Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 29, No. 1 pp.33-37, February 2010

운전자 정적 거동 특성을 이용한 차량 패키지 개선용 등가 인지지도 개발

안성용[1] · 김한웅[1] · 한미란[1] · 박 범[1] · 경규형[2]

[1]아주대학교 산업공학과 / [2]울산과학기술대학교

Development of Iso-Perception Maps to Improve the Driver Workspace Using Drivers' Static Behaviors

SungYong Ahn[1], HanWoong Kim[1], Miran Han[1], Peom Park[1], GyouHyung Kyung[2]

[1]Department of Industrial Engineering, Ajou University, Suwon, 443-749
[2]School of Design and Human Engineering, UNIST, Ulsan, 689-798

ABSTRACT

This study was aimed at developing 1) iso-perception maps for various groups of drivers in terms of age, gender, and anthropometry and 2) the experiment framework required for obtaining subjective and objective measures. A total of 9 maps, which describe drivers' perceptions regarding their static behaviors inside a typical mid-size sedan, can be used to improve the utilization of the limited driver workspace, and to select better design alternatives for occupant packaging. An adjustable seating buck, a ***-camera motion capture system (Vicon), and a **-channel EMG system were used for the experiment. Each iso-perception map was developed while H-PT, steering wheel center, or TGS knob center was moved to each of pre-defined positions relative to driver-selected positions. Adjustable ranges or positions of the seat, steering wheel, and TGS lever described in iso-perception maps can be used to determine better package layout alternatives.

Keyword: 인지지도(Iso-Perception Map), H-PT, STR/WHL, TGS Lever

1. 서 론

오늘날 자동차 실내공간은 운전과 승차를 위한 일차적 기능을 넘어서 복합적인 활용과 사용성을 요구하여, 차량의 cognitive map(Yoo 2000) 연구와, 차량과 Telematics의 복합적 HMI 설계(Kim 2003) 등의 활발한 연구가 진행되고 있다. 이렇게 응용 및 활용 측면에서의 연구는 활발히 이루어지고 있는 반면, 차량 실내 패키지 공간의 기본적 기준에 대한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구에서는 차량 패키지 설계시 기준이 되는 Seat의 Iso-Perception Map 개발에 관한 실험 framework과 각 실험군에 대한 인지지도를 개발 및 제안하였다.

2. 본 론

운전자의 전거동을 기술함에 있어서 중요한 참조점은 H-PT(point), STR/WHR CTR, TGS KNOB N단 상단

교신저자: 박범
주 소: 443-749 경기도 수원시 영통구 원천동 아주대학교 810호, 전화: 010-3257-2426, E-mail: ppark@ajou.ac.kr

PT 기준으로, 본 연구에서도 같은 기준으로 실험을 진행하고, 인지지도(Iso-Perception Map)와 운전자의 대표자세를 추출하였다.

2.1 인지지도(Iso-Perception Map) 정의

본 실험의 주된 결과물인 인지지도(Iso-Perception Map)는 사용자가 동일한 인지수준을 보이는 공간의 범위(위치, 크기, 각도)를 등고선 형태로 표현한 것이다. 본 실험에서는 위치와 각도에 대해서 측정하였다. 그리고 결과를 통해 동일영역 내에서 동일수준의 편도/불편도를 느끼는 영역의 범위를 나타낼 수 있다.

2.2 피실험자

총 피실험자 수는 72명으로 18명의 20대 대조군과 54명의 30~50대 본 실험군으로 나누었다. 각 실험군은 신장을 160cm 미만, 165cm 이상 175cm 미만, 180cm 이상으로, 각 신장 별 실험군을 마른체형, 보통체형, 비만체형으로 나누어 총 9개의 군집으로 실험을 진행하였다. 군집별 실험 인원은 다음 <표 1>과 같다.

표 1. 피실험자

신장	160cm 미만	160cm 이상 175cm 미만	180cm 이상
체형	마른형 체형	보통형 체형	비만체형
운전경험	운전면허 소지자로 실제 운전경험이 있는 인원		
성비	남자: 36명	(1:1 비율)	총 72명
	여자: 36명		
연령대	주실험군: 30~50대	대조군: 20대	
	총 54명	총 18명	

2.3 실험 장비

본 연구에서 사용된 실험 장비는 <그림 1>과 같다. 동작분석기는 피실험자의 각각의 관절 위치를 기준위치 BOF(Ball of Foot)로 부터의 3차원 좌표를 도출하는데 사용하였다. EMG는 본 실험에서 부수적으로 피실험자의 피로도를 측정하는데 사용하였고, 카메라 장비는 실험 진행 중 예외사항을 다시 관찰하거나 데이터 오류에 대한 보정 작업을 위해 사용되었다. 마틴식 인체 측정기는 피실험자의 신체사이즈 정보를 측정하는데 사용하였고, 시팅벅은 본 실험의 주된 실험환경으로 시트 및 각 장치들의 위치를 조절할 수 있도록 설계하였다.

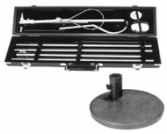
실험 장비	장비 형태
동작분석기 (VICON)	
EMG(Electromyogram)	
4분할측정기 & 캠코더	
마틴식 인체측정기 (Martin's Anthropometer)	
시팅벅	

그림 1. 실험 장비 구성요소

2.4 세부 실험설계

실험 진행시 종속변수와 독립변수 및 각 수준 수는 다음 <표 2>으로 구성된다.

표 2. 종속변수 및 독립변수

사용 장치		종속변수
VICON		관절각도, 운전자세
EMG		근전도
4분할측정기		운전자세
설문지		정성적 인식 요인
독립변수	수준범위(10mm단위)	수준 수
시트 전후 위치	-250~90mm	34
시트 상하 위치	-60~60mm	12

종속변수의 관절각도를 측정하기 위해 Neck angle, Elbow angle, Shoulder angle, Wrist angle, Torso angel, Hip angle, Knee angle, Ankle angle 등에 마커를 부착하게 된

다. 근전도 측정을 위한 EMG센서는 광배근건막에 부착하여 운전자가 시트 착좌시 허리에 하중되는 근피로도를 측정하게 된다. 독립변수의 각 위치는 각 수준수의 난수표를 작성하여 순서를 결정하였다.

2.5 실험 시나리오

전체적인 실험 절차는 <그림 2>와 같다. 먼저 피실험자의 실험 동의 및 기타정보 설문지를 작성하고, 인체 치수를 측정한다. 측정 완료 후에 피실험자의 각 관절 부위에 마커를 부착한다. 마커 부착 완료 후 시팅벅에 착석하여 전방 운전영상을 보면서 실험을 진행한다. 각 수준별 실험을 마칠 때 마다 각 수준에 대해서 설문을 진행한다. 실험은 시트, Steering Wheel, Shift Lever 각 장치 별 21개의 수준을 두고 실험을 진행한다.

그림 2. 실험 시나리오

3. 실험 분석 및 결과

본 실험의 seat 실험 결과인 Hip Pt는 SAE Accommodation Curve와 비교한 결과 <그림 3>과 같이 모든 데이터가 95%ile 전방에 위치하는 것을 확인할 수 있다. 미국인의 평균 체형이 한국인 평균 체형보다 크기 때문에 피실험자들과 비교하였을 때 전방에 위치하게 된다.

또한 Hip Pt 결과를 각 차종 별 Seat Travel과 비교해 보았을 때 중간 지점과 약간 아래 쪽에 대부분의 데이터가 분포를 이루었다.

위의 결과들을 통하여서 본 실험 결과의 타당성을 보여준다.

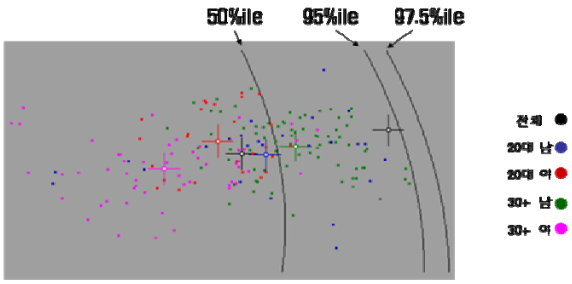


그림 3. SAE Accommodation Curve와의 비교

3.1 인지지도(Iso-Perception Map) 결과

인지지도(Iso-Perception Map)의 결과는 3순위로 나누어 도출하였다. 실험 결과는 신장을 기준으로 비교 평가하였을 때 가장 확연한 차이를 볼 수 있었다. 신장을 기준으로 작은 체형의 피실험자들이 시트의 위치를 전방으로 위치시키는 것을 선호하였고, 클수록 시트의 위치를 후방으로 위치시키는 것을 선호하였다. <그림 4>는 160cm 이하, 165 ~ 175cm, 180cm 이상의 마른체형의 인지지도를 나타낸 것이다.

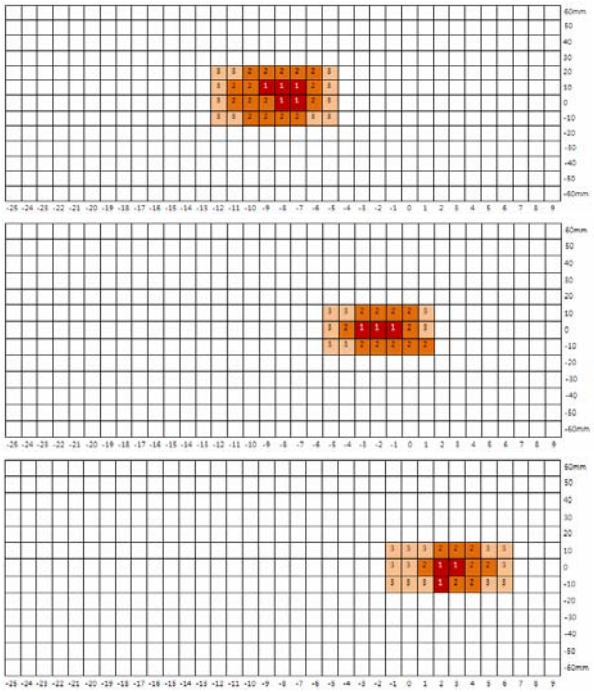


그림 4. 마른 체형 신장 별 비교

<그림 5>는 165~175cm의 마른체형, 보통체형, 비판체형 인지지도를 나타낸 것이다.

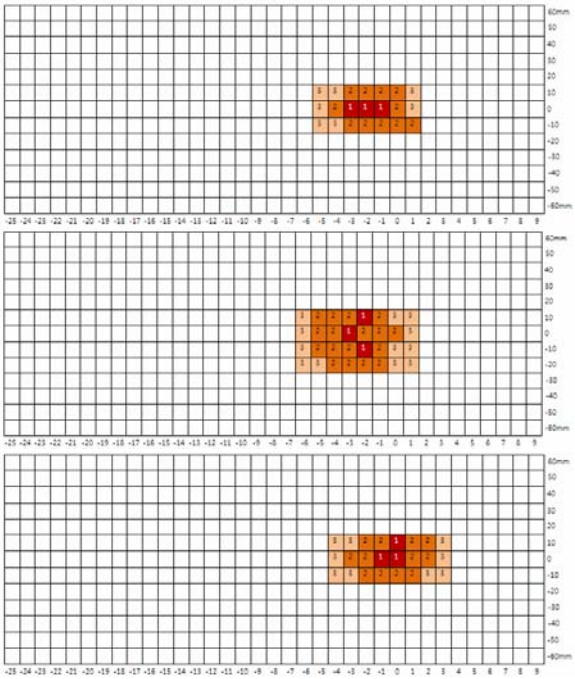


그림 5. 165~175cm 군집 체형 별 비교

160cm 미만, 165cm 이상 175cm 미만, 180cm 각 군집별 마른체형, 보통체형, 비만체형 사이에는 큰 차이는 발견할 수 없었다.

3.2 각 관절 별 위치 및 대표자세

동작 분석기를 사용하여 각 관절 및 신체 부위별 위치를 측정하여서 대표자세를 추출하였다. 각 신체 부위는 Eye, Shoulder, Elbow, Wrist, Finger, Hip, Knee, Heel, Foot을 측정 하였고 각각의 좌표는 BOF를 기준으로 측정하였다.

대표자세는 각 군집 별 피실험자 1순위 위치에서의 관절 및 신체 부위의 위치를 측정하였다.

<그림 6>과 같이 체중에 의한 대표자세는 크게 차이나지 않지만 마른체형보다는 비만체형의 자유도 영역이 크다는 것을 알 수 있다. 신장에 의한 대표자세로 비교하여 보면 신장이 클수록 자유도 영역이 크다는 것을 알 수 있다.

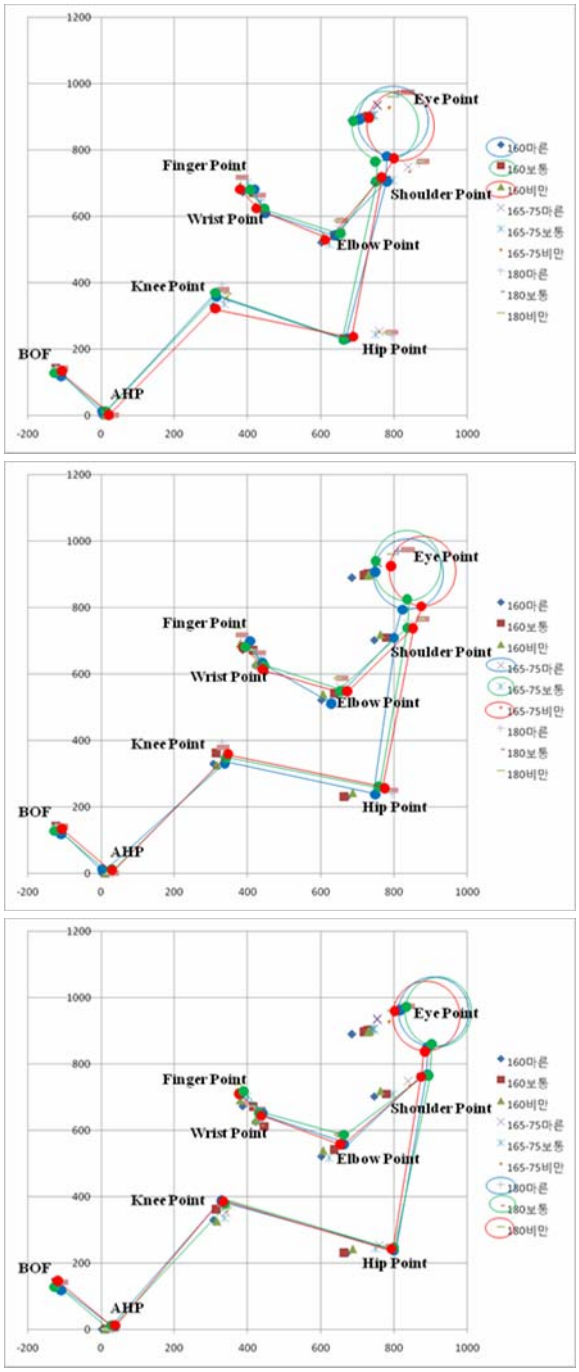


그림 6. 군집 별 대표자세

4. 결 론

본 연구에서는 차량 실내 패키지의 위치에 대한 사용자의 인지 정도를 파악하여 인지지도를 도출하기 위한 실험을 설계하였고, 실험은 seat에 대해서 21회의 위치를 난수표에 의해 random 변화 시키면서 진행하였다. 각 실험군 별 인지지도를 도출하였으며, Hip Pt에 대한 SAE Accommodation curve와 비교하였다.

분석된 각 체형별 인지지도를 통해 체중 기준보다 신장에(160cm 이상, 165~175cm, 180cm 이상) 의해 각 그

룹별 Hip-pt 영역이 나타남을 확인하였다. 이 영역은 차량 실내 패키지 설계시 반드시 고려되어야 한다. 또한 초기 최적 range를 중심에서부터 벗어날수록 불편함이 증가하는 것을 알 수 있었으며, 각 관절 좌표의 분포를 분석한 결과 각 실험군 별로 유사한 위치에 분포하는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통해 운전공간 패키지 설계시 최적 Adjustable Range와 Alternative Design Solution 등을 제시할 수 있으며, 운전공간 패키지 평가시에도 활용할 수 있다. 또한 SAE의 측정 데이터와의 비교 분석을 통해 한국인 체형과의 차이점을 발견하여 내수 차량 개발시 검토 및 기준점으로도 활용 할 수 있다.

차후 연구로는 기존 실험보다 Long Time 운전 상태에서의 인지지도 도출을 통해 비교할 것이며, EMG 센서를 통해 각 point 별 근피로도 변화에 대한 연구를 진행할 것이다. 또한 Steering wheel, Shift lever에 대한 인지지도도 개발할 예정이다.

참고 문헌

유승동, 박범, "자동차 Instrument Panel의 운전자 인지지도 추출을 위한 Blind-Pointing Method 개발에 관한 연구", 산업공학회지 26(1), 9-16, 2000.

김진호, 박범, 강성현, "A study on the driver;s physiology signal variation and usability evaluation for designing HMI G/L of advanced vehicle information system", 한국산업경영시스템학회지, 207-211, 2003.

정성재, 박민용, "Forward Kinematics 모델을 이용한 자동차 운전공간의 설계", 대한인간공학회지, 21(2), 47-58, 2001.

홍승우, 박성준, 정의승, "자동차 설계를 위한 한국인 3차원 표준 형상의 선정", 대한인간공학회지, 25(2), 85-93, 2006.

Gyouhyung Kyung, "An integrated human facotrs approach to design and evaluation of the driver workspace and interface: Driver perceptions, behaviors, and objective measures", Ph.D. Dissetation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 2008.

Gyouhyung, Kyung., Maury, A. and Nussbauma, Kari Babski-Reeves., "Driver sitting comfort and discomfort (part I): Use of subjective ratings in discriminating car seats and correspondence among ratings", International Journal of Industrial Ergonomics, 38, 516-525, 2008.

Gyouhyung, Kyung, Maury A. and Nussbauma, "Driver sitting comfort and discomfort (part II): Relationships with and prediction from interface pressure", International Journal of Industrial Ergonomics, 38:526-538, 2008.

Gyouhyung, Kyung, Maury, A., Nussbauma, Seunghwan Lee., Soohwan Kim. and Kyungkuk, Baek., "Sensitivity of preferred driving postures and determination of core seat track adjustment ranges", SAE International, 2007.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 안 성 용 ❖ syahn84@gmail.com
아주대학교 산업정보시스템공학부 학사
현 재: 아주대학교 산업공학과 석사
관심분야: Automotive, Ergonomics, HCI, UI

❖ 김 한 웅 ❖ hanationbear@gmail.com
아주대학교 산업정보시스템공학부 학사
현 재: 아주대학교 산업공학과 석사
관심분야: Ergonomics, HCI

❖ 한 미 란 ❖ backsalmr@ajou.ac.kr
아주대학교 미디어학부 학사
현 재: 아주대학교 산업공학과 석사
관심분야: Ergonomics, UI, HCI

❖ 박 범 ❖ ppark@ajou.ac.kr
IOWA State Univ. HCI
현 재: 아주대학교 산업공학과 교수
관심분야: Ergonomics, HCI

❖ 경 규 형 ❖ ghkyung@unist.ac.kr
Virginia Tech. ISE
현 재: 울산과학기술대학교 디자인 및 인간공학부 조교수
관심분야: Human Factors, HMI

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2010년 02월 16일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2010년 02월 25일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 02월 25일