

자동변속기차량과 수동변속기 차량의 페달에 따른 운전자세 비교 및 감성차이 분석

전용욱, 유승동, 박 범
아주대학교 산업공학과

Sensibility Difference Analysis and Driving Posture Comparison of Pedal Operating between Automatic Transmission Car and Manual Transmission Car

Yong Wook Jeon, Seung Dong Yu, Peom Park
Department of Industrial Engineering Ajou University

Abstract

국내 동적 환경에 대한 감성 연구는 아직 미흡한 상태다. 본 연구는 자동차의 운전자세에 관해 연구하였다. 왼발을 사용하지 않는 A/T(Automatic Transmission) 차량과 두발을 모두 사용하는 M/T(Manual Transmission) 차량의 운전자세 차이를 Position tracking sensor를 통해 측정하였으며, 각 차량에 따른 운전자들의 감성을 비교 및 분석하였다. 본 연구에 참여한 피험자들은 운전면허 소지자로 운전 경험이 있는 남자 대학생 및 대학원생이 참여하였으며, 운전자세를 분석해 본 결과 A/T 차량이 M/T 차량의 경우보다 Seat가 더 뒤로 위치하였고, 두 차량의 운전자세에서 무릎 관절의 각도에 많은 차이가 났다. 또, 신체 각 부위 관절의 위치나 모양도 조금씩 다르게 측정되었다. A/T 차량과 M/T 차량의 운전자세에 따른 감성 평가는 동적 환경의 감성 연구에 도움이 될 것이다.

Keyword: 운전자세, 자동변속차량, 수동변속차량, 자동차 시트

1. 서론

자동차는 우리 일상 생활에서 없어서는 안 될 중요한 인간-기계 시스템의 하나로 자리 잡은 지 아주 오래 전 일이다. 국내 승용차 생산능력은 1998년에 3,300만대에 이르렀고, 가장 많이 생산한 1996년에는 2000만대를 생산하였으며, 그 중 거의 절반 정도가 내수 판매에 달했다(한국자동차 공업협회). 그러나, 자동차의 생산이나 판매에 급급한 나머지 인간의 신체특성을 고려한 인간공학적 설계나 연구는 미흡한 상태이다. 본 연구는 자동변속차량과 수동변속차량 간의 운전자들의 운전자세에 대한 정량적 비교와

감성적으로 비교·분석 함으로써 보다 나은 자동차의 운전석 설계에 도움을 주고자 한다.

미국과 일본에서 시판되는 승용차는 95%가 A/T 차량이지만, 국내에 시판되는 승용차의 반 이상은 국내의 실정 상, 클러치 페달이 달린 수동변속차량이 많은 실정이다. 수동변속차량의 경우 자동변속차량과는 달리 클러치 페달이 있어서 운전자의 운전자세에 많은 변화가 있다. 수동 변속기를 사용하면 자동 변속기일 때에 비하여 제어동작이 많아 진다. 이는 조작 장치의 증가로 인한 운전자의 심리 상태면에서도 차이가 난다. 또한 특히 차량 정체 상황에서처럼 제

어동작의 실행 요구량이 많아지면 정신적 스트레스가 증가할 수 있다. Zeier(1979)는 스위스 Zurich에서, 두 가지 변속기를 사용하여 14km를 주행하는 운전자에 대하여, 운전 과업중과 그 후의 몇 가지 생리적 척도를 조사 하였다. 그의 발견에 따르면, 두 가지 변속기 사용자에 따라서 아드레날린 분비속도, SCR(Skin Conductance Activity), 심박수, 심박수 변동에 상당한 차이가 있었다. 수동 변속기를 사용하여 운전하면 교감 신경계통이 크게 활성화 되는데, 이는 스트레스 수준이 높음을 반영하는 것이라는 결론을 내렸다. 자동 변속기를 사용하여 스트레스가 감소하면, 운전자가 교통 상황에 더욱 집중할 수 있기 때문에, 결과적으로 귀중한 건강과 안전을 개선하는 것이라 하였다(조영일, 1998).

자동차 기술의 발전, 자동차의 빠른 보급과 도로 환경의 발달로 도로를 주행하고 있는 자동차들의 속도의 증가에 따른 제동장치의 기술 발전에 따른 연구와 발맞추어 페달의 인간공학적 설계 또한 중요한 변수로 지적할 수 있다. 이에 본 연구는 두 종류의 차량 간의 정략적 및 감성적 비교를 분석하고자 한다.

2. 연구배경 및 목적

지난 수십 년간 자동차에 대한 운전자세의 연구는 계속 되어왔고, 수 많은 연구가 진행되고 있다.

Weichenrieder와 Haldenwanger(1958)은 운전자세 중 운전자의 관절을 10개의 관절각도로 나누어 자세를 측정하였고, Judic et al는 운전자세의 불편도에 관해 연구하였다(박성준, 1985). 기존 연구자들은 운전석과 내부 규격 간의 관계에 대해 연구 하였고(Albert and Hans, 1986, Miriam et al, 1994), 많은 연구 결과들이 SAE Report에 수록되어 있다.

국내 연구로는 신용탁 등(1997)과 김원식 등(1997) 그리고, 박성준과 강동석(1998)의 연구에

서 한국인 체형에 맞는 승용차 설계에 관한 연구가 이루어졌고, 박성준(1999)의 차량설계를 위한 운전자세 연구의 문제점 및 개선방향에서는 관절간의 상호 연관성으로 인하여 자신이 느끼는 가장 편안한 자세로서 관절별 최적각도를 단순히 조합한 자세와는 차이가 있음에 관해 연구 하였다. 김원식 등(1997)은 3차원 인체 모델링 소프트웨어인 Softwork를 이용하여 시트의 조절 범위, 운전대의 위치, 운전자의 눈의 위치 등에 대해 연구 하였다. 그 밖에도 근래에 와서는 컴퓨터를 사용한 Ergonomics Human Model을 이용(박성준 등, 1998)하는 등, 실제 운전자 대신 컴퓨터로 개발된 인체모형으로 운전자세를 평가하거나 사용성 등을 평가하는 소프트웨어를 사용하여 연구 되고있다.

그러나, 승용차량의 자동변속차량과 수동변속차량 간의 운전자세에 관한 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구는 자동변속차량과 수동변속차량의 운전자세 비교와 감성적 차이를 분석하여 운전감, 승차감, 조작감등을 향상시키고, 보다 나은 운전석 재설계에 도움을 주고자 한다.

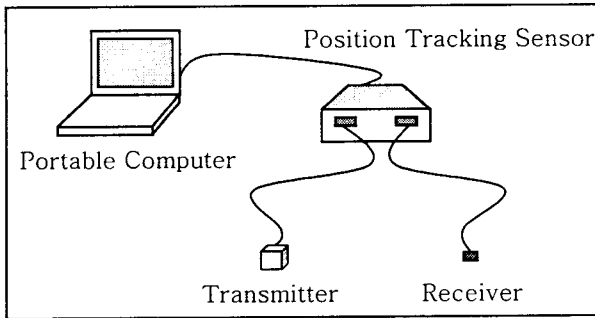
3. 실험 설계

본 연구에 참여한 피험자들은 운전면허 소지자로서 남자대학생 및 대학원생 자동변속차량 13명(평균 27.5세, 연령범위 23-34세), 수동변속차량 15명(평균 27.7세, 연령범위 25-34)을 대상으로 하였다. 이들 피험자 중 11명은 자동변속차량 및 수동변속차량의 운전자세 측정 실험에 모두 참여하였다.

실험에 사용된 장비로써는 피험자들의 신체 특성을 측정하기 위해 신장계, 체중계, Martin-Type 인체측정기를 사용하였고, 각 관절의 각도를 측정하기 위해 Position Tracking Sensor(Fastrak)를 사용하였다. 실험용 차량으로는 D사의 L차량 2대(자동변속차량과 수동변속

차량 중형급 동일차종)를 사용하였다.

실험에 사용된 장비는 다음 <그림 1>과 같고, 실험환경은 <그림 2>와 같다.



<그림 1> 실험에 사용된 장비



<그림 2> 데이터 추출을 위한 실험환경

본 실험에서의 측정변수로는 키, 팔길이, 몸무게, 회음길이와 어깨각도, 엉덩이각도, 무릎각도, Heel Point와 시트와의 거리, 브레이크 페달과 시트의 거리, 클러치 페달과 시트의 거리(수동 변속기 경우), 차 바닥과 앞시트 의 높이, 차바닥과 뒤시트 높이, Steering Wheel과 피험자간의 거리 등을 측정하였으며, 피험자의 운전경력, 피험자들의 정적 치수(Static Dimension)와 실험 차량의 운전석의 치수 등을 실험 전에 조사하였다. 자동변속차량과 수동변속차량의 운전자세 간에 가장 많은 변화가 일어날 것이라 예상되는 무릎 각도(Knee Angle), 엉덩이 각도(Hip Angle), 어깨 각도(Shoulder Angle) 등을 피험자의 각 관절에 Position Tracking Sensor를 통하여 각 좌표를 얻은 후 각도를 계산하였다. 운전자세 측정에 앞서 피험자들은 실제 주행시의 운전자세를

측정하기 위해 도로주행을 실시한 후 각 관절 및 시트의 위치를 측정하였다.

실험에 사용된 운전석은 피험자가 편안한 운전자세를 취할 수 있도록 설계된 전후이동, 시트의 앞뒤 높낮이 조절, 등받이의 각도 조절이 가능하였으며, Steering Wheel의 Tilt 조절 역시 가능하였다. 정확한 데이터를 측정하기 위해 실제 100° 정도의 굴곡과 높낮이가 있는 도로를 주행 후 운전자세를 측정했으며, 주행 후 페달에 대한 감성을 설문지를 통해 작성하였고, 페달에 대한 개선점과 운전석의 불편한 점 등을 조사 하였다.

4. 실험분석 및 결과

먼저, 자동변속차량과 수동변속차량에 참여한 피험자들 간의 신체적 특성을 알아보기 위해 T-test를 실시해 본 결과(유의 수준 0.05) 유의하지 않게 분석되었다. 각 측정변수들 간의 상관분석 결과는 자동 및 수동 변속차량에서 피험자의 신장이 커짐에 따라 엉덩이 각도가 줄어들었으며, 클러치 페달을 사용하지 않는 자동변속차량의 경우 운전경력이 1년 이상인 피험자를 볼 때 차바닥과 앞시트의 높이와 무릎 각도 간에 상당한 영향을 보였다(상관계수 0.76). 그리고, Hip Angle과 Knee Angle 역시 타 연구와 마찬가지로 상관성을 가졌다. 브레이크 페달과 시트의 거리와 엉덩이 각도 간의 관계는 거리가 증가 할수록 엉덩이각도는 줄어드는 경향을 나타내었고 Steering Wheel과 피험자간의 거리가 멀어질수록 무릎의 각도가 커짐(상관계수 0.75)을 알 수 있었다.

자동변속차량과 수동변속차량과의 운전자 <표 1>차량간 피험자들이 느끼는 감성의 비교

	자동변속차량	수동변속차량
주행시에 느끼는 감성	편안함,안락함,여유감,단순함,허전함	균형감,속도감,동적,조작성
페달에 대한 감성	여유감,단조로움,편안함,간편함,	불편함,피로감,

세 비교에서는 차바닥과 앞시트의 높이와 Heel Point와 시트의 거리가 유의수준 0.05에서 두 차량간에 유의하게 나타났다. 각 관절에서는 무릎각도가 약 9° 정도, 엉덩이각도는 약 5° 정도 크게 나타났고, 어깨각도는 조금 줄어들었으며, Steering Heel과 피험자의 거리는 약 10cm 정도 멀어짐을 알 수 있었다.

실험이 끝난 후 피험자들에 의해 작성된 자동변속기 및 수동변속기 차량의 감성적 차이점을 주행시에 느끼는 감성과 페달에 느끼는 감성으로 나누어 <표 1>에 나타내었다.

5. 결론

본 실험결과 자동변속차량이 수동변속차량보다 어깨 및 엉덩이 각도가 더 커졌고, 어깨 각도는 줄어드는 경향을 나타내었다. 즉, 자동변속차량이 수동변속차량보다 운전자들이 보다 편안히 느낀다는 것으로 생각할 수 있으며, 설문지를 통한 자동변속차량과 수동변속차량간의 피험자들이 느끼는 감성에서도 자동변속차량이 수동변속차량보다 편안함, 안락함 등을 느꼈다.

<표 2>는 본 연구 결과 측정변수들의 측정치와 선행연구를 비교하여 기술하였고, 측정치들은 평균보다 Seating Buck의 설계를 위한 운전자들의 범위를 나타내었다.

<표 2> 선행연구와 본 연구의 자세 범위 비교

	SAE Paper 9301130 (단위:°)	본연구결과 (단위:cm)	
		수동변속차량	자동변속차량
차바닥과 앞시트의 높이		26.3 ~ 30.6	28.7 ~ 34.3
Steering Wheel과 피험자간의 거리		31.8 ~ 44.6	41.4 ~ 52.7
어깨 각도 (Shoulder Angle)	0 ~ 50	19.1 ~ 58.9	17.0 ~ 46.6
엉덩이 각도 (Hip Angle)	95 ~ 120	101.3 ~ 150.8	96.6 ~ 131.9
무릎 각도 (Knee Angle)	95 ~ 135	71.5 ~ 121.4	100.5 ~ 121.7

자동변속차량과 수동변속차량 간의 운전자에 관한 선호 각도 및 거리가 다르므로 두 차량간의 설계 시 각각 다른 Seating buck을 설계해야 한다. 이는 운전자가 보다 편안한 운전자세를 취할 수 있으며, 편안한 운전자세는 곧 운전자와 승차자의 안전한 운행을 의미하며, 운전이라는 Task를 가진 좁은 공간에서의 피로와 불편함을 줄일 수 있게 보다 안락하게 설계되어야 한다.

각각의 관절들은 서로 독립적으로 운전자세에 미치는 것이 아니라, 서로 연관을 가지고 있다. 따라서, Seating Buck의 설계 시 서로 긴밀한 연관성을 가지고 설계해야 보다 인간 공학에 접근하는 설계가 이루어 질 것이다.

올바른 시트 위치는 운전자의 전체적 반응시간에 중대한 영향을 행사할 것이다. 즉, 운전하는 동안 브레이킹 거리나 Dash Board에 위치한 여러 주변 제어장치들의 작동시간에 영향을 줄 것이다.

일반적으로 차량 정지 상태에서 시트를 맞춘 후, 주행 도중 운전자에 따라 시트를 조금씩 변화시키는 경우가 많다. 따라서, 본 연구는 선행 연구들과는 달리 운전자세를 단순히 차량이 고정된 상태에서 운전자세를 측정하지 않고,

잠시 동안의 실제 도로 주행 후 운전 자세를 측정함으로써 보다 현실적인 측정을 했다는 데 의의를 두었다.

추후 연구 과제로서 보다 많은 수의 피험자를 대상으로 한 보완 연구가 필요하며, 페달에 대한 운전자세의 변화와 페달에 대한 감성을 페달 설계 등에 접목시켜 운전자들의 감각에 맞는 페달의 재설계가 필요하다고 하겠다.

또, 남녀 성별에 따른 적합한 운전자세에 맞도록 페달의 적절한 위치를 구하고, 페달의 재배치를 통해 보다 나은 자동차와 인간의 인터페이스를 구축하며, 페달에 관한 감성이미지를 추출하여 페달 설계에 결부 시키는 연구가 수행되어야 할 것이다.

▷ 참고 문헌 ◁

- [1] 김원식, 박세진, 이정우, 허운숙, "Safework을 이용한 쾌적한 운전좌석 설계연구", 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, pp.443-450, 1997.
- [2] 박성준, "차량설계를 위한 운전자세 연구의 문제점 및 개선방향", 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, pp.181-184, 1999.
- [3] 박성준, 강동석, "Ergonomic Human Model을 이용한 인간공학적 차량설계", 산업공학, 제 11권 제2호, pp.125-137, 1998.
- [4] 박성현, "현대실험계획법", 민영사, 1997.
- [5] 신원경, 박민용, "한국인 운전자의 선호 운전 자세를 고려한 승용차 운전 공간 규격제안", 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 109-112, 1999.
- [6] 이영신, 이석기, 김철중, 박세진, "한국인 20대 청년의 팔 관절 동작범위 측정 연구. 대한인간공학회지, 제15권 제1호, pp. 40-52, 1996.
- [7] 이영숙, "제품설계를 위한 한국남성의 인체 치수 데이터", 새봄출판사, 1999.
- [8] Judic, J. M., Cooper, J. A., Truchot, P., Effenterre, P. V., and Duchamp, R., "More Objective for the Integration of Posture Comfort in Automotive Seat Design", SAE paper 930113, Society of Automotive Engineers, 1993.
- [9] Scott, P. A., Candler, P. D. and Li, J.-C., "Stature and seat position as factors affecting fractionated response time in motor vehicle drivers", Applied Ergonomics, Vol 27, No. 6, pp. 411-416, 1996.
- [10] Sanders, Mark S. and McCormick, Ernest J., "Human factors in Engineering and Design", 7th Edition, pp. 710-713, 1993.
- [11] Zeier, H. Concurrent physiological activity of driver and passenger when driving with and without automatic transmission in heavy city traffic. Ergonomics, Vol 20, pp. 799-810, 1979.
- [12] Weichenrieder, A. and Haldenwanger, H., "The Best Function for the Seat of a Passenger Car", SAE paper 850484, Society of Automotive Engineers, 1985.