가상현실 사용자의 심리생리학적 유형

김영윤[1], 김현주[1], 장현호[1], 박병관[2], 고희동[3], 김현택[1]
[1]고려대학교 심리학과, [2]한국심리자문연구소,
[3]한국과학기술원 영상미디어센터과

The psychophysiological types in virtual reality user

Y. Y. Kim[1], H. J. Kim[1], H. H. Chang[1], B. K. Park[2], H. D. Ko[3], and H. T. Kim[1]. [1]Dept. of Psychology, Korea Univ., Seoul 136-701, Korea, [2]Korea Institute for Psychological Consulting, Seoul 100-380, Korea, [3]Imaging Media Research Center, KIST, Seoul 136-791, Korea.

본 연구에서는 45명의 가상현실 사용자들의 가상현실 전, 중, 후의 생리신호의 변화를 관찰하였고 성격, 능력 특성 설문지, 가상현실 평가 설문지를 이용하여 심리적 영향을 알아보았다. 체온의 변화 양상을 기준으로 하여 가상현실 사용자의 심리생리학적 유형을 나누고 유형별 심리적인 반응 특성을 살펴보았다. 1) A 유형: 가상현실 운행동안 체온이 연속적으로 감소하는 유형. 2) B 유형: 가상현실 운행초기에 체온이 급격히 증가해서 운행동안 서서히 체온이 상승하는 유형. A 유형에 속하는 사용자들의 성격적 특성은 Holland의 성격 유형이론에 근거하여 실제형의 사람들이 많은 것으로 나타났으며 B 유형은 탐구형, 사회형의 사람들이 많은 경향으로 나타났다. 멀미민감도는 A 유형이 B 유형보다 더 크게 나타났다. A, B 유형의 뇌파분석 결과 정중 전두부 (Fz), 정중 중심부 (Cz)에서 베타파, 감마파 상대파워가 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 체온의 변화 양상에 따라 나눈 A, B 유형은 성격 및 능력 특성, 멀미민감도에 있어서 유형간 차이가 있는 것으로 나타났다.

Keywords: 가상현실, 심리생리학적 유형, 체온, 성격

1. 서 론

동일한 사건에 노출되더라도 개인에 따라 사건에 대한 주관적인 평가가 다를 뿐만 아니라 생리적인 반응에 있어서도 차이를 보인다. 실제로 성격에 따라 모노아민 신경전달계의 반응 특성이 다르다는 연구결과가 발표되었다 (Zuckerman, 1995). 성격장애를 보이는 사람들이나 자발성 (self-directedness)이 낮은 사람들의 경우 유발전위인 P300의 진폭이 정상인에 비해 낮은 것으로 나타났고 우울정도의 차이에 따라 세로토닌성 maker의 활성이 다르게 나타났다 (Vedeniapin et al., 2001; Nelson et al., 1996). 개인의 성격과 능

력 같은 심리적인 특성에 따라 외부환경에 대한 해석과 평가가 달라지고 생리적인 반응에도 영향을 미칠 것으로 추정되고 있다.

가상현실에서의 운행이 인체에 미치는 영향에 대한 이전의 연구에서도 개인에 따라 반응양상이 다른 것을 확인할 수 있었다 (Kim et al., 2000). 즉, 같은 가상현실을 경험하더라도 개인에 따라 생리적인 변화와 심리적인 변화가 다르게 나타났다. 본 연구에서는 가상현실 운행동안의 생리적인 변화 패턴을 조사하고 가상현실 사용자의 성격 및 능력 특성을 검사함으로서 생리적인 변화 패턴과 성격 및 능력 특성이 관련 있는지를 알아보았고 가상현실 사용자의 심리생물학적 유형이 존재하는지를 밝히고자 하였다.

2. 방 법

2.1. 피험자와 실험장비

18-26세의 대학생 45명이 실험에 참가하였다 (남 25명, 여 20, 평균 21.9세). 모두 약물중독이나 신경학적 장애가 없었고 정상 시력이었다.

10개 채널의 데이터를 Biopac사의 MP-100 (16 bit analog-to-digital system)을 사용하여 획득하였다. 10개 채널은 Fz (정중 전두부), Cz (정중 중심부), Pz (정중 두정부), O1 (좌 후두부), O2 (우 후두부)영역의 뇌전위 (electroencephalogram: EEG) 5개 채널과, 심전도 (electrocardiogram: ECG), 안전위 (electroculogram: EOG), 말초혈류량 (photoplethysmogram: PPG), 손가락끝 피부 온도 (fingertip skin temperature: SKT), 피부전도도 (skin conductance level: SCL) 각각 한 채널씩으로 구성되었다. 가상현실 시스템은 KIST의 3D visual and auditory environment generator를 이용하였다 (3채널, 해상도: 3840 × 1024, constant 30 frames/sec).

2.2. 가상현실 평가 설문지

Immersive tendency questionnaire, Strong의 진로탐색검사중 능력, 성격특성부분, Presence questionnaire, Simulator sickness questionnaire, Flow questionnaire, Questionnaire for user interface satisfaction을 이용하여 설문지를 개발하였다 (Witmer and singer., 1998: Kennedy et al., 1992). 설문지는 가상현실을 경험하기 전에 작성하는 사전설문지와 가상현실을 경험한 다음에 작성하는 사후설문지로 구성되었다. 사전설문지는 피험자들의 성격, 몰입도, 집중력, 현재 컨디션 등을 조사함으로써 사용자들의 내인적 요인을 조사하였고 사후설문지는 부정적 평가, 신체적 불편감, 과제수행 곤란도 요인으로 가상현실을 경험하고 난 후에 가상현실을 평가하도록 하였다. 신뢰성을 검사하였고 Cronbach alpha값이 0.6 이상되는 요인들을 이용하였다.

2.3. 실험절차

실험은 3단계로 사전설문지 작성단계, 가상현실 운행단계, 사후설문지 작성단계로 이루어졌다. 5분동안 진행되는 가상현실 운행 단계에서 피험자들은 미리 정해진 가상현실 KIST 내의 일정한 경로를 운행하면서 10개의 목표물을 찾는 시지각 과제를 수행하였다. 어지러움이나 멀미증상을 느끼면 느낀 순간 구두 보고를 하게 하였다. 가상현실화면의 frame rate는 30 frames/sec로 일정하게 제시되었다.

2.4. 데이터 수집

가상현실 제시 30초 전부터 가상현실이 제시되는 5분, 가상현실 제시후 30초까지의 총 6분의 연속된 기간의 신호가 측정되었다. 생리신호 데이터를 200 samples/sec로 샘플링하였다. EEG 데이터는 band pass filter(0-60Hz)로 필터링되었고 움직임과 관련된 artifact를 제거하였다. FFT를 이용하여 파워 스펙트럼 분석을 하고 델타, 쎄타, 알파, 베타, 감마파의 파워를 전체 영역의 파워로 나누고 100을 곱해서 상대파워백분률을 구했다. Biopac사의 software AcqKnowledge ver.3.5를 사용하여 R-peak를 검출하여 heart rate를 구하였다.

3. 결 과

3.1. 체온 변화패턴에 따른 집단 분류

가상현실 사용자들의 생리신호 분석 결과 다양한 생리신호 중에서도 체온의 변화 양상이 두드러지게 다른 패턴을 보였다. 가상현실을 경험하는 동안 체온이 상승하는 패턴과 반대로 체온이 감소하는 패턴을 보이는 집단으로 나누어졌다 (그림1, 그림2).

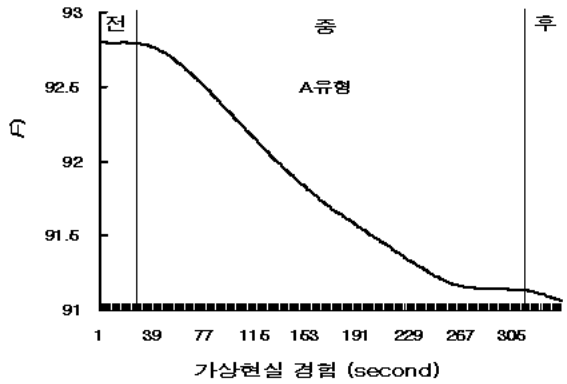

그림 1. A유형의 예 - 체온의 감소

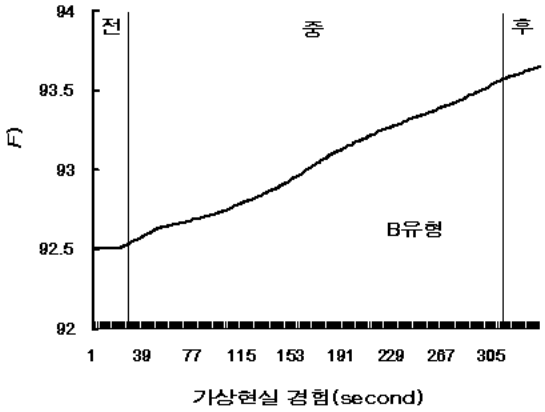

그림 2. B 유형의 예 - 체온의 증가

가상현실을 경험하는 동안 25명의 사람들은 체온이 감소하였고 20명의 사람들은 체온이 증가하는 변화양상을 보였다. 체온 감소 유형을 A 유형으로 체온 증가유형을 B 유형으로 조작적 정의하였다. 실제로 이원 반복측정 변량분석 결과 A, B 유형 집단의 체온 변화가 유의미하게 차이 있는 것으로 나타났다 ($F(1, 43)=8.22$, $p<.01$). 가상현실을 경험할 때 A 유형 체온의 평균 감소량은 1.732 ± 0.72 °F(화씨)였고, B 유형은 5.14 ± 0.17 °F 의 평균 증가량을 나타냈다. 가상현실을 경험하기 전에는 두 유형간 차이가 전혀 없으나 가상현실을 경험하면서 체온 차가 나기 시작해서 가상현실 사용이 끝난 후 30초까지 평균 7 °F의 체온 차가 지속되었다 (그림 3).

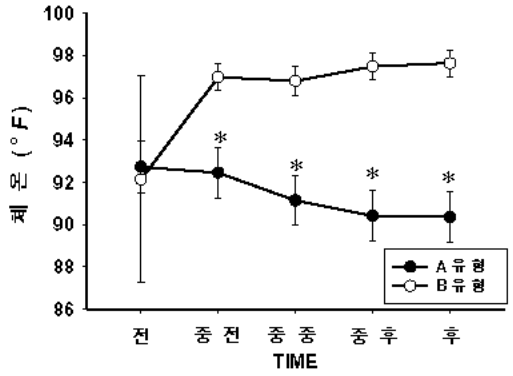

그림 3. A, B 유형의 체온 변화 비교. *: $p<.05$.

3.2. A, B 유형의 성격특성

A, B 유형간에 성격특성이 차이가 있는지를 살펴본 결과 A 유형은 실제형의 T점수가 52.6으로 가장 높게 나타났고 B 유형은 탐구형의 T점수가 52.1로 가장 높고 사회형의 T점수가 높게 나타났다 (그림 4).

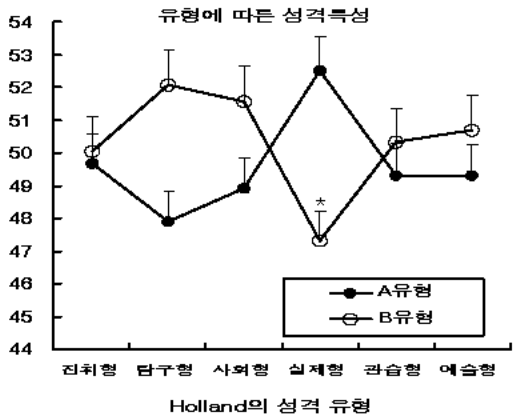

그림 4. A, B 유형의 성격특성 비교. *: $p<.05$, independent t-test.

유형에 따른 성격 특성이 실제형 유형에서 통계적으로 유의미하게 나타났으며 ($p<.05$), 다른 성격 유형에서도 A, B 유형간에 차이가 있는 경향이 나타났다.

3.3 A, B 유형의 생리신호, 멀미감수성 비교

뇌파의 신형분석결과 정중 전두부 (Fz), 정중 중심부 (Cz)에서 A, B 유형간에 유의미한 차이가 나타났다 (그림 5, 6, 7, 8). Fz, Cz 모두에서 B 유형이 A 유형보다 베타파, 감마파가 높게 나타났다. 이런 특성은 가상현실을 경험하기 이전부터 나타나서 그 이후에 지속적으로 유지되었다. 가상현실 이전부터 뇌파의 상대파워 백분률이 차이가 났기 때문에 가상현실 경험에 의해 도출된 것이 아니라 A, B 유형이 본래 가지고 있는 뇌파 패턴이 차이가 나는 것을 보여준다.

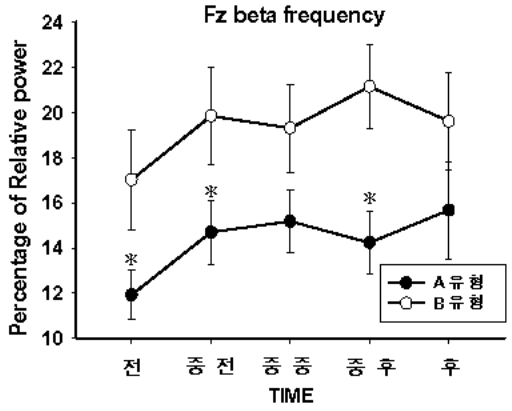

그림 5. A, B 유형에 따른 정중 전두부(Fz) 베타파 상대파워백분률 비교. *: $p<.05$, $F(1, 43)=5.58$, repeated ANOVA.

가상현실에서 멀미를 경험하는 성도가 다른지를 알아보고자 멀미를 경험한 인원수를 총 인원수로 나눈값을 '멀미감수성'으로 정의를 내리고 멀미감수성이 유형간 차이가 있는지를 알아보았다. A 유형은 25명중 22명이 멀미를 보고함으로서 멀미감수성이 0.88로 높게 나타났고 B 유형은 20명중 11명이 멀미를 보고함으로서 멀미감수성이 0.55로 나타났다 (그림 9).

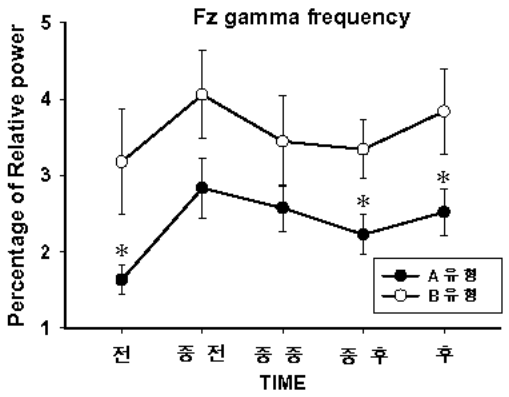

그림 6. A, B 유형에 따른 정중 전두부(Fz) 감마파 상대파워백분률 비교. *: $p<.05$, $F(1, 43)=5.46$, repeated ANOVA.

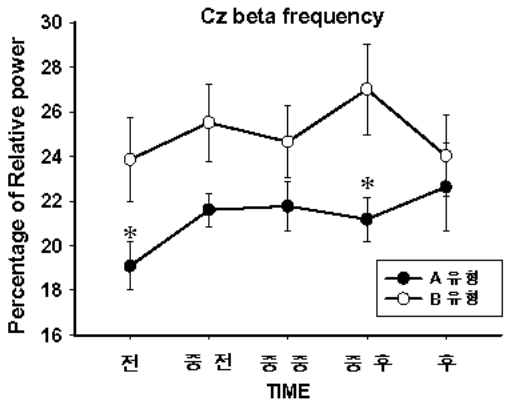

그림 7. A, B 유형에 따른 정중 중심부(Cz) 감마파 상대파워백분률 비교. *: $p<.05$, $F(1, 43)=4.68$, repeated ANOVA

4. 논의

가상현실을 경험할 때 개인에 따라 체온이 증가하는 반응과 체온이 감소하는 반응의 서로 상반되는 결과가 나타났다. 가상현실에서 제공된 화면에 몰입하는 성도나 과제 수행에서의 능력차이, 성격 및 능력특성에서 차이가 나기 때문에 가상현실에서도 제공된 정보를 지각, 인식하는데 차이가 나타날 것이라고 생각된다.

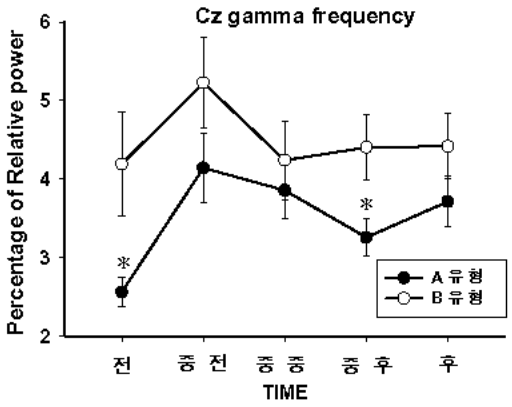

그림 8. A, B 유형에 따른 정중 중심부(Cz) 감마파 상대파워백분률 비교. *: $p<.05$, $F(1, 43)=4.55$, repeated ANOVA

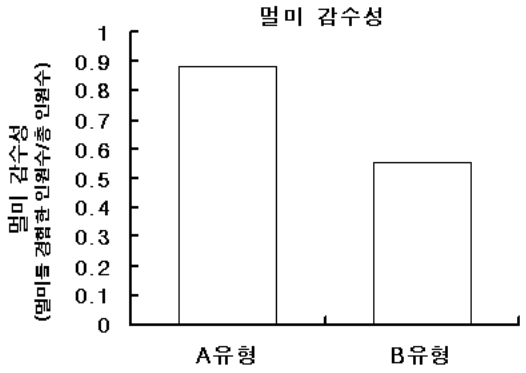

그림 9. A, B 유형에 따른 멀미 감수성 비교.

이러한 차이가 생리적인 반응에서도 반영되었기 때문에 체온의 변화 양상이 다른 패턴을 보였다고 생각된다. 과제를 수행하는 중에 체온의 변화가 보고 되었는데 과제종류와 시간에 따라 체온의 변화양상이 다르게 나타났다 (Nyberg et al., 2000; Marszal다 et al., 1999; Gentle and Tilston, 1999). 그러나 체온변화의 개인차를 다룬 연구는 보고되지 않았다. 가상현실 사용에 수반되는 한가지 문제점은 가상현실 멀미를 경험하는 것인데, 본 연구자들은 멀미를 경험할 때 체온이 급격하게 떨어지는 것을 확인하였다 (unpublished data). 그러나 전체 데이터를 모두 합쳐서 분석하였기 때문에 대표적인 변화양상을 뽑을 수는 있어도 A, B 유형의 사람들의 멀미에 의한 생리적 변화가 같은지에 대해서는 언급할 수 없다. 그러나 멀미를 경험할 때 체온이 감소하였다는 연구보고가 많기 때문에 (Crampton, 1955; De wit, 1953; McEachern et at., 1942; Vartbaronov, 1965), A 유형의 체온 감소 패턴과 높은 멀미감수성은 서로 상관이 있을 것으로 생각된다.

체온의 변화양상을 기준으로 하여 A, B 유형으로 나누었는데 이 유형간에는 성격 및 능력특성, 멀미감수성에서 모두 유의미한 차이를 보여주었다. A 유형은 실제형 성격특성이 가장 높게 나타났는데 실제형은 도구를 사용하거나 신체를 활용하는 일을 좋아하는 사람들로 주로 엔지니어나 운동선수와 같은 옥외활동을 주로 하는 직업을 선호하는 것으로 나타났다. B 유형은 탐구형 성격특성이 높게 나타났는데 탐구형은 주로 분석하고 연구하는 것을 좋아하는 사람으로 연구직이나 학자 등의 직업을 선호하는 것으로 나타났다. 가상현실에서의 체온의 변화 패턴에 따라 A, B 유형으로 나눌 수 있고, 각 유형에 속하는 사람들의 성격특성 또한 다르다는 연구는 이전에 보고된 적이 없었기 때문에 매우 흥미로운 점이라고 생각된다.

요약하면 A 유형은 가상현실을 경험하는 동안 온도가 감소하는 사람들로 실제형 성격특성이 많이 나타나고 속파의 비율은 13.7%이고 멀미 감수성은 0.88로 높게 나타났다. B 유형은 가상현실을 경험하는 동안 온도가 증가하는 사람들로 탐구형 성격특성이 많이 나타나는 편이고 속파의 비율은 20.2%이고 멀미감수성은 0.55로 나타났다.

본 연구에서 나눈 심리생리학적 유형이 실제로 적용되는지를 알아보기 위해서는 좀더 많은 수의 가상현실 사용자를 대상으로 실험을 수행하는 것이 필요하다.

참고문헌

Andrei B. Vedeniapin, Andrey P. Anokhin, Erik Sirevaag, John W. Rohrbaugh, C. Robert Cloninger. (2001), Visual P300 and

the self-directedness scale of the Temperament and Character Inventory. *Psychiatry Research*, 101, 145-156.

Anna Matszalek, Juhani Smolander, Krzysztof Sołtynski and Adrzej Sobolewski. (1999). Physiological strain of wearing aluminized protective clothing at rest in young, middle-aged, and older men. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, 195-202.

Crampton, G. H. (1955), Studies of motion sickness: XVII. Physiological changes acoompanying sickness in man, *J. Appl. Physiol*, 7, 501-507.

De Wit, G. (1953), Seasickness (motion sickness) a labyrinthological study. *Acta Oto-Laryngol. Suppl.*, 108, 1-56.

Elliot C. Nelson, C. Robert Cloninger, Thomas R. Przybeck, and John G. Csernansky. (1996), Platelet Serotonergic Marker and Tridimensional Personality Questionnaire Measures in a Clinical Sample. *Society of Biological Psychiatry*, 40, 271-278.

Gentle, M. J., and Tilston, V. L. (1999), Reduction in peripheral inflammation by changes in attention. *Physiology & Behavior*, 66(2), 289-292.

Kennedy, R. S., Fowlkes, J. E., and Lilienthal, M. G.(1992). Use of a motion sickness history questionnaire for prediction of simulator sickness, Aviation, Space, and Environmental Medicine, 63(7), 588-593.

Kim, Y. Y., Kim, H. J., Chung, M. S., Lee, Y. H., Moon, S. J., Jin, C., Ko, H. D., Park, B. K., Park, K. S., and Kim, H. T. (2000), Psychophysiological effects of navigation in a virtual reality. The proceedings of the Korean Society for Emotion and Sensibility 2000 conference, 242-248.

Marvin Zucherman and Cloninger, C. R. (1996), Relationships between Cloninger's, Zuckerman's, and Eysenck's dimensions of personality. *Person. individ. Diff.* 21(2), 283-285.

McEachern, D., Morton, G., and Lehman, P. (1942), Seasickness and other forms of motion sickness, *War Med.* 2, 410-428.

Nyberg K.L., Diller K.R. and Wissler E.H. (2000), Automatic control of thermal neutrality for space suit applications using a liquid cooling garment, *Aviation space and environmental medicing*, 71(9), 904-913.

Vartbaronov, R. A. (1965), Some vascular reactions in man related to coriolis acceleration, *Izv. Akad. Nauk SSSR*, Ser. Biol, 1, 18-22. (Joint Publications Research Service, JPRS 29, 156, TT 65-30527)

Witmer, B., and Singer, M.(1998), Measuring Presence in Virtual Environments: A presence questionnaire, Presence, 7(3), 225-240.