "Factors Affecting Traffic Accident Occurrence Rate," *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 27, no. 4, pp.41-53.
- [10] Kim H.K., Kim J. T., Park J. T. and Lee S. B.(2011), "Analysis on Motorcycle Driving Behavior," *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 29, no. 4, pp.7-15.

저자소개



김진태 (Kim, Jin-Tae)

2012년 9월 ~ 현 재 : 한국교통대학교 교통시스템공학과 교수
2007년 10월 ~ 2012년 8월 : 연세대학교 도시공학과 연구교수
2005년 7월 ~ 2007년 9월 : 서울지방경찰청 교통개선기획실 실장
2004년 3월 ~ 2005년 5월 : 한국교통연구원 책임연구원
1997년 9월 ~ 2001년 12월 : University of Florida 박사
e-mail : jtkim@ut.ac.kr



김주영 (Kim, Joo-Young)

2015년 3월 ~ 현 재 : 한국교통대학교 교통시스템공학과 석사과정
2014년 9월 ~ 2015년 2월 : 한국교통대학교 융합교통연구소 연구원
2010년 2월 ~ 2014년 8월 : 한국교통대학교 토목공학과 학사
e-mail : pse4534@nate.com



김준용 (Kim, Jun-Young)

2013년 6월 ~ 현 재 : 한국교통대학교 교통계획/교통시스템공학과 박사과정
2007년 4월 ~ 2013년 5월 : (주)제일엔지니어링종합건축사사무소
2005년 4월 ~ 2007년 3월 : 埼玉大學 理工學研究科 석사
2001년 4월 ~ 2005년 3월 : 埼玉大學 建設工學 학사
e-mail : toshilow@hanmail.net



배현식 (Bae, Hyun-Sik)

2015년 9월 ~ 현 재 : 한국교통대학교 융합교통연구소 연구원
2013년 9월 ~ 2015년 8월 : 한국교통대학교 교통시스템공학과 석사
2011년 12월 ~ 2012년 8월 : 한국교통연구원 위촉연구원
2005년 3월 ~ 2012년 2월 : 전남대학교 물류교통학과 학사
e-mail : wilke@nate.com