

고령운전자를 위한 자율주행차량 기능 연구 (인터랙션 디자인을 중심으로)

Study on the Autonomous Vehicle Feature for the Elderly Driver (Focusing on Interaction Design)

최규한

홍익대학교 산업디자인학과

Kyu-Han Choi(ludwigchoi@hanmail.net)

요약

우리나라는 2018년 고령자 인구가 전체인구의 14.4%를 차지하여 고령사회(aged society)로 진입하였고 2026년에 초고령사회로 진입할 예정이다. 특히, 2050년에는 고령자 인구가 전체 인구의 38%로서 고령자 수가 세계에서 가장 많은 나라 중에 하나가 될 것으로 예측되고 있다[1]. 고령자 인구의 증가는 자연스럽게 고령 운전자의 교통사고 증가로 이어지고 있는데, 2017년 우리나라 교통사고 가운데 65세 이상 고령 운전자 교통사고는 2만 6,713건으로 848명이 사망하고 부상자 3만 8,627명이 발생했다. 2011년과 비교하면 사고 건수와 부상자 수는 약 2배, 사망자 수는 1.4배 증가했다[3]. 본 연구는 교통사고 증가의 주된 요인이 시각/청각 능력의 저하, 인지 및 정보처리 능력의 저하, 근력의 저하 등 고령운전자의 특성에 의한 것이라고 판단하였다. 이에 운전의 부담을 최소화할 수 있는 고령운전자를 위한 자율주행차량(레벨2)의 필요성을 제기하였으며, 새로운 기술에 익숙하지 않은 고령운전자를 위한 자율주행차량 기능을 연구하는데 목적이 있다. 이를 바탕으로 도로환경에 따른 명료한 정보 제공/운전자의 물리적 신체 특성 고려/단순한 인터페이스/차량내 안전장치의 보강이라는 고령운전자를 위한 자율주행차량의 4가지 기능을 도출하였다.

■ 중심어 : | 고령운전자 | 자율주행차량 | 인터랙션 디자인 |

Abstract

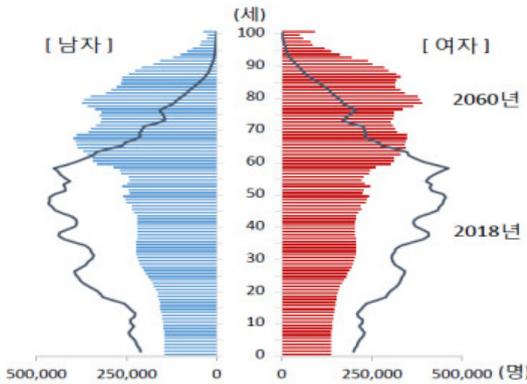
Korea entered the aged society in 2018 with the elderly population accounting for 14.4% of the total population, and it is expected to enter the super-aged society in 2026. In particular, it is predicted that by 2050, the elderly population will be 38% of the total population, making it one of the countries with the highest number of elderly people in the world. The increase in the elderly population is naturally leading to an increase in the number of traffic accidents among elderly drivers, in 2017, there were 26,713 elderly driver accidents over 65 years of age, with 848 people dying and 38,627 injured. Compared with 2011, the number of accidents and injuries has doubled and the number of deaths has increased 1.4 times. This study determined that the main factors of the increase in traffic accidents were the characteristics of elderly drivers, such as a decrease in visual/hearing ability, cognitive and information processing ability, and muscle strength. Therefore, it raised the necessity of autonomous vehicle(level 2) for elderly driver who can minimize the burden of driving and aimed to study the function of autonomous vehicle for elderly driver who is not familiar with new technology. Based on this, four functions of autonomous vehicles for elderly drivers were derived, such as providing clear information according to the road environment, considering physical characteristics of drivers, simplifying interface, and reinforcing in-vehicle safety devices.

■ keyword : | Elderly Driver | Autonomous Vehicle | Interaction Design |

I. 서론

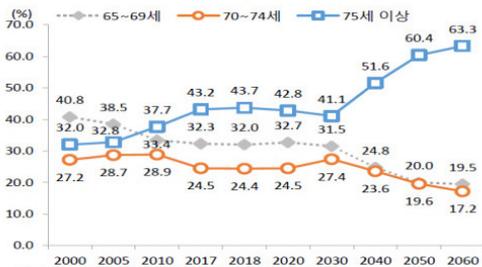
1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 2018년 고령자 인구가 전체인구의 14.4%를 차지하여 고령사회(aged society)로 진입하였고 2026년 초 고령사회(super-aged society)로 진입할 예정이다. 특히, 2050년에는 고령자 인구가 전체인구의 38%로서 고령자 수가 세계에서 가장 많은 나라 중에 하나가 될 것으로 예측되고 있다[1]. 2018년 인구피라미드는 30~50대가 두터운 항아리 형태이며, 2060년에는 고령화로 인하여 60대 이상이 두터운 모습으로 변화될 것으로 전망된다. 2018년 65세 이상 인구가 차지하는 구성비는 14.3%로 지속적으로 증가하여 2060년에는 41.0%가 될 것으로 전망된다. 연령별로 살펴보면, 65세 이상 인구 중 65~69세와 70~74세가 차지하는 구성비는 감소하는 반면 75세 이상의 구성비는 지속적으로 증가 추세이다[2].



(자료출처: 연구주택총조사, 장래인구추계, 통계청)

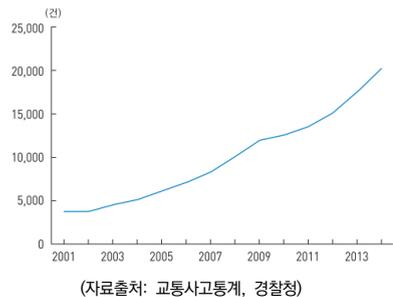
그림 1. 인구피라미드



(자료출처: 연구주택총조사, 장래인구추계, 통계청)

그림 2. 고령자의 연령대별 구성비

2017년 우리나라 교통사고 가운데 65세 이상 고령 운전자 교통사고는 2만 6,713건으로 848명이 사망하고 부상자 3만 8,627명이 발생했다. 고령 운전자에 의한 사고는 전체 사고의 12.3%, 전체 사망자의 20.3%, 전체 부상자의 12.0%로 그 비중과 건수는 계속 증가하고 있다. 2011년과 비교하면 사고 건수와 부상자 수는 약 2배, 사망자 수는 1.4배 증가했다. 특히 사망자 5명 가운데 1명이 고령 운전자에 의한 사고다[3]. 고령운전자가 늘어나면서 이들이 일으키는 교통사고도 크게 증가하고 있다. 경찰청이 발간한 「2015 교통사고통계」에 의하면, 고령운전자가 일으키는 교통사고(고령운전자가 제1당사자로서 교통사고의 원인이 된 사고)는 2001년 3,759건에서 2014년 2만 275건으로 지난 13년간 약 5.4배 증가하였다[4].



(자료출처: 교통사고통계, 경찰청)

그림 3. 고령운전자에 의한 교통사고 발생건수

본 연구는 교통사고 증가의 주된 요인이 시각/청각 능력의 저하, 인지 및 정보처리 능력의 저하, 근력의 저하 등 고령운전자의 특성에 의한 것이라고 판단하였다. 이에 운전의 부담을 최소화할 수 있는 고령운전자를 위한 자율주행차량(레벨2)의 필요성을 제기하였으며, 새로운 기술에 익숙하지 않은 고령운전자를 위한 인터랙션 디자인을 중심으로 한 자율주행차량 기능을 연구하는데 목적이 있다.

2. 연구의 방법

연구 방법으로는 먼저 문헌연구를 통해 고령운전자의 개념 및 특성을 파악하였으며, 선행연구를 분석하여 고령운전자에 대한 이해의 폭을 넓혔다. 다음으로 자율주행차량의 개념 및 자동화 레벨 등 이론적 내용을 고

찰하였다. 사례분석으로는 2015년~2018년까지의 고령운전자 관련 학회 논문 및 통계청의 고령운전자 사고 관련 자료를 바탕으로 도로환경, 운전자, 인터랙션, 차량이라는 고령운전자를 위한 자율주행차량 인터랙션 디자인 평가요소를 추출하였다. 4가지 평가요소를 기반으로 분석과 기술 위주로 논지를 전개하였다.

표 1. 4가지 평가요소

구분	내용
도로환경	도로환경은 사건이 발생하는 공간, 시간영역을 포함한다. 도로환경의 전체적 상황과 맥락적 관계를 분석한다.
운전자	운전자는 행태와 니즈가 관찰되는 주체이다.
인터랙션	인터랙션은 사람과 사람, 사물, 공간 사이에 발생하는 블록 단위의 행동이다. 차량 안에서 사람과 사람, 사물, 공간 사이에서 관계적 또는 특별한 인터랙션의 속성을 기술한다.
차량	차량은 운전자가 사용하는 사물과 도구를 지칭하며, 도로환경과의 관계를 포괄한다.



그림 4. 평가요소들의 관계

3. 연구범위

인터랙션은 도로환경의 전체적인 상황과 맥락적 관계에 영향을 받고 차량은 운전자와 도로환경을 매개하는 요소라는 점을 감안하여 연구범위를 차량 내부의 운전자와 인터랙션으로 국한하지 않고 차량 외부의 도로환경과 차량까지 포함하였다. 또한, 자율주행차량 레벨 2를 중심으로 연구함으로써 향후, 적용 시기를 최대한 당길 수 있도록 하였다.

II. 이론적 고찰

1. 고령(운전)자의 개념

일반적으로 고령자란 육체적·정신적으로 그 기능이 감퇴되고 있는 시기에 처한 자로서 정상적인 생활기능과 직업기능을 발휘하기 어려운 사람을 말한다. 현행

“고용상 연령차별금지 및 고령자고용촉진에 관한 법률”에 따르면 고령자는 55세 이상인 자로, 준고령자는 55세 미만인 자로 규정하고 있다. 또한 “국민연금법”에는 노령연금 수급권자를 60세 이상으로 규정하고 있으며, “노인복지법”과 “노인장기요양보험법” 상에는 65세 이상인 자로 규정하고 있다[5]. 본 연구에서는 고령자의 기준을 도로교통법에 의거한 65세 이상의 운전자로 차량을 운행하는데 있어 어려움이 있는 자로 하였다.

표 2. 내외 법령별 고령자의 정의

법령	내용
고용상 연령차별금지 및 고령자고용촉진에 관한 법률 시행령	제2조(고령자 및 준고령자의 정의) ① 제2조제1호에 따른 고령자는 55세 이상인 사람으로 한다.
국민연금법	제61조(노령연금 수급권자) ① 가입기간이 10년이상인 가입자 또는 가입자였던 자에 대하여는 60세 가 된 때부터 그가 생존하는 동안 노령연금을 지급한다.
노인복지법	제26조(경로우대) ① 국가 또는 지방자치단체는 65세 이상 의 자에 대하여 대통령령이 정하는 바에 의하여 국가 또는 지방자치단체의 수송시설 및 공공·농원·박물관·공원 등의 공공시설을 무료로 또는 그 이용요금을 할인하여 이용하게 할 수 있다.
노인장기요양보험법	제2조(정의) 1. 노인 등이란 65세 이상 의 노인 또는 65세 미만의 자로서 치매, 뇌혈관성질환 등 대통령령으로 정하는 노인성 질병을 가진자를 말한다.
기초연금법	제3조(기초연금수급권자의 범위등)①기초연금은 65세 이상인 사람으로서 소득인정액이 보건복지부장관이 정하여 고시하는 금액 이하인 사람에게 지급한다.
도로교통법	제11조(어린이 등에 대한 보호) ①항의 4. 횡단보도나 교통이 빈번한 도로에서 보행에 어려움을 겪고 있는 노인(65세 이상인 사람)을 말한다. 이하 같다) 2015.08.11
United Nations	The old age dependency ratio is the number of persons aged 65 years or over per one hundred persons aged 15 to 64 years.

(자료출처: 법제처)

2. 고령(운전)자의 특성

2.1. 시각/청각 능력 저하

20대 중반에서 50대 중반 사이에 시력이 급격히 감소하고, 원근조절의 초점 정리능력도 10세에 대략 8cm에서 70세에 80cm 이상으로 그 능력이 점차 감소한다. 나이가 증가하면서 가까운 물체에 초점을 맞추는 능력이 점차 감소하고 수정체가 탄력을 잃어 원근조절 능력이 감퇴한다. 청각 기능에 있어서는 65세 이상이 되면 고음역을 중심으로 약 30% 이상의 청력 손실이 생기며, 70세를 넘으면 고음과 더불어 중·저음역의 청력도 저하되어 일상적인 대화에도 불편을 느끼는 경우

가 발생한다.

2.2. 인지 및 정보처리 능력 저하

고령운전자들은 시각 등에 의한 지각 능력이 저하되고 신경반응이 둔화되어 정보의 판단 처리가 늦어지고 부정확해진다. 현대와 같은 복잡한 교통상황에서는 더욱 빠른 정보의 판단처리 능력이 요구되는바, 노화 과정에서 이러한 기능들의 속도가 느려지면서 대처능력이 저하된다.

2.3. 근력 저하

근력도 고령이 되면서 점차 저하된다. 고령운전자는 머리를 돌리는 것, 몸의 균형을 유지하는 것, 팔·다리 운동 능력이 현저히 저하된다. 근육 구성 세포 수는 유지되지만, 근육의 굵기와 신축성이 크게 떨어지고 악력과 배근력이 감퇴하여 손발과 허리 움직임의 범위가 축소된다[6].

표 3. 고령운전자의 특성

단계	설명
인지	시각/청각 능력 저하
판단	정보의 판단 처리 둔화/부정확 대처능력 저하
제어	근력의 저하 머리/손/발/허리 움직임의 범위 축소

표 4. 일반운전자와 고령운전자의 신체적 기능 비교

기능		일반운전자	고령운전자
시각	정지시력	1.0 ~ 0.8	0.8
	동체시력	0.7 ~ 0.8	0.7 ~ 0.1 (50세 이후 급격히 감소)
	명도대비	1	2.13배
	투과휘도	1 (룸밀러로 색상 판별 휘도)	2.5배
	야간조도	역치의 2배 (주간에 물체 식별 최소빛량)	역치의 32배 (75세 이상)
청력	청력감퇴	50세 이후 고음영역대(경음기, 경보음)청력 감퇴	
인지 반응	젖은 노면 (1.6역광수준)	33m(110 ft)	23m(75 ft)
	탐색시간	1.0-3.5초	2.5-10.0초
	인자-반응시간	평균 1.93초, 85% 3.06초	평균 2.49초, 85% 3.76초
	차선의 인식거리	185m	125m

	표지판 판독시간	일반인층에 비해 고령층의 경우 판독시간이 길어짐			
	합류를 위한 간격수락	1.59초	2.42초 (50% 시간이 더 요구)		
좌회전 신호에 대한 반응	보조표지 유	0.72	보조표지 유	0.74	
	보조표지 무	0.95	보조표지 무	1.11	
근력	제동거리	5세 증가할 때 마다 전연령층의 2% 증가			
	보행 속도	1.4m/s	1.0m/s		

(자료출처: 고령화 사회 대비 도로설계기준 개선연구, 국토교통부)

3. 고령운전자에 관한 선행연구 분석

본 연구는 고령운전자에 관한 선행연구 7편을 고찰하였다.

표 5. 고령운전자에 관한 선행연구

연구자	제목	개요
구상	고령 운전자를 위한자동차 계가판 중심의 인터페이스 디자인의 전망	인구 고령화에 따른 고령 운전자에 대비한 운전석 인터페이스 디자인의 고찰 및 시사점을 도출함.
양준아	고령자를 고려한 UI디자인 가이드라인 연구	고령자들의 내비게이션 사용 에서 불편요소를 파악하고 고령자들의 요구 사항을 도출함.
오주석 이의용 류범준 이원영	고령운전자의 주요 교통 사고 취약 상황 및 인적 요인 분석	교통상황, 인적요인을 분석하여 고령운전자 교통사고의 특성을 도출함.
이미진 이명선	고령운전자의 인지된 운전 능력과 운전행동 및 사고 위험의 관련성	고령운전자의 인지된 운전능력과 운전행동 및 사고 위험의 관련성을 파악하여 고령운전자의 특성을 도출함.
신승균 조민상	고령운전자의 특성분석을 통한 교통사고 예방에 관한 연구	고령운전자의 특성분석을 통해 고령운전자 보호표시 부착 의무화, 운전면허 갱신 시기의 단축, 고령운전자에게 적합한 재교육의 시도, 의식 개선을 통한 안전교육 강화, 고령운전자 교육의 다양화를 제시함.
박준태 이석범 이수범	고령운전자의 사고유형별 사고 심각도 분석 연구	고령운전자의 사고유형에 따른 심각도 분석을 수행하여 신체적 특성에 따라 사고의 심각도가 다르게 나타남을 확인함.
김태호 이기영 최윤환 박제진	고령운전자 교통안전성 평가 모형 개발	고령자 교통사고 인적요인을 평가할 수 있는 모형 개발을 목적으로함.

4. 자율주행차량의 개념 및 기준

4.1. 자율주행차량의 개념

자율주행차량(self-driving car)이란 운전자가 탑승한 상태에서 운전자의 개입(제어)없이 목적지까지 주행하는 차량을 의미하며, 인지, 판단, 제어 세 가지가 합쳐

저서 운행된다[7]. 인지 단계에서 자동차 시스템은 통신 및 센서를 통한 ADAS 기술을 통해 차로 및 차선, 횡단 보도 등의 고정지물을 인식하여 경로를 탐색한다. 또한 주변 차량 및 보행자, 사고 차량 등의 변동지물 및 이동 물체에 대한 인지 역시 이 단계에서 하게 된다. 인지 후에는 이에 따른 주행 차선 변경, 추월, 정차등의 상황 판단 및 전략 결정을 통한 주행 경로를 생성하는 판단의 단계를 거치며, 마지막으로 이러한 판단을 통하여 조향이나 기감속을 통한 차량 제어가 일어나는 제어 단계이다. 자율주행 프로세스의 3단계는 자율주행 환경의 자동차 시스템에서만 이루어지는 것이 아니라 기존의 수동형 차량에서도 사용자가 이러한 전 과정들을 통해 차량 제어를 해왔다고 볼 수 있으며, 이는 자율주행 환경 인터랙션 모델에서 필수적으로 고려되어야 하는 구성 요소로 정의될 수 있다[8].

표 6. 자율주행차량의 프로세스

단계	설명
인지	ADAS센서(카메라, 레이더) V2X(V2V, V2I) 정밀지도
판단	주행전략 결정(추월, 회전, 기감속 여부) 주행경로 생성(목표궤적, 목표속도)
제어	차량제어(조향각/기감속 제어)

4.2. 자율주행차량 자동화 레벨의 정의 및 개요

표 7. 자율주행차량의 레벨의 정의 및 개요

수준	정의	개요
레벨0	비자동 No Driving Automation	운전자가 항상 브레이크, 속도 조절, 조향 등 인전에 민감한 기능을 제어하고 교통 모니터링 및 안전 조작에 책임.
레벨1	운전자 보조 Driver Assistance	조향, 기감속 등을 자동화해 운전자가 도움을 받는 수준. 첨단 운전자 보조 시스템 (전방 후방 카메라, 크루즈 기능, 셀프 주차, 자동 브레이크) 기능이 운전자 보조.
레벨2	부분 자율주행 Partial Driving Automation	운전자가 운전하는 상태에서 고속도로 주행 시 차량/차선 인식, 앞차와 간격 유지등 2가지 이상의 자동화 기능이 동시에 적용. 운전자 상시 감독 필요.
레벨3	조건부 자율주행 Conditional Driving Automation	특정 환경에서 운전자가 개입하지 않고 주행이 가능한 수준. 상황에 따라 운전자의 개입이 반드시 필요.
레벨4	고도 자율주행 High Driving Automation	특정 주행모드에서 시스템이 차량 제어를 전부 수행하며, 운전자의 개입이 불필요.
레벨5	완전 자율주행 Full Driving Automation	자동차가 모든 안전 기능을 제어하고 상태를 모니터링하고 운전자는 목적지 혹은 운행만을 입력, 자율주행 시스템이 안전 운행에 대해 책임. 운전자 불필요.

(자료출처: 국제자동차기술자협회,SAE)

5. 자율주행차량의 개발 현황

인간을 대신해 판단하고 운전하는 자율주행차량이 이전의 차와 다른 점은 두뇌의 유무이다. 커넥티드 환경으로 ICT가 핵심이 되어 지능을 갖는 자동차는 우리의 생활이 이전과 완전히 달라질 수 있다는 것이다[9]. 이러한 자율주행차량의 자율주행 수준은 다음과 같다.

표 8. 기업별 자율주행 기술개발 현황

구분	업체	기술현황
ICT 기업	엔비디아	인공지능(AI) 자율주행 컴퓨터 드라이브 PX2 탑재. BB8자동차 공개 아우디 협력. 완전 자율주행 SUV용 인공지능 자동차 컴퓨터 사비어(Xavier) 2020년 출시 자동차부품공급업체 ZF와 협력.
	모빌아이	기존 테슬라 오토 파일럿 시스템 공급업체였으나, 2016년 사고 이후 공급 중단 델파이 및 인텔과 협력하여 2019년까지 자율주행 시스템 개발. 완성차 업체에 납품 예정 지도업체 히어 협력. 자율주행용 고화질 지도 개발.
	구글	2021년까지 완전 자율주행 자동차 출시 목표 현재 최장 시범 운행거리(42만4331마일)기록 5000마일 당 한번 꼴로 운전자 개입. 최소 자율주행 해제횟수를 보유한 선두업체.
	애플	2014년 자율주행 자동차 시도. 다임러 및 BMW와 협상 결렬. 현재 자율주행 자동차 대신 자율주행시스템 개발에 집중.1차 공급업체 목표.
	우버	블보 협력. 20121년까지 완전 자율주행 자동차 공동 개발 향후 완전 자율주행 자동차를 이용한 무인택시, 무인트럭 운영 계획.
	바이두	인공지능(AI) 운전자 보조 프로그램 탑재 자율주행 자동차 개발. 2018년 상업용 자율주행 자동차 출시 예정. 20121년 양산 계획.
완성차 기업	네이버	국내 중소기업과 협력. 도요타 개조 차량으로 자율주행 시스템 시험. 향후 카셰어링 사업 등록을 통한 무인택시 서비스 구상.
	현대/기아	구글, 시스코 등 IT업체와 협력하여 커넥티드 자율주행 자동차 개발. 2030년까지 완전 자율주행차 양산할 계획.
	아우디	아우디와 엔비디아는 10여년간 자율주행 기술을 개발하기 위해 협력 엔비디아 칩을 장착한 자율주행 Q7 공개.
	BMW	2017년 하반기 자율주행차 40대 공공도로 테스트 투입. 인텔 및 모빌아이와 완전 자율주행 기술 개발 협력 지도업체 히어 협력. 실시간 업데이트 지도 정보 서비스제공.
	벤츠/다임러	2014년 최초로 공공 도로 자율주행차량 시험에 공식 허가 획득. 2020년 자율주행 자동차 출시할 계획. 자율주행 네트워크 운영하여 우버를 통한 차량공유 서비스 제공.
	볼보	2020년까지 반자동 자율주행 자동차 출시 예정.2021년까지 완전 자율주행 자동차 개발 목표. 100% 안전성 보장 후 양산할 계획. 우버 협력. 탑승자 안전을 최우선으로 자율주행 승용차 개발.
	폭스바겐	2021년 자율주행 시스템 갖춘 무인차 개발 출시 예정. 팔콤과 협력. 자율주행 전기차에 5G 연동 V2X(Vehicle to Everything Communication System) 도입.
	포드	2021년까지 운전대/브레이크 없는 완전 자율주행 자동차 생산. 택시 또는 차량 공유 서비스용으로 출시할 계획.
	혼다	구글 웨이모 협력. 2020년 완전 자율주행 실용화 목표.소형 완전 자율주행 전기 컨셉트카 공개.
	토요타	세계에서 가장 많은 자율주행기술 특허를 보유한 완성차 업체. 2020년 4단계 자율주행 스마트가 전략. 시에 우선 집중. 시를 통한 사용자 감성 인식. 도로상 색을 표시하여 감성지도 제공.
닛산	2020년 자율주행 자동차 출시 목표. 전기차 리프(Leaf) 기반 개발 미국 항공우주국(NASA) 기술 기반 SAM 기술 개발. 운행 가능 경로 생성방법 제시. 프로 파일럿(Pro PILOT)시스템 전담 콜센터 통해 상황 파악. 긴급시 개입. 150마일 당 한번 꼴로 운전자 개입.	

G M	부분(고속도로) 자율주행기술 '수퍼 크루즈' 시스템 장착, 출시 예정. 무인 완전 자율주행 자동차 개발은 10년 이상 소요 예정.기세어링 업체 리프트와 협력, 전기차 볼트 EV로 무인택시 서비스 시장 진출. 50마일 당 한번 꼴로 운전자 개입.
테슬라	현재 부분 자율주행 자동차 조기 상용화 및 2018년까지 자율주행 자동차 업데이트 계획. 3.5마일당 한번 꼴로 운전자 개입.

(자료출처: 인사이터스)

III. 고령운전자 사고 사례분석

1. 분석기준

2015년~2018년까지의 통계청, 경찰청, 도로교통공단의 통계 자료 및 고령운전자의 사고와 관련된 학회논문 4편을 선정하여, 운전자를 중심으로 차량 내부와 도로환경에서 일어나는 인터랙션을 고려하여 분석하였다.

2. 사례분석

아래의 분석 결과를 보면 도로환경의 경우, 교차로구간에서 고령운전자의 사고가 급증하는 것을 알 수 있었다. 교차로는 다수의 정보에 인지반응을 해야 하는 구간으로 고령운전자가 순간대처능력이 떨어지기 때문인 것으로 판단된다. 운전자와 인터랙션의 경우, 시각/청각의 저하, 인지 및 정보처리능력의 저하, 근력의 저하에 의한 많은 문제점들이 발생하는 것을 알 수 있다. 이러한 문제점들은 부분 자율주행단계 기술로 주행 중인 자동차를 감지하여 전방 자동차와 충돌을 자동으로 회피하는 전방충돌경고장치, 충돌을 피할 수 없을 때 자동으로 감속하는 자동비상제동장치, 운전자 의도와 무관하게 차로를 벗어나는 것을 방지하는 차선이탈경고장치, 운저자의 의도와는 무관하게 차선을 이탈할 때 주행 중인 차로로 복귀하는 차선유지보조장치 등의 첨단운전자보조 시스템을 통해 일정부분 해결이 가능하다[10]. 차량의 경우, 측면/후방충돌의 사고 위험이 높은 것으로 나타났으며, 60km/h이하의 속도로 운행하는 것이 안전하다고 판단된다.

구분	내용
도로환경	교차로구간에서 사고가 증가함. 점멸신호기, 비신호 교차로에서 사고가 증가함. 고속도로 인터체인지, 노면상태가 불량한 도로, 차로 폭이 좁은 도로, 좁은 골목길에서 사고가 증가함. 야간운전이나 악천후 시 치사율이 높음. 표지판의 글자판독이 어려움.
운전자	물리적 신체적 기능이 저하됨. 야간운전 시, 일반운전자보다 32배의 빛이 필요함. 가용시야(Useful field of view)가 축소됨. 섬광 회복력이 저하됨. 장거리 운전 시, 사고가 증가함. 여성운전자가 더욱 취약함. 일반인보다 치사율이 1.75배 높음. 추기고령자가 전기고령자보다 사고율이 4배 높음.
인터랙션	조작행위가 많고 복잡할수록 반응시간이 증가. 정보의 선택-판단-반응 과정에 시간 소요됨. 기기조작 실수, 운전미숙. 차간간격의 판단이 어려움. 차로변경을 최소화하고자함. 신호위반이 빈번히 발생함. 안전거리 미확보/중앙선 침범/급정지/정지선 준수 불이행이 발생함. 조심성 있는 운행이 교통상황 방해함.
차량	측면 충돌 사고율 높음. 후방 충돌에 취약함. 주로 60km/h 이상일 때 발생함. 일반차량과 평균 22km/h의 주행속도 차이를 보임.

IV. 고령운전자를 위한 자율주행차량 기능

1. 고령운전자의 신체적 기능 특성 분석

사례분석의 내용을 바탕으로 고령운전자의 신체적 기능을 시각, 청각, 인지, 근력으로 나누어 분석하였다.



2. 고령운전자를 위한 자율주행차량 기능

본 연구는 위의 분석 결과를 토대로 고령운전자를 위한 자율주행차량 기능을 도출하였다. 도출한 내용을 구체적으로 살펴보면, 첫째, 도로환경에 따른 명료한 정보를 제공해 주는 기능이다. 특히, 고령운전자의 사고는 교차로구간에서 많이 발생한다. 이는 시정각능력, 인지 및 정보처리 능력이 떨어지는 고령운전자가 순간적으로 많은 정보를 처리하고 판단해야 하는 상황에 놓이게 됨으로써 치명적인 사고의 원인이 된다. 또한, 커브길이나 차폭이 좁은 도로에서도 사고가 증가하는데 인지능력의 저하에서 오는 것으로 판단되며, 운전이 시각 위주의 행위이기 때문에 야간운전 시의 시야 확보, 고속주행 시 가용시야의 축소, 반대편에서 오는 차량의 선풍에 대한 눈의 회복등 시각을 보조할 수 있는 정보 제공이 요구된다. 둘째, 운전자의 물리적 신체 특성을 고려한 기능이다. 고령운전자는 물리적 순간대처능력이 일반인에 비해 현저히 떨어지는 관계로 이를 보조할 수 있는 디자인이 요구된다. 또한, 고속도로 및 장거리 운전시의 사고가 급증하는 것을 감안하여 운행을 중단하고 휴식을 취할 수 있도록 하는 등 이를 해결할 수 있는 방안이 요구된다. 여성 고령운전자의 경우 물리적 신체 능력은 남성에 비해 현저히 저하되므로 여성 고령운전자를 위한 맞춤형 인터페이스도 필요한 것으로 판단된다. 셋째, 인터페이스의 단순화이다. 고령운전자는 조작행위가 많고 복잡할수록 선택-판단-반응의 과정에서 시간이 많이 소요되는 만큼 인터페이스의 단순화가 무엇보다 중요하다. 또한, 통계청의 자료에 의하면 고령운전자의 사고 중 가장 많은 비율을 차지한 것이 안전운전불이행(53.0%)이었으며, 다음으로 신호위반(12.9%), 안전거리 미확보(9.2%), 중앙선 침범(6.5%) 순이었는데, 이는 차량을 운전함에 있어서 기본적인 주행관련 인지감각이 저하되었음을 의미한다. 넷째, 차량내 안전장치의 보강이다. 고령운전자는 일반운전자에 비해 같은 충격에도 매우 취약하며, 이는 고령운전자의 사고가 일반운전자의 사고에 비해 치사율이 급증하는 통계청의 자료에서도 알 수 있다. 또한, 교차로의 측면충돌 사고가 빈번히 일어나는 것을 참작하여 측면충돌을 보강하는 안전장치가 우선적으로 필요하다고 판단되며, 후방 정보기능의 강화도 함께 요구된다. 이는 전방을 제

외한 좌우측면과 후방주시에 있어 고령운전자가 매우 취약하다는 것을 보여준다. 주행속도에 있어서는 60km/h 이상에서 사고가 증가함에 따라 운전자가 60km/h이하로 운행할 수 있도록 경고음 발생, 속도감속 등의 방안이 요구된다.

기능	내용
도로환경에 따른 명료한 정보 제공	01. 교차로구간에서의 명료한 정보 제공.
	02. 도로 형태에 따른 인지관련 정보 제공.
	03. 야간/고속주행에 따른 시각 보조 정보 제공.
운전자의 물리적 신체 특성 고려	04. 물리적인 순간대처능력을 고려.
	05. 장거리 운행 시, 운행 중단 및 휴식 알림.
	06. 여성 운전자를 위한 맞춤형 인터페이스.
단순한 인터페이스	07. 선택/판단/반응의 시간을 최소화한 인터페이스가 단순한 디자인.
	08. 주행관련 인지감각의 향상을 고려한 디자인.
차량내 안전장치 보강	09. 측면충돌 안전장치 보강.
	10. 후방 정보기능의 강화.
	11. 60km/h이하로 운행 유도(경고음/감속).

V. 결론

현재, 우리 사회의 고령화는 고령운전자의 증가를 가져왔고 이는 자연스럽게 고령운전자의 사고 증가로 이어졌다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 현 시점에서 적용 가능한 레벨2의 자율주행차량을 기반으로 고령운전자의 사고와 관련된 통계자료 및 학회논문의 사고 사례를 분석하였다. 그 결과, 도로환경, 운전자, 인터랙션, 차량이라는 4가지 평가요소를 통해 이를 구체화하여 인터랙션 디자인을 중심으로 한 자율주행차량 기능을 도출할 수 있었다. 또한, 실제 사고 사례를 중심으로 분석함으로써 향후 자율주행차량 인터랙션 디자인 연구에 자료로 활용이 가능하도록 하였다. 최근 출시된 차량에는 차선이탈 경보 시스템(LDWS), 차선유지 지원 시스템(LKAS), 후측방 경보 시스템(BSD), 어드밴스드 스마트 크루즈 컨트롤(ASCC), 자동 긴급제동 시스템(AEB)등 운전자 보조(레벨1) 수준의 자율주행기능이 장착되고 있다. 하지만 노인의 시스템 사용상의 문제점이 아직까지 파악되지 않은 관계로 일반차량을 기반으

로 사고 사례를 분석하였으며, 일반차량에서 주로 발생하는 사고의 원인을 파악하여 고령운전자를 보조할 수 있는 기능을 도출하였다. 실제 자율주행차(레벨2)에 적용 시 본 연구 결과와 다소 차이가 있을 것이라는 한계점이 존재하지만 자율주행차량의 인터랙션 디자인의 방향성을 검증하는 맥락에 있어 충분한 가치가 있다고 판단된다. 마지막으로 본 연구가 향후, 고령운전자의 사고 예방을 위한 자율주행차량 인터랙션 디자인 개발에 근거 자료로 활용되기를 기대하며, 자율주행차량의 실용화를 한층 앞당기는 계기가 되기를 바란다.

참 고 문 헌

- [1] 정상민, *고령운전자의 주행특성을 고려한 교차로 기하 구조 개선방향에 관한 연구*, 서울시립대, 박사학위논문, 2015.
- [2] 통계청, *한국의 사회동향*, 2018.
- [3] 차두원, *이동의 미래*, 한스미디어, 2018.
- [4] 통계청, *한국의 사회동향*, 2015.
- [5] 신승균, “고령운전자의 특성분석을 통한 교통사고 예방에 관한 연구,” 한국치안행정논집, 제7권, 제1호, pp.157-185, 2010.
- [6] 신승균, “고령운전자의 특성분석을 통한 교통사고 예방에 관한 연구,” 한국치안행정논집, 제7권, 제1호, pp.157-185, 2010.
- [7] 미래 자동차 기술 시장 보고서, 2016.
- [8] 구보람, *자율주행차 단계 별 사용자 인터랙션을 통한 패시브 서비스 모델 연구*, 국민대학교, 석사학위논문, 2016.
- [9] 한국경제 TV 산업팀, 2016.
- [10] 차두원, *이동의 미래*, 한스미디어, 2018.

저 자 소 개

최 규 한(Kyu-Han Choi)

정회원



소 주임연구원

- 2004년 2월 : 홍익대학교 제품디자인학과(학사)
 - 2009년 7월 : 영국왕립예술대 자동차디자인전공(석사)
 - 2017년 2월 : 홍익대학교 산업디자인학과(박사 수료)
 - 2007년 7월 : LG전자 디자인연구소 주임연구원
 - 2017년 4월 : ESSOD 디자인 과장
 - 현재 : 홍익대학교 산업디자인학과 강사
- 〈관심분야〉 : 자동차디자인, 제품디자인