VR 및 Desktop 기반 운전 시뮬레이터 사이의 실재감과 생리적 각성 반응에 관한 비교연구

Comparative Studies on The Relationship between Presence and Physiological Arousal in Virtual Reality and Desktop Based Driving Simulator



이명희 , Myounghee Lee *, 김정현, Gerard J. Kim * 고려대학교 정보통신대학 디지털 체험 연구실



핵심어: Driving Simulator, Physiological signal, Arousal, GSR, Arousal, Virtual Reality.

요약~가상현실의 자연스러운 응용분야는 작업 훈련(Task Training) 분야이다. 이러한 작업 훈련 분야에서 가장 중요한 요소 중 하나는 각성 수준(Arousal Level)으로, 적절한 각성 수준은 과제 훈련의 효과를 결정 짓는다. 본 연구는 VR 환경과 Desktop 환경의 자동차 운전 시뮬레이터에서 피험자가 실험을 위하여 설계된 2 개의 시나리오를 수행하는 동안 피험자의 생리 신호를 측정하고, 실험 후 각 환경에 대한 주관적인 실재감을 측정하여, 두 실험 환경 사이에 피험자의 주관적인 실재감이 유의한 차이가 있는지 알아보고, 피험자가 수행한 시나리오와 시나리오에 종속된 실험 태스크에 대하여, 각성 수준을 평가할 때 유용한 지표로 활용되는 피부전도도(GSR) 반응이 피험자의 주관적인 실재감의 결과와 어떠한 관계를 보이는지 살펴 보았다. 실험 결과두 실험 환경 사이의 피험자의 주관적인 실재감은 유의한 차이가 있었고, VR 환경에서 더 높게 나왔다. 그러나두 실험 환경 사이의 피험자의 생리적 각성 반응은 실재감의 결과처럼 유의한 차이를 보여주지 못했으며, 오히려 시나리오에 종속된 실험 태스크에 따라서 유의한 차이를 보여주었다. 따라서 실재감과 피부전도도 (GSR)측정에 의한 각성도 는 직접적인 관계가 적은 것으로 생각되며, 이는 피부전도도(GSR)를 실재감의 한 척도로 쓰기에는 적합하지 않을 수 있다는 것을 의미한다.

본 논문은 2008년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. R01-2006-000-11142-0).

본 논문은 2008년도 지식경제부와 한국산업기술재단의 전략기술인력양성사업으로 수행된 연구임

1. 서론

1.1 가상현실(VR) 과 실재감(Presence) 그리고 각성(Arosual)

가상현실(Virtual Reality)이란 용어는 사용자(사람이)가 느끼기에 실제와 같거나(예: 가상도시). 또는 보통 일반인이 얻기 힘든(예: 가상의 달 여행) 시각, 청각, 촉각, 힘의 감각, 전정 감각 등의 경험 등을 제공할 수 있도록 다양한 컴퓨터 인터페이스를 통하여 인공적으로 만들어 놓은 현실로 많은 사람들이 이해하고 있으며, 이러한 인공적인 경험을 가상현실 제공 하는 시스템을 System) 혹은 시스템(Virtual Reality 가상현실 환경(Virtual Reality Environment) 이라고 한다.[1] 가상현실을 통하여 사용자는 실재감(Pre sence)이라는 것을 경험할 수 있는데, 실재감 (Presence) 은 가상현실을 경험하는 경험자가 가상현실 내에 자신이 존재하는 것 같다 라고 느끼는 주관적인 느낌 또는 가상 환경 속에서 자신의 존재를 인식하는 것을 의미한다.[2] 가상현실의 주된 응용분야는 과제 훈련 분야(Task Training)로 군사 훈련, 모의 비행 훈련, 가상 수술 훈련 등 이 있으며, 이외에도 많은 사례가 있다. 이러한 과제훈련 분야에서 과제훈련의 효율성을 향상 시키기 위한 중요한 요소 중 하나는 각성 수준(Arousal Level)으로. 적절한 각성 수준(Arousal Level)은 과제 훈련의 효과를 결정 짓는 것으로 알려져 있다.[3]

1.2 실재감의 측정

현재까지 가상현실을 경험한 피험자의 반응(예: 실재감) 을 평가 하는 기존의 방법들은 대부분 주관적인 자기보고 서를 이용한 것들이 주를 이루었는데[4], 비록 이러한 평가 방법들이 피험자의 반응을 평가할 수 있을지라도, 피험자의 주관적인 특성에 따라서. 그 결과가 많이 달라질 수 있다는 이유로 인하여 그 신뢰성 면에서 문제가 있었기 때문에 기존의 평가 방법들을 보완하는 좀 더 객관적인 평가 방법의 필요성이 제기 되어져 왔다. 최근 인간의 생리 신호를 측정하는 방법이 발달 하면서, 심리학자 및 가상현실 연구자 등, 가상현실과 관련된 많은 연구자들의 연구를 통하여, 피험자의 특정 감정을 유발할 수 있는 사진, 혹은 비디오 클립 등을 피험자에게 제시 했을 때, 제시된 사진 혹은 비디오 클립이 유발 하려고 한 감정에 대하여 피험자의 주관적인 평가와 일부 생리 신호들의 반응 사이에 중요한 관계가 있음이 확인되어 졌으며[5,6] 이러한 결과들을 바탕으로 특정한 감정 및 반응을 유도하기 위하여 설계된 가상현실을 경험한 피험자의 주관적인 평가 결과 와 일부 생리 신호 반응 사이에도 중요한 관계가 있음이 확인 되어졌다[7].

1.3 연구의 동기 및 목적

가상현실을 경험한 피험자의 주관적인 실재감을 측정 하고 그에 따른 피험자의 생리 신호의 변화 역시 관계가 있는지 살펴본 기존의 연구들에서, Meehan[7]은 피험자 에게 높은 긴장도를 유발할 수 있는 상황을 설계한 후 피험자의 주관적인 실재감과 생리 신호를 측정하여, 그 상관 관계를 살펴 보았고, Andrea Brogni[8]는 CAVE 시스템에서 가상환경을 구성 하는 아바타(Avatar)의 모습 과 건물들의 텍스쳐에 변화를 주어 피험자의 실재감과 생리 신호를 측정하여 그 관계를 살펴 보았다. 그런데 이러한 연구들은 피험자가 주관적으로 실재감의 차이를 느낄 수 있는 두 가지의 가상현실 환경을 구성하여 두 가상환경의 비교 실험을 통해 실제로 피험자가 느끼는 실재감의 차이에 따라서 생리 신호의 변화 역시 유사한 차이를 보이는지 밝히지 않았다는 문제점과 피험자에게 일반 적인 상황이 아닌 높은 긴장도 만을 유발 할 수 있는 상황을 설계 하여 실험하였다는 문제점을 가지고 있는데, 이러한 문제점들은 피험자의 생리신호 반응이 피험자가 느끼는 실재감의 차이에 따라 유사한 반응을 보이는 것인지, 아니면 자극이 다른 실험 태스크에 따라서 피험자의 생리신호 반응이 다른 반응을 보이는 것인지 의문을 갖게 만든다. 본 연구는 이러한 문제점에 착안하여 실제로 피험자가 느끼는 주관적인 실재감의 차이에 따라서 생리신호 반응이 유사한 반응을 보이는지 아니면 실험 태스크에 따라서 생리신호 반응이 다른 반응을 보이는지 확인하고자 피험자가 주관적으로 실재감의 차이를 느낄 수 있는 두 가지 가상환경을 구성하고 피험자가 기존의 연구들 보다 좀 더 일반적인 상황의 시나리오를 바탕으로 피험자가 다르게 반응 할 수 있는 실험 태스크를 설계하여. 실험을 통해 기존의 연구들에서 피험자가 느끼는 실재감의 결과와 중요한 관계가 있다고 알려진 생리신호 반응 중 각성 수준을 평가 할 때 유용한 지표로 활용되는 피부 전도도(GSR)를 분석하여 그 결과를 확인하여 보았다.

가상현실 시스템과 생체신호 측정장비 2.1 드라이빙 시뮬레이터

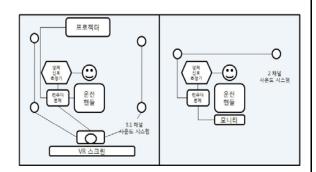
통계청에 따르면 2005 년 1/4 분기 기준으로 한국의 가구별 자동차 소유 비율은 65%에 이르는 것으로 나타났으며, 운전 면허 소지자 수는 2003 년 기준으로 2600 만 명으로 인구대비 50%가 넘는 것으로 나타났다. 이처럼 자동차가 대중화 되었기 때문에, 자동차 운전을 기반으로 한 가상현실 환경이, 다른 어떤 환경보다 가상현실 환경을 처음 접하거나 익숙하지 않은 사람들에게 일반적이고, 친숙하게 받아들여 질 수 있을 것이라고 판단 되었으며, 이러한 이유로 본 연구의 실험을 위하여 자동차 운전을 기반으로 한 가상현실 시스템을 만들게 되었다. 그림[1]은 본 연구를 위해서 제작된 자동차 운전 시뮬레이터의 화면으로, 이 시뮬레이터의 가상 세계는 OSG (Open Scene Graph) 기반으로 만들어 졌고, 입체 사운드 를 위하여 OpenAL 이 사용 되었으며, 캐릭터 애니메이션 을 위하여 Cal3D 라이브러리와 OsgCal 어댑터가 이용 되었다. 그리고 자동차의 물리적인 시뮬레이션을 위하여 ODE(Open Dynamics Engine)가 사용 되었으며, 피험자가 자동차 운전 시뮬레이터를 경험하는 시점으로부터 실시간 으로 생리 신호를 측정 하기위하여 Laxtha 의 생리신호 측정 라이브러리가 사용되었다.



[그림 1. 드라이빙 시뮬레이터의 화면]

2.2 VR 환경 과 Desktop 환경의 시스템 구성

본 연구에서 실험을 위하여 두 가지 환경의 가상현실 시스템을 구성하였는데, 하나는 VR 환경의 시스템이고 다른 하나는 Desktop 환경의 시스템이다. 그림 [2]은 실험을 위하여 구성한 두 환경의 시스템 구성도를 보여주는 그림으로, VR 환경의 시스템은 Desktop 환경의 시스템과 비교하여 상대적으로 높은 실재감을 유발할 수 있도록, 프로젝터 2 대를 이용하여 스테레오 화면을 구현 하였고, 이를 투사하기 위하여 100 인치의 필름 스크린을 사용하였으며, 입체적인 소리를 위하여 5.1 채널 사운드 시스템을 사용 하였다. 자동차 운전 핸들로 로지텍 드라이빙 포스 핸들을 사용하였는데, VR 환경 시스템 에서는 운전 중 특정 이벤트 발생시 힘의 정보 궤한(Force Feedback)을 제공 하였으며, 생체 신호 측정을 위하여 앞서 기술한 생체 신호 측정 장비인 Laxtha 의 PolyG-I를 사용 하였다. Destkop 환경의 시스템은 가상 세계를 디스플레이 하기 위하여 21 인치 와이드 모니터를 사용하였고, 소리를 위하여 2.1 채널의 사운드 시스템을 사용 하였으며, 자동차 운전 핸들로 VR 환경의 시스템 같은 로지텍 드라이빙 포스 핸들을 사용하였는데. Desktop 환경에서는 운전 중 특정 이벤트 발생시 힘의 정보 궤한(Force Feedback)을 제공 하지 않았으며, 생체 신호 측정을 위하여 Laxtha 의 PolyG-I 를 사용 하였다.



[그림 2. 두 환경의 드라이빙 시뮬레이터 시스템 구성도-

왼쪽은 VR 환경의 시스템 구성도이며, 오른쪽은 Desktop 환경의 시스템 구성도이다.]

3. 실험

3.1 피험자

피험자는 전체 16 명으로, 컴퓨터를 전공하고 있지 않은 20 대 대학생이었으며, 모두 남성이었고, 자동차 운전 면허증을 소유하고 있었고, 최근까지 자동차 운전 경험이 있는 사람이었다.

3.2 실험 시나리오

피험자는 자동차 운전 시뮬레이터를 이용한 실험 시 [그림 3]와 같은 가상 환경에 놓이게 된다. [그림 3]은 피험자가 실험 시 운전하게 될 가상 환경 세계의 평면도를 나타내는 그림으로, 이 그림에서 노란색 지점은 피험자가 실험 초기에 위치하게 될 지점이고, 녹색 선은 빨간색 도로주행 길로 진입하기 위한 도로주행 길이며, 빨간색 선은 피험자가 실험 동안 자동차를 운전하면서 반복적으로 주행하게 될 도로주행 길이다. 본 연구에서는 이러한 구성을 기반으로, 두 가지의 시나리오를 설계 하였는데, 첫 번째 시나리오는 피험자가 녹색 주행 길을 지나, 약 10 분간 사고 없이 빨간색 선의 도로주행 길을 주행하는 시나리오로, 각 직선구간마다, 한대의 자동차를 배치하여 해당 도로구간을 반복하며 이동하게 하였다. 이 시나리오의 목적은 오랜 시간 동안 실재감의 차이가 나는 두 가지 가상 환경을 피험자 에게 경험 시켰을 때, 두 화경에서 보이는 피험자의 생리적 각성 반응이 어떠한 차이를 보이는지 확인하는 것이다. 두 번째 시나리오는 피험자가 빨간색 도로 주행 길을 따라서 운전 중 갑작스럽게 나타난 가상 세계의 아바타(Avatar)와 사고가 나게 되는 시나리오로 이 시나리오의 목적은 갑작스럽게 일어난 사고를 통하여 두 환경에서 피험자의 생리적 각성 반응이 어떠한 차이를 보이는지 확인하는 것이다.



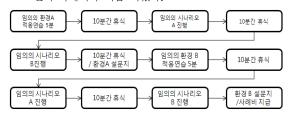
[그림 3. 가상 세계의 평면도 및 도로 주행 길의 구성도]

3.3 직선, 커브 그리고 사고구간

본 연구는 실험 태스크에 따라서 피험자의 생체신호 반응이 다르게 나타나는지 확인하고자 시나리오 1 에서 직선 구간, 커브 구간 그리고 시나리오 2 에서 사고 구간을 실험 태스크로 설정하여 피험자의 생리적 각성 반응을 분석 하였다.

3.4 실험 순서 및 과정

실험은 VR 환경과 Desktop 환경을 균형 있는 순서로 진행하였으며, 각 시나리오 순서 역시 균형 있는 순서로 실험을 하였다. [그림 4]는 피험자의 실험 진행 과정을 나타낸 것으로, 전체 실험시간은 피험자당 1 시간 30 분 정도의 시간이 소비되었으며, 실험 종료 시 피험자에게 5000 원의 사례비가 지급 되었다.



[그림 4. 실험 진행 순서 및 과정]

3.6 설문지

각 환경에서 실험 종료 후 피험자의 주관적인 실재감 (Presence)를 측정하기 위하여 [그림 5]와 같은 설문지를 작성하도록 요청 하였다. 각 문항은 전혀 아니다 에서부터 많이 그렇다 까지 5개의 답 문항을 가지고 있었다.

설문내용
1. 운전 환경이 사실적으로 느껴졌다. (사실감)
2. 운전 환경 속에 있는 느낌이었다. (실재감)
3. 실제 와 비슷 하 게 감정적인 느낌 이었다. (감정 정도)
4. 실제 와 비슷 하게 흥분/긴장되었다. (긴장도)
5. 집중도 가실제와 비슷한 것 같다. (집중도)
6. 시간이 오래 될수록 사실감이 더해졌다. (시간에 대한 사실감)
7. 시간이 오래 될수록 운전 환경 속에 있는 듯한 느낌이었다.(시간에 대한 실재감)
8. 시간이 오래 될수록 집중도 가 더해졌다. (시간에 대한 집중도)

[그림 5. 각 환경의 실험이 끝난 후 피험자가 작성한 설문지]

4. 실험 분석 및 결과

4.1 설문지

설문지 분석을 위하여, 각 설문 내용에 대한 답 문항인 전혀 아니다 에서부터 많이 그렇다 까지 (0~4)점의 수치로 변환하였으며, 각 설문 문항은 일원분산분석(Anova)을 이용하여 분석 하였다.

설문번호	VR	Desktop	Anova(p-value)
1. (사실감)	2.4375	1.5	0.001
2. (실재감)	2.9375	2	0
3. (감정정도)	3.25	2.1875	0.001
4. (긴장도)	3.1875	2.5625	0.001
5. (집중도)	2.75	2.0625	0.012
6. (시간에 대한 사실감)	2.25	1.6875	0.1
7. (시간에 대한 실재감)	2.5625	1.875	0.029
8. (시간에 대한 집중도)	2.125	1.5	0.106

[그림 6. 설문지의 분석결과]

위의 [그림 6]은 설문지 응답 내용을 분석한 결과로. 답 문항인 전혀 아니다 에서부터 많이 그렇다 까지 (0~4)점의 수치로 변환한 결과는 전체적으로 VR 환경의 설문지 응답 결과의 점수가 높음을 알 수 있다. p-value 는 각 문항에 대하여, 일원분산분석(Anova)을 수행한 결과로, 분석결과 설문 문항 중 1,2,3,4 번 문항에 대한 p-value 가 신뢰 수준 값인 (0.05)보다 매우 작게 나왔는데, 이것은 각 설문 문항의 대한 응답 결과가 두 환경 사이에 매우 유의한 차이가 있다는 것을 의미한다. 따라서 이러한 결과는 VR 환경의 자동차 운전 시뮬레이터에서 피험자가 경험할 수 있는 실재감과 Desktop 환경의 자동차 운전 시뮬레이터 에서 피험자가 경험할 수 있는 실재감은 명확한 차이가 있으며, VR 환경에서 피험자가 경험할 수 실재감이 더 높음을 의미한다. 설문 문항 중 5 번과 7 번 문항에 대한 p-value 는 신뢰 수준의 값인 (0.05)보다 비교적 작계 나왔는데, 이 결과 역시 두 환경 사이에 설문 문항 5 번과 7 번에 대한 응답 결과가 유의한 차이가 있다는 것을 의미하므로, 이것을 통하여 두 환경의 집중도 에는 차이 가 있으며, 실제와 비교했을 때 집중도의 유사함은 보통 이상(2 점)이고, 두 환경 중 VR 환경에서 피험자의 집중도(2.75 점)가 Desktop 환경의 집중도(2.0625 점) 보다 다소 높으며, 피험자가 Desktop 환경보다 VR 환경 에서 운전 환경 속에 있는 듯한 느낌을 더 많이 받았다는 것을 알 수 있다. 설문 문항 중 6 번 "시간이 오래될수록 사실감이 더해졌다." 와 문항 8 번 "시간이 오래될수록 집중도가 더해졌다." 의 p-value 는 신뢰 수준의 값인 (0.05)보다 크므로, 이는 두 환경에 대해서 설문 문항에 대한 응답 결과의 차이가 유의 하지 않음을 의미하는데, 이것은 운전을 하면서 시간이 지날수록 피험자의 피로도가 쌓이기 때문에, 각 환경에서 더해지는 집중도의 차이는 없었을 것이라고 판단되며, 또한 시뮬레이터 자체가 본래 인위적 이라는 원인과, 실재 자동차 운전 환경과 비교하여 본 연구에서 구성한 자동차 운전 시뮬레이터 환경의 실재감이 상대적으로 많이 떨어지기 때문에, 시간이 지나면서 두 환경에서 더해지는 사실감의 차이가 없었을 것으로 추측된다

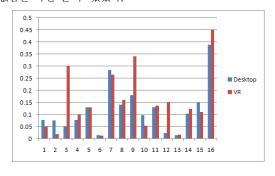
4.3 시나리오 1 에 대한 피부전도도(GSR) 분석 및 결과

4.3.1 분석 내용

본 연구에서는 피험자가 느끼는 실재감과 중요한 관계 있다고 알려져 있는 생리 신호 반응 중, 각성 수준을 평가 할 때 유용한 지표로 활용되는 피부전도도(GSR)를 분석하였다. 시나리오 1 실험 동안 측정된 피험자의 피부 전도도(GSR)를 살펴 본 결과, 피험자가 도로 주행 시 자동차의 속도가 65km 이상일 경우, 속도에 대해서 각성 반응을 보인다는 것을 확인할 수 있었는데, 속도에 각성반응을 보이지 않는 독립적인 데이터만을 분석하고자 자동차 속도가 65km 이상일 경우의 피부 전도도 데이터는 데이터 분석 시 제외 하였으며, 도로를 주행하는 동안 주행 속도에 의해서 피험자가 실험한 두 가상환경의 도로 주행 구간이 다르게 나타났기 때문에, 분석을 위하여 비교할 도로 주행 구간 역시 일치 시켰고, Sungkil Lee[9]의 연구결과에 기반하여 측정된 데이터 중 5 분 이후 데이터의 피부전도도 반응을 분석 하였다. 데이터 분석을 위하여 일원분산분석(Anova)를 수행하였으며, 신뢰 수준은 5% 였다.

4.3.3 분석 결과

[그림 7]은 실험 시작 후 5 분 이후 데이터에서 보여 진 피부전도도의 반응으로 전체 피험자 16 명중 9 명의 피험자의 피부전도도 반응이 VR 환경에서 더 높게 나왔다 그러나 일원분산분석(ANOVA) 수행 결과 p-value 의 값 으로 신뢰 수준 값(0.05)보다 매우 큰 값(0.461)을 얻게 되어, 두 환경 사이의 생리적 각성 반응은 유의한 차이가 없음을 확인 할 수 있었다.



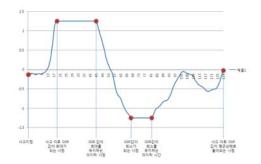
[그림 7. 5분 이후 피부전도도의 반응]

4.4 시나리오 2 에 대한 피부전도도(GSR) 분석 결과

4.4.1 분석 내용

시나리오 2 에서 측정된 전체 피험자의 피부전도도 데이터를 살펴본 결과 피험자의 피부 전도도 반응이사고가 일어난 직 후 [그림 8]과 같거나 유사한 패턴으로 반응하는 것을 확인 할 수 있었는데, 이것을 바탕으로 VR 환경과 Desktop 환경 사이에 [그림 9]와 같은 목록들의확인을 통하여 두 환경 사이의 생리적 각성 반응이 차이가 있는지 알아보았으며, 사고시점에서부터 피부 전도도가

평균상태로 돌아오는 시점까지의 피부전도도 반응과 사고 시점에서부터 실험을 종료한 시점까지의 피부전도도 반응 을 통하여 두 환경 사이의 생리적 각성 반응의 차이를 알아보았다.



[그림 8. 사고 시 피험자가 보이는 GSR 반응패턴]

목록번호	목록 내용			
1	사고지점으로부터 양의 GSR값 이 최대가 되는 시점까지의 걸린 시간			
2	양의 GSR값이 최대로 유지되는 시간			
3	최대값 으로 유지되던 양의 GSR값이 감소되는 시점에서부 터 최소 음의 GSR 값으로 전환하는데 걸린 시간			
4	음의 GSR값이 최소로 유지되는 시간			
5	사고 시점으로부터 GSR값이 평균상태로 돌아오는데 걸린 시간			

[그림 9. [그림 8]의 각 구간을 이용하여 구하려는 목록]

4.4.2 분석 결과

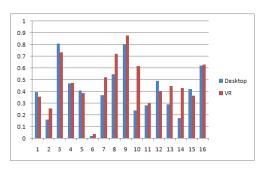
[그림 10]는 각 목록에 대한 분석 결과로 각 환경의수치 값은 각 목록에 대한 전체 피험자의 평균 값이며, p-value 는 각 목록에 대하여 일원분산분석(Anova)을 수행한결과로, 일원분산분석 (Anova)의 신뢰 수준은 5% 였다.

목록	시뮬레이터 환경		A ()
번호	VR	Desktop	Anova(p-value)
1	2.3046875	2.1571875	0.515
2	0.71875	1.3896875	0.049
3	3.001	2.461875	0.340
4	0.5693125	0.859375	0.634
5	15.578125	17.743125	0.197

[그림 10.각 목록에 대한 분석 결과]

각 목록 분석 결과 사고 시점으로부터 양의 피부전도도 값이 최대가 되는 시간은 VR 환경에서 더 짧게 나타났고, 양의 피부전도도 값이 최대값으로 지속되는 시간은 VR 환경에서 더 길에 나타났으며, 최대값으로 유지되던 피부전도도 값이 감소되는 시점에서부터 최소의 음의 피부전도도 값으로 전환하는데 걸리는 시간은 VR 환경에서 더 짧게 나타났다. 그리고 음의 피부전도도 값이

최소를 유지하는 시간은 VR 환경에서 더 길게 나타났으며, 사고 시점으로부터 피부 전도도의 반응이 평균상태로 돌아오는데 걸리는 시간은 VR 환경에서 더 길게 나타났다. 하지만 각 목록에 해당하는 전체 피험자의 결과를 바탕으로 일원분산분석(Anova) 수행결과 p-value 의 값이 목록 2를 제외 하고서 모두 신뢰 수준의 값보다 매우 크게 나왔으며, 목록 2 역시 신뢰 수준과 거의 유사한 값이 나왔기 때문에, 이러한 결과는 전체적으로 두 환경 사이의 생리적 각성 반응이 유의한 차이가 없음을 의미한다. [그림 11]는 사고시점에서부터 피부 전도도가 평균상태로 돌아 오는 시점까지의 피부 전도도 반응의 결과를 보여주는 그림으로 전체 피험자 16 명중 10 명의 피부전도도 반응이 VR 환경에서 높게 나왔으나 일원분산분석(Anova) 수행 결과 p-value 의 값이 (0.388)로 신뢰 수준 값인 (0.05) 보다 매우 크게 나와 두 환경에 대한 피부전도도의 반응은 유의한 차이가 없음을 확인 할 수 있었다

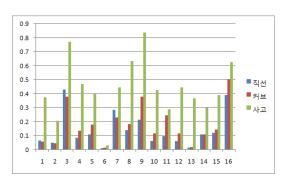


[그림 11. 사고 시점에서부터 피부전도도가 평균상태로 돌아오는 시점까지의 피부전도도 반응]

4.5 직선구간과 커브구간 그리고 사고구간4.5.1 분석 내용

본 연구의 실험에서 직선 구간과 커브구간 그리고 사고구간을 실험 태스크로 설정하여 이 실험 태스크간 피험자의 생리적 각성 반응의 차이가 있는지 확인해보았다. 각 구간의 결과 값은 두 가지 가상환경에서 얻어진 데이터의 평균값으로 직선구간과 커브구간은 시나리오 1 의결과를 이용 하였고, 사고구간은 시나리오 2 에서 사고시점에서부터 평균 상태로 돌아오는 시점까지의 결과를 이용하였으며, 일원분산분석(Anova) 분석을 통하여 각구간의 차이를 분석 하였고, 일원분산분석(Anova) 수행 시신뢰 수준은 5% 였다.

4.5.2 분석 결과



[그림 12. 직선, 커브, 사고구간의 피부전도도 반응]

[그림 12]은 직선, 커브, 사고구간의 피부전도도 반응을 보여주는 그림으로, 전체적으로 사고구간 에서의 피부 전도도 반응이 높다는 것을 볼 수 있는데, 전체 구간에 대하여 일원분산분석(Anova) 수행결과 p-value 의 값이 (0.00)으로, 전체 구간에 대한 피부전도도 반응이 유의한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 전체 구간 중 우선 직선 구간과 커브구간의 피부전도도 반응을 일원분산분석(Anova)을 통하여 비교 분석하였는데, 분석 결과 p-value 의 값이 (0.423)으로, 비록 피험자 16 명중 12 명의 피부전도도 반응이 더 높게 나왔을지라도 두 구간 사이에 유의 한 차이는 없는 것을 확인 할 수 있었다. 그 다음 직선구간과 사고구간의 피부전도도 반응을 일원분석 분석(Anova)을 통하여 분석해 본 결과 p-value 의 값이 (0.00)으로 두 구간 사이에 유의한 차이가 있으며, 사고 구간에서의 피부전도도 반응이 더 크다는 것을 확인 할 수 있었다. 마지막으로 커브 구간과 사고구간의 일원분산 분석(Anova) 수행 결과에서도 p-value 의 값이 (0.00)으로 커브구간과 사고구간 사이에서도 피부전도도 반응이 유의한 차이가 있으며, 두 구간 중 사고구간의 피부전도도 반응이 더 크다는 것을 확인 할 수 있었다.

5. 결론

본 연구는 피험자에게 높은 긴장도를 유발할 수 있는 상황이 아닌 좀 더 일반 적인 상황에 더하여 실재감의 차이가 느껴질 수 있는 두 가지의 가상현실 환경을 경험 시켰을 때, 피험자가 느끼는 주관적인 실재감의 차이에 따라서 피험자의 생리적 각성 반응 역시 유사한 차이를 보이는지, 아니면, 연구를 위해서 설계된 실험 태스크에 따라서 피험자의 생리적 각성 반응이 유의한 차이를 보이는지 실험을 통하여 확인해 본 연구로, 실험 결과 설문지 분석결과와 높은 긴장도를 유발하지 않는 일반적인 상황인 시나리오 1의 피부전도도 반응의 결과를 통하여 두 가상환경에 대하여 피험자가 느끼는 주관적인 실재감의 차이에 따라 생리적 각성 반응은 유사한 차이를 보이지 않는다는 것을 확인 할 수 있었으며, 오히려 직선구간과 사고구간 혹은 커브구간과 사고구간의 비교 결과를 통하여 실험 태스크 따라서 생리적 각성 반응이 유의한 차이를 보이는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 피험자의 주관적인 실재감과 중요한 관계가 있다고 알려진 생리 신호 중생리적 각성 반응의 지표로 주로 사용되는 피부전도도 (GSR)는 자극의 강도에 차이가 있는 실험 태스크에 따라서 그 반응 정도의 차이가 있는 것으로 판단되며, 이로 인해서 대체로 피험자의 주관적인 실재감과 피부전도도 측정에 의한 생리적 각성은 직접적인 관계가 적은 것으로 생각되고, 이것은 피부전도도(GSR) 반응을 실재감의 한 척도로 쓰기에는 적합하지 않을 수 있다는 것을 의미한다.

참고문헌

- [1] Brooks Jr., F. P. (1999). "What's Real About Virtual Reality?", IEEE Computer Graphics And Applications, 19(6), 16
- [2] Freeman, J., Avons, S.E, Pearson, D.E., & Ijsselsteijn, W.A. (1999). "Effect of sensory information and prior experience on direct subjective ratings of presence. Presence: Teleoperators and Virtual Environment", 8(1), 1-13
- [3] Robert M. Yerkes and John D. Dodson (1908). "The Relation of Strength of Stimulus to Rapidity of Habit-Formation" Journal of Comparative Neurology and Psychology, 18, 459-482.
- [4] Witmer, B.G., & singer, M.M (1998). "Measuring presence in virtual environment: A presence questionnaire. Presence: Teleoperator and Virtual Environment", 7(3), 224-240.
- [5] Collet, c., Vernet-Maury, E., Delhomme, G., and Dittmar, A.(1997) "Autonomic Nervous System Response Patterns Specificity to Basic Emotions" Journal of the Autonomic Nervous System, 62 (1-1): 45-57
- [6] Peter J. Lang ,"Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions" Psycho physiology Volume 30 Issue 3, Pages 261 273
- [7] M. Meehan, B. Insko. M. Whitton, J. Frederick and P. Brooks. "Physiological measures of presence in stressful virtual environments" in Proceeding of ACM Transactions on Graphics, vol 21, pp. 645-653
- [8] A. Brogni, Vinoba Vinayagamoorthy, Anthony Steed and Mel Slater "Responses of Participants During and Immersive Virtual Environment Experience" International Journal of Virtual Reality, 2007, 6(2):1-10
- [9] Sungkill Lee "Effects of Visual Cues and Sustained Attention on Spatial Presence in Virtual Environments based on Spatial and Object Distinction" IWC presence Volume 20, Issue 4-5 (2008), Pages 491-502