

고령 운전자를 위한 안전 시스템 개발 연구

정 세 빈*

한국GM Interior Engineering Division

Driving Concept Development for Elderly Drivers

Sebin Jung*

Interior Engineering Division, General Motors Korea, 233 Bupyeong-daero, Bupyeong-gu, Incheon 403-714, Korea

(Received 31 October 2013 / Revised 27 January 2014 / Accepted 27 January 2014)

Abstract : Driving-related injuries associated with elderly drivers are on the rise, although the overall rate of driving-related injuries has decreased. To determine the causes of this trend, we researched existing vehicle systems that use different sensors and signals to promote safe driving. We found that although the systems alert drivers to potential collisions and assist them in finding a location easily, they were created by people who rarely use the systems in their daily lives. For the most part, they're not created by people with driving difficulties caused by health problems, which in turn often afflict the elderly. To address this issue, we analyzed the drawbacks of the current systems and used a focus group of people with body conditions that have declined due to age to discover the problems they encounter while driving. With the focus group, we used diverse research activities, such as observation and interview to demonstrate how new system concepts could be developed for the elderly. Finally, we propose that adequate system concepts for the elderly would improve driving safety and provide a more enjoyable driving environment for this population.

Key words : Elderly(고령인구), Driving-system design(운전 시스템 설계), Design and technology for elderly(고령인구를 위한 시스템 설계와 기술), Future driving system design(미래 운전 시스템 개발), Safe driving(안전 운전)

Subscripts

- NHTSA : national highway traffic safety administration
- FIR : far-infrared
- NIR : near-infrared
- IR : infrared radiation
- LDW : lane-departure warning
- CAS : collision avoidance system
- ACC : adaptive cruise control

1. 서 론

전 세계적으로 진행되고 있는 인구의 고령화로 인해, 고령 운전자의 수도 자연스럽게 늘어나게 되었다. 미국의 2009년 리서치 통계에 의하면 운전면허를 가진 65세 이상의 운전자가 3천 3만 명 정도에 이르고 있다고 하며, 2020년까지 그 수가 두 배 이상이 될 것으로 내다보고 있다.¹⁾ 하지만, 이렇게 고령 운전자 비율이 점점 더 늘어나면서 고령 운전자들의 교통사고 상해 빈도와 사망률은 전체 교통사고 상해 빈도와 사망률이 줄어들어 드는 실정에 반비례하여 심각하게 늘어나고 있다.²⁾ 미국 고속도로 교통 안전국(National Highway Traffic Safety Administration)의 조사에 의하면, 마일 당 치명적인 충돌사고

*A part of this paper was presented at the KSAE 2013 Annual Conference and Exhibition

*Corresponding author, E-mail: sebin.jung@gm.com

의 비율이 70-74세 사이에 급격히 늘어나고 있으며, 85세 이상의 운전자들의 비율은 최고치를 보이고 있다고 한다.³⁾ 또한, 고령 운전자와 젊은 운전자의 교통사고에 대한 상해치를 동일 조건에서 비교했을 때, 고령 운전자의 상해 사고 비율이 젊은 운전자보다 거의 두 배 가까이 육박하고 있다고 한다.³⁾

이런 현상을 볼 때, 고령 운전자의 안전을 고려한 차체 시스템 개발이 더욱 더 중요하게 되었고, 많은 자동차 회사들이 고령 운전자의 교통사고 상해를 방지하는 새로운 시스템 개발에 노력을 기울이고 있다. 하지만, 현재 개발된 시스템은 나이가 들면서 나타나는 시력 감퇴나 청력 저하 등의 신체적 특성 및 징후들을 개발 시 반영하지 않음으로써, 실제적으로 고령 운전자들에게는 큰 도움이 되지 못하고 있는 실정이다.⁴⁾ 따라서, 본 논문에서는 고령자에 대한 정확한 정의, 그리고 그들의 높은 연령으로 인한 신체적 특성들과 운전 시 문제점들을 간단히 살펴보았다. 또한, 이 신체적 특성들을 토대로 현재 개발된 시스템들을 분석하여 고령 운전자들을 위한 차체 시스템 개발의 중요성을 강조하였다. 마지막으로, 고령 운전자들 중에 운전 시 높은 연령으로 인한 일반적인 신체적 문제점을 가지고 있는 초점 집단을 대상으로 간단한 테스트와 인터뷰를 시행하여 고령 운전자들에게 알맞은 차체 시스템들을 제안하였다.

2. 고령 인구에 대한 정의

이 고령 인구에 대한 정의는 나라마다의 문화적 차이에 따라 조금씩 상이함을 보이고 있으나, 대표적인 세계 기관에서 정의한 고령자에 대한 정의는 다음과 같다. 첫 번째, 세계 보건 기구에 의하면, “일반적으로 대부분의 나라에서 65세를 고령자로 정의한다. 하지만 아프리카에서는 보통 50-65세 사이의 사람을 고령자로 본다.”⁴⁾ 반면에, 유엔 (UN)에서는 고령인구를 60세 이상의 모든 사람을 고령인구로 지칭하고 있다.⁴⁾

3. 고령자의 신체적 특성들

고령층을 위한 효과적인 차체 안전 시스템 개발을 위해서는 그들이 나이가 들면서, 자연스럽게 생

기는 신체적 징후들을 먼저 파악하고 이해하는 것이 필요하다. 일반적인 고령층의 신체적 문제점은 다음과 같다.

- 1) 시각: 고령층으로 접어들게 되면, 운전 시 주변 시야에 대한 집중력이 떨어지고, 빛에 민감하게 되어 어둡거나 눈부신 곳에서 보는 것에 대한 문제가 생긴다.¹⁾
- 2) 청각: 청력감퇴는 고령화의 주요한 징후이다. 따라서 고령층들은 응급 사이렌이나 다른 운전자의 경적소리 등의 청각 신호를 제대로 인지하지 못하는 현상이 나타나게 된다.¹⁾
- 3) 반응 능력: 나이가 고령화됨에 따라 외부 환경에 대해 반응 하는 시간이 느려지게 된다. 특히, 운전 시 옆 도로와 통로에서 나오는 차량을 탐지하는 능력 및 주행 중 서행하거나 멈추어 서야 하는 경우가 생길 때 그에 대한 반응 능력이 떨어지게 된다.¹⁾
- 4) 기억력: 고령화됨에 따라 기억력 감퇴와 집중력 감소로 인해 많은 도로 표지판, 신호 및 표시뿐만 아니라 다른 장소의 교통 규정 등을 기억하기 힘들어 지게 된다.¹⁾

4. 현 안전 시스템에 대한 분석

현재 안전 운전을 위한 몇몇 시스템들이 개발 되어져 있다. 그 시스템들이 고령층의 일반적인 신체적인 문제점들을 얼마나 시스템에 잘 반영하고 있는지 알아보도록 하겠다.

4.1 나이트 비전 시스템 (Night Vision System)

대부분의 고령 운전자들은 야간 운전에 대한 두려움을 가지고 있다. 일반적으로 나이가 만 45세가 되면, 사람들의 눈은 명암이 낮고 눈부신 환경에서 어떤 사물을 볼 수 있는 능력을 점점 잃게 된다.²⁾ 이러한 신체적 문제점은 고령 운전자가 야간에 사물을 감지하고 인식 할 수 없게 만든다. 이러한 야간 운전 시 발생할 수 있는 문제점들을 보완하기 위해 개발된 도구가 바로 나이트 비전 시스템이다.⁵⁾

현재 개발 된 자동차 나이트 비전 시스템은 적외선 카메라로 포착한 이미지를 디스플레이에 표시하여 야간 시계를 확대함으로써 안전 주행에 기여하

기 위한 야간운전 지원 시스템이다.⁶⁾ 이 시스템은 두 가지 방식으로 나누어져 있는데, 한 가지는 적외선을 전방에 발사하여 인간이 보지 못하는 곳까지 확실하게 보여주는 방식이며, 또 다른 한 가지 방식은 적외선을 사용하지 않는 대신 사물에서 발생하는 열을 열 감지 카메라가 감지하여 화면으로 운전자에게 보여주는 것이다.⁶⁾ 이 시스템은 보이는 구간이 길어 멀리 있는 도로 표지판이나 객체를 정확하게 감지하여 보여준다는 장점을 가지고 있다.⁶⁾

4.2 차선-이탈 경보 시스템 (Lane-departure Warning System)

이 장치는 운전자의 자동차 시스템 조작 실수, 주의 산만, 졸음 등의 원인으로 인해 벌어질 수 있는 충돌 사고를 최소화하기 위해 개발되었다. 이 장치는 차선을 인식하는 카메라가 인사이드 룸 미러(Inside Room Mirror) 앞 레인센서 옆에 장착되어 차선이탈이 발생하는 경우에 계기판의 차선 모양이 흰색에서 노란색으로 바뀌고 경고음과 함께 위험성을 운전자에게 전달할 수 있다.⁷⁾ 이 장치를 반응 능력이 떨어지게 된 고령 운전자가 사용하게 되면 미리 차선 이탈을 감지하여 충돌 사고 위험도를 줄일 수 있다.⁸⁾

4.3 차선 변경 충돌 회피 시스템 (Lane-change Collision-avoidance System)

모든 차량은 측면이나 후면 거울에서 볼 수 없는 사각지대가 있다. 이런 사각지대는 모든 연령대의 운전자에게 차선의 변경 시 위험 부담을 주고, 특히 목의 유연성이 감소된 고령 운전자에게는 큰 문제점이 될 수 있다. 이러한 차선 변경 시 예기치 않은 충돌사고를 방지하기 위하여 이 시스템이 개발되었다.⁹⁾

이 시스템은 차량의 측면과 뒷면들을 모두 감지하고 어떤 이상 신호가 발생되면, 이를 청각 메시지나 시각 기호를 통하여 운전자에게 위험 상황을 알려준다.¹⁰⁾ 따라서, 이 시스템은 고령 운전자가 주행 도중 차선을 변경할 때 차량 뒤쪽을 보는 시간을 줄이게 함으로써 예상치 못한 충돌의 위험을 줄일 수 있게 한다.

4.4 적응형 자동 주행 장치 (Adaptive Cruise Control)

이 주행 장치는 레이더를 기반으로 개발되었으며, 최대 600 피트 거리에 있는 자동차 앞의 차량을 감지하여 운전자가 최적의 운전 간격을 유지할 수 있는 기능을 한다.¹¹⁾ 또한, 이 시스템이 장착된 차량이 앞의 차량을 따라 어느 정도의 속도를 유지하며 가고 있는지 운전자가 확인할 수 있도록 한다.¹¹⁾ 이와 더불어 먼 거리의 교통상황을 파악하여 앞으로의 교통상황에 대해 운전자가 알 수 있도록 해준다.¹¹⁾ 따라서, 고령 운전자가 뒤에서 다른 차량을 따라 갈 때, 앞차와의 속도를 감지하여 갑작스런 정지에도 충돌을 막을 수 있고, 안전거리를 유지하는데 도움을 줄 수 있다.

4.5 차량 운행 유도 시스템 (Vehicle Navigation System)

차량 운행 유도 시스템은 출발 위치에서 목적지까지의 데이터를 수집하고 차량의 위치 정보를 운전자에게 알려주는 기능을 한다.¹²⁾ 특히, 이 시스템은 고령 운전자가 익숙하지 않은 도로를 운전할 때, 길을 잃을 수 있다는 두려움을 해소해 주어, 자신감 있게 운전할 수 있도록 도움을 주고 있다. 또한 도로 표지판을 잘 볼 수 없는 고령 운전자에게 음성을 이용하여 목적지에 제대로 도착할 수 있도록 하고 있다. 미국 도로 교통 안전국의 연구에 의하면 이 시스템을 도입한 이후로, 고령 운전자의 약 73 퍼센트 이상이 운전할 때, 처음 가는 길에 대한 두려움을 없애고 안전하게 운전할 수 있는 자신감을 가질 수 있게 되었다고 한다.¹³⁾

지금까지 살펴본 시스템들은 도로 주행 시 모든 운전자들의 안전 운행을 위해서 개발되었다. 특별히, 고령 운전자들이 예전과 달리 자신감을 가지고 도로 운전을 할 수 있도록 하는 큰 역할을 하고 있다. 그러나, 이 시스템들이 앞서 살펴본 바와 같이 고령 운전자들에게 도움을 주는 측면들도 많지만, 나이가 들면서 나타나는 많은 신체적 문제점들을 가진 고령 운전자들이 사용하기에는 각 시스템 자체에 몇 가지 문제점들을 가지고 있다.

예를 들어, 나이트 비전 시스템은 야간에 운전하

는 고령 운전자에게는 유용하지만, 사물에 대한 시각적 능력이 저하된 고령 운전자가 주간에 운전할 시에는 크게 도움이 못 된다. 또한 차선 이탈 경보 시스템은 청력이 저하된 고령 운전자에게는 적합하지 못한 단점이 있으며, 차선 변경 충돌 회피 시스템은 청각과 시각에 모두 집중할 수 없는 반응 능력 저하의 고령 운전자에게는 부적합하다고 할 수 있다.

5. 시스템 설계를 위한 선행 연구

앞서 소개된 시스템들의 단점들을 극복하고, 고령 운전자에게 맞는 시스템 개발을 위해 설문조사, 관찰, 그리고 인터뷰 등의 다양한 연구 활동이 초점 집단과 함께 진행되었다.

이 연구 활동은 서울에서 실시되었고, 적어도 30년 이상의 운전 경험과 더불어 나이가 높아지면서 나타나는 대표적인 신체적 특징들을 가지고 있는 세 명의 남성 고령 운전자들을 초점 집단으로 삼았다. 초점 집단으로 선정되어진 고령 운전자들의 연령은 65세, 70세, 그리고 60세이며, 각각 30년, 32년, 그리고 32년의 운전 경력들을 가지고 있다.

첫 번째 연구 활동으로 초점집단의 일반적인 운전 시의 문제점을 알기 위해서 주, 야간으로 나누어 각각 30분 동안 운전을 하도록 하였고, 매 10분마다 그들에게 나타나는 일반적인 문제점들을 관찰하여 기록하였다(Table 1 참조).

다음 단계로, 현재 개발되어 판매되고 있는 시스템들이 얼마나 그들에게 유용한지에 대한 평가가 진행되었다. 평가를 마친 후, 모든 초점 집단의 고령 운전자들에게 그들이 운전할 때 도움이 될 수 있는 아이디어가 있는지에 대해서도 인터뷰하는 시간을 가지었다.

Table 1 Common problems for elderly drivers

운전 시간 (분)	주, 야간 운전 시 일반적으로 나타나는 신체적 특성들
10 분	눈의 피로
20 분	목의 통증과 눈의 피로
30 분	흐릿한 시야
	목과 등의 통증
	청력 저하

6. 고령 운전자를 위한 차량 시스템 제안

선행된 초점 집단과의 연구 활동을 통해 고령 운전자를 위한 이상적인 시스템 개념들을 제안해 보도록 하겠다. 특히, 기존의 시스템들은 한 가지 방식만을 사용하여 개발되었으나, 제안된 시스템 개념들은 다양한 방식을 고려하여 고령 운전자의 문제점들을 최소화 하도록 하였다.

- 1) 피로감 저하를 위한 유리 성분을 적용한 운전 안경(Driving eyeglasses)과 차체 유리 개발: 초점 집단은 인터뷰 활동을 통해 운전 시 가장 문제가 되는 신체적 문제점으로 눈의 피로감을 지적하였고 운전하는 시간이 길어짐에 따라 눈의 피로감이 두통을 유발하며, 나아가 운전하는 능력에 문제가 생긴다고 하였다. 따라서, 피로감 저하를 위한 유리가 적용된 차체와 운전 안경을 고령 운전자가 이용하게 되면 운전 시 피로감을 줄일 수 있고, 또한 쾌적한 운전 환경을 제공하여 사고 예방에 큰 도움을 줄 수 있다.
- 2) 목과 등에 마사지 시스템을 적용한 차량 시트 (Vehicle seat) 개발: 선행 되어진 30분 동안의 운전 관찰 활동을 통하여 초점 집단은 먼저 신체에 너지 감소 증상을 보였고, 더불어 목과 등에 통증을 느끼었다. 보통 일반적인 운전자들도 모두 같은 통증을 느낀다고 생각하겠지만, 나이가 들면서 나타나는 신체적 리듬과 대사는 젊은 사람들과 비교했을 때 현저히 떨어진다. 고령의 운전자가 단 시간 동안의 운전에도 쉽게 피로를 느끼는 반면, 젊은 운전자는 상대적으로 피로를 느끼는 시간이 늦어진다. 따라서, 짧은 주행에도 쉽게 피로감과 목과 등에 통증을 느끼는 고령 운전자를 위해 차량용 마사지 시트를 보편화 한다면 고령자의 안전한 장기간 주행에 큰 도움을 줄 것으로 본다. 하지만, 시중의 마사지 시트들이 중형이상의 고급 차량에 적용되어 있어, 이 기능의 보편화를 위해 경제적인 면을 고려해볼 필요가 있다.¹⁴⁾
- 3) 청력 저하의 운전자를 위한 엔터테인먼트(Entertainment) 시스템: 대부분의 고령 운전자들은 기존의 위험 신호음을 동반한 시스템들은 그 음성만으로 정확히 어느 곳이 위험이 있는지, 쉽게 인지하기 힘들다고 하였다. 따라서 안전 시스템에

엔터테인먼트(Entertainment)적인 요소를 가미하여, 정확한 가이드를 주는 음성과 음악을 사용하면, 고령 운전자가 편안하고 즐겁게 안전운전을 할 수 있도록 도움을 줄 수 있다.

7. 안전 시스템 콘셉트 개발 프로세스

제안된 세 가지 시스템 콘셉트를 바탕으로 고령 운전자를 위한 콘셉트 개발 단계를 진행하였다. 이 콘셉트 개발 단계에서는 이전 단계에서 제안된 피로감 저하를 위한 운전 안경은 현재 시장에 피로감 저하를 위한 유리가 나와 있는 관계로 이 콘셉트 개발 단계에서는 제외하도록 하였다.

따라서, 제안된 차량용 마사지 시트 개발과 엔터테인먼트(Entertainment) 요소를 가미한 경고 안전 시스템에 초점을 두어 다양한 콘셉트 개발을 진행하였다. 또한, 이 두 가지 콘셉트들이 고령 운전자에게 이로운지 확인하기 위하여 초점집단으로 하여금 최하 1점부터 최고 5점까지 평가하도록 하였다. 그 평가 기준으로는 첫 번째, 얼마나 쉽게 사용가능한지, 두 번째, 얼마나 자주 유용하게 사용가능한지, 그리고 마지막으로 얼마나 고령 운전자의 특성에 잘 맞는지 적용되었다.

이와 더불어, 전체적인 디자인 콘셉트에 대한 유용성을 평가하기 위해 인터뷰 활동이 평가 활동 후 진행되었다.

8. 시스템 콘셉트 개발 프로세스 결과

8.1 안전 시스템 콘셉트

고령 운전자를 위해 그들의 저하된 신체적 특성과 기존의 안전 시스템들의 단점을 최소화 하는 몇 가지 콘셉트들을 제시하였다.

첫 번째, 가격 절감과 보편화를 위해 운전 시 가장

많은 통증이 나타나는 대표적인 부분에만 차량 마사지 시트 시스템을 적용하는 것이다.

두 번째, 충돌 사고 위험 시 노래하는 소리 및 큰 경고음과 함께 정확한 음성지원 서비스를 제공하는 콘셉트들이다.

8.2 시스템 콘셉트에 대한 초점 집단 평가

위의 제시된 콘셉트들이 세 가지 평가 기준을 바탕으로 초점집단에 의해 평가 되었고, 그 결과는 아래의 Table 2에 정리되었다.

9. 고령자를 위한 최종 시스템 콘셉트

각 콘셉트에 대한 초점 집단의 평가가 끝난 후, 고령 운전자들의 특성들이 잘 들어가 있는 최종 시스템 콘셉트들이 아래와 같이 Table 3에 제시되었다.

- 1) 어깨에 마사지 기능을 넣은 차량 시트: 고령 초점집단에 의하면 운전 시 가장 통증을 느끼는 부분이 어깨라고 한다. 그러므로, 어깨 부분에 마사지 기능이 적용되면, 고령 운전자들이 운전 시 조금

Table 3 Finalized concepts

선 제안된 콘셉트	최종 콘셉트	콘셉트 이미지
마사지 기능	어깨 부위의 마사지 기능	
오락적인 소리 기능	큰 경고음과 정확하게 위험 요소를 알려 주는 음성 서비스	Watch out on your back!!!! 

Table 2 Four control factors for the center-hinge bracket

고령자를 위해 제안된 콘셉트	제안된 하부 콘셉트	평가 항목			
		용이성	사용 빈도	적절성	합계
마사지 기능 (Massage Function)	어깨에만 마사지 기능 적용	4	5	5	14
	등에만 마사지 기능 적용	4	3	2	9
	허리에 마사지 기능 적용	4	3	4	11
엔터테인먼트 적인 사운드 (Entertaining sound)	노래하는 소리와 정확한 음성 지원 서비스	4	3	3	10
	큰 경고음과 정확한 음성 지원 서비스	4	4	5	13

더 편안함을 느끼게 될 것이고, 마사지 기능이 전체가 아닌 부분적으로 적용되어 가격 면에서도 많은 절감 효과가 있을 것으로 예상되고 있다.

- 2) 큰 경고음과 정확한 위험 위치를 알려주는 음성 서비스: 큰 경고 사이렌은 청력이 저하된 고령 운전자들에게 위험 상황에서도 빠르게 대처할 수 있게 도움을 줄 수 있다는 점에서 초점 집단으로부터 좋은 평가를 받았다. 초점 집단의 한 고령 운전자에 의하면 노래하는 소리로 위험 신호를 주는 시스템도 노래 소리에 대한 반복으로 인한 경험이 쌓이면 유용하게 쓰일 수 있겠지만, 경고음과 함께 정확한 위험 위치를 알려주는 음성 서비스가 단 기간에 빠르게 위험 요소를 찾아내어 대처할 수 있는 점에서 더 고령 운전자에게 적절하다고 평가하였다.

이 최종 콘셉트 평가 후 초점 집단들은 인터뷰를 통하여, 최종 콘셉트들을 조합하면 고령 운전자에게 더 좋은 시스템이 될 것이라고 제안하였다. 예를 들면, 고령 운전자가 사고 위험에 놓여 있을 때, 큰 경고음과 함께 어깨 부분의 마사지가 동시에 작동되어, 운전자가 좀 더 빠르게 사고 위험을 인지하고 대처할 수 있을 것이라고 설명하였다.

10. 향후 시스템 개발 프로세스

이 논문에 설명된 지금까지의 연구는 단지 고령 운전자를 위한 콘셉트 개발에 초점이 되었고, 실질적인 시스템 개발과 얼마나 효율적으로 작동되는지에 대한 테스트 단계가 아직 실행되지 않았다는 한계점이 있다. 또한, 향후 연구를 통해 현재까지 발전된 최종 콘셉트들은 실질적인 시스템이 개발되는 과정에서 테스트를 통해 바뀌어 질 수 있다.

11. 결론

이 논문에서는 특정 고령 운전자 집단에 초점을 맞추어 현재까지 개발된 시스템들을 진단하고 고령 운전자에 맞는 새로운 시스템 개발을 강조하였다. 또한 초점 집단과의 여러 가지 연구 활동을 통하여 고령 운전자의 운전 시의 문제점을 진단하였고 그들에게 필요한 시스템 콘셉트를 초점 집단 평가를 통해 최종적으로 제시하였다.

References

- 1) J. Saisan, M. White and L. Robinson, Older Driver Safety, Unpublished, 2012.
- 2) B. C. Tefft, "Risks Older Drivers Pose to Themselves and to Other Road Users," Journal of Safety Research, Vol.39, No.6, pp.577-582, 2008.
- 3) National Highway Traffic Safety Administration, Safety Facts 2008: Older Population, Department of Transportation (US), NHTSA, 2009.
- 4) National Center for Injury Prevention and Control, Web-based Injury Statistics Query and Reporting System (WISQARS): 2010 Fatal Injury Data, p.25, Centers for Disease Control and Prevention, 2013.
- 5) S. Stuart, R. Kyle, R. Nicklin and A. Komos, "Night Vision - Changing the Way We Drive," Proc. Thermosense XXIII, Vol.4360, No.211, pp.117-121, 2001.
- 6) S. Y. Lee and H. S. Jang, "Introduce of Night Vision System and a Study in Vehicle," KSAE Annual Conference Proceedings, pp.2060-2068, 2010.
- 7) B. Williams, Intelligent Transport Systems - Lane Departure Warning Systems - Performance Requirements and Test Procedures, International Standard ISO/IEC, 2008.
- 8) J. H. Song, D. H. Sung, D. H. Lee and W. S. Lee, "Evaluation of a Lane Departure Warning System Using a Driving Simulator," KSAE Annual Conference Proceedings, pp.1709-1714, 2008.
- 9) L. Hakamies-Blomquist, Safety of Older Persons in Traffic in Transportation in an Aging Society: A Decade of Experience, Technical Papers and Reports from a Conference: Bethesda, pp.7-9, 2004.
- 10) A. Svenson, V. J. Gawron and T. Brown, "Safety Evaluation of Lane Change Collision Avoidance Systems Using the National Advanced Driving Simulator," 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Vol.5, No.249, pp.6-9, 2009.
- 11) A. Burgett, G. Srinivasan and R. Rangunathan,

- A Methodology for Estimating Potential Safety Benefits for Pre-production Driver Assistance Systems, Report DOT, pp.810-945, 2008.
- 12) T. Claburn, Court Asked to Disallow Warrantless GPS Tracking, Unpublished, 2012.
- 13) D. Band and M. Perel, "Senior Mobility Series: Article 8. New Vehicle Technologies May Help Older Drivers," Public Roads 71, Vol.3, No.3, pp.10-19, 2007.
- 14) J. Gall, Seat-massager Showdown: Rubbers from Audi, Jaguar, and Mercedes Compared, Unpublished, 2013.