Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 27, No. 2 pp.39-47, May 2008

휴대용 게임기에서 수행도에 영향을 미치는 상황인식과 현실감의 상관관계 연구*

정 두 호 · 명 노 해

고려대학교 정보경영공학부

A Study of Relationships among Situation Awareness, Presence, and Performance on a Handheld Game Console

Dooho Jung , Rohae Myung

Division of Information Management Engineering, Korea University, Seoul, 136-713

ABSTRACT

This research was conducted to explore relationships among situation awareness, presence, and performance on a handheld game console. Situation Awareness was measured by SAGAT (Situation Awareness Global Assessment Technique) while presence was measured by PQ (Presence Questionnaire) version 3.0. The performance was measured by the number of aircraft shot down during the flight simulator game. The results show that both situation awareness and presence were positively significantly correlated with performance. In order to investigate the effect of performance level, subjects were divided into two significantly different groups: low and high performance groups. In the low performance group, both situation awareness and presence showed a significantly positive correlation with performance. The correlation between presence and situation awareness also showed a positively significant correlation. However, in the high performance group, there were no significant correlations among them. In conclusion, different performance levels could be said to be an important factor in the study of situation awareness and presence. Furthermore, this study also proved that the domain of research on situation awareness and presence was extended to small displays such as the handheld game console.

Keyword: Situation Awareness, Presence, Performance

1. 서 론

전통적인 가상현실(Virtual Reality) 연구는 HMD(Head Mounted Display), CAVE(Cave Automatic Virtual Environment), 3D음향 시스템, 촉각장치, 공간 추적장치, 3D 입력장치 등을 사용하였다. 이러한 장비는 인간의 감각을 풍부하게 자극할 수 있지만, 매우 고가이며 사용상의 어려움으로 인해 아직 연구 목적이나 군사 목적으로만 사용되는 실정이다. 이러한 문제를 극복하기 위해 개인용 컴퓨터와 모니터 등의 대중화된 장비로 가상현실을 구현한 Desktop VR가 있다.

최근의 휴대용 기기는 Desktop VR의 장비와 비슷한 수준의 가상현실을 경험을 할 수 있도록 고속 CPU와 3D 그래픽 가속기를 탑재하여 그 동안 제약되어 있던 하드웨어 성능의 한계가 점차 사라지고 있다. 하루 일과 중 대부분을 지니

*본 연구는 2단계 BK21 사업의 지원으로 수행되었음.
교신저자: 정두호
주 소: 136-713 서울시 성북구 안암동 5가 고려대학교 공학관 512호, 전화: 02-3290-3905, E-mail: dooho@korea.ac.kr

고 있는 휴대전화 단말기, 이동 중에도 동영상을 볼 수 있는 휴대형 멀티미디어 플레이어, 3D 그래픽 가속 기술을 통해 구현되는 각종 휴대용 게임기까지 언제나 어디서든 휴대할 수 있는 모바일 제품은 이미 일상생활의 일부분이 되었다. 이러한 기술적 발전과 대중적인 보급화로 휴대용 제품을 이용한 가상현실 분야의 연구도 활발하게 진행되고 있다(Benini et al., 2002; Gutierrez et al., 2003).

컴퓨터로 구현된 가상환경에서 사용자가 실제 환경에 있는 것과 같은 현실감(Presence)을 느끼도록 하는 것은 가상현실 연구의 중요한 이슈이다. 현실감은 자신이 물리적으로 다른 장소에 있더라도 마치 그곳에 자신이 있는 것처럼(being there) 느끼는 주관적인 경험으로 정의된다(Witmer & Singer, 1998). 현실감 연구는 주로 심리학 분야에서 연구되었으나 1990년대부터 가상현실 기술이 본격적으로 발전하면서 가상현실을 현실세계로 착각하는 주관적 경험인 현실감을 공학분야에서도 활발하게 연구하였다. Riley et al. (2004)은 원격지에서 작업을 수행하는 가상환경에서 현실감은 수행도(Performance)와 관련이 있다는 것을 밝혔다. 또한 가상환경에서 간단한 psychomotor 작업을 수행한 Witmer & Singer(1994)의 연구에서 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 가졌지만, 그 후속 연구에서는 상관관계를 가지지 않았다(Singer et al., 1995). 일반적으로 가상환경에서 현실감은 수행도와 양의 상관관계를 보인다(Witmer & Singer, 1998). Kalawsky(2000) 연구에 의하면 현실감의 인지적 기능에 영향을 주는 요소는 주의 자원의 요구(Demand of attentional resources), 주의 자원의 공급(Supply of attentional resources), 상황이해(Understanding of situation), 정보(Information), 기술적 요인(Technological factors)이 있다. 이중 동적으로 변하는 외부환경의 상황이해 요소를 본 연구에서는 상황인식(Situation Awareness)을 통해 측정하려 한다.

상황인식이란 한정된 시간과 공간에서 환경을 인식하며 그 의미를 이해하고 가까운 미래 상태를 예측하는 것이다(Endsley, 1995a). 이 정의에 따르면 상황인식은 3단계의 순차적인 과정으로 나눌 수 있는데 상황인식 1단계는 현재 외부환경 상황의 요소들을 지각하는 것이다. 상황인식 2단계는 1단계에서 지각한 외부정보가 현재 상황에서 가지는 의미를 이해하는 것이다. 상황인식 3단계는 2단계를 통한 이해를 바탕으로 가까운 미래의 상황을 예측하는 것이다.

기존 연구에서 Venturino et al.(1989)은 상황인식이 작업자의 의사 결정에 어떻게 영향을 미치는지 연구하여 좋은 상황인식이 높은 수행도를 가질 확률을 증가시킨다고 연구하였다. 하지만 상황인식을 잘한다고 해서 수행도가 필연적으로 좋은 것은 아니다. 예를 들면 피실험자가 자신이 상황인식이 부족한 것을 알고 행동을 고치려고 하면 낮은 수행도를 가질 확률을 감소시킨다(Endsley, 1990). 이러한 경우 상황인식이 좋지 않다고 해서 반듯이 수행도가 낮은 것은 아니다. 현실감을 잘 느끼면 상황인식을 잘하는 경향이 있으며(정두호와 명노해, 2007), 현실감과 상황인식이 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 가진다는 기존 연구가 있다(Laptaned, 2006).

상황인식 연구는 작업자가 인지적, 시간적 압박상황에서 발생하는 잘못된 의사 결정이 중대한 사고로 연결되는 항공기, 관제시스템, 원자력발전소를 대상으로 주로 연구가 이루어졌다. 이러한 전통적인 연구 분야를 확장시켜 정석현과 명노해(2004)는 Tetris 게임에서 상황인식 능력은 사용자의 경험과 관련이 있음을 밝혔고, Shankar et al. (2004)은 상황인식을 향상시키고 작업부하를 줄여야 수행도를 향상시킬 수 있다는 가설에 근거하여 RoboFlag 게임의 새로운 인터페이스를 평가하는 방법론으로 상황인식을 측정하는 연구를 하였다. 하지만 두 연구는 상대적으로 화면 크기가 큰 컴퓨터 모니터를 이용한 실험이었다.

지금까지의 연구를 종합해 보면 일반적으로 상황인식이 좋을수록 높은 수행도를 가지고(Venturino et al., 1989), 현실감을 잘 느낄수록 수행도가 향상되며(Riley et al., 2004; Witmer & Singer, 1994), 상황인식과 현실감은 양의 상관관계(Laptaned, 2006)를 가졌다. 본 연구는 대규모의 가상현실 장비나 비행기 시뮬레이터를 사용한 기존 연구와 달리 한정된 디스플레이 크기를 가진 휴대용 게임기를 사용하여 상황인식과 현실감 연구가 휴대용 게임기에도 적용될 수 있는 지를 알아보고 휴대용 게임기에서 수행도 수준에 따라 상황인식, 현실감, 수행도가 어떠한 상관관계를 보이는지 연구하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 실험용 하드웨어와 소프트웨어

PSP®의 크기는 170×74×23mm(길이 * 너비 * 높이)이며, 무게는 280g이다. 화면은 4.3인치의 16:9 와이드 비율 TFT LCD를 사용하고 있으며, 480×272 해상도에 1천 백만 색상을 표현할 수 있다. PSP®의 CPU는 128bit MIPS32R2 아키텍처를 사용하고 최대 222MHz로 동작하는 두 개의 코어로 구성되어 있다. 그래픽 칩의 사양은 초당 3천 3백만 개의 플랫 쉐이딩 폴리곤을 렌더링할 수 있으며, 필레이트(fill rate)는 초당 6억 6천 4백만 픽셀이다(Wikipedia 백과사전).

PSP® 플랫폼에서 실행되는 소프트웨어인 ACE COMBAT™ X – Skies of Deception은 NAMCO BANDAI

Games Inc.에서 개발한 비행기 시뮬레이션 게임으로 2006년 10월에 발매되었다. 실존하는 전투기를 조정하여 주어진 미션을 수행하는 게임으로 실제 전투기를 조종하는 느낌을 3D로 구현하였다.

2.2 피실험자

18~35세의 전체 피실험자 20명의 평균 나이는 23.7세(±5.2)이었으며 이들의 게임 경력은 평균 8.4년(±5.3)이었다. 연구 결과를 분석할 때 측정된 지표를 수행도의 수준에 따라 분류하였는데 저 수행도 그룹 10명의 평균 나이는 23.4세(±4.1)이었으며 이들의 게임 경력은 평균 6.3년(±4.0)이었다. 고 수행도 그룹 10명의 평균 나이는 24세(±6.3)이었으며 이들의 게임 경력은 평균 10.4년(±5.9)이었다.

2.3 측정방법 및 실험절차

상황인식의 객관적인 측정방법 중 가장 많이 사용되는 SAGAT(Situation Awareness Global Assessment Technique)을 사용하여 상황인식을 측정하였다. SAGAT은 작업을 중지한 상태(SAGAT freeze)에서 작업자에게 바로 전 상황을 지각하고 이해한 정도와 가까운 시점의 예측까지 포괄적으로 질의하는 방법이다(Endsley, 1995b). SAGAT의 장점은 상황인식 1, 2, 3 단계를 모두 측정할 수 있으며, 작업을 수행하다가 일시 중지한 상태에서 진행함으로 과거 경험을 상기해서 답할 필요가 없다. 또한 개인적인 편견이 개입될 여지를 최소화 할 수 있고, 시공간이 변하는 실제 환경에서 양질의 심리 측정이 가능하다(Endsley, 1995b; Endsley et al., 2003). SAGAT의 단점은 작업을 수행하다가 잠시 중지한 상태에서 설문을 진행함으로 작업의 단절이 생겨 실시간으로 진행되는 시나리오가 필요한 경우나 실제로 작업을 곧바로 수행해야 하는 경우 문제가 있을 수 있다(Endsley et al., 2003). 실험에 사용한 비행기 시뮬레이션 게임의 경우 가상현실에서 작업을 수행하기 때문에 SAGAT 측정 시 작업 단절이 생겨도 작업이나 운영을 중단하여 생기는 문제가 없어 SAGAT의 단점을 상당 부분 해결하였다. 또한 기존 상황인식의 연구 대상인 비행기 시뮬레이터의 특정 상황을 게임 형태로 옮겨놓았을 뿐만 아니라 지속적인 이벤트가 발생하는 게임 속 가상환경의 시간과 공간 변화에 작업자의 지각, 이해, 예측이 요구되기 때문에 상황인식 연구가 가능하다고 판단된다.

상황인식을 정확하게 측정하기 위해 설문의 질의는 피실험자가 가상환경에서 전투기 조종사로써 공중전을 수행하는 작업에 부합되도록 만들었다. 피실험자에게 작업을 수행하면서도 자신과 적의 위치 정보를 레이더 맵에서 항상 확인하고 화면의 모든 정보에 주의를 기울이도록 주지시키고 작업을 수행하면서 지켜야 할 두 가지의 규칙을 부여하였다. 첫째 가능한 신속하게 최소의 미사일을 사용하여 효율적으로 적을 모두 격추하라. 둘째 자신을 보호하기 위해 적의 공격을 피하고, 기체의 충돌을 방지하라. 두 가지의 규칙과 실제 공중전의 상황을 고려하여 상황인식을 올바르게 측정하기 위해 현직 전투기 조종사의 조언과 검증을 받아 SAGAT 질의를 완성하였다. 이 질의를 통해 실제 전투기 디스플레이와 유사한 인터페이스에서 전투기의 상태, 위치, 방향 변화, 고도 변화, 남은 미사일 수 등의 정보를 지각하고 상황을 이해하며 이를 통해 가까운 미래를 예측하는 SAGAT 질의를 수행한다. 이 연구에 사용한 SAGAT 질의의 예시는 표 1과 같다. 실험 중 피실험자가 주관에 의해 중요한 항목과 중요하지 않은 항목을 구분하여 특정 항목에만 주의를 할당하지 않도록 디스플레이상의 대부분의 정보에 대해 질의를 작성하였고 이중 의사 결정과 직접적인 연관이 되지 않는 부분은 실제 정답율 측정 항목에서 제외하였다.

표 1. SAGAT 질의 예시

1. 자신이 컨트롤하는 비행기의 방향 변화는?
   1) 왼쪽 방향 이동 2) 유지 3) 오른쪽 방향 이동
2. 자신이 컨트롤하는 비행기의 고도는?
   1) 299ft 이하 2) 300~1999ft 3) 2000~3999ft
   4) 4000~5999ft 5) 6000~7999ft 6) 8000ft 이상
3. 적에게 미사일 조준을 받는 상황에는 어떠한 조치를 하였나?
   1) 속도를 유지하면서 방향을 좌, 우로 회전하였다.
   2) 속도를 유지하면서 방향도 유지하였다.
   3) 속도를 가속 혹은 감속하면서 방향을 유지하였다.
   4) 속도를 가속 혹은 감속하면서 방향을 좌, 우로 회전하였다.
4. 다시 게임을 진행한다면, 30초 후에 예상되는 행동은 무엇인가?
   1) 적을 공격해야 한다. 2) 적 가까이 가야 한다.
   3) 적의 공격을 피해야 한다. 4) 다른 지역으로 이동해야 한다
   5) 그 밖의 것을 해야 한다( ).
5. 다음 적기를 공격하기 위해 자신이 컨트롤하는 비행기의 방향 변화는 어떻게 할 것인가?
   1) 왼쪽 방향 이동 2) 유지 3) 오른쪽 방향 이동

현실감을 측정하기 위하여 Witmer & Singer(1998)는 4가지 개념적 요인(Control Factors, Sensory Factors, Distraction Factors, Realism Factors)을 고려하여 7점 척도로 측정하는 Presence Questionnaire(PQ) Version 2.0을 개발하였다. 기존의 PQ Version 2.0 방법에 3개의

청각 항목, 2가지 촉감 항목, 8가지의 다시 수정된 현실감 측정 항목을 새로 항목을 추가하여 요인 분석과 신뢰성 분석을 수행하여 총 32개의 문항으로 구성한 방법이 PQ Version 3.0이다(Witmer et al., 2005). 이번 실험에서 현실감 지표를 측정하기 위해 사용된 PQ Version 3.0 기법은 4가지 요인(Involvement, Sensory Fidelity, Adaptation/Immersion, Interface Quality)을 측정하며, 이중 본 실험에서 사용하지 않은 촉각에 대한 질문인 13번과 17번을 제외하였으며, 26~28번 설문은 신뢰성을 떨어뜨린다는 기존 연구 결과(Witmer et al., 2005)가 있어 제외하고 총 27문항으로 현실감을 측정하였다. 이 실험에 사용한 PQ Version 3.0의 예시는 표 2와 같다.

수행도 측정은 비행기 시뮬레이션 게임에서 공중전을 하는 작업을 수행하면서 격추시킨 적기 수를 분 단위로 환산하여 분당 격추시킨 적기의 수를 기준으로 측정하였다. 비행기 시뮬레이션 게임은 인터페이스와 조작에 익숙해지기 위해 상대적으로 많은 시간이 필요하였다. 피실험자의 게임 적응 정도에 따라 한번에 30분씩 2~3번의 연습 기회를 부여하였다. 연습 시간은 사전조사에서 기초적인 게임 stage를 완료하는 평균적인 학습 시간을 기준으로 하였다. 3번의 연습 후에도 3차원 공간에 대해 지각과 이해에 어려움을 느낄 경우 해당 피실험자는 실험을 중단하였다.

실험 진행을 할 때 피실험자간에 게임을 수행한 시간이 차이가 많을 경우 주관적인 경험을 측정하는 현실감에 영향을 줄 수 있다. 이러한 문제를 최소화하고 특정 시점에 집중하는 현상을 막기 위해 4분 30초~5분 30초 사이의 비교적 짧은 시간의 차이를 두고 랜덤하게 게임을 정지하였다. 정지한 상태에서 피실험자가 질의에 대한 응답을 하기 전에 시각적 단서가 제공되지 않도록 휴대용 게임기의 화면을 꺼두었다.

SAGAT 질의에 대한 응답을 하고, 이어서 PQ Version 3.0을 작성하였고, 실험이 종료된 이후에 분당 격추수 즉 수행도를 체크하였다. SAGAT 질의를 먼저 수행하는 이유는 망각(memory decay)이 일어나기 전에 상황인식을 측정하기 위함이다.

표 2. PQ Version 3.0 예시

아래 질문들에 대해 7점 척도로 답해 주십시오.

1. 게임을 할 때 상황에 맞게 컨트롤 할 수 있었습니까?

1 2 3 4 5 6 7

전혀 할 수 없었다. — 할 수 있었다.

2. 게임을 할 때 컨트롤을 하면 즉시 반응했었습니까?

1 2 3 4 5 6 7

전혀 반응하지 않았다. — 즉시 반응했다.

3. 게임 속 가상환경이 자연스러웠습니까?

1 2 3 4 5 6 7

매우 인공적이었다. — 매우 자연스러웠다.

4. 게임 속 가상환경의 시각적 측면이 당신을 몰입하게 합니까?

1 2 3 4 5 6 7

몰입에 도움이 전혀 되지 않았다. — 몰입하게 해주었다.

5. 게임 속 가상환경의 청각적 측면이 당신을 몰입하게 합니까?

1 2 3 4 5 6 7

몰입에 도움이 전혀 되지 않았다. — 몰입하게 해주었다.

3. 연구 결과

작업자의 상황인식 능력을 SAGAT으로 정량화하여 측정하고, 현실감은 7점 척도로 구성된 PQ Version 3.0으로 측정하였으며, 수행도는 분당 격추수로 측정하였다. 이렇게 세 지표는 모두 측정 단위가 달라 같은 단위로 비교할 수 있도록 모두 0~1 사이의 단위로 정규화하였다.

수행도의 차이에 따라 수행도 하위 50%인 저 수행도 그룹 10명과 수행도 상위 50%인 고 수행도 그룹 10명으로 나누었다. 두 그룹은 분당 격추수가 1.5대/분 즉 수행도를 정규화했을 때 0.625을 기준으로 나뉘었다. 저 수행도 그룹은 수행도를 정규화했을 때 0.625 미만이며 분당 격추수 평균이 1.02대/분(±0.43)이었다. 고 수행도 그룹은 수행도를 정규화했을 때 0.625 이상이며 분당 격추수 평균이 1.86대/분(±0.29)이다. T-test 결과 두 그룹간의 분당 격추수 즉 수행도는 통계적으로 유의한 차이(p=0.048)가 있으므로, 수행도의 차이에 따라 저 수행도 그룹과 고 수행도 그룹으로 나눌 수 있다. 따라서 전체 피실험자를 대상으로 상관관계를 분석하고, 수행도의 차이에 따라 두 그룹으로 나누어 연구 결과를 분석하였다.

3.1 상황인식과 수행도

그림 1에 따르면 전체 피실험자의 상황인식이 증가함에 따라 수행도가 증가하는 강한 양의 상관관계(r=0.86, p=0.000)를 나타낸다. 그림 1을 분할하는 선은 y=0.625으로

수행도가 0.625 미만을 저 수행도 그룹으로 나누고, 수행도 0.625 이상을 고 수행도 그룹으로 나누었다. 이렇게 두 그룹으로 나누었을 경우 높은 상황인식에도 불구하고 낮은 수행도를 보이는 1개의 데이터(원안에 있는 데이터)를 제외하면 모든 데이터가 수행도의 차이에 따라 두 그룹으로 잘 나뉘어 진다.

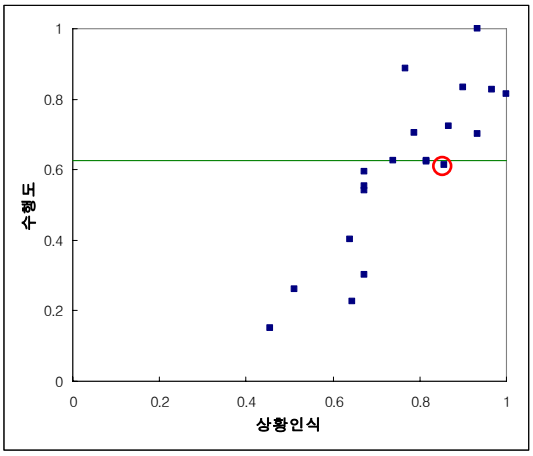


그림 1. 전체 피실험자의 상황인식과 수행도

저 수행도 그룹은 상황인식 능력이 향상됨에 따라 수행도가 증가하는 강한 양의 상관관계를 보여준다($r=0.81$, $p=0.005$). 다시 말하면 저 수행도 그룹은 상황인식을 좋게 하면 수행도가 향상될 수 있는 여지가 충분하여 사용자 인터페이스를 올바르게 디자인하고 훈련을 통해 지각, 이해, 예측 능력을 좋게 하여 상황인식을 잘 할 수 있도록 향상시키면 수행도를 높일 수 있다.

고 수행도 그룹은 상황인식에 필요한 시공간이 변하는 상황에 대한 지각, 이해, 예측 능력이 평균적으로 뛰어나 올바른 decision making을 할 가능성이 높은 그룹이다. 고 수행도 그룹은 좋은 상황인식과 높은 수행도를 보여주지만 수행도와 상황인식이 유의한 상관관계를 보여주지는 않는다($r=0.45$, $p=0.191$).

상황인식 능력과 수행도간의 양의 상관관계가 있고 기울기가 1보다 큼으로써 상황인식이 1단위 증가함에 따라 수행도 향상이 1단위 이상임을 보여주며 이는 상황인식을 좋게 하는 것이 수행도 향상에 많은 기여한다는 것을 알 수 있다. 또한 x절편 값이 0.4 정도로 본 실험의 결과로만 본다면 상황인식 능력은 아무리 수행도가 낮더라도 기본값은 전체의 40% 정도의 기본적인 상황인식 능력으로 시작된다는 것을 의미한다.

3.2 현실감과 수행도

전체 피실험자의 현실감과 수행도는 통계적으로 유의한 양의 상관관계($r=0.60$, $p=0.005$)를 나타낸다.

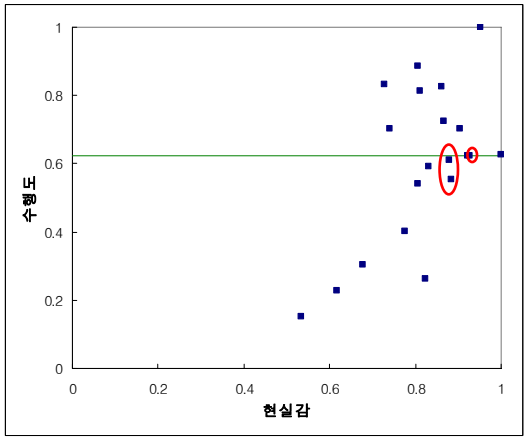


그림 2. 전체 피실험자의 현실감과 수행도

그림 2를 분할하는 선($y=0.625$)을 기준으로 수행도가 0.625 미만을 저 수행도 그룹으로, 수행도 0.625 이상을 고 수행도 그룹으로 나누었다. 이렇게 두 그룹으로 나누었을 경우 높은 현실감을 느끼지만 낮은 수행도를 보이는 원안에 있는 3개의 데이터를 제외하면 모든 데이터가 수행도의 차이에 따라 두 그룹으로 잘 나누어 진다.

저 수행도를 가진 그룹의 현실감과 수행도의 상관계수는 매우 강한 양의 상관관계($r=0.87$, $p=0.001$)를 가진다. 저 수행도 그룹의 두 지표간의 관계를 그림 2에서 보면 저 수행도를 가진 그룹의 피실험자가 현실감을 많이 느낄수록 수행도가 함께 증가하는 경향을 통해 양의 상관관계를 볼 수 있다. 저 수행도 그룹은 현실감을 좋게 하면 수행도가 향상될 수 있는 여지가 충분하다. 예를 들어 3D 그래픽을 좀더 정교하게 렌더링하고 화면의 해상도를 높여 인터페이스의 질을 높이며, 두 개 이상의 감각(multi-sensory)을 자극하기 위해 촉감 자극을 추가적으로 사용하여 현실감을 잘 느낄 수 있도록 하면 수행도를 높일 수 있다.

고 수행도를 가진 그룹의 현실감과 수행도의 상관계수는 통계적으로 유의한 상관관계($r=-0.20$, $p=0.571$)를 가지지 않았다. 고 수행도 그룹은 대체적으로 현실감을 잘 느끼고 높은 수행도를 보여주지만, 현실감이 증가하더라도 수행도 향상이 대체적으로 이루어지지 않아 상관관계가 없었다.

3.3 현실감과 상황인식

전체 피실험자의 현실감과 상황인식은 약한 양의 상관관

계(r=0.47, p=0.038)를 나타낸다.

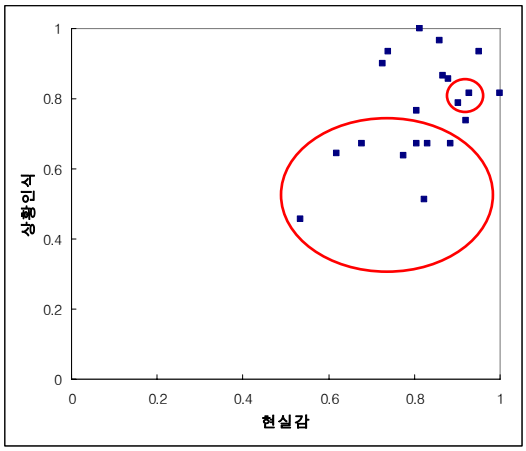


그림 3. 전체 피실험자의 현실감과 상황인식

그림 3에서 원안에 있는 데이터는 수행도가 0.625 미만의 저 수행도 그룹이고, 나머지는 데이터는 고 수행도 그룹이다. 저 수행도 그룹과 고 수행도 그룹의 현실감과 상황인식간의 관계는 그림 1과 그림 2에서 보는 것처럼 그 차이에 따라 잘 나누어 지지 않는다.

저 수행도 그룹은 현실감이 향상됨에 따라 상황인식이 좋아지는 통계적으로 유의한 양의 상관관계(r=0.66, p=0.038)를 가졌다. 저 수행도 그룹에서 두 지표간의 관계를 그림 3에서 보면 현실감이 증가할수록 상황인식도 증가하는 경향을 볼 수 있다. 이를 다른 관점에서 보면 상황인식이 증가할수록 현실감을 보다 더 많이 느낀다고 해석할 수도 있다.

고 수행도 그룹은 대체적으로 현실감을 많이 느끼고 좋은 상황인식을 보여주지만, 현실감과 상황인식 상관계수는 저 수행도 그룹과는 다르게 통계적으로 유의한 상관관계(r=−0.35, p=0.315)를 가지지 못하여 현실감이 증가하더라도 상황인식 향상이 대체적으로 이루어지지 않아 상관관계를 가지지 않았다.

3.4 연구 결과 요약

본 연구는 휴대용 게임기에서 가상현실을 구현한 비행기 시뮬레이션 게임을 대상으로 상황인식, 현실감, 수행도를 측정하고 전체 피실험자와 수행도 수준에 따른 그룹 별로 세 측정 지표의 상관관계를 분석하였다(표 3).

전체 피실험자에서 상황인식과 수행도가 강한 양의 상관관계를 가지고, 현실감과 수행도의 상관관계는 양의 상관관계를 가졌다. 하지만 현실감과 상황인식은 약한 양의 상관

표 3. 상황인식, 현실감, 수행도의 상관관계

그룹	상황인식과 수행도	현실감과 수행도	현실감과 상황인식	비고
전체 피실험자	r=0.86, p=0.000	r=0.60, p=0.005	r=0.47, p=0.038	
저 수행도	r=0.81, p=0.005	r=0.87, p=0.001	r=0.66, p=0.038	강한 양의 상관관계
고 수행도	r=0.45, p=0.191	r=−0.20, p=0.571	r=−0.35, p=0.315	유의한 상관관계 없음

관계를 보였다.

저 수행도 그룹에서 상황인식과 수행도가 강한 양의 상관관계를 가지고, 현실감과 수행도의 상관관계 역시 강한 양의 상관관계를 가졌다. 현실감과 상황인식도 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 가져, 저 수행도 그룹은 대체적으로 강한 양의 상관관계를 보였다.

고 수행도 그룹은 저 수행도 그룹과 대조적인 결과를 보였다. 상황인식, 현실감, 수행도의 상관관계는 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

4. 토 의

연구 결과를 통해 수행도 수준에 따라 저 수행도 그룹과 고 수행도 그룹의 상황인식, 현실감, 수행도의 상관관계가 확연히 구별됨을 알 수 있었다.

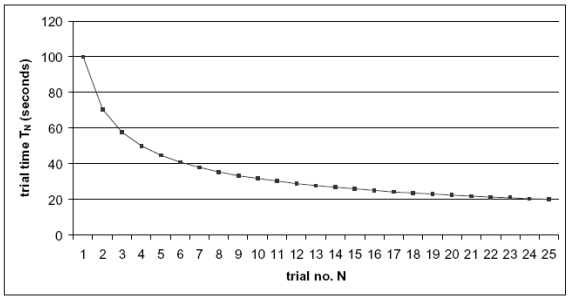


그림 4. 학습 법칙 (Roessingh & Hilburn, 2000)

그림 4의 학습 법칙(The law of practice)에 따르면 시도 횟수에 따라 수행 시간이 단축되어 수행도가 향상된다(Newell & Roosenbloom, 1981). 처음에는 시도 횟수 당 수행 시간이 빠르게 단축되어 수행도 향상 비율이 높아 매우 효율적으로 학습 효과가 일어난다. 하지만 시도 횟수를 늘려 어느 정도 수행도가 향상된 이후에는 시도 횟수 당 수행도 향상 비율이 낮아져 점점 일정한 수행도 수준에 수

렴하게 된다.

이와 마찬가지로 본 연구에서 상황인식 및 현실감이 증가하면 수행도가 높아지는 경향을 보이지만, 고 수행도 그룹에서는 이미 향상된 수행도를 유지하는 경향을 보이기 때문에 약한 상관관계를 갖게 되는 것이다. 현실감과 상황인식간의 관계는 저 수행도 그룹과 고 수행도 그룹의 차이가 상황인식과 수행도, 현실감과 수행도의 관계처럼 명확하게 구분되는 것은 아니지만 전반적으로 보았을 때 학습 법칙에 부합한다고 할 수 있다.

상황인식과 수행도의 관계에 있어서 전체 피실험자와 저 수행도를 가진 그룹은 상황인식과 수행도가 강한 양의 상관관계를 가져 상황인식을 잘 할수록 수행도가 증가하였다. 이러한 결과는 상황인식이 좋지 않아도 수행도가 좋은 경우를 보인 Endsley(1990)의 연구와는 다른 결과이지만 조종사들을 대상으로 한 실험에서 좋은 상황인식이 높은 수행도를 가질 확률을 증가시킨다는 기존 연구 결과를 지지한다(Venturino et al., 1989). 주요 항공기 사고를 조사한 연구에서 인적 오류(human error)의 88%가 조종사의 조작 미숙 등의 기술적인 문제가 아니라 상황인식 문제에 기인한 것으로, 수행도를 향상시키기 위해서는 상황인식을 잘 할 수 있도록 해야 한다는 결과가 있다(Endsley, 1995c). 또한 시공간이 변화하는 복잡한 환경에서의 decision making은 상황인식을 잘하는 지 여부에 달려있어, 상황인식을 잘 하도록 시스템을 디자인을 하는 것이 좋은 의사 결정을 하고 좋은 수행도를 가지도록 하는 사용자 중심 디자인(user-centered design)을 위한 접근방법이라고 밝혔다(Endsley et al., 2003). 본 연구의 결과는 조종사를 대상으로 한 상황인식 연구(Venturino et al., 1989; Endsley, 1995c)와 마찬가지로 상황인식이 수행도에 양의 상관관계를 보임으로써 한정된 디스플레이를 가진 휴대용 게임기에서도 높은 수준의 cognitive decision making이 가능하고 휴대용 게임기를 통한 상황인식 측정이 가능함을 보였다. 고 수행도를 가진 그룹에서 상황인식과 수행도는 유의한 상관관계를 가지지 않았다. 이 결과는 상황인식을 잘 할 수 있도록 훈련을 통해 사용자의 지각 능력을 좋게 하고, 적절한 briefing과 feedback을 통해 사용자가 올바른 mental model을 형성을 하여 좋은 상황인식을 하여도 수행도가 어느 정도 향상된 이후부터는 상황인식에 대한 영향이 적어져 수행도가 일정 수준에 수렴되는 것으로 볼 수 있다.

현실감과 수행도의 상관관계에서 전체 피실험자는 양의 상관관계를 가졌다. 이는 가상환경에서 현실감과 수행도간의 관계를 밝히지 못한 Singer et al.(1995)의 연구와 다르게 피실험자가 현실감을 많이 느낄수록 수행도가 증가하는 경향을 보여 두 지표간에 통계적으로 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 가상환경에서 작업을 수행할 때 현실감은 수행도와 양의 상관관계가 있다는 연구를 뒷받침한다(Witmer & Singer, 1994; Riley et al., 2004). 이러한 결과는 기존에 Desktop VR을 포함하는 가상현실에서 수행하는 현실감에 대한 연구가 휴대용 게임기에서 가능하다는 의미이다. 휴대용 게임기에서 현실감의 차이에 따라서 수행도가 변화한다는 것은 최근 3차원 그래픽 기술과 촉각(haptic)을 자극하는 기술을 각종 제품에 도입하여 현실감을 높임으로써 사용자의 만족감을 향상시키고 이와 함께 수행도를 높이는 것과 무관하지 않을 것이다. 고 수행도를 가진 그룹은 현실감과 수행도가 통계적으로 유의한 상관관계를 가지지 않았다. 이러한 결과는 인간의 감각을 자극하여 감각적 충실도(Sensory Fidelity)를 높이며 작업에 신속하게 적응하고 빠져들어 몰입(Immersion)할 수 있도록 인터페이스의 질(Interface Quality)을 향상시켜 현실감을 잘 느낄 수 있도록(Witmer et al., 2005) 할지라도, 수행도가 어느 정도 향상된 이후부터는 현실감의 영향을 적게 받아 수행도가 일정 수준에 머무는 것으로 해석할 수 있다.

현실감과 상황인식의 상관관계에서 전체 피실험자는 약한 양의 상관관계를 보였지만, 저 수행도 그룹의 상관계수는 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 가졌다. 이러한 결과는 상황이해(Understanding of situation) 요소가 현실감의 인지적 기능에 영향을 준다는 기존의 연구(Kalawsky, 2000)와 현실감과 상황인식은 유의한 상관관계를 가진다는 연구(Laptaned, 2006)를 지지하는 결과이다. 이는 주관적인 측정값인 현실감을 객관적으로 측정하기 위해 상황인식 측정값을 사용할 수 있다는 가능성을 제시한 Draper et al.(1998)과 Riley et al.(2004)의 연구를 뒷받침하는 근거가 될 수 있다.

본 연구에서는 수행도 차이에 따른 분석 결과에 따라 저 수행도 그룹과 고 수행도 그룹의 상황인식, 현실감, 수행도의 상관관계가 명확하게 구분되었다. 제품을 사용할 대상의 수행도가 낮을 때에는 상황인식 혹은 현실감 지표를 증가시킴에 따라 수행도 향상이 잘되지만, 제품을 사용할 대상이 수행도가 높을 때에는 상황인식 혹은 현실감 지표를 증가시키는 것이 수행도 향상과 직결되지 않는다. 따라서 저 수행도 그룹의 수행도를 향상시키기 위해서는 좋은 상황인식을 가지게 하며, 현실감을 잘 느끼도록 제품 디자인을 해야 한다. 반면에 고 수행도 그룹은 수행도를 보다 더 향상시키기 위해서는 상황인식과 현실감이 크게 영향을 주지 못함으로 수행도를 향상시킬 다른 요인을 찾아서 개발요소에 반영해야 할 것이다. 즉 제품이나 시스템을 디자인할 때 수행도 수준에 따라 상황인식과 현실감에 대한 다른 개발 전략이 필요함을 알 수 있다.

또한 한정된 디스플레이 크기를 가진 휴대용 게임기에서도 상황인식, 현실감, 수행도에 대한 연구가 가능하여, 전통

적으로 HMD나 CAVE와 같은 대형 장비나 Desktop VR에서 수행했던 가상현실 연구와 대규모의 시뮬레이터를 이용한 상황인식의 연구가 휴대용 제품에서도 가능함을 보였다.

5. 결 론

본 연구는 한정된 디스플레이 크기를 가진 휴대용 게임기를 사용하여 수행도 수준에 따라 상황인식, 현실감, 수행도가 어떠한 상관관계를 보이는지 연구하여 다음 세 가지 결론을 얻었다.

첫째, 휴대용 게임기에서 저 수행도 그룹은 상황인식, 현실감, 수행도가 대체적으로 강한 양의 상관관계를 보였으나 고 수행도 그룹의 상황인식, 현실감, 수행도의 상관관계는 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

둘째, 수행도 차이에 따른 연구 결과에 따라 저 수행도 그룹과 고 수행도 그룹의 상황인식, 현실감, 수행도의 상관관계가 명확하게 구분되어 제품이나 시스템을 디자인할 때 수행도 수준에 따라 상황인식과 현실감에 대한 다른 개발 전략이 필요함을 확인할 수 있었다.

셋째, 기존에 대규모의 가상현실 장비와 시뮬레이터를 이용한 상황인식과 현실감의 측정이 휴대용 게임기에서도 가능하여, 가상현실 연구 분야가 휴대용 제품으로 확장될 수 있으며 전통적인 상황인식의 연구가 휴대용 제품에서도 가능함을 알 수 있었다.

참고 문헌

정두호, 명노해, "휴대용 게임기에서 현실감과 상황인식 측정", *대한인간공학회 추계학술대회 논문집*, pp. 36-39, 2007.

정석현, 명노해, "상황인식이 게임의 수행에 미치는 영향에 대한 연구", *HCI 2008 학술대회 논문집*, pp. 345-350, 2004.

Benini, L., Bonfigli, M. E., Calori, L., Farella, E. and Ricco, B., "Palmtop Computers for Managing Interaction with Immersive Virtual Heritage", *Proceedings of the EUROMEDIA2002*, pp. 183-189, 2002.

Draper, J. V., Kaber, D. B. and Usher, J. M., Telepresence, *Human Factors*, 4(3), 354-375, 1998.

Endsley, M. R., "Predictive utility of an objective measure of situation awareness", *Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting*, pp. 41-45, 1990.

Endsley, M. R., Towards a theory of situation awareness in dynamic systems, *Human Factors*, 37(1), 32-64, 1995a.

Endsley, M. R., Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factors*, 37(1), 65-84, 1995b.

Endsley, M. R., A taxonomy of situation awareness errors. In R. Fuller, N. Johnston, and N. McDonald(Ed), *Human Factors in Aviation Operations*, Aldershot, England: Avebury Aviation, Ashgate. Publishing Ltd, 1995c.

Endsley, M. R., "Situation awareness and human error: Design to support human performance", *Proceedings of the High Consequence Systems Surety Conference*, 1999.

Endsley, M. R., Bolte, B. and Jones D. G., *Designing for Situation Awareness: An approach to human-centered design*, Taylor & Francis, London, 2003.

Gutierrez, M., Vexo, F. and Thalmann, D., "Controlling Virtual Humans Using PDAs", *Proceedings of the 9th International Conference on Multi-Media Modeling (MMM'03)*, pp. 150-166, 2003.

Kalawsky, R. S., "The validity of presence as a reliable human performance metric in immersive environments", *Proceedings of the 3rd International Workshop on Presence*, 2000.

Laptaned, U., "Situation Awareness in Virtual Environments: A Theoretical Model and Investigation with Different Interface Designs", *Proceedings of the 9th IASTED International Conference Computer and Advanced Technology in Education*, Peru, 2006.

Newell, A. and Roosenbloom P., Mechanisms of skill acquisition and the Law of Practice. In J.R. Anderson (Ed), *Cognitive Skills and their acquisition (pp. 1-55)* Hillsdale N.J: Erlbaum Associates, 1981.

Riley, J. M., Kaber, D. B. and Draper, J. V., Situation awareness and attention allocation measures for quantifying telepresence experiences in teleoperation, *Human Factors & Ergonomics in Manufacturing*, 14(1), 51-67, 2004.

Roessingh, J. J. M. and Hilburn, B. G., "The Power Law of Practice in adaptive training applications", *Proceeding of the Annual Meeting of the Human Factors Society*, Europe Chapter, Martlesham Heath, UK, 1999.

Singer, M. J., Ehrlich, J., Cinq-Mars, S. and Papin, Jean-Paul., Stereoscopic Versus Monoscopic Displays and Head-Coupling. *ARI Technical report 1034*, Alexandria VA: The U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 1995.

Shankar, S., Jin, Y., Adams, J. A. and Bodenheimer, R., "Enhancing RoboFlag Users' Situational Awareness", *Proceedings of the 2004 Human Factors and Ergonomics Society 48th Annual Meeting*, pp. 356-860, 2004.

Venturino, M., Hamilton, W. L. and Dvorchak, S. R., "Performance-based measures of merit for tactical situation awareness", *Proceeding of the Situation Awareness in Aerospace Operations*, pp. 4/1-4/5, 1989.

Wikipedia 백과사전, http://ko.wikipedia.org/wiki/플레이스테이션_포터블

Witmer, B. and Singer, M., Measuring immersion in virtual environments, *ARI Technical report 1014*, Alexandria, VA: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 1994.

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

Witmer, B. G., Jerome, C. J. and Singer, M. J., The factor structure of the presence questionnaire, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments archive*, 14(3), 298-312, 2005.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 정 두 호 ❖ dooho@korea.ac.kr

동국대학교 정보시스템전공 학사
현 재: 고려대학교 정보경영공학부 석사과정
관심분야: UI, UX, HCI

❖ 명 노 해 ❖ rmyung@korea.ac.kr

Ph.D. in Industrial Engineering, Texas Tech University.
현 재: 고려대학교 정보경영공학부 교수
관심분야: UI, 인지공학

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2008년 04월 24일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2008년 05월 21일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2008년 05월 27일