

동적 시각자극과 도로 굴곡 변화에 따른 자율신경계 반응 Autonomic Responses caused by Dynamic Visual Stimulation and Rough of Roads

정순철*, 민병찬*, 김상균*, 민병운*, 오지영*, 김유나**, 김철중*

S.C. Chung, B.C. Min, S.G. Kim, B.W. Min, J.Y. Oh, Y.N. Kim, C.J. Kim

요 약 지금까지 인간 감성의 측정은 대부분 제한된 실험실에서 실시되었다. 보다 자연스러운 동적인 환경에서 인간의 감성을 자율신경계의 반응을 통해 추출하고자 본 연구를 수행하였다. 쾌 또는 불쾌한 도로의 시각 환경이 긍정 및 부정 시각으로 제시되었고, 아스팔트, 시멘트, 비포장 도로 등의 도로 굴곡 변화가 또 다른 쾌/불쾌 관련 감성 자극으로 제시되었다. 건강한 5명의 피험자는 실험을 위해 차량 내부에서 도로의 시각 환경을 관찰하게 하였고, 세 가지 굴곡이 다른 도로를 주행하면서 굴곡 변화에 따른 감성을 느끼게 하였다. 심박 변화율, 피부 저항, 피부온도 등의 생리 신호를 측정하였고 주관적 평가와 비교 분석하였다. 피험자가 긍정 시각 장면에 비해 부정 시각 장면을 보았을 때 또한 도로 굴곡의 변화가 클수록 평균 R-R 간격과 피부온도의 감소율은 컸고 피부 전도도는 증가하였다. 본 연구로부터 동적 환경에서 긍정 감성 자극에 비해 부정 감성 자극이 주어 졌을 때 교감 신경계의 활성화가 보다 증가함을 관찰할 수 있었다.

1. 서론

지금까지 정적 환경에서 피험자로 하여금 긍정 또는 부정의 감성을 유발하여 뇌파, 심전도 등의 생리신호를 측정하여 긍정, 부정 감성유발에 따른 생리 분석을 시도하고자 하는 많은 연구가 수행되었다 [1-6]. 또한 실제 동적 환경에서 여러 자극에 따른 감성의 변화를 생리신호와 주관적 평가로부터 추출하고자하는 연구가 현재 활발히 진행되고 있다 [7-12]. 자동차 탑승자로부터 긴장, 이완의 감성변화를 유도하기 위하여 자동차를 저속과 고속의 속력으로 주행하기도 하였고, 정속으로 주행하다 갑자기 급제동을 하거나, 저속주행을 하다가 갑자기 급출발을 하는 상황을 제시하기도하

였다 [7-11]. 또한 일정한 속도로 주행을 할 때 직선 도로와 굴곡이 심한 도로로부터 유발되는 감성의 차이에 대해서도 연구가 되었다 [9]. 자동차 탑승자는 속도가 증가할수록, 정속 주행에 비해 급출발, 급제동 상황이, 같은 속도라면 직선도로보다 굴곡이 심한 도로에서 보다 긴장된다는 주관적 평가를 하였다. 또한 자율신경계의 반응 분석을 통해 이러한 긴장감을 정량화 할 수 있었다. 이와 같이 자율신경계의 반응을 통해 동적 환경에서 긴장, 이완으로부터 유발되는 감성의 변화를 분석하고자 하는 여러 시도가 있어 왔지만, 동적 환경에서 쾌, 불쾌로부터 유발되는 감성의 변화를 분석하고자하는 시도는 거의 없었다. 실제 동적 환경은 실험자의 목적에 맞게 감성의 자극 상황을 통제하기가 힘들고, 일정하지 않은 여러 동적 잡음으로부터 왜곡된 생리 신호를 분석하기가 쉽지 않기 때문이다. 특히 심박 변화율, 피부 저항, 피부온도 등의 자

* 한국표준과학연구원 인간공학연구 그룹

Tel: (042) 868-5456

E-mail : scchung@kriss.re.kr

** 배재대학교 물리학과

율신경계의 생리신호는 상대적으로 큰 신호로 동적 환경 잡음의 영향이 작지만 뇌파는 μV 단위의 작은 생리 신호로서 동적 환경의 잡음에 민감하기 때문에 중추신경계의 반응을 관찰하기가 힘들었다. 이 때문에 지금까지 동적 환경에서 쾌, 불쾌로부터 유발되는 감성의 변화를 분석하고자 하는 연구가 힘들었다.

본 논문에서는 이와 같이 동적 환경에서도 자율신경계의 분석을 통해 쾌, 불쾌의 감성변화를 추출할 수 있다는 가능성을 검증하고자 하였다. 쾌, 불쾌의 감성유발을 위해 동적 환경에서 긍정 및 부정적인 시각 환경을 제시하고 이에 따른 자율신경계의 반응을 분석하고자 하였다. 또한 인간이 차량과 같이 움직이는 물체에 탑승할 경우에는 진동이 인체에 전달되어 불쾌감을 초래할 뿐만 아니라 장시간 탑승시 디스크를 유발하기도 한다 [13]. 그래서 승차감 향상을 위하여 지금까지 많은 연구가 수행되어져 왔다 [13-15]. 그러므로 본 논문에서는 도로의 굴곡 또는 진동변화를 쾌, 불쾌의 감성유발을 위한 또 하나의 동적 환경요소로 선택하였다. 즉, 도로의 진동 또는 표면의 굴곡이 틀린 아스팔트, 시멘트, 비포장도로를 각각 정속 주행하면서 자동차 탑승자의 생리신호를 측정하였고 주관적 평가를 함께 수행하여 감성의 변화를 추출하고자 하였다.

2. 실험 방법

실험장치 및 측정부위 측정장비로서는 Biopac System의 Biopac MP100과 AcqKnowledge 3.5 소프트웨어를 이용하였다. 차량 진동에 의한 잡음을 최소화하기 위해 고정 틀을 제작하여 측정 장비를 고정시켰고, 모든 증폭기는 차량 본체에 접지 시켰다. 선행 연구의 결과를 바탕으로 동적 환경에서 잡음의 영향이 작고, 긴장/이완의 감성 자극에 따른 생리 변화를 측정할 수 있었던 심전도, 피부 저항, 피부온도를 자율신경계 반응으로 측정하였다 [7-12]. 즉, 생리 신호는 심전도: 1 channel (lead II), 피부온도: 1 channel (왼손 중지), 피부저항: 1 channel (왼손 검지와 중지)를 각각 측정하였고 모든 생리신호의 sampling rate는 1500Hz로 설정하였다.

실험대상 실험은 건강한 20대 성인 5명을 대상으로 이루어졌다. 각 피험자는 실험 24시간 전부터 자율신경계와 중추신경계에 영향을 미칠 수 있는 담배, 카페인, 약물, 음주의 섭취를 금하였다. 실험이 진행되는 동안에는 움직이지 말 것, 편안한 마음가짐을 가진

것, 자극에 집중하고 잡념을 버릴 것 등의 주의사항을 꼭 지키도록 하였고 전극을 부착하여 운전석 옆 조수석에 편안한 자세를 취할 수 있도록 위치하였다.

실험과정 실험은 피험자를 자동차 조수석에 편안한 자세로 앉히고 쾌, 불쾌의 감성을 유발할 수 있도록 두 가지 형태의 자극을 제시하였다.

첫 번째 실험은 긍정 및 부정 시각 환경에 따른 감성의 변화를 알아보기 위해 긍정 및 부정 시각 자극을 유발할 수 있는 장소를 선택하여 이곳을 주행하면서 생리신호를 측정하였다. 긍정 시각 자극을 유발하기 위해 경주 보문 단지내의 숲길을 선택하였고 부정 시각 자극을 유발하기 위해서는 경주 시내의 좁고 지저분한 골목길을 선택하였다 (그림 1 참조).



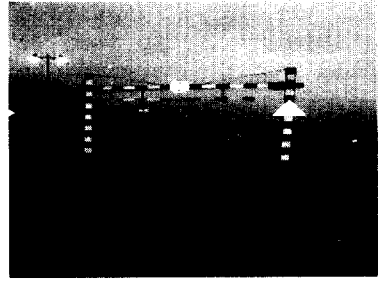
(그림 1) 부정 시각 자극을 유발하기 위한 경주 시내의 좁고 지저분한 골목길과 긍정 시각 자극을 유발하기 위한 경주 보문 단지내의 숲길

시각적 간섭효과를 배제하고자 실험장소로 이동하는 동안은 피험자에게 안대를 착용하게 하였다. 먼저 부정시각 장소로 이동하여 그곳에서 1차 안정 신호를 3분간 측정하였고 곧바로 부정 시각 도로를 30km/h의 속도로 정속 주행하면서 생리신호를 3분간 측정하였다. 부정시각 측정 후 피험자에게 다시 안대를 착용하여 이동시간이 대략 20분 정도인 긍정시각 실험 장소로 이동하였다. 실험 장소에 도착 후 2차 안정 신호를 3분 동안 측정 후 곧바로 긍정 시각 도로를 30km/h의 속도로 정속 주행하면서 생리신호를 3분간 측정하였다. 실험 결과를 정리 할 때는 1차 2차 안정 신호를 일치 시켜서 안정, 긍정도로 (숲길), 부정도로 (골목길) 세 가지의 상태에 대해서 정규화 하여 비교하였다. 피험자가 충분히 바깥의 장면을 관찰할 수 있도록 했으며 피험자는 바깥 장면에만 주의를 집중하도록 요구하였다.

둘째로 아스팔트 도로, 시멘트 도로, 비포장 도로를 각각 30km/h로 정속 주행하면서 실험이 수행되었고 실험이 수행된 도로의 사진이 그림 2에 제시되었다. 각 도로를 정속 주행하기 전에 먼저 정차한 상태에서 안정일 때의 생리신호를 3분간 측정하여 비교 신호를 획득하였다. 자세한 실험 순서는 다음과 같다.

- ① 정차한 상태에서 3분간 생리신호 측정
- ② 아스팔트도로를 30km/h로 정속 주행하면서 3분간 생리신호 측정
- ③ 정차한 상태에서 3분간 생리신호 측정
- ④ 시멘트도로를 30km/h로 정속 주행하면서 3분간 생리신호 측정
- ⑤ 정차한 상태에서 3분간 생리신호 측정
- ⑥ 비포장도로를 30km/h로 정속 주행하면서 3분간 생리신호 측정

역시 실험 결과를 정리 할 때는 세 가지 안정 신호를 일치 시켜서 안정, 아스팔트 도로, 시멘트 도로 그리고 비포장 도로 네 가지 상태에 대해서 정규화 하여 비교하였다.



(그림 2) 실험이 수행된 경주시내의 아스팔트 도로와 시멘트 도로 그리고 비포장 도로의 사진

차량 내부의 온도와 습도는 THERMO / HYGROMETER (MODEL, SK-90TRH)를 이용하여 1분단위로 측정하였고, 차내의 에어컨과 향온 시설을 이용하여 피험자에게 쾌적한 상태를 유지하도록 하여 다른 간섭요소에 의해 유발되는 감성의 변화를 최대한 억제하도록 하였다. (Dry temperature/ Wet temperature / Relative Humidity = 25 ~ 26 °C / 17 ~ 18 °C / 40 ~ 50 %).

주관적 평가 10개의 문항으로 구성된 주관적 평가를 긍정과 부정의 도로 주행 전, 후 각각 2번 실시하였다. 이중 5문항은 '행복하다 - 불행하다', '흡족하다 - 짜증나다', '만족스럽다 - 불만족스럽다', '호뭏하다 - 우울하다', '희망적이다 - 절망적이다와 같은 쾌/불쾌 차원과 관련된 형용사이고, 나머지 5문항은 '자극된다 - 긴장이 풀린다', '들뜬다 - 차분하다', '열광된다 - 활기가 없다', '신경이 곤두선다 - 무감각하다', '각성된다 - 전혀 각성되지 않는다'와 같은 각성/이완 차원과 관련된 형용사이다. 가장 쾌 또는 각성되었을 때 (5점), 가장 불쾌 또는 이완되었을 때 (1점)의 5점 척도로 주관적 감성을 평정하도록 하였다.

데이터 분석 심전도에서 R포인트를 1차 미분에 의한 zero-crossing 방법을 사용하여 검출하였다. 검

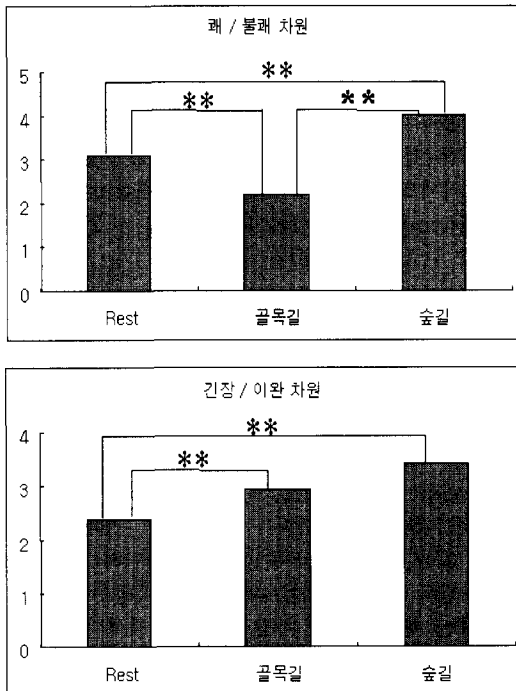
출된 R포인트로부터 각 실험상황에서 3분 동안의 평균 R-R 간격을 계산하였다. 피부 온도와 피부 저항의 분석은 각 실험 환경에서 3분 동안 신호 진폭의 평균과 표준편차를 계산하여 비교 분석하였다. 5명의 피험자에 대해 각 실험마다 1회씩 측정하여 5개의 데이터 셀을 획득하였다.

3. 실험 결과

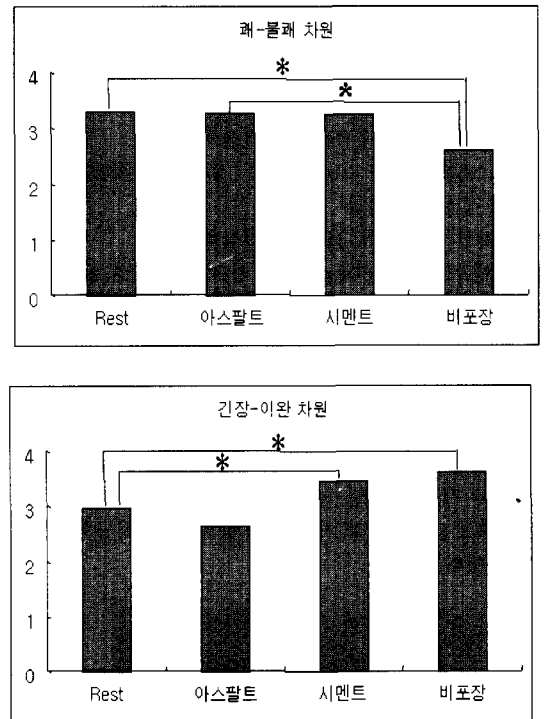
심박 변화율, 피부저항, 피부온도의 생리 신호를 측정하고 주관적인 평가를 함께 하여 동적 시각 환경 변화 및 도로 굴곡 변화에 따른 쾌/불쾌, 긴장/이완의 감성 변수를 측정하고자 하였다. 주관적 평가는 안정 상태와 시각적 긍정 및 부정 자극이 제시되었을 때 그리고 안정 상태와 아스팔트 도로, 시멘트 도로, 비포장 도로를 각각 주행했을 때의 감성차이를 비교하는 것으로 t-test 분석법을 사용하였으며, program은 SPSS 7.5를 사용하였다. 모든 피험자가 안정일 때와 비교해서 골목길을 주행할 때 불쾌하고 긴장하였고, 숲길을 주행할 때 쾌하고 긴장하였다는 주관적 평가를 하였다 ($p < 0.01$). 그림 3에서와 같이 숲길과 골목

길의 차이는 긴장/이완의 차원에서는 숲길이 약간 더 긴장하였다는 주관적 평가를 하였지만 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 쾌/불쾌 차원에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.01$). 그러므로 본 실험은 두 가지 시각 자극제시를 비교한다면 긴장/이완 차원보다는 쾌/불쾌 차원에 보다 더 관련이 있을 것으로 사료된다.

그림 4에서와 같이 전반적으로 피험자가 안정일 때와 비교해서 아스팔트, 시멘트, 비포장도로 순서로 불쾌도가 증가하고 긴장된다는 주관적 평가를 하였다. 그러나 쾌/불쾌 차원에서는 안정과 비포장도로, 아스팔트와 비포장도로만이 통계학적으로 유의도가 관찰되었고 긴장/이완 차원에서는 안정과 시멘트, 안정과 비포장도로에서 통계학적인 유의도가 관찰되었다 ($p < 0.05$). 그러므로 본 실험은 자극으로 제시된 도로만 비교한다면 긴장/이완 차원보다는 쾌/불쾌 차원에 보다 더 관련이 있을 것으로 사료된다 (아스팔트와 비포장도로의 비교).

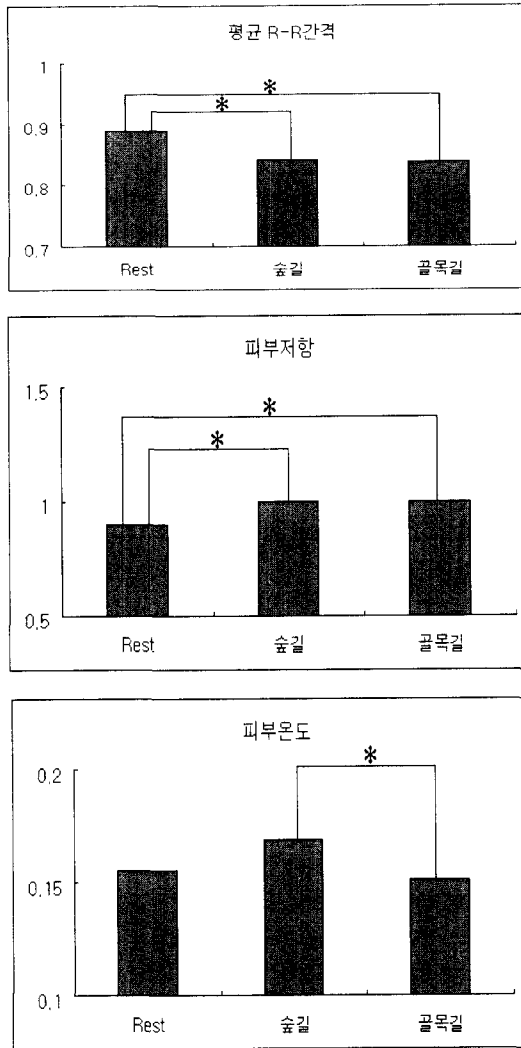


(그림 3) 시각적 긍정 및 부정 자극이 제시되었을 때 두 가지 차원에 대한 주관적 평가 결과 ** $p < 0.01$



(그림 4) 아스팔트 도로, 시멘트 도로, 그리고 비포장 도로를 주행할 때 두 가지 차원에 대한 주관적 평가 결과 * $p < 0.05$

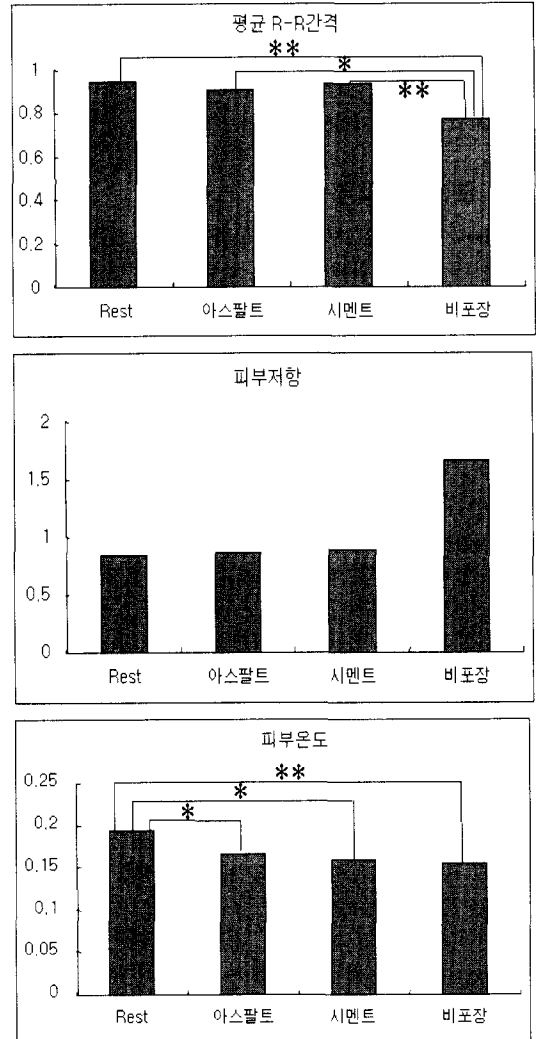
시각적 긍정 및 부정 자극이 제시되었을 때 평균 R-R 간격, 평균 피부 저항의 진폭 변화, 평균 피부 온도의 변화를 그림 5에 나타내었다. 안정상태



(그림 5) 시각 변화에 따른 평균 R-R 간격, 평균 피부 저항의 진폭, 평균 피부온도의 변화
* p < 0.05

(0.89sec)에 비해 숲길 (0.84sec)을 주행 할 때와 골목길(0.83sec)을 주행할 때 모두 R-R 간격이 감소하였고 통계적으로 유의하였다 (p < 0.05). 그러나 숲길과 골목길의 R-R 간격의 차이는 관찰되지 않았다. 평균 피부 저항은 안정 (0.89)에 비해 숲길 (1.00), 골목길(0.99) 모두 평균 진폭은 증가하였고

통계적으로 유의하였다 (p < 0.05). 역시 숲길과 골목길의 피부 저항의 변화는 관찰되지 않았다. 평균 피부온도는 안정 (0.155)에 비해 숲길 (0.169)을 주행할 때는 증가하였지만 골목길 (0.151)을 주행할 때는 감소하였고 숲길과 골목길 사이에 유의한 차이가 나는 것을 관찰할 수 있었다 (p < 0.05).



(그림 6) 도로 굴곡 변화에 따른 평균 R-R 간격, 평균 피부 저항의 진폭, 평균 피부온도의 변화
* p < 0.05 ** p < 0.01

도로 굴곡 변화에 따른 생리 신호 분석 결과를 그림 6에 나타내었다. 평균 R-R 간격은 안정상태 (0.94 sec)에 비해 아스팔트도로 (0.91 sec), 시멘트도로

(0.93 sec), 비포장도로 (0.77 sec)를 주행할 때 모두 심박율이 감소하였고 비포장도로의 주행에서 심박율의 감소가 가장 컸다 ($p < 0.05$). 피부 저항의 평균 진폭의 변화는 안정상태 (0.84)에 비해 아스팔트도로 (0.86), 시멘트도로 (0.89), 비포장도로 (1.66)를 주행할 때 모두 평균 진폭이 증가하였지만 통계적으로 유의하지 않았다. 피부온도는 안정 (0.19)에 비해 아스팔트도로 (0.17), 시멘트도로 (0.16), 비포장도로 (0.15)를 주행할 때 모두 평균 진폭이 감소하였고 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.05$).

4. 결론 및 토의

지금까지는 주로 연구자의 실험 목적에 맞는 적절한 자극을 유발하기 위해 제한된 실험실에서 연구가 수행되었고 이러한 결과는 노이즈 없는 감성 생리적 데이터를 제공하는데 중요한 역할을 하였다. 근래에는 이러한 정적환경의 결과를 바탕으로 인간의 감성을 보다 자연스러운 상황에서 측정하기 위하여, 동적 환경에서 생리 신호를 측정하기 위한 연구가 시작되었다. 그러나 아직까지 실제 동적 환경에서 쾌/불쾌 관련 자극제시의 어려움으로 긴장/이완에 따른 감성변화의 결과만을 보고하였다 [7-11]. 동적 환경에서도 정적 환경과 마찬가지로 긴장 될 수록 교감신경계의 활성화가 증가한다는 사실을 심박 변화를, 피부저항, 피부온도 등의 자율신경계 반응 지표로 검정하였다 [7-11]. 본 논문에서는 동적 환경 자극 중에서 특히 자동차 탑승자에게 쾌/불쾌 관련 감성자극을 제시하고 그에 따른 자율신경계의 변화를 측정 하고자 하였다. 쾌/불쾌 관련 감성자극을 위해 시각적인 환경 변화 (긍정 및 부정 시각 도로)와 도로 굴곡의 변화 (아스팔트 도로, 시멘트 도로, 그리고 비포장 도로)를 제시하였다.

실험 목적과 일치하는 적절한 자극제시를 위해 여러 장소를 사전 답사하였다. 연구원들간의 협의로 가장 적절한 긍정 시각 장소로는 경주 보문단지의 숲길을 선택하였고 부정 시각 장소로는 경주 시내의 좁고 지저분한 골목길을 선택하였다. 또한 3분간의 실험 시간 동안 직선 주행을 할 수 있는 경주시내의 아스팔트 도로, 시멘트 도로, 그리고 비포장 도로를 각각 선택하였다. 피험자에게는 실험의 내용을 충분히 설명하였고 차량내부는 실험기간동안 쾌적한 온도와 습도를 일정하게 유지하도록 하였다. 시각 자극 실험을 위해서는 실험 장소로 이동할 때까지는 피험자에게 안내를 착용하게 하였고 차량 실내의 소음을 40db 이하로 유지하면서 실험 기간 동안 속도감에 따른 감성의 변화를 배

제하기 위해 30km/h로 저속주행을 하였다. 각 자극에 대해 실험 전, 후 2번의 주관적 평가를 실시하여 본 시각 자극 실험이 피험자에게 적절한 감성변화를 유도하였는지를 검정하였고 생리신호와의 관련성을 분석하였다. 안정에 비해 경주 보문단지의 숲길을 주행했을 때 피험자는 긴장과 긍정적인 감성의 변화를, 좁고 지저분한 골목길을 주행했을 때 긴장과 부정적인 감성의 변화를 주관적 평가를 통해 알 수 있었다. 그러나 두 도로의 주행만을 비교했을 때는 숲길은 쾌적한 감성을, 골목길은 불쾌한 감성을 유발했다는 주관적 평가를 하였고 통계적으로 유의하였다. 그러므로 두 도로의 주행으로 실험 목적에 맞는 쾌/불쾌의 감성 변화를 유도할 수 있었다는 결론을 얻을 수 있었다. 평균 R-R 간격은 안정, 숲길, 골목길의 순서로 감소하였고 피부저항의 진폭은 안정, 골목길, 숲길의 순서로 증가하였지만 큰 차이를 보이지 않았다. 피부온도는 안정에 비해 숲길을 주행했을 때 증가하였지만 골목길을 주행했을 때는 오히려 감소하였고 이 차이는 통계적으로 유의하였다. 본 실험을 통해 두 가지의 동적 시각 자극제시에 따른 자율신경계의 반응을 관찰할 수 있었고 긍정, 부정 시각 자극에 따른 자율신경계의 반응의 차이를 관찰할 수 있었다.

또한 본 논문에서는 도로의 굴곡의 변화에 따른 동적 환경에서 자율신경계의 분석을 통해 쾌/불쾌의 감성변화를 추출할 수 있다는 가능성을 검정하고자 하였다. 주관적 평가결과는 도로의 기복이 심할수록 전반적으로 안정에 비해 불쾌도와 긴장도가 증가하였지만, 아스팔트와 비포장도로만이 쾌도에 유의한 차이가 있었다. 그러므로 본 실험 역시 동적 환경에서 적절한 쾌/불쾌의 감성자극이 될 수 있음을 보여준다. 아스팔트, 시멘트, 비포장도로 순서로 평균 R-R 간격은 점차 감소하였고, 피부저항은 증가하였고, 피부온도는 감소하였다. 이러한 결과는 불쾌한 감성이 증가할수록 교감신경계의 활성화가 증가한다는 것이고, 동적 환경에서 부정적 시각도로를 주행했을 때 교감신경계의 활동도가 증가한다는 첫 번째 실험 결과와도 일치한다.

본 연구는 2차원의 감성 축을 중심으로 특히 쾌/불쾌의 감성 변화를 실제 동적 환경에서 적절하게 제시할 수 있는지, 그리고 그에 따른 생리적 변화를 여러 동적 환경의 잠음 속에서 추출할 수 있는지를 연구하고자 한 것이다. 본 연구는 단지 쾌 또는 불쾌한 극단적인 두 가지 시각적 자극과 세 가지 도로 굴곡의 변화를 제시하였고 자율신경계의 반응만을 관찰하였다. 그러므로 추후 세부적이고 단계적인 쾌/불쾌의 감성 변화를 동적 환경에서 유도하고자 한다 [10]. 이를

위해서는 보다 적절한 주관적 평가와 아울러 중추 신경계의 변화를 관찰할 수 있도록 뇌파의 측정도 동시에 수행되어야 하겠다. 그러나 심박 변화율, 피부 저항, 피부온도 등의 자율신경계의 생리신호는 상대적으로 큰 신호이므로 동적 환경 잡음의 영향이 작았지만 뇌파는 μV 단위의 작은 생리 신호로서 동적 환경의 잡음에 민감하다는 사실을 예비실험을 통해 알 수 있었다. 그러므로 이러한 동적 환경의 잡음을 제거할 수 있는 알고리즘의 개발과 더불어 기본적으로 동적 환경 잡음을 차단할 수 있는 시스템의 구축이 필요할 것이다. 앞으로 동적 환경에서 시각적 자극 제시와 더불어 촉각 (진동감), 후각, 청각 등의 단위 감각 자극 뿐만 아니라 복합감각자극에 따른 연구도 수행되어야 하겠다. 이를 통해 실제 동적 환경에서 인간이 느끼는 자연스러운 감성의 변화를 추출하고자 하는 것이 본 연구팀의 목표이다. 또한 실제 동적 환경에서 추출한 이러한 기초 데이터는 실제 상황과 유사한 동적 환경 제시를 위한 동적 환경 시험시설 구축의 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 한국표준과학연구원 (1998), 종합적 생리신호 측정, 해석 시스템 개발 최종보고서, 과학기술부
- [2] 최정미, 황민철, 배병훈, 유은경, 오상훈, 김수용, 김철중 (1998), 단일 전극 뇌파에 의한 쾌, 불쾌 감성의 정량화, 한국 감성과학논문집 제1권 제 1호 pp. 59-66
- [3] 황민철, 류은경, 변은희, 김철중 (1997), 감성과 뇌파와의 상관성에 관한 연구, 한국 감성과학회 연차 학술대회 논문집, pp. 80-84
- [4] 손진훈, Estate M. Sokhadze, 이입갑, 이경화, 최상섭 (1998), 정서시각자극에 의해 유발된 자율신경계 반응패턴: 유발정서에 따른 피부전도 반응, 심박률 및 호흡률 변화, 감성과학, 제1권, 제1호, pp. 79-90
- [5] 황민철, 류은경, 김철중 (1998), 시각 감성평가를 위한 뇌파의 민감성에 대한 연구, 대한인간공학회지, 제17권, 제1호, pp. 1-9
- [6] 권의철, 김동윤, 김동선, 임영훈, 손진훈 (1998), 심박변화 분석을 이용한 장면시각자극에 대한 감성 측정에 관한 연구, 감성과학, 제1권, 제1호, pp. 93-102
- [7] B.C. Min, S.C. Chung, S.K. Kim, B.W. Min, J.H. Kim, C.J. Kim, S.J. Park (1999), Autonomic Responses due to the Driving Conditions: Changes of Heart Rate, Galvanic Skin Response and Skin Temperature, The 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering, pp. 1311
- [8] S.C. Chung, B.C. Min, S.K. Kim, B.W. Min, J.H. Kim, C.J. Kim, S.J. Park (1999), Analysis of Physiological Responses Resulting from Vehicle Speed Change, The 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering, pp. 1312
- [9] 민병찬, 정순철, 장진경, 김상균, 민병운, 오지영, 김유나, 김철중, 박세진 (1999), 운전 및 도로 상황에 따른 자율신경계의 반응, 한국 감성과학논문집 제2권 제1호 pp. 61-68
- [10] 김철중, 민병찬, 정순철, 김상균, 오지영, 민병운, 김유나, 박세진, 자동차 속도변화에 따른 자율신경계의 반응연구, 공업경영학회지 출판예정
- [11] 김상균, 민병찬, 정순철, 민병운, 오지영, 김유나, 신정상, 김철중, 박세진 (1999), 급출발, 급제동에 따른 자동차 탑승자의 피부전도도 반응, 국제인간공학 심포지움 및 대한인간공학회 99추계학술대회 논문집, pp. 253-256
- [12] 정순철, 민병찬, 김상균, 민병운, 오지영, 신정상, 김유나, 김철중, 박세진 (1999), 동적 시각 자극에 의한 자율신경계 반응 연구, 국제인간공학 심포지움 및 대한인간공학회 99추계학술대회 논문집, pp. 245-248
- [13] 조영건, 박세진, 김희성, 윤용산 (1998), 고속 도로에서 승용차 진동 승차감 평가, 대한인간공학회 추계학술대회 논문집, pp.394-398
- [14] M.J. Griffin (1976), Duration of Whole-Body Vibration Exposure: Its Effects on Comfort, Journal of Sound and Vibration, vol. 48, pp. 333-339
- [15] M.J. Griffin (1989), The Evaluation of Vehicle Vibration and Seats, Applied Ergonomics, vol. 129, pp. 143-154

Autonomic Responses caused by Dynamic Visual Stimulation and Rough of Roads

S.C. Chung*, B.C. Min*, S.G. Kim*, B.W. Min*,
J.Y. Oh*, Y.N. Kim**, C.J. Kim*

* Ergonomics Lab, Korea Research Institute of Standards and Science

** Dept. of Physics, Paejae University

Abstract Most of emotional related physiological studies were performed to elicit emotional response under laboratory situation. We report on some of the preliminary results of the autonomic responses resulting from dynamic visual stimulations and rough of roads. This study investigates ANS-mediated physiological responses in more dynamic environment manipulated to elicit humans emotion. Pleasant and unpleasant roads are selected for positive and negative visual stimulations, respectively. Asphalted, cemented and graveled roads are also selected to elicit human emotion. Healthy human subjects (n=5) view the scene of roads in the car for the dynamic visual experiments. The subjects are also stimulated by driving three different roads. We measured the physiological responses of the subjects such as Heart Rate Variability (HRV), Galvanic Skin Response (GSR), and skin temperature, respectively. These physiological responses were compared with subjective assessments. When the subjects viewed the unpleasant road and drove the most vibrated road (graveled road), R-R interval and skin temperature were decreased and amplitude of GSR was increased compared with pleasant state. The results showed that activity of sympathetic nervous system more increased when the subjects were exposed with dynamic unpleasant stimulation compared with pleasant stimulation.