Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 29, No. 1 pp.1-5, February 2010

자동차 인간공학 개발 동향과 향후 과제

장 치 환 · 임 성 현

현대자동차 인간공학연구팀

Current Trends and Future Issues of Automotive Ergonomics

Cheehwan Jang, Sung-Hyun Lim

Ergonomics Research Team, Hyundai Motor Company, Hwaseong, 445-706

ABSTRACT

The purpose of the paper is to review current trends and future issues of automotive ergonomics. The current trends include 1) universal design considering for regional differences, elderly drivers, female drivers, 2) quantification of driver's discomfort 3) trade-off between design trends and comfort, 4) digital ergonomic evaluation with digital human models 5) optimization of driver's interface. The future issues of automotive ergonomics cover 1) intelligent driver assistance system 2) Fun-to-drive and 3) differentiation from other vehicles based on ergonomics.

Keyword: Automotive Ergonomics, Universal Design, Quantitative Evaluation, Intelligent Driver Assistance System, Fun-to-drive

1. 서 론

20세기 자동차 산업은 이동수단으로서의 효율성 극대화를 위한 자동차 개발에 중점을 두었으나, 21세기 자동차 산업은 차량을 단순한 운송수단이 아닌 필수 생활 공간화 및 움직이는 비즈니스 공간으로 보는 상품 패러다임이 변화하고 있으며, 통신/멀티미디어를 장착한 복합제품으로서 자동제어, 신소재, 복합재료, 교통 기술이 융합된 지능형 자동화 통합시스템으로 기술 패러다임이 변화하고 있다(이현순, 2007).

이에 따라 최근 자동차 산업 분야에서 주요 이슈 사항으로는 연비 향상, 안전 증대, 쾌적성 향상을 들 수 있다. 지구 온난화에 대비한 배기가스 저감 및 석유자원 고갈과 유가 상승에 따라 차량 연비 향상에 대한 요구가 날로 증가하고 있으며, 기존의 교통 사망자 및 상해자 감소를 위한 안전 기준 뿐만 아니라 최근 증가 추세인 차량 내 정보기기 사용 증가에 따라 주행 중 핸드폰 사용 금지와 같은 안전 규제도 강화되고 있다. 또한 과거 불편요소를 제거하는 소극적인 고객 요구 대응 수준에서 벗어나, 고객의 요구를 능동적으로 파악하고 즐겁고 쾌적한 공간을 제공하는 차량 개발에 대한 요구가 증가하고 있다. 이 중 안전 증대와 쾌적성 향상은 인간공학과 매우 밀접한 관련이 있으며, 이에 따라 자동차 산업 분야에서 최근 관심이 크게 증대되고 있는 분야 중의 하나가 인간공학이라 할 수 있다.

본 논문에서는 자동차 산업계 관점에서의 자동차 인간공학 분야의 주요 개발 동향과 향후 과제에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 자동차 인간공학 개발 동향

2.1 유니버설 디자인

자동차 인간공학이란, 다양한 인간특성을 기반으로 하여

교신저자: 임성현
주 소: 445-706 경기도 화성시 장덕동 772-1, 전화: 031-368-3809, E-mail: shlim@hyundai.com

사용하기 쉽고, 편리하고, 안전한 인간중심의 차량을 개발하는 기술, 혹은 차량에 대한 고객의 욕구를 차량 개발 프로세스에 반영하고 연결하는 기술(정의승, 2009)로 정의할 수 있다. 인간공학의 첫 번째 단계라고 할 수 있는 다양한 인간특성을 파악하는 기술로써 유니버설 디자인에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

2.1.1 지역별 다양성 고려

과거 자동차를 수출하지 않는 시기에는 국내 고객만을 고려하여 차량을 설계하여도 되었으나, 세계 각국으로 수출하는 차량을 설계하기 위해서는 차량이 판매되는 세계 각국의 다양한 인간의 신체적, 정신적 특성 및 교통 문화적 특성에 관한 파악이 필수적이라 할 수 있다.

북미와 유럽의 경우 국내에 비해 장신자가 많으며 동양인에 비해 하체 비율이 길어, 시트 트랙을 후방으로 이동하여 운전자세를 취하는 경우가 많으므로, 차량의 시트 트랙을 후방으로 설정하는 것을 고려할 필요가 있다. 또한 최근에는 비만 인구의 비율이 증가하고 있으며, 특히 북미에서는 그 비율이 매우 높게 나타나고 있어 북미 시장 대상의 차량에서는 비만 인구에 대한 고려 필요성이 증가하고 있다.

실내 스위치에 표시되는 문자나 심볼의 경우, 북미 고객은 영문으로 표시되는 것을 선호하는 경향이 있는 반면 유럽 고객의 경우 심볼로 표시되는 것을 선호하는 경향이 있으며, 국내에서는 좁은 주차 공간으로 인해 아웃사이드 미러를 접는 스위치 선호도가 높으나 주차 공간이 상대적으로 넓은 북미에서의 선호도는 낮은 경향이 있다. 이러한 지역별 특성으로 고려하여 각 지역 고객 특성에 적합한 차량 개발하는 것이 필요하다.

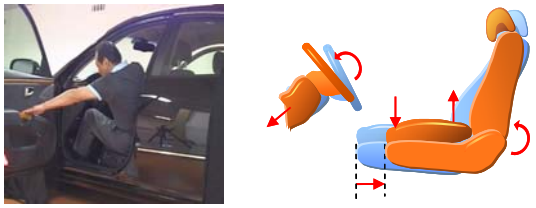
(a) 북미형 (b) 유럽형

그림 1. 지역별 스티어링 휠 스위치 비교

2.1.2 연령별 다양성 고려

고령화 사회를 대응하기 위하여 고령 운전자의 신체적 특성 및 인지적 기능 저하를 보완하기 위한 각종 편의장치와 안전장치에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 고령 운전자는 비고령 운전자에 비해 속도관련 운동기능이 약 70% 수준으로 저하되며, 운전 조절 능력이 약 60% 수준으로 감소하는 것으로 알려져 있으며, 이에 따라 고령 운전자의 특성을 고려한 승하차 편의장치에 대한 연구가 진행되고 있다(박우철 등, 2009).

또한 고령자의 뼈의 골밀도가 일반 성인의 70% 수준으로 사고시 시트벨트에 의한 갈비뼈 손상 가능성이 증대되므로, 이러한 고령자 특성을 반영하여 저하중 시트벨트 개발이나 저상해 에어백 개발 등의 연구도 진행되고 있다.



(a) 고령자 행동 분석 (b) 승하강 편의장치

그림 2. 고령 운전자 편의장치

2.1.3 성별 다양성 고려

여성 운전자의 증가 추세에 따라 여성 운전자를 위한 각종 편의장치에 관한 연구도 많이 진행되고 있다. 여성 운전자는 주차, 차선 변경, 고속 주행 시에 불편을 많이 느끼며, 3년간 사고 경험 분석 결과 좁은 길 통과, 후진, 코너링에서 남성에 비해 사고 발생비율이 높은 것으로 나타났다. 또한 남성 운전자 다 차량 내에서의 작은 수화물을 동반한 행동이 많으며 수납 공간 부족 문제를 많이 제기하고 있다.

이에 따라 운전 편의장치로써 차선 변경 편의장치나, 주차 지원 편의장치 등의 적용이 증대되고 있는 추세이며, 공간 활용 편의장치로써 여성 핸드백 수납 가능한 콘솔이나 조수석 화장대 등이 적용되는 사례도 있다.

(a) 차선 변경 지원장치 (b) 수납 편의장치

그림 3. 여성 운전자 편의장치

2.2 운전 불편도 정량화

과거 주관적이고 정성적인 운전 불편도 평가 중심에서 최근에는 차량 설계 변수의 변화에 따른 운전 불편도에 대한 정량적인 평가를 통해 차량 설계 변수의 적정치 및 한계치에 대한 정량적인 기준을 개발하는 연구가 진행되고 있다.

승하차 동작시 각 지체에 걸리는 근육 사용량을 비교하여 승하차 편의장치 개선 정도에 대한 정량적인 평가 연구나, 장시간 페달 조작시 불편사항에 대한 개선을 위해 페달 조작시 주로 사용되는 다리 근육에 대한 근전도 측정이나 동작시 관절 각도를 측정하여 페달 설계 변수의 적정치 및 한계치를 도출하는 연구 등이 수행되고 있다.

(a) 승하차성 (b) 페달 조작성

그림 4. 운전 불편도 정량화

2.3 디자인 트렌드와 Trade-Off

디자인 트렌트에 따른 인간공학 상품성 이슈와의 Trade-Off에 관한 연구도 진행되고 있다.

최근 디자인 안정감 추구 경향에 따라 그림 5에서 보는 바와 같이 루프의 전단부는 높고 후단부가 낮아지며, 차량 도어 유리창의 하단면인 벨트라인은 높아지는 경향이 있다. 이에 따라 후석 차량 실내 공간 특히 후석 착좌시 머리 주변 공간은 좁아지는 경향이 발생하는데 이때 디자인 트렌드에 부합하면서 차량 실내 거주 공간의 적정치 및 한계치를 설정하기 위한 연구 필요성이 증대되고 있다.

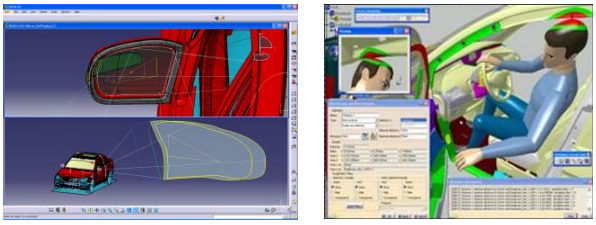
또한 차량 스타일 강조로 프론트 윈드실드의 경사 각도가 작아지면서 윈드실드 면적이 감소하고 벨트라인 높이가 증가하는 경향으로 인해 운전자 시계성이 저하할 가능성이 높아지고 있다. 최근 독일에서는 운전자 조건을 고려하여 운전자에게 필요한 시계범위를 제시한 연구도 진행하였으나 (Mueller et al., 2009), 최근 차량 스타일과 차이가 많이 발생하고 있으며, 향후 적정 운전자 시계성 설정을 위한 연구 필요성도 증대되고 있다.

그림 5. 디자인 트렌드와 후석 거주 공간

2.4 디지털 인체 모델

자동차 개발에서도 차량 개발 기간의 단축은 매우 중요한 이슈 중의 하나이며, 이를 달성하기 위한 방법 중의 하나로 차량 개발 초기 단계에서부터 인간공학적 평가를 위한 디지털 인체 모델 관련된 연구도 진행되고 있다.

차량의 CAD 모델과 디지털 인체 모델을 동시에 활용하여 차량 개발 초기 단계에서부터 시계성, 조작성, 거주성 등을 평가하여 인간공학 관련 문제점을 사전에 도출해 내고 개선방안을 적용하는 연구를 통해, 차량 개발 후반부에 발생할 수 있는 설계 변경을 최소화하여 차량 개발 기반을 보다 단축하는 연구를 최근 많이 진행되고 있다.



(a) 간접 시계 (b) 동작시 주변 간섭

그림 6. 디지털 인간공학 평가

2.5 운전자 인터페이스의 최적화

최근 차량 내 정보기기의 증대 추세로 인해 자동차 내에서의 각종 인터페이스의 최적화에 관한 연구도 활발히 진행되고 있다.

일반적인 전자기기의 인터페이스에서는 전자기기를 사용하는 것이 주작업이지만, 차량 내 운전자 인터페이스에서는 차량을 안전하게 주행하는 것이 주작업이고, 차량 내 정보기기의 조작이나 정보의 습득은 주로 보조작업에 해당된다. 따라서, 안전하게 차량을 주행하는 주작업에 방해가 되지 않는 범위 내에서 운전자가 사용하기 편리하도록 차량 내 정보기기의 인터페이스를 설계하는 것이 필요하다. 이에 따라 차량 내 많은 정보기기를 운전 중 효율적으로 사용하기 위한

(a) 05년 모델 (b) 09년 모델

그림 7. BMW 통합컨트롤러 사례

방안에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 그림 7에서 보는 바와 같이 최근 출시된 BMW의 통합컨트롤러 사례를 보면, 통합컨트롤러 주변에 운전 중 자주 사용하는 기능에 대한 핫키를 배치하여 운전자가 운전 중 원하는 기능을 보다 편리하게 사용할 수 있도록 배려하고 있다.

3. 향후 전망과 과제

3.1 지능형 운전자 정보 시스템

미래 자동차 기술에 대한 연구를 살펴보면(이현순, 2007), 대표적인 미래형 자동차 중의 하나로 지능형 자동차를 말하고 있다. 지능형 자동차란 기계, 전자, 통신 등의 복합 기술로 안전성과 편의성을 극대화 차량으로, 교통사고 예방 및 회비, 차차간 통신에 의해 자율 주행이 가능한 차량으로 정의할 수 있다(이현순, 2007). 운전자 관점에서 살펴보면, 지능형 자동차가 100% 자율 주행이 이루어지기 전까지는 운전자가 차량 내 각종 기기에서 전해지는 정보를 인지하고 판단해야 하는 정보량이 증가하게 되는 것이므로, 지능형 자동차를 개발하기 위해서는 운전 상황에 따라 운전자가 정확히 인지하고 판단할 수 있도록 적절한 정보를 적절한 시점에 제공하는 지능형 운전자 정보 시스템의 개발이 필수적이라 할 수 있다.

지능형 운전자 정보 시스템은 1) 차량 운전 상황을 판단하기 위한 차량 주변 환경에 대한 감지 시스템과 2) 위험 여부 판단하는 시스템 뿐만 아니라, 3) 운전자의 상태를 감지하는 모니터링 시스템, 4) 차량 주변 위험 상황과 운전자의 상태를 종합적으로 판단하고, 5) 운전자에게 필요한 정보나 경고의 내용 및 정보/경고 제공 시점을 결정하고 6) 운전자의 상황에 맞게 맞춤형 정보를 제공하는 시스템 등에 대한 연구가 필요할 것이다. 그림 8은 도요타의 지능형 운전자 정보 시스템에 대한 연구 사례를 도표로 표시하였다(Umemura, 2004).

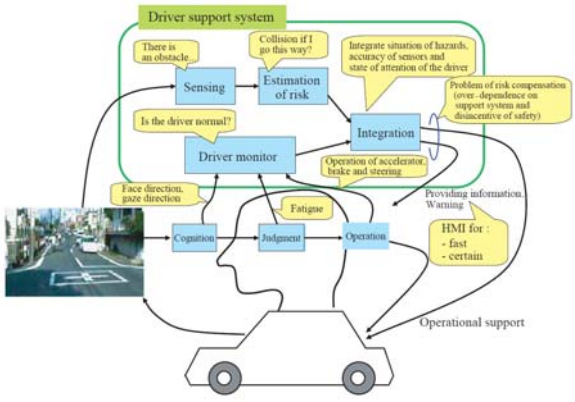


그림 8. 도요타의 지능형 운전자 정보 시스템 연구 사례 (Umemura, 2004)

또한 인간공학 관점에서 지능형 운전자 정보 시스템 개발을 위한 핵심 요소 기술 중의 하나는 운전자 부하에 대한 정량적인 평가 기술을 개발하는 것이다. 운전자 부하는 도로와 날씨 등의 차량 주변 환경 요소, 각종 정보기기 등의 차량 내부적인 요소 및 연령, 숙련도 등의 운전자 요소 등이 복합적으로 영향을 주어 결정되는 것이므로, 이에 대한 체계적인 연구 접근이 필요할 것이다.

3.2 Fun-to-Drive

2009년 9월 프랑크푸르트 모터쇼에서의 BMW, Audi 등 주요 독일 자동차 업체 연구개발 책임자 기자회견에서 나온 미래 자동차 산업에서 중요 핵심 키워드 중의 하나는 'Fun-to-drive'이다.

과거 단순한 이동수단으로서의 자동차에 대한 고객의 요구는 불쾌/불편 요소를 제거하고 이동 수단으로서의 효율성을 극대화하는 것이었지만, 최근 필수 생활 공간화 및 움직이는 비즈니스 공간 등으로의 패러다임이 변화함에 따라 고객의 요구는 감성 만족이나 즐거움/쾌적성 향상 등으로 변화하고 있다.

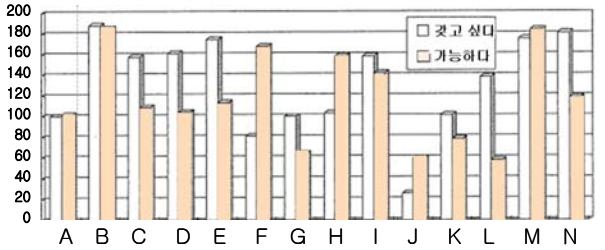
이에 대한 대응을 위해서는 보다 적극적인 개념에서의 고객의 특성 및 욕구에 대한 이해와 함께, 이를 바탕으로 고객의 즐거움과 쾌적성 향상을 위한 미래 차량 상품성 요소를 찾는 것이 필요할 것이다.

3.3 인간공학적 차별화 요소 도출

미래 고객 욕구의 또 다른 키워드는 '차별화'를 들 수 있을 것이다(정의승, 2009). 앞에서 언급한 지능형 운전자 지원시스템이나 'Fun-to-drive' 또한 차별화를 구현의 하나의 예제가 될 수 있을 것이다. 차별화 요소를 도출함에 있어서, 그 기본에 해당되는 것이 고객 욕구를 이해하고 이를 제품 개발 프로세스에 효율적으로 반영하고 연결하는 것일 것이다. 고객의 차량 실사용 조건에서의 고객의 특성과 행동 패턴에 대한 분석을 통해 고객의 잠재된 욕구를 파악해 내고, 이를 바탕으로 차별화 요소를 도출하는 등의 연구도 필요할 것이다.

2005년 동경 모터쇼 방문자 200여명을 대상으로 미래 2030년에 어떤 차를 갖고 싶은지에 대한 설문조사 결과를 보면 그림 9에서 보는 바와 같다. 이들 중 일부는 현재 연구가 많이 진행되고 있으며 현실화 가능성이 높은 것도 있다. 과연 2010년 현재 시점에서의 2030년 혹은 그 이후의 미

래 자동차 모습은 무엇인지, 그리고 이를 위해 자동차 인간공학이 해야 할 일이 무엇인지 한번 생각해 볼 필요가 있을 것이다.



A	하늘을 나는 차	H	대화가 가능한 차
B	배기가스 배출하지 않는 차	I	쓰레기가 연료가 되는 차
C	절대 부딪히지 않는 차	J	일회용이 가능한 차
D	달릴수록 공기깨끗해지는 차	K	접거나 크기 바꿀수있는 차
D	사람 다치게 하지 않는 차	L	망가져도 원복되는 차
F	정보 발신기지가 되는 차	M	고령자/장애인 안전운전 차
G	타면 건강해지는 차	N	도둑맞지 않는 차

그림 9. 2030년 미래차 설문 결과

자동차 산업에서의 인간공학에 대한 관심과 중요성은 날로 증가하고 있으며, 자동차 산업계와 학계 및 연구소 전문가와의 산학연 협력을 바탕으로 한 체계적인 연구를 통해 국내 자동차 인간공학 분야의 발전을 보다 가속화할 수 있을 것이다.

참고 문헌

Jung, E. S, Present and Future of Automotive Ergonomics. In Park, H. J. (Ed), *Future & Trend*, Korea Automotive Research Institute, 2009.

Lee, H. S., "Current Trends and Future Issues on Automotive Industry", *Proceedings of 2007 Fall Conference of The Korean Society of Automotive Engineers*, Duksan, Korea, 2007.

Mueller, A. and Maier, T., "Vehicle Layout Conception Considering Vision Requirements", *SAE Technical Paper 2009-01-2296*, Society of Automotive Engineers. 2009.

Park, W. C., Yang, Y. S., Jang, C., An, D. J. and Lim, S., "Ergonomic evaluations of convenient appliances for elderly driver's ingress/egress", *Proceedings of 2009 Fall Conference of Ergonomics Society of Korea*, Taegu, Korea, 2009.

Umemura Y., Driver Behavior and Active Safety (Overview), *R&D Review of Toyota CRDL*, 39(2), 2004.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 장 치 환 ❖ cheehwan@hyundai.com
포항공과대학교 산업공학과 석사
현 재: 현대자동차 인간공학연구팀 팀장
관심분야: 자동차 인간공학

❖ 임 성 현 ❖ shlim@hyundai.com
포항공과대학교 기계산업공학부 박사
현 재: 현대자동차 인간공학연구팀 책임연구원
관심분야: 자동차 인간공학

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2010년 02월 23일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2010년 02월 24일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 02월 25일