

키넥트는 깊이 센서(depth sensor)를 이용하여 사용자와 기기가 직접적인 접촉 없이 사용자가 기기를 조작할 수 있게 설계되었다. 키넥트에 장착된 깊이 센서는 환경에서 사용자 외의 사물들을 배제하고 사용자만을 실시간으로 포착할 수 있게 한다. 키넥트는 포착된 사용자 이미지로부터 연산을 통해 관절을 구성하고 몸짓을 인식하여 명령을 수행한다. 즉, 사용자의 특정 행동이 명령을 수행하는 수단이 된다. 이는 키넥트가 사용자의 특정 행동을 측정할 수 있는 기기임을 의미한다(Leyvand 등, 2011). 키넥트의 이러한 특징은 기존 행동 측정 방법과 달리 행동에 대해 객관적이고 정량적인 측정을 가능하게 해준다.

최근 들어 병원이나 전문 기관에서는 ADHD 아동의 행동을 측정하기 위해 센서를 직접 몸에 부착하였다. 이정희 등(2011)은 아동의 몸에 센서를 직접적으로 부착하지 않고, ADHD 아동의 행동 패턴을 영상처리를 통해 수집하는 방법을 제안했다. ADHD 아동과 같이 파킨슨씨병에 걸린 노인의 행동측정 장면에서도 주관적인 진단방법에서 벗어나 파킨슨씨병환자의 행동을 객관적으로 측정하려는 연구들이 많이 있다(김지원 등, 2008). 통합된 파킨슨병 등급척도(Unified Parkinson's Disease Rating Scale, UPDRS)는 파킨슨병 환자의 진단을 위해 가장 많이 사용되는 검사로서 크게 6개의 부분으로 나누어진다. UPDRS는 이상 운동의 경중과 생활능력 상실 정도를 평가하여 질환의 경감 및 악화를 보다 용이하게 추적하여 효과적인 치료를 위해 개발되었다. 현재 UPDRS의 주관성을 극복하고 객관적인 진단을 위해 파킨슨병 환자의 움직임을 공학과 연계한 정량적인 연

구들이 이루어지고 있다. 홍성규 등(2005)은 3차원 동작분석시스템을 이용하여 파킨슨병 환자의 보폭과 보행속도 등을 시공간적으로 분석하였다.

키넥트를 이용한 영상처리방법의 장점은 하나의 카메라로 3차원 동작을 측정할 수 있다는 것이다. 깊이 센서를 이용하여 하나의 카메라로 표식자를 부착하지 않고도 이용자의 움직임을 측정할 수 있으며, 좁은 장소에서도 비교적 객관적인 움직임 측정 데이터를 얻을 수 있다. 키넥트는 영상처리방법을 이용한 입력기기이다. 기본적으로 입력기기인 만큼 시간적 측정도 가능하다.

Loomis와 Blascovich(1999)는 가상 현실 기술이 심리학에서 연구에 크게 기여할 것이라 주장하였다. 예를 들어, 타키스코프는 강한 실험 통제를 제공하지만 생태학적 타당성은 낮다. 이러한 낮은 생태학적 타당성은 심리학 연구 결과를 일반화 할 때 어려운 점으로 작용한다. 키넥트는 일반적인 환경과 동일한 측면의 측정을 실험실 내에서 수행할 수 있어 높은 실험 통제와 실험 참가자의 자유로운 행동을 보장함으로써 두 가지 면을 충족시킨다. 이러한 과정에서 나온 실험 결과는 기존의 심리학 실험보다 일반화된 해석을 하기 수월한 장점이 있다.

현재 키넥트는 주로 인간-컴퓨터 상호작용(human-computer interaction) 연구자들이 새로운 유저 인터페이스에 대한 대안으로 연구하고 있다. 본 연구에서는 키넥트의 사용자 골격 구성과 구성된 사용자 골격의 움직임에 따른 행동을 키보드 반응으로 출력해주는 점을 이용하여 키넥트가 심리학 실험에서 유용한지를

검증하고자 하였다. 실험 1에서는 키넥트의 시간해상력을 알아보기 위해 사이먼 효과를 키보드 반응과 키넥트 행동 반응을 비교하였다.

사이먼 효과는 자극이 상대적으로 같은 위치에 존재할 때 보다 빠르고 정확하게 반응하는 것이다. 사이먼 효과의 이러한 특성은 실험 참가자가 직접적인 행동을 반응으로 할 때 이전 방법의 실험에 비해 이론에 보다 적절한 연구결과를 제시할 것이다. 더불어 키보드 반응과 달리 실험 참가자의 직접적인 행동은 일반적인 상황에 그대로 적용될 수 있기 때문에 보다 적절한 생태학적 타당도를 가질 수 있을 것이다. 실험 2에서는 키넥트의 공간해상력을 알아보기 위해, 밀러-라이어 착시 선분의 시각 측정 판단과 행동 측정 판단을 비교하였다. 행동 측정 판단은 키넥트의 사용자 골격 구성 기능을 이용하여 측정하였다. 밀러-라이어 착시는 수직선 끝의 지느러미 모양에 따라 원래 길이보다 더 길거나 짧아 보이는 현상이다. 실험 2에서 행동 측정 판단은 참가자가 크기 착시를 통해 자신의 크기 판단을 직접 검증하도록 하였다. 크기 착시에서 행동을 통한 크기 판단 검증과 시각만을 통한 크기 판단이 어떻게 차이가 나는지 키넥트의 사용자 골격 구성 기능을 이용하여 측정하였다.

키넥트(Kinect)

하드웨어. 키넥트는 마이크로소프트 Xbox 360 게임기의 모션 센싱¹⁾ 입력 기기이다. 키

1) 본문에서 모션 센싱은 광학적으로 탐지된 움직임 전자기적인 행동으로 정의하는 것을 의미한다. 예를 들어, 적외선을 이용해 움직임을 광학

적으로 탐지하였을 때, 특정한 전자 신호를 생성하고 생성된 전자 신호가 알람을 활성화 하는 명령으로 정의되어 알람을 활성화 시킨다. (Schrater, Knill, Simoncelli, 2000)

넥트는 사용자가 기존의 게임 컨트롤러를 직접적으로 조작하지 않고 내추럴 사용자 인터페이스(natural user interface)를 통한 몸짓과 음성 명령만으로 Xbox360과 상호작용하도록 만들어졌다. 즉, 사용자의 행동만으로 게임기에 명령을 내리거나 게임을 할 수 있도록 만들어졌다.

키넥트의 몸짓 인식은 레인지 화상(range image)과 레인지 카메라(range camera) 기술로 기반으로 개발되었다. 레인지 화상은 2차원 영상에서 거리를 나타내는 방법이다. 그림 1은 키넥트를 이용하여 구성한 레인지 화상이다. 그림 1에서 보듯 레인지 화상은 거리가 가까울수록 밝은 색이 되고 거리가 멀수록 어두운 색이 된다. 정확히 보정하여 구성한 레인지 화상에서 픽셀값은 그대로 물리적인 단위(예를 들어 센티미터)로 나타낼 수 있다.

키넥트에는 레인지 화상을 구성하기 위해 레인지 카메라가 장착 되어있다. 레인지 카메라에는 몇 가지 방식이 존재하는데, 키넥트는 그 중 레이저 반사 시간 측정(Time-of-flight) 방식을 사용한다. 레이저 반사 시간 측정은 센서 디바이스로부터 특정 주파수의 빛을 격자 모양으로 투사하고 투사되는 빛은 물체와 배경에 격자모양의 빛의 벽을 만든다. 레이저 반사 시간 측정 카메라는 반사되어 들어오는 빛으로 카메라 위치에서 본 물체의 형태를 감지할 수 있고 투사한 빛이 반사되어 돌아오는 비행시간으로 카메라로부터 물체까지의 거리

적으로 탐지하였을 때, 특정한 전자 신호를 생성하고 생성된 전자 신호가 알람을 활성화 하는 명령으로 정의되어 알람을 활성화 시킨다. (Schrater, Knill, Simoncelli, 2000)

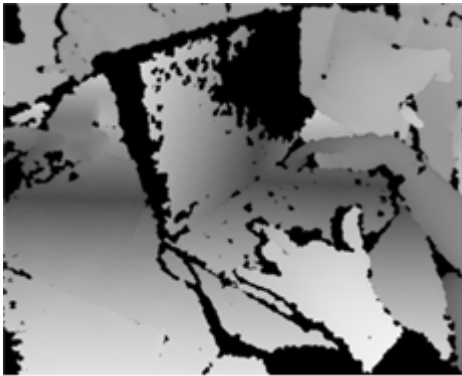


그림 1. 키넥트를 이용하여 구성한 레인지 화상



그림 2. 키넥트 골격 보정 자세

를 계산할 수 있다. 키넥트는 격자모양의 빛의 벽을 적외선으로 투사하고 적외선 카메라를 통해 각 격자의 점에서 점을 거리로 처리하고, 각 격자의 점이 돌아오는 시간으로 깊이 값을 추정한다.

소프트웨어. 키넥트의 소프트웨어는 크게 드라이버, 미들웨어, 응용프로그램으로 구성되어 있다. 키넥트 드라이버와 키넥트 드라이버를 제어할 수 있도록 해주는 API와 미들웨어 그리고 이러한 API를 사용하여 제작한 응용 소프트웨어로 나누어진다. 드라이버와 API 그리고 미들웨어는 PrimeSense가 OpenNI 프로젝트를 통해 오픈소스로 누구나 자유롭게 수정 및 배포 할 수 있도록 하였다. OpenNI 프로젝트로 인해 PC/Linux/MacOS에서 키넥트의 개발이 쉽고 자유로워지면서 키넥트를 이용한 NUI 응용프로그램들이 빠르게 개발되기 시작했다. 본 연구에서 사용된 응용프로그램인 FAAST 또한 OpenNI의 API와 미들웨어인 NITE를 통해 개발되었다. FAAST는 Flexible Action and Articulated Skeleton Toolkit의 약자로

써, 키넥트를 이용해 2차원 이미지에서 인간만을 인식하고 인식한 인간 형태에서 골격을 구성하고 골격의 움직임에 따른 행동을 키보드 반응으로 출력해주는 키넥트 응용프로그램이다.

FAAST는 NITE와 OpenNI API를 통해 개발되었기 때문에 NITE와 OpenNI의 특성을 그대로 가지고 있다. NITE 알고리즘과 OpenNI API를 통해 개발된 응용프로그램은 그림 2와 같은 보정 자세를 요구한다. 보정 자세를 취하면 NITE 알고리즘을 통해 골격을 추정하고 구축한다. FAAST는 골격을 구축하는 화면을 제시해주고 골격의 움직임을 특정 행동으로 인식시켜준다.

사이먼 효과 사이먼 효과는 사람들이 위치 정보가 실제 과제에 관련이 없는 경우보다 반응해야 하는 자극이 상대적으로 같은 위치에 존재할 때 보다 빠르고 정확하게 반응하는 것이다(Simon, 1963). 정보처리이론에 의하면 의사결정과정에는 세 가지 과정이 있다. 첫째, 자극 확인. 둘째, 반응 선택. 셋째, 반응 실행

또는 운동이다. 사이먼 효과는 의사결정과정에서 반응 선택과 관계있다. 표면적으로는 스트룹 효과와 비슷하게 보이지만, 스트룹 효과는 자극 확인 단계에 영향을 준다는 것이 일반적이다. 반면 사이먼 효과는 자극 선택 단계에 영향을 준다.

Simon(1969)에 의하면 사이먼 효과는 인간-기계 인터페이스 디자인에 유용하게 사용된다. 예를 들면 비행기 계기판 같이 복잡한 인터페이스를 상황에 맞춰 신속하고 정확하게 조작할 수 있도록 해준다. 비행기를 조종하여 하늘을 날다가 왼쪽엔진에 문제가 생겼다고 가정해보자. 사이먼 효과를 적용하여 디자인된 비행기 계기판이라면 사용자의 왼쪽방향 계기판에 왼쪽엔진 경고등이 켜질 것이다. 이러한 설계는 사람들이 반응해야 할 상황과 대응해야 할 정보를 일치하는 방법으로 표시해준다.

뮐러-라이어 착시 뮐러-라이어 착시는 1800년대 후반 프란츠 칼 뮐러-라이어에 의해 처음으로 대중화된 고전적인 착시 현상이다 (Howe, & Purves, 2005). 그림에서 빨간색 두 수직선은 정확히 동일한 길이이다. 두 수직선에서 파란색 지느러미의 꺾인 방향만 반대이

고 꺾인 각도는 동일하다. 뮐러-라이어 착시는 두 수직선의 지느러미에 따라 원래 길이보다 더 길거나 짧아보이는 현상이다. 이 착시 현상에 대해 Gregory(1966)은 크기 항등성 척도화라고 부르는 기체에 기초하여 설명하였다. Gregory는 3차원 세계에서 안정된 지각을 유지하도록 돕는 크기 항등성 척도화 기체가 2차원 표면에 그려진 대상에 적용될 때는 착시를 낳는다고 주장하였다. 즉, 그림 3에서는 지느러미가 깊이정보가 되어 크기 항등성 척도화 기체를 작동시켜 고려된 깊이 정보로 수직선들의 지각된 크기를 조정한다. 하지만 크기 항등성 척도화 기체가 필요 없는 경우에도 착시현상이 일어난다. 그림 4와 같이, 지느러미 같은 깊이 정보가 없는 경우에도 착시는 일어난다. Gregory가 제안한 크기 항등성 척도화 기체로 설명되지 않는 뮐러-라이어 착시 현상이 존재하기 때문에 Gregory의 착시 이론은 비판받았다(Patricia & Julian, 1985, 1986, 1991). 뮐러-라이어 착시를 설명하기 위해 Day(1990)는 갈등단서 이론을 제안했다. 갈등단서 이론은 선길이 지각이 두 가지 단서에 의존한다고 주장하는데, 첫째는 수직선의 실제 길이이고 둘째는 그림의 전체 길이이다. Day에 따르면 이

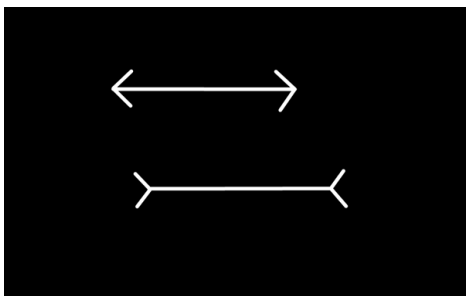


그림 3. 뮐러-라이어 착시의 예

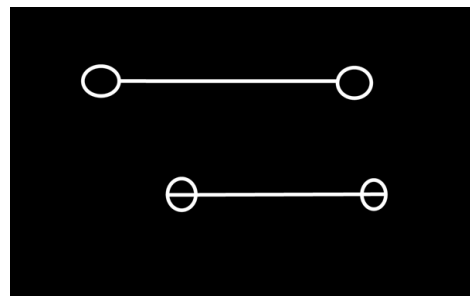


그림 4. 아령형 뮐러-라이어 착시

두 가지 같등하는 단서들이 통합되어 길이의 타협된 지각을 형성한다고 한다. 그림 4에서 위쪽 선의 전반적 길이는 바깥쪽에 있는 원 때문에 더 길어 보이고 이 전체 길이 때문에 그 수직선이 더 길게 보인다. 따라서 비록 Gregory는 깊이 정보가 착시를 결정하는데 관여한다고 했지만, Day는 이를 기각하고 길이에 대한 단서가 중요하다고 하였다.

실험 1: 사이먼 효과를 통한 키넥트의 시간해상력 검증

실험 1은 사이먼 효과를 통해 키보드 반응과 키넥트 행동 반응을 비교함으로써 키넥트의 시간해상력을 검증해보았다.

방 법

참가자 경북대학교 심리학과 대학원생 34명이 실험에 참가하였다. 34명 중 17명은 키보드 반응과제에 참가하였고, 나머지 17명은 키넥트 행동 반응과제에 참가하였다. 실험 참가자는 교정시력 0.8 이상의 정상시력이었다.

장치 및 재료 실험 참가자들은 외부와 격리된 실험실에서 실험 과제를 수행하였다. 실험실에서 사용한 컴퓨터의 시스템 사양은 Microsoft Windows 7을 운영체제로 하는 IBM PC 호환 컴퓨터였다. 자극 제시 화면은 노트북 컴퓨터 모니터가 아닌 LCD 프로젝터를 사용하였다. 키넥트를 이용하여 실험 참가자의 골격을 구성하려면 키넥트의 센서에 실험 참가자 전신에 나와야 하고, 실험 참가자 전신이 나오는 거리가 최소 2미터이다. 따라서 실험 참가자가 자극 제시 화면에서 2미터 이상 거리를 두게 되면, 모니터와 같이 작은 화면으로는 실험 참가자가 자극을 식별하기 어렵다. 프로젝터는 실험 참가자 뒤에 설치하였고, 실험 참가자 정면에 가로 2미터, 세로 2미터의 화면을 투사하였다. 실험 참가자는 키넥트와 화면에서 2.5미터 떨어진 곳에서 보정 자세를 취하여 골격 보정을 실시하고 과제를 수행하였다. 실험 소프트웨어는 DMDX(Forster & Forster, 2003)를 이용하였다.

키보드 반응 과제 표적 자극 제시화면에 ‘+’가 항상 유지되었고, 참가자는 ‘+’를 응시하



그림 5. 사이먼 효과 검증에 사용된 자극의 예

도록 지시받았다. ‘+’의 왼쪽 또는 오른쪽 방향에 녹색상자 또는 적색상자가 나타났다. 실험 참가자는 제시되는 위치에 관계없이 상자의 색에 맞춰 반응하여야 한다. 키보드 반응 과제에서는 자극의 위치에 관계없이 녹색 상자일 때 키보드 ‘a’를 누르고 적색 상자일 때 키보드 ‘l’를 눌러야 한다.

키넥트 행동 반응 과제 실험 참가자의 행동 반응은 FFAST를 이용하여 측정하였다. 본 연구에서는 표적 자극의 위치에 관계없이 녹색 상자일 때 왼팔을 들고 적색 상자일 때 오른팔을 들어야 한다. 실험 참가자가 왼팔 또는 오른팔을 들면 FFAST가 인식하여 실험 참가자의 행동을 버튼 반응으로 바꾸어 실험 프로그램에 전달하게 된다. 본 연구에서는 실험 참가자의 왼팔 드는 행동에 키보드 ‘a’키를 할당하였고 오른팔 드는 행동에 키보드 ‘l’키를 할당하였다.

절차 및 설계 실험을 시작하면 실험 참가자는 화면에 나타난 실험 지시문을 보게 된다. 실험 참가자가 실험 지시문을 읽고 충분히 숙지하였다고 보고하면 연습시행 4회를 시행하였다. 4회의 연습시행이 끝나면 자동적으로 본 시행으로 이어진다. 본 시행은 무선적으로 제시되었으며, 블럭당 4시행 씩 8블럭으로 총 32시행이며 소요시간은 약 10분이었다.

본 연구의 실험설계는 2(반응키 위치 일치/불일치) x 2(녹색/적색)의 반복측정 설계이다. 측정된 지표는 반응시간이다. 자료 분석을 위한 통계처리는 PASW Statistics 18.0 한글판을 사용하였다.

결 과

키보드 반응 과제 키보드 반응 과제에서 각 조건에 대한 평균 반응시간과 표준오차는 표 1에 제시하였다. 반응해야 할 색과 위치가 일치 할 때 반응시간이 빨라짐을 알 수 있다.

표 1. 사이먼 효과 키보드반응 과제의 각 조건에 대한 평균 반응시간과 표준오차

	녹색		적색	
	평균	표준오차	평균	표준오차
위치일치	381.56	11.50	369.74	7.82
위치불일치	443.05	9.49	432.48	10.10

표 2. 사이먼 효과 키넥트 행동반응 과제에서 각 조건에 대한 평균 반응시간과 표준오차

	녹색		적색	
	평균	표준오차	평균	표준오차
위치일치	794.36	11.57	801.18	18.29
위치불일치	824.16	9.73	815.84	14.41

표 3. 사이먼 효과 과제의 키보드 반응과 키넥트 행동반응의 효과량 평균 차이 비교

	키보드 반응		키넥트 행동 반응		t (df=66)
	평균	표준오차	평균	표준오차	
효과량	62.11	8.77	22.23	8.12	3.34***

*** $p < .001$

과제에서 측정된 측정치를 대상으로 반복측정 분산분석을 실시한 결과, 위치일치성의 주효과만이 유의미 [$F(1, 16)=34.49, p<.001$]하였다.

키넥트 행동 반응 과제 키넥트 행동 반응 과제의 각 조건에 대한 평균 반응시간과 표준오차는 표 2에 제시하였다. 과제에서 측정된 측정치를 대상으로 반복측정 분산분석을 실시한 결과 위치일치성의 주효과만이 유의미 [$F(1, 16)=11.86, p<.01$]하였다. 이러한 결과는 색과 위치가 일치되는 자극이 제시될 때, 예를 들어 녹색 상자가 오른쪽에 제시 될 때 왼쪽 팔을 드는 것 보다, 녹색 상자가 왼쪽에 제시 될 때 왼쪽 팔을 드는 시간이 짧음을 나타낸다.

기기 간 사이먼 효과량의 차이를 알아보기 위해 각 과제 간 사이먼 효과량에 대해 독립 표본 t 검증을 실시하였다. 실시한 결과는 표 3과 같다. 그 결과, 각 기기 간 사이먼 효과량의 차이가 유의하게 나타났다 [$t(66)=3.34, p<.001$].

실험 2: 뮐러-라이어 착시 시각 측정 및 행동 측정비교와 키넥트의 공간해상력 검증

실험 2에서는 키넥트를 이용하여 뮐러-라이

어 착시에 대한 시각 평정과 행동 측정의 차이를 관찰해보고 키넥트의 공간해상력을 알아보았다.

방 법

참가자 경북대학교 심리학과 대학원생 20명이 실험에 참가하였다. 20명중 10명은 착시 시각 측정과제에 참가하였고, 나머지 10명은 착시 행동 측정과제에 참가하였다. 실험 참가자는 교정시력 0.8 이상의 정상시력을 보유하고 있었다.

장치 및 재료 실험에 사용된 컴퓨터의 시스템 사양은 Microsoft Windows 7 운영체제로 하는 IBM PC 호환 컴퓨터였다. 자극 제시 화면은 실험 1에서처럼 노트북 컴퓨터 모니터가 아닌 LCD 프로젝터를 사용하였다.

착시 시각 측정과제 착시 시각 측정과제에서 수행과제는 그림 6과 같이 화면에 왼쪽에 나타나는 기준 선분을 보고 오른쪽에 있는 착시 자극이 왼쪽의 기준 선분에 비해 얼마나 차이 나는지 반응하는 과제이다. 실험 참가자에게 오른쪽의 기준 선분을 5로 정해주고 왼쪽의 착시 선분이 오른쪽 기준 선분과 같으면 5,

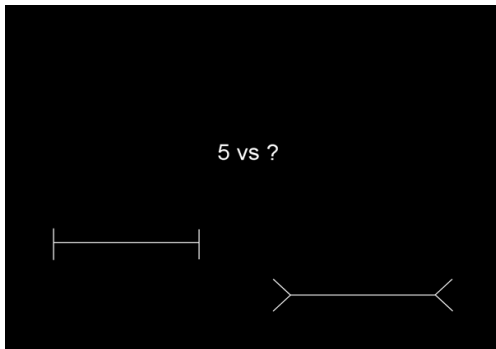


그림 6. 착시 시각 측정과제 자극의 예

기준 선분보다 작다고 생각되면 4 이하, 기준 선분보다 크다고 생각되면 6 이상으로 반응하라고 지시하였다.

착시 행동 측정과제 착시 시각 측정과제에서는 뮐러-라이어 착시 판단을 시각에만 의존하도록 지시하였지만, 착시 행동 측정과제에서는 자신의 팔을 사용하여 착시 선분을 재어보게 하였다. 착시 행동 측정과제에서는 실험 참가자가 팔을 이용하여 기준 선분과 착시 선분을 재어볼 때 키넥트를 이용하여 팔을 얼마만큼 벌렸는지 측정해 보았다. 착시 시각 측정과제와 달리 기준 선분을 정해주지 않고, 기준 선분도 자신의 팔로 재어보게 하였다. 착시 행동 측정과제에서는 키넥트를 이용하여 실험 참가자의 팔 벌림을 재어 보기 위해 실험에 들어가기 전 보정자세를 취해 골격을 보정하였다. 실험 참가자의 팔 벌림 측정행동을 측정하는 데에 NITE의 예제 프로그램인 Sample-Players를 이용하였다. Sample-Player는 그림 7과 같이 사용자의 골격을 실시간으로 나타낸다. 실험 참가자에게 각 자극에 대해 팔 벌림 측정행동을 지시하였고, 각 자극에 대해

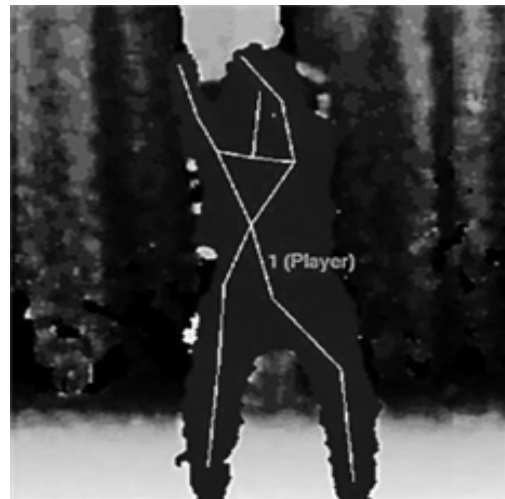


그림 7. 착시 행동 측정과제 방법, 실험 참가자가 뮐러-라이어 착시선분을 보고 자신의 팔을 이용해 착시선분을 직접 재어볼 때 키넥트로 실험 참가자의 양팔의 간격을 측정하였다.

팔 벌림 측정행동을 취할 때 Sample-Player의 골격 화면을 화면 갈무리 프로그램으로 갈무리하였다. 팔 벌림 측정행동은 기준선분과 착시선분 모두 화면 갈무리하였다. 모든 자극에 대한 실험 참가자의 반응 장면을 화면 갈무리를 하여 실험이 끝난 후, 갈무리된 영상을 분석하였다. 실험에 사용된 자극에서 왼쪽의 기준 선분은 착시 현상이 나타나지 않게 지느러미가 없고 300px로 고정되어있다. 오른쪽 착시 선분은 지느러미가 있게 제시하였다. 착시 선분의 지느러미는 내측 지느러미와 외측 지느러미가 있으며, 지느러미의 각도는 60도와 90도가 있다. 지느러미와 더불어 착시 선분의 내측 길이는 기준 선분과 달리 250px, 300px, 350px로 되어있다.

절차 및 설계 실험을 시작하면 실험 참가자

는 화면에 나타난 실험 지시문을 보게 된다. 실험 참가자가 실험 지시문을 읽어보고 충분히 숙지하였다고 보고하면 연습시행 6회를 시행하였다. 6회의 연습시행이 끝나면 자동적으로 본시행으로 이어진다. 본시행에서 자극은 무선적으로 제시되었으며, 블록 당 6시행씩 총 12블럭으로 총 72시행이며 소요시간은 약 20분이었다.

본 연구의 실험설계는 2(지느러미: 내측, 외측) x 2(지느러미 각도: 60도, 90도) x 3(선분길이: 250px, 300px, 350px)의 반복측정 설계이다. 측정된 지표는 착시 선분의 지각된 길이와 실험 참가자 팔 벌림 크기이다. 자료 분석을 위한 통계처리는 PASW Statistics 18.0 한글판을 사용하였다.

결 과

착시 시각 측정과제 밀러-라이어 착시의 시각 측정과제 수행정도를 측정하였다. 표 4는 밀러-라이어 착시 시각 측정과제의 착시선분 길이에 대한 시각판단 반응평균과 표준오차이다. 착시량은 지느러미 유형이 내측일 경우 $\{(기준선분-지각된반응)/기준선분\} \times 100$ 으로 계산하였고, 지느러미 유형이 외측일 경우 $\{(지각된반응-기준선분)/기준선분\} \times 100$ 으로 계산하였다. 과제에서 측정된 착시량을 대상으로 하여 조건 내에서 어떠한 차이가 나타나는지 알아보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 분석 결과, 지느러미의 주효과 $[F(1,9)=45.78, p<.001]$ 와 각도의 주효과 $[F(1,9)=76.32, p<.001]$ 가 유의미하였다. 지느러미와 각도의 주효과는 착시 시각 측정과제에서 지느러미 유

표 4. 밀러-라이어 착시 시각 측정과제에서 착시선분 길이에 대한 시각판단 반응평균과 표준오차

착시선분 길이	반응평균	표준오차
250px	4.34	.11
300px	5.48	.11
350px	6.33	.14

표 5. 밀러-라이어 착시 시각 측정과제에서 지느러미 유형과 각도에 대한 시각판단 착시량 평균과 표준오차

		착시량	
		평균	표준오차
내측	60도	6.49	3.12
지느러미	90도	3.91	3.11
외측	60도	23.58	3.73
지느러미	90도	17.54	3.32

형의 차이와 지느러미 각도의 차이가 착시를 유발했음을 의미한다.

착시 행동 측정과제 밀러-라이어 착시의 행동 측정과제 수행정도를 측정하였다. 표 6은 밀러-라이어 착시 행동 측정과제의 착시선분 길이에 대한 반응평균과 표준오차이다. 착시량은 지느러미 유형이 내측일 경우 $\{(기준선분-행동-착시선분-행동)/기준선분-행동\} \times 100$

표 6. 밀러-라이어 착시 행동 측정과제에서 착시선분 길이에 대한 행동측정 반응평균과 표준오차

착시선분 길이	반응평균	표준오차
250px	52.16	.46
300px	55.65	.68
350px	65.36	.46

표 7. 밀러-라이어 착시 행동 측정과제에서 지느러미 유형과 각도에 대한 행동판단 착시량 평균과 표준오차

		착시량	
		평균	표준오차
내측	60도	3.56	2.18
	90도	2.96	2.31
외측	60도	5.97	2.13
	90도	5.80	2.10

으로 계산하였고, 지느러미 유형이 외측일 경우 $\{(착시선분\ 행동-기준선분\ 행동)/기준선분\ 행동\} \times 100$ 으로 계산하였다. 착시 시각 측정과제에서 기준선분의 길이를 '5'로 정해주었지만 착시 행동 측정과제에서는 실험 참가자가 직접 재어보도록 지시하였고, 기준선분의 길이도 측정하였다. 과제에서 측정된 착시량을 대상으로 하여 조건 내에서 어떠한 차이가 나타나는지 알아보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 분석 결과, 길이 차이의 주효과 $[F(2,18)=173.15, p<.001]$ 가 유의미하였다. 착시 시각 측정과제와 달리 길이에서 차이만 유의미 하고 지느러미와 각도 조건에서 유의미한 결과가 나오지 않은 것은 키넥트를 통해 알아본 착시 행동 측정과제에서 실험 참가자가 자신의 기준을 갖고 착시 선분을 직접 재어볼 경우에는 착시를 일으키는 지느러미와 지느러

미 각도가 영향을 주지 않았다고 볼 수 있다.

밀러-라이어 착시에서 시각측정 과제와 행동측정 과제의 착시량 차이를 알아보기 위해 두 집단 간 독립표본 t 검증을 실시하였다. 시각측정 과제와 행동측정 과제에서 착시량의 차이가 유의하게 나타났다($t(238)=3.95, p<.001$).

종합 논의

본 연구는 키넥트의 심리학 실험측정기기로써 가능성을 알아보고자 시공간해상력 검증을 목적으로 행해졌다. 연구 1에서 사이먼 효과의 검증을 통해 시간해상력을 알아보았고, 연구 2에서 밀러-라이어 착시의 행동측정을 통해 공간해상력을 알아보았다.

연구 1의 결과는 위치일치성에서 주효과가 나타났다. 이러한 결과는 Simon의 연구(1963) 결과와 일치한다. 연구 1에서 기존 연구와 일치하는 결과는 키넥트를 이용한 행동반응이 특정 심리학 실험에 적용될 수 있음을 의미하며 사이먼 효과와 같이 반응시간을 종속측정치로 하는 실험에서 기존 연구 결과를 지지함으로써 키넥트가 심리학 실험도구로써 필요한 시간해상력을 조금이나마 갖추었다고 볼 수 있다.

연구 2의 결과는 다음과 같다. 첫째, 밀러-라이어 착시 시각 측정과제에서 지느러미 유

표 8. 밀러-라이어 착시과제에서 키보드 반응과 키넥트 행동반응의 착시량 평균 차이 비교

	시각측정		키넥트 행동측정		t (df=238)
	평균	표준오차	평균	표준오차	
착시량	12.88	1.80	4.57	11.88	3.95***

*** $p < .001$

형과 지느러미 각도 두 조건에서 주효과가 나타났다. 이러한 결과는 지느러미 조작에 따라 밀러-라이어 착시효과를 일으켰다고 볼 수 있다. 둘째, 밀러-라이어 착시 행동 측정과제에서 길이 차이에 대한 주효과만 나타났다. 이러한 결과는 행동측정에서 지느러미 조작이 착시효과를 일으키지 못함을 의미한다. Aglioto 등(1995)은 에빙하우스 크기착시를 눈으로 판단하는 것보다 손으로 직접 재어볼 때 착시효과가 줄어든다고 주장하였다. 실험 2는 Aglioto의 실험 결과와 비교적 동일한 결과를 보여주어 vision-for-action이 공간에 대한 정보를 절대적으로 사용하는 것을 관찰하였다. 즉, 실험 참가자는 착시 선분의 크기 판단을 자신의 팔을 이용해 선분 길이를 검증하여 착시효과를 억제했다고 볼 수 있다. 더불어 밀러-라이어 착시 행동 측정과제에서 선분 길이에 따라 팔 벌림 측정치가 일정하게 변화하는 것을 키넥트를 통해 측정할 수 있었다. 이 결과는 키넥트의 공간해상력이 비교적 안정적이며 다른 행동측정 실험에 응용될 가능성을 보여준다고 볼 수 있다. 하지만 vision-for-action의 공간 정보 측정에 대한 비판이 있다. Buruno, Bernardis과 Gentilucci(2008)은 vision-for-perception과 vision-for-action은 시각 인식의 많은 수준에서 상호 작용하고 있으며, 착시 선분을 손으로 재어보는 행동을 할 때도 vision-for-perception이 개입하지 않을 가능성을 완전히 배제하지 못한다고 주장하였다. 따라서 크기착시를 실험 참가자가 직접 재어보고 착시 효과가 줄어든 결과가 vision-for-action의 기능만을 측정했다고 할 수 없다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 기존

의 연구들에서 반응 측정을 버튼 박스 혹은 주관적 관찰에 의존 했던 것과 달리 실제 행동을 하여 반응하고 행동에 대한 객관적 관찰 측정치를 제공했다는 점이다. 최근 이러한 행동에 대한 객관적 관찰 측정치를 얻으려고 하는 연구들이 있다. 하지만 키넥트를 이용하는 것처럼 간단하지 않거나 또는 관찰 측정치의 제약이 있는 경우가 있다. 이정희 등(2011)이 제안한 측정 방법은 공간적 제약이 적고 실험 참가자에게 특정한 장치를 하지 않는다는 장점이 있지만 2차원적 움직임만을 측정하는 단점이 있다. 홍성규 등(2005)이 사용한 측정 방법은 3차원 움직임을 측정할 수 있지만 5대의 카메라와 공간적 제약 그리고 실험 참가자의 관절 위치마다 표식자를 붙여야 하는 단점이 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 키넥트를 이용함으로써 조금이나마 개선하였다. 둘째, 키넥트의 심리학 실험기기로 활용 가능성을 시공간해상력과 관련된 과제를 통하여 검증했다는 점이다. 사이먼 효과 과제를 통해 행동에 대한 시간해상력이 심리학 실험기기로써 적절한지 알아보았고, 밀러-라이어 착시를 통해 실험 참가자의 행동을 객관적으로 측정하고 분석함으로써 공간해상력을 알아보았다. 시간해상력 검증에 사용된 사이먼 효과는 기존 연구와 일치하는 결과를 볼 수 있었고, 공간해상력 검증에 사용된 밀러-라이어 착시 판단에서 비교적 일관적인 행동 측정치를 얻음으로써 키넥트가 심리학 실험에 적절한 공간해상력을 지닌 것을 확인하였다.

본 연구의 제한점과 추후연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 키넥트의 제한된 성능이다. 키넥트는 게임 주변기기로 출시되었다.

기본적으로 키넥트의 시공간해상력은 게임을 조작하는데 문제없을 정도에 그친다. 키넥트의 시간해상도는 30Hz이며 공간해상도는 640x480이다. 이러한 성능상의 제약은 처리량과도 관계가 있다. 시공간해상도가 높아질수록 처리량은 기하급수적으로 늘어나므로 매우 빠른 컴퓨터 성능을 요구한다. 따라서 현재 키넥트의 시공간해상도 이상이 필요한 실험에는 적용이 제한된다. 키넥트가 가진 성능에 적합한 실험에만 적용하여야만 한다. 더불어 키넥트의 장점은 기본적인 시공간해상도 보다 깊이 센서를 이용한 골격 기반 행동 측정이다. 둘째, 본 연구에서 행동측정에 사용된 프로그램은 Sample-Players와 FAAST이다. FAAST의 경우 소스가 공개되지 않았다. 또한 FAAST는 고정적인 행동들에 제한된 기능만을 대입할 수 있으며, 실험 프로그램과 연동이 어렵다. 키넥트의 장점을 최대한 확보하기 위해 측정을 원하는 행동들을 사용자 정의가 가능해야하며 실험 프로그램과 연동이 잘 되는 프로그램의 개발이 필요하다.

참고문헌

김지원, 박병규, 홍정화, 엄광문 (2008). 실버/재활 공학의 연구 동향 및 전망. *공업화학* 11(2), 11-23.

이정희, 이영희, 차의영 (2011). 영상처리를 이용한 ADHD 측정도구. *한국컴퓨터교육학회 논문지*, 14(2), 95-102.

홍성규, 고승범, 조승철, 윤준식, 이승화, 박건우, 이대희 (2005). 3차원 보행분석시스템을 이용한 파킨슨병 환자의 보행 분석. *대한신경과학회지*, 23(5), 635-641.

Abrahamse, E., & Lubbe, R. (2008). Endogenous orienting modulates the Simon effect: critical factors in experimental design. *Psychological Research*, 72(3), 261-272.

Aglioti, S., DeSouza, J. F. X., & Goodale, M. A. (1995). Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand. *Current Biology*, 5(6), 679-685.

Day, R. H. (1989). Natural and artificial cues, perceptual compromise and the basis of veridical and illusory perception. In D. Vickers & P. L. Smith (Eds.), *Human information processing: Measures and mechanisms* (pp.107-129). North Holland, The Netherlands: Elsevier Science.

Day, R. H. (1990). The Bourdon illusion in haptic space. *Perception and Psychophysics*, 47, 400-404.

DeLucia, P., & Hochberg, J. (1985). Illusions in the real world and in the mind's eye. *Proceeding of the Eastern Psychological Association*, 56, 38.

DeLucia, P., & Hochberg, J. (1986). Real-world geometrical illusions: Theoretical and practical implications. *Proceeding of the Eastern Psychological Association*, 57, 62.

DeLucia, P., & Hochberg, J. (1991). Geometrical illusions in solid objects under ordinary viewing conditions. *Perception and Psychophysics*, 50, 547-554.

Forster, K., & Forster, J. (2003). DMDX: A Windows display program with millisecond accuracy. *Behavior Research Methods*, 35(1),

- 116-124.
- Gregory, R. L. (1966). *Eye and brain*. New York: McGraw-Hill.
- Gregory, R. L. (1997). Knowledge in perception and illusion. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 352(1358), 1121-1127.
- Hommel, B. (2011). The Simon effect as tool and heuristic. *Acta Psychologica*, 136(2), 189-202.
- Howe, C. Q., & Purves, D. (2005). The Müller-Lyer illusion explained by the statistics of image-source relationships. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(4), 1234-1239.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 14(2), 201-211.
- Kaufman, L., & Kaufman, J. H. (2000). Explaining the moon illusion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(1), 500-505.
- Lecklider, T. (2011). Your Scope Needs a Natural User Interface. *EE: Evaluation Engineering*, 50(1), 12-22.
- Lee, D., & Aronson, E. (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 15(3), 529-532.
- Leyvand, T., Meekhof, C., Yi-Chen Wei, Jian Sun, & Baining Guo. (2011). Kinect Identity: Technology and Experience. *Computer*, 44(4), 94-96.
- Loomis, J., Blascovich, J., & Beall, A. (1999). Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology. *Behavior Research Methods*, 31(4), 557-564.
- Schrater, P. R., Knill, D. C., & Simoncelli, E. P. (2000). Mechanisms of visual motion detection. *Nature Neuroscience*, 3(1), 64.
- Simon, J. R. (1969). Reactions towards the source of stimulation. *Journal of experimental psychology*, 81, 174-176.
- Simon, J. R., & Wolf, J. D. (1963). Choice reaction times as a function of angular stimulus-response correspondence and age. *Ergonomics*, 6, 99-105.
- Suma, E. A., Lange, B., Rizzo, A., Krum, D. M., & Bolas, M. (2011). FFAST: The Flexible Action and Articulated Skeleton Toolkit. *Virtual Reality Conference (VR), 2011 IEEE* (pp 247-248).

1 차원고접수 : 2011. 11. 23
수정원고접수 : 2011. 12. 4
최종게재결정 : 2011. 12. 11

Verification of Simon effect and Muller-Lyer illusion: Comparison of action and perception using Kinect

Yeung-Jun Sohn

Ho-wan Kwak

Department of Psychology, Kyungpook National University

We examined the temporal and spatial resolution of Kinect which is a motion sensing input device manufactured by Microsoft. Specifically, two experiments were conducted to verify Simon effect and Muller-Lyer illusion by measuring quantitative behavior using Kinect. The purpose of experimental 1 was to evaluate the temporal resolution of Kinect in a Simon effect task. Simon effects were observed in both of the keyboard condition and the Kinect condition. In experimental 2, participants were asked to judge the length of the Mueller-Lyer test line compared to the comparison line either by perception or hand action. In the Kinect condition, hand-action judgement of the line increased with the line length linearly. More importantly, the hand-action condition did not show significant illusions while the perception condition showed significant illusions. This result suggests that Kinect could be a useful tool to explore a possible gap between perception and action. Finally, several methodological problems and future developments of the Kinect system were discussed.

Key words : Kinect, Simon effect, Muller-Lyer Illusion, perception and action