

자동차 시뮬레이터와 롤러코스터 시뮬레이터 주행에 따른 감성 비교

전효정, 민병찬, 강인형, 성은정, 전자혜, 김철중, 윤석준*
한국표준과학연구원 인간정보그룹, *세종대학교 기계항공우주공학부

Comparison to Human Sensibility in Driving Simulator and Roller-Coaster Simulator

H.J. Jeon, B.C. Min, I.H. Kang, E.J. Sung, J.H. Jeon, C.J. Kim, S.J. Yoon*
Ergonomics & Information Technology group,
Korea Research Institute of Standards and Science(KRISS),
*Dept. of Mechanical & Aerospace Eng. Sejong University

Abstract

본 실험은 자동차 시뮬레이터의 속도 변화(40, 70, 100km/h)와 롤러코스터 시뮬레이터의 운동성 구현 방법(washout 필터 적용, washout 필터 비적용)에 따른 인간 감성을 탑승자의 주관적 평가를 통하여 비교 평가하였다. 자동차 시뮬레이터, 롤러코스터 시뮬레이터 실험은 각각 건강한 20대 남자 12명, 8명을 대상으로 simulator sickness, 쾌적감, 긴장감, 각성감, 속도감에 대한 주관적 평가를 실시하였다. 결과, 자동차 시뮬레이터에서의 저속주행보다 운동형태가 다양한 롤러코스터 시뮬레이터 주행시 쾌적감, 긴장감, 각성감, 속도감이 유의하게 높았다. 즉 자동차 시뮬레이터에서는 주행시 주행속도가 증가함에 따라 운전자의 감성의 정도는 상승하였고, 시뮬레이터간 비교에서는 자동차 시뮬레이터의 저속 주행에 비해 롤러코스터 시뮬레이터 주행시 감성변화는 더 컸다. 이상에서 시뮬레이터 구현 방법에서 속도 요소와 다양한 운동성 요소가 탑승자의 감성에 영향을 주는 것으로 나타났다.

Key words : 감성 평가, 주관적 평가, 자동차 시뮬레이터, 롤러코스터 시뮬레이터

1. 서론

인간의 감성적 변화를 측정하고 이에 대한 데이터 베이스를 구축하기 위해서는 다양한 환경과 실제 상황에서 인간이 느끼는 변화를 관찰하여야 한다. 그러나, 실제상황에서는 여러 가지 실험관찰에 관련된 변수들의 통제가

불가능하기 때문에 통계적으로 유의한 실험결과를 얻기 어렵고, 비용이 많이 드는 등 현실적으로 어려운 점이 많이 있다[1]. 근래 가상현실과 같은 시뮬레이터 시스템을 이용하여 동적 환경에서 인간의 심리·생리적 반응의 변화에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 가상 시뮬레이터나 동적 시뮬레이터에서

자동차 주행시뮬레이션을 이용한 속도 변화 및 급출발, 급제동과 같은 운전 형태의 변화에 따른 운전자의 심리생리적 변화에 관한 연구가 중심으로 이루어져 왔다[3,4]. 또한, 자동차와 항공 시뮬레이션을 이용하여 가상 현실 환경에서 인간의 심리생리적 반응을 분석한 연구 등 여러 연구 결과가 보고되고 있다[5,7].

시뮬레이터 구현시 속도와 운동성은 중요한 요소이다. 이에 본 연구에서는 두 요소에 대한 탑승자의 심리적 반응으로 그 차이점을 알아보고자 하였다.

실험은 먼저 동적 환경 제시 측정 시스템으로 구축된 동적 시뮬레이터에서 자동차 주행 시뮬레이션에서 속도 변화에 따른 운전자의 주관적 감성을 측정하였다. 다음으로, Gimbal형 모션 시스템으로서 롤러코스터 주행 시뮬레이션에서 운동성 구현 방법에 따른 탑승자의 심리적 반응을 관찰하였다. 마지막으로, 2종류의 시뮬레이터에서 주행 조건에 따른 탑승자의 주관적 감성을 평가하여 비교분석하였다.

2. 연구방법

2.1 피험자

자동차 시뮬레이터에 대한 감성 평가에는 운전 경력이 1년 이상인 20대 남자 12명(평균연령 : 23.5 ± 1.5 세)을 대상으로 하였고, 롤러코스터 시뮬레이터를 이용한 감성 평가 실험에서는 실제 롤러코스터에 대한 경험이 있는 건강한 남자 대학생 8명(평균연령 : 23.2 ± 3.7 세)이 피험자로 참여하였다.

2.2 실험장비

실험에 이용한 자동차 시뮬레이터는 본 연구원에 설치되어 있으며, 3D graphic을 사용하여 80 inch real projection screen 위에 30(H)×25(V)의 FOV를 가지는 영상을 30frame/sec으로 투사되는 방식이고, motion은 6축의 유압시스템으로 구성되어 있다(그림 1).



그림 1. 자동차 시뮬레이터에서의 주행 모습

롤러코스터를 모사 대상체로 한 시뮬레이터는 Gimbal형 모션 시뮬레이터로 빔 프로젝터에 의해 영상이 제시되고 시트에 안전벨트가 부착되어 있으며 몰입감을 위하여 천으로 둘러 외부와 차단시켰다(그림 2). 시뮬레이터 주행은 롤러코스터를 모의하였고 1회 주행시간은 160초로 설정되어 있다.

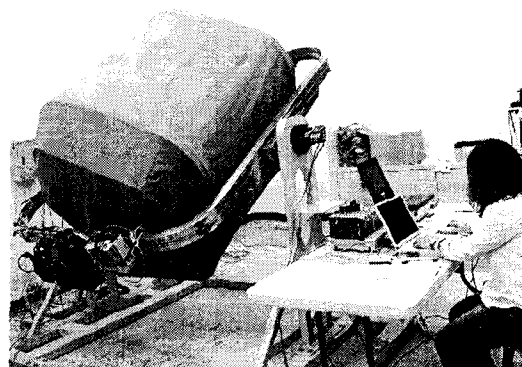
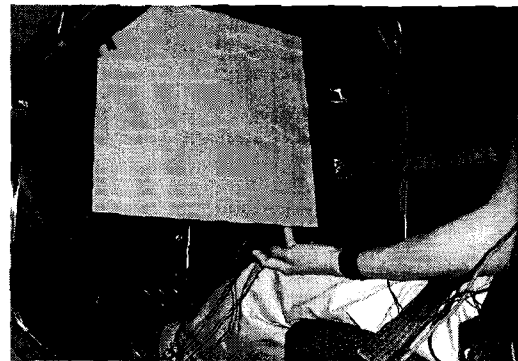


그림 2. 롤러코스터 시뮬레이터에서의 실험광경 : 상(내부모습), 하(외부모습)

2.3 주관적 평가

주관적 평가로서 Simulator Sickness는 Kennedy와 Lane(1993)의 Simulator Sickness Questionnaire(SSQ)를 이용하였고, 주관적 감성의 쾌적감, 긴장감, 각성감, 속도감은 VAS(Visual analogue scale)식을 이용하여 평가하였다.

2.4 실험과정

자동차 시뮬레이터에서 주행 조건은 40km/h, 70km/h, 100km/h로 3분간 정속 주행하도록 하였다. 주행은 기어 변속 없이 휠과 페달만을 이용하도록 하였고, 각 조건에서 제시한 속도로 3분간 일정한 차선에서 주행하도록 하였다. 각 주행 조건에서 주행 전후에 Simulator Sickness와 주관적 감성을 측정하였다. 피험자는 한 주행 조건에 대한 실험이 끝나면 충분한 휴식을 취한 후 다음 주행 조건에 대한 실험을 실시하였다. 피험자마다 주행 조건의 순서는 무작위로 실시하였다.

롤러코스터 시뮬레이터에서는 동일한 주행 구간을 워시아웃 필터를 적용한 조건(Washout)과 적용하지 않은 조건(Dynamic)의 2가지 조건으로 실시하였고, 제시 순서는 동일한 피험자가 2가지 조건에 대하여 무작위로 실시하였다. 각 주행 조건마다 주행 전과 주행 후에 Simulator Sickness 및 주관적 감성을 측정하였다.

2.5 분석

Simulator Sickness는 SSQ 계산법에 의하여 Total sickness score를 구하였다. 주관적 감성은 피험자가 표시한 위치를 mm로 측정하여 0-100점 단위로 환산하였다. 통계적 분석은 각 주행 조건과 주행 전후의 평균값에 대한 유의차를 SPSS 프로그램을 이용하여 paired t-test로 검증하였다.

3. 실험결과

3.1 Simulator Sickness(그림 3)

Total score로 분석한 Simulator Sickness는 100km/h 주행 후, washout 필터를 적용한 롤러코스터 시뮬레이터 주행 후 더 높았지만 통

계적으로 유의한 차이는 없었다.

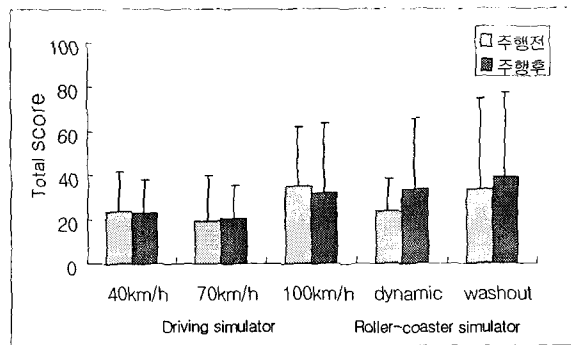


그림 3. 주행 조건에 따른 Simulator Sickness

3.2 주관적 감성 평가(그림 4~7)

쾌적감은 자동차 시뮬레이터에서 주행시 주행 전보다 40km/h, 100km/h 주행 후에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 시뮬레이터 주행 조건에 따라서는 쾌적감은 40km/h 주행 후보다 70km/h, 100km/h 주행 후, 롤러코스터에서의 주행 후 유의하게 높았다($p < 0.05$).

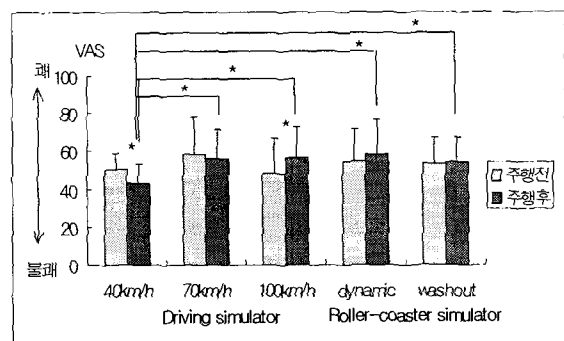


그림 4. 주행 조건에 따른 쾌적감(* $p < 0.05$)

긴장감은 자동차 시뮬레이터에서 주행시 70km/h 주행 전후간에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 시뮬레이터 주행 조건에 따라서는 40km/h, 70km/h 주행 후보다 100km/h 주행 후, 롤러코스터에서 주행시 유의하게 높았고($p < 0.05$), 70km/h 주행 후보다 롤러코스터의 dynamic 조건에서 주행시 유의하게 높았다($p < 0.05$).

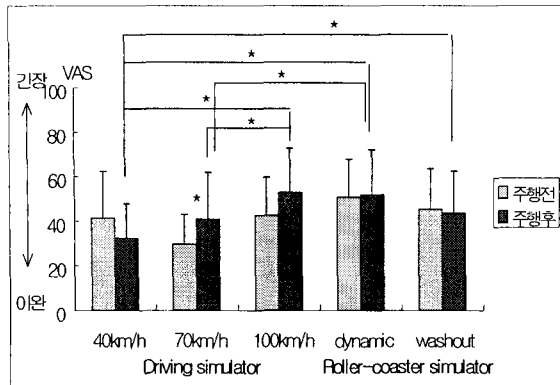


그림 5. 주행 조건에 따른 긴장감(* p<0.05)

각성감은 자동차 시뮬레이터에서 40km/h, 100km/h 주행 전후간에 유의한 차이가 있었다(p<0.01, p<0.05). 각 시뮬레이터에서의 주행 조건에 따라서는 40km/h 주행에 비해 70km/h, 100km/h, dynamic 조건과 washout 주행시 유의하게 높았고(p<0.05, p<0.01, p<0.001), 70km/h 주행에 비해 100km/h, dynamic 주행에서 유의하게 높았다(p<0.05).

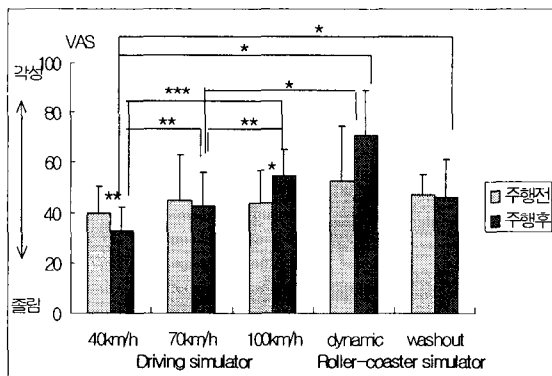


그림 6. 주행 조건에 따른 각성감 (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001)

속도감은 자동차 시뮬레이터에서 100km/h, 롤러코스터 주행 조건에서 dynamic 주행시 주행 전후간 유의한 차이가 있었다(p<0.001, p<0.05). 주행 조건에 따라서는 40km/h 주행 후보다 70km/h, 100km/h, dynamic 조건과 washout 조건에서 속도감은 유의하게 높았고(p<0.01, p<0.001, p<0.05), dynamic 조건에서의 주행시 70km/h 주행 후보다도 유의하게 높았다(p<0.05).

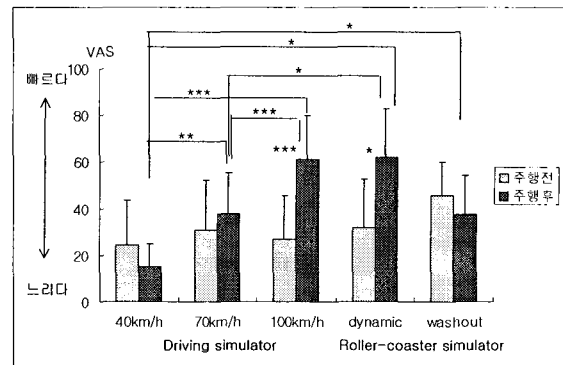


그림 7. 주행 조건에 따른 속도감 (* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001)

4. 요약 및 토의

본 실험은 자동차 시뮬레이터에서의 속도 변화에 따른 주행, 롤러코스터 모사 시뮬레이터에서의 Gimbal형 모션 시스템의 주행 조건에 따른 탑승자의 심리적 반응을 비교 평가하였다. 두 종류의 시뮬레이터에서 주행 조건에 따라 탑승자의 심리적 반응을 비교한 결과 쾌적감의 경우 자동차 시뮬레이터에서 저속 주행(40km/h)에 비해 롤러코스터에서 주행시 더 높았다. 긴장감, 각성감, 속도감은 탑승자가 40km/h에 비해 롤러코스터의 dynamic, washout 조건에서 주행시, 70km/h 주행보다 dynamic 조건에서 주행시 더 크게 느꼈다. 그리고, 자동차 시뮬레이터에서 속도 변화에 따른 감성은 속도가 증가할수록 쾌적감, 긴장감, 각성감, 속도감을 더 크게 느낀 것으로 나타났다. 선행 연구와 비교하면 가상 및 동적 시뮬레이터, 실제 차량을 이용한 주행 실험에서 주행 속도가 증가할수록 성과 긴장감을 더 많이 느낀 것으로 나타난 결과와 유사하였다[3,4,6]

시뮬레이터 구현 방법에서 속도 요소와 다양한 운동성 요소가 탑승자의 감성에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 자동차 시뮬레이터로 주행했을 때보다 롤러코스터에서 주행시 각성감, 속도감, 긴장감이 컸던 것은 갑작스런 속도 변화, 낙하, 360° 회전 등 롤러코스터 시뮬레이션의 더 다양한 동적 변화가 피험자에게 영향을 준 것으로 추측된다. 그리고,

Simulator Sickness는 고속주행(100km/h), 롤러코스터에서 주행시 다른 주행 조건에 비해 높은 경향을 나타냈으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었으므로, 이 실험에 큰 영향을 미치는 않았다.

이상의 결과에서 주행 속도의 증가, 운동성이 다양한 환경에서 탑승자의 심리적 반응은 유의하게 커 시뮬레이터 구현 방법에서 속도 요소와 다양한 운동성 요소가 탑승자의 감성에 영향을 주는 것으로 나타났다.

참고문헌

- [1] 박세진, “감성측정평가 시뮬레이터의 개발 및 전망”, 전자공학회지, 24(11), 1344-1349, 1997.
- [2] Kennedy, RS and Norman EL, “Simulator Sickness Questionnaire : An enhanced method for quantifying simulator sickness”, The International Journal of Aviation Psychology, 3(3), 203-220, 1993.
- [3] 정순철, 민병찬, 김유나, 신미경, 김철중, “화상 시뮬레이터에서 속도 변화에 따른 운전자의 감성 측정에 관한 연구”, 한국감성과학회지, 3(2), 103-112, 2000
- [4] 정순철, 민병찬, 신미경, 김철중, “동적 시뮬레이터에서 속도와 운전 형태 변화에 따른 운전자의 감성 평가”, 산업경영시스템학회지, 24권 65집, 51-63, 2001.
- [5] Jang DP, Kim IY, Nam SW, Wiederhold BK, Wiederhold MD, Kim, SI, “Analysis of physiological response to two virtual environments : driving and flying simulation”, Cyberpsychol Behav, 5(1), 11-18, 2002.
- [6] Min BC, Chung SC, Park SJ, Kim CJ, Sim MK, Sakamoto K, “Autonomic responses of young passengers contingent to the speed and driving mode of a vehicle”, International Journal of Industrial Ergonomics, 29, 187-198, 2002.
- [7] Jorna PG, “Heart rate and workload variations in actual and simulated flight”, Ergonomics, 36(9), 1043-1054, 1993.