

# 힘판을 이용한 가상현실 체험 전후 신체동요의 측정

박재희<sup>1</sup>, 김영윤<sup>2</sup>, 김은남<sup>2</sup>, 김현택<sup>2</sup>, 고희동<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한경대학교 안전공학과

<sup>2</sup>고려대학교 심리학과

<sup>3</sup>한국과학기술연구원 영상미디어센터

## Measurement of postural instability before and after experiencing VR system by a force platform

Jae Hee Park<sup>1</sup>, Eun Nam Kim<sup>2</sup>, Young Youn Kim<sup>2</sup>, Hyun Taek Kim<sup>2</sup>, Hee Dong Ko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Safety Eng., Hankyong National University

<sup>2</sup>Department of Psychology, Korea University

<sup>3</sup>Imaging Media Research Center, KIST

### 요약

가상환경시스템은 매우 현실감 있는 정보를 제공할 수 있다는 점에서 산업, 의료, 교육훈련 등에 널리 사용되고 있다. 그러나 아직 많은 가상환경 시스템에서 부정적 요인으로 멀미나 시각피로로 대표되는 cybersickness 증세를 수반하고 있어 그 사용과 확산에 제약이 되고 있다. 한편 cybersickness의 한 현상으로 볼 수 있는 신체동요도 이에 대한 객관적 지표로서의 가능성이 연구되어지고 있다. 본 연구에서도 가상환경시스템을 피실험자들에게 체험하게 하고 체험 전후의 신체동요 변화를 측정평가 하였다. 측정 결과 가상환경 체험 후 약간의 신체 동요의 경향이 나타났으나 통계적으로 유의할만한 정도의 차이는 보이지 못했다. 특히 본 연구에서 신체동요의 변인으로 가정했던 Motion의 유무와 Feedback의 유무에 대한 영향 분석 결과에서도 좌우 방향에 대한 Motion 유무만 차이를 보였을 뿐이었다. 신체동요는 비교적 간단히 객관적으로 cybersickness의 일면을 평가할 수 있는 지표로 후속 연구가 계속 요청되고 있다.

Keywords: cybersickness, virtual reality, body sway, force platform

### 1. 서론

가상환경시스템이 교육훈련이나 산업현장에 잘 응용되기 위해서는 현실감(presence), 인간성능(human performance)의 측면에서 좋은 성능을 가지고 있어야 한다. 반대로 가상환경시스템에서 멀미, 시각피로 등을 통칭하는 cybersickness 현상은 최소화되어야 한다.

Cybersickness에 대한 측정과 평가는 현실감(presence)에 비해 상대적으로 많은 평가 방법들이 적용될 수 있다. 우선 생리신호 측정을 통한 평가방법이 있다. 뇌파(EEG), 심전도(ECG), 안전도(EOG) 등의 생리신호 변화는 멀미 현상과 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다. Cybersickness를 평가하는 간단한 방법으로는 Kennedy(????)의

SSQ(Simulator Sickness Questionnaire) 설문문이 널리 사용되고 있다.

이외에 Cybersickness의 직접적 지표는 아니나 관련 있는 지표로 신체동요(body sway)를 측정해 Cybersickness를 평가할 수도 있다. 전통적으로 신체동요에 대한 연구는 의학분야에서 환자의 전정기관의 이상 진단을 위해 활발했다. 또한 인간공학 분야에서도 신체능력과 작업설계와 관련한 연구를 수행해 왔다(정병용 1995).

최근에는 가상현실시스템과 관련해 신체동요를 측정평가하는 연구들이 있었다. Cobb등(1999)은 가상현실 체험 후 신체동요를 측정해 일부 차이가 있다는 것을 밝혔다. 그러나 Ehrlich(1998)은 신체동요에 차이를 발견하지 못했다. Kolasinki(1996)의 연구에서도

본 연구는 과학기술부의 G7, '감성공학기반기술개발' 과제 연구비의 지원으로 이루어졌습니다.

신체동요의 차이는 발견되지 못했다. Owen 등(1998)은 대신 신체동요가 심한 피실험자가 멀미도 쉽게 유발한다는 것을 밝혔다. 그 외에도 가상현실시스템과 신체동요의 관계를 밝히는 연구들이 몇 가지 더 있으나 아직 명확한 결론이 난 상태는 아니다(Nichols and Patel 2002).

본 연구에서도 가상현실 체험 후의 신체동요 변화에 대한 측정과 평가를 실시하였다. 특별히 가상현실 시스템이 제공하는 Motion의 존재 유무와 멀미감소를 위한 Feedback system의 동작 유무에 따른 신체동요에 대한 연구가 주 관심사항이 되었다.

## 2. 방법

대학생과 대학원생 45 명(남자 26 명, 여자 19 명)으로 이루어진 피실험자 집단에 대한 가상현실 시스템 경험 전후의 신체동요를 측정하였다.

가상현실시스템으로는 한국과학기술연구원(KIST) 영상미디어센터에서 개발한 자동차 운전 시뮬레이터가 사용되었다. 3 대의 프로젝터에 의해 곡면으로 연결된 3 개의 스크린에 KIST의 건물과 내부도로가 표시되었다. 스크린의 시야각(FOV; Field of View)은 약 150도로 설정되었다. 피실험자는 Motion을 줄 수 있는 platform 위에 설치된 운전석에 올라 모형 steering wheel과 pedal을 이용해 KIST 내부를 운항하며 쓰레기통을 찾아내는 임무를 수행하도록 했다.

피실험자들은 주어진 실험 조건에 따라 시각정보와 일치된 Motion을 받거나 안받았으며, 동시에 멀미탐색 시스템(Park et al. 2001)에 의한 멀미감소 Feedback 장치가 가동되기도 하고 가동안되는 상황에 놓이도록 했다. Motion은 6 축의 운동이 가능한 모션 시뮬레이터에 의해 발생이 되며 가상환경의 시각적 내용과 동기화 되었다.

신체동요 측정은 AMTI사의 OR6-5 모델의 힘판(force platform)을 사용하였다. 힘판은 사각형의 강판 아래 네 코너에 설치된 로드셀과 이에 부착된 스트레인게이지에 의해 세 방향의 힘과 각 축에 대한 모멘트를 측정하게 된다. 피실험자들은 가상현실 체험 전 힘판에 올라서 편안한 각도로 다리를 벌리고 눈을 뜬 상태에서 20 초 간 측정되어졌다. 동일한 요령으로 가상현실을 체험 한 후에도 신체동요 정도가 측정되었다.

본 연구의 실험계획을 요약하면 독립변수로 가상현실 체험전후, Motion 유무, Feedback

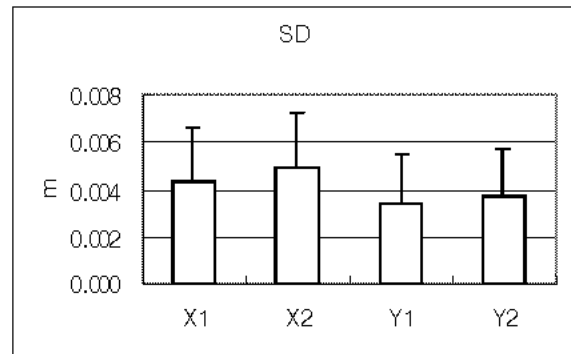
유무가 고려되었다. 종속변수로는 X, Y 방향에 대한 COP의 표준편차가 고려되었다.

## 3. 결과

### 3.1 가상현실체험 전후 비교

가상현실을 체험하기 전후에 대한 신체동요 결과는 그림 1과 같다. 우선 가상현실의 경험 유무에 관계 없이 피실험자들의 전후(ante posterior) 동요가 좌우의(lateral) 동요에 비해 큰 것으로 나타났다.

그러나 가상현실 체험 후가, 체험 전에 비해 평균으로 비교할 때 증가한 것으로 나타났으나, 쌍체비교 t-검정 결과로는 유의할 정도의 차이는 보이지 못했다. (X 방향  $t=1.329$



$p=0.188$ , Y 방향  $t=0.837$ ,  $p=0.411$ )

그림 1. 가상현실체험 전후의 신체동요 비교 (1: 체험 전, 2: 체험 후)

본 연구 결과에 의하면 가상현실 시스템의 운행이나 내용이 아주 격한 운동을 제공하거나 급격한 방향 혼란을 제공하지 않는 이상, 신체동요 지표로는 그 차이를 찾아내기가 어려울 것이라는 판단이 든다. 이는 다른 연구자들의 연구 결과에서도 비슷한 내용들이 지적된 바 있다. 그러나 아직 충분한 증거는 없으므로 가상현실 시스템의 운동성 혹은 운항 속도 정도를 독립변수로 한 상태에서의 실험이 이루어진다면 신체동요의 변이도 예상해 볼 수 있을 것이다.

### 3.2 Motion과 Feedback의 신체동요 효과

가상현실 체험 후의 신체동요 데이터에 국한해, Motion의 유무와 Feedback 유무가 신체동요에 미치는 영향을 분산분석(ANOVA)을 통해 알아보았다.

X 축에 대한 분석 결과 Motion ( $F_{1,41}=1.799$ ,

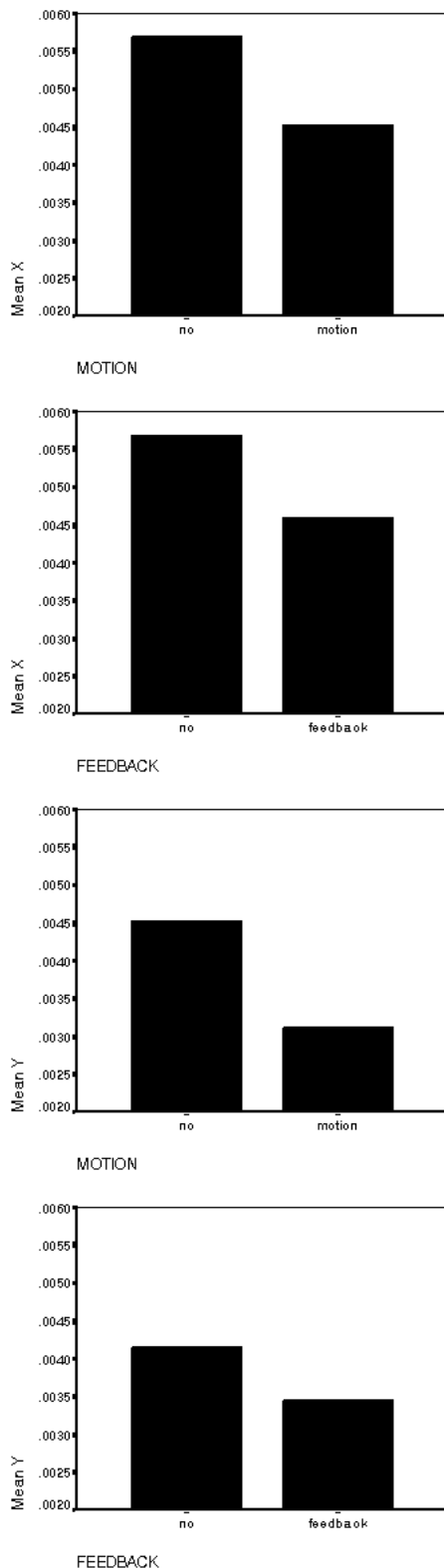


그림 2. Motion 과 Feedback 영향

는 것도 신체동요에 통계적으로 유의한 차이는 주지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 Motion 과 Feedback 의 교호작용은 있는 것으로 나타났다. ( $F_{1,41}=5.060, p=0.030$ ).

Y 축에 대한 분석 결과에서는 Motion ( $F_{1,41}=5.161, p=0.028$ )에 의한 영향은 있는 것으로 나타났다. 즉, Motion 을 주는 경우가 신체동요가 안주는 경우보다 크게 줄어드는 것으로 나타났다. 그러나 Feedback ( $F_{1,41}=0.723, p=0.400$ )은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 못했다. X 축과 달리 Motion 과 Feedback 의 교호작용은 없는 것으로 나타났다. ( $F_{1,41}=1.008, p=0.321$ ).

#### 4. 토의 및 추후연구

신체동요에 대한 기본적 생각은 가상 환경시스템이 아직까지 기술적인 측면에서 시각적으로나 운동감각적으로 실제 현실과 많은 차이를 보일 수 밖에 없어 신체동요가 더 증가할 것이라는 가설을 세우게 된다. 이러한 가설에 대해 본 연구의 결과는 어느 정도 그러한 경향이 나타나지는 것은 확인 할 수 있었으나 전반적으로 통계적으로 유의한 정도의 차이는 확인 할 수 없었다.

단 몇 가지 통계적으로 유의한 차이를 보인 부분적 결과에 대한 해석을 하면 다음과 같다. Y 축 운동에 있어서 Motion 을 준 경우가 신체동요에 있어 주지 않은 경우에 비해서 작게 나타난 것은 **vection** 현상으로 설명할 수 있다. 즉 인간은 시각적 정보와 전정기관에서의 신체평형 정보가 불일치하게 되면 방향감 상실과 어지러움증 등을 느끼게 된다. 따라서 Motion 을 주지 않게 되면 시각적 정보는 변화하나 신체운동감각은 변하지 않고 불일치를 보이게 되어 어지러움증을 더 느끼게 되고 신체동요도 더 크게 나타난 것이라고 볼 수 있다.

X 축 방향에 있어 Motion 과 Feedback 의 교호작용은 Motion 을 줄 경우 Feedback 을 통한 시야각의 감소를 허용할 경우 신체동요가 크게 준다는 것을 보여주고 있다. 반대로 Motion Platform 에 의한 과도한 운동이 적절히 제어가 안되면 신체동요가 더 증가할 수도 있다는 것을 의미한다.

지금까지 신체동요의 X,Y 축의 표준편차를 이용한 분석 결과는 종합적 결론을 내리기가 어렵게 만들고 있다. 물론 전후방향과 좌우방향의 신체동요 특성이 다르기에 각 방향에 따른 분석도 의미가 있으나 종합적 결론을 얻기 위해서는 X,Y를 결합한 중심점으로부터의 거리 ( $d = \sqrt{(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2}$ )에 대한 표준편차를 이용한 분석이 요구되어진다. 따라서 이에 대한 추가 분석이 수행될 예정이다. 또한 다른 측정변수로 주어진 시간동안의 동요거리(sway distance)를 이용한 분석도 추가될 예정이다.

실험 내용 면에서도 Motion 의 강도를 몇 단계로 구분한 상태에서 절충점(trade off) 점이 존재하는 지에 대한 추후 연구가 요청되고 있다.

## 참고문헌

- [1] Jeong, B.Y. (1995), Evaluation of body balance system using postural sway data, PhD Thesis, KAIST.
- [2] Cobb,S.V.G.(1999), Measurement of postural stability before and after immersion in a virtual environment, Applied ergonomics, 30,47-57.
- [3] Enrlich,J.A., Singer,M.J.and Allen,M.J. (1998), Relationships between head-shoulder divergences and sickness in a virtual environment, Proc. of Human Factors and Ergonomics
- [4] Kolansinki,E.M.(1996), Prediction of simulator sickness in a virtual environment, PhD Thesis, University of Central Florida.
- [5] Owen,N., Leadbetter,A.G., and Yardley,L.(1998), Relationship between postural control and motion sickness in healthy subjects, Brain Res. Bull., 47(5), 471-474.
- [6] Nichols,S and Patel,H. (2002), Health and safety implications of virtual reality: a review of empirical evidence, Applied ergonomics, 33,251-271.
- [7] Park,N.Y.. et al (2001), Automatic detection of nausea using bio-signals during immersing in a virtual reality environment, Proc. of IEEE EMBS.