

실감형 가상현실 상호작용 기술동향

Realistic Interaction Technology for Virtual Reality

김용완 (Y.W. Kim) 가상현실연구팀 선임연구원
조동식 (D.S. Jo) 가상현실연구팀 선임연구원
김영희 (Y.H. Kim) 가상현실연구팀 선임연구원
김혜미 (H.M. Kim) 가상현실연구팀 연구원
김기홍 (K.H. Kim) 가상현실연구팀 팀장

* 본고는 문화체육관광부(MCST)와 한국산업기술관리평가원(KEIT)의 2011년도 디지털콘텐츠원천기술개발 사업 연구결과로 수행되었음.

IT 기술과 콘텐츠 기술이 융합된 가상현실 기술은 최근 산업, 의료, 엔터테인먼트, 교육, 문화 체험, 국방, 건축 등 적용이 널리 증가되고 있다. 본고에서는 실감형 가상현실 상호작용 기술의 동향과 활용 사례를 통하여, 핵심기술 요소와 시장 활용성 및 향후 응용 분야를 제시한다. 특히, Physical User Interface(PUI) 센서, depth 센서(혹은 RGB-D 센서) 등 3D 인터페이스를 통해 사용자의 위치 추적 및 사용자의 의도를 실시간으로 분석하고, 주변 환경에 대한 그래픽적인 표현 및 시각화에 의해 콘텐츠와 자연스럽게 상호작용하는 기법에 관한 동향을 중심으로 소개한다.

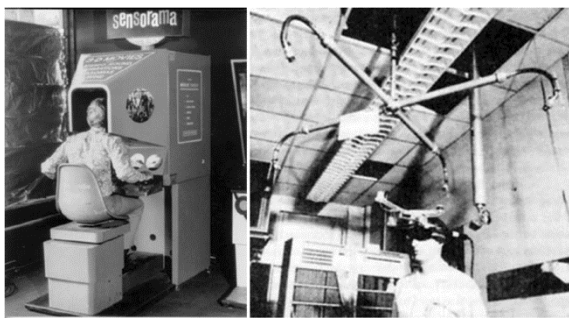
사용자 중심
차세대콘텐츠기술 특집

- I. 실감 상호작용 개요
- II. 3D 인터페이스 기반 상호작용 기술동향
- III. RGB-D 센서 기반 손가락 동작 인식 기술동향
- IV. RGB-D 센서 기반 3D 복원 기술동향
- V. 결론

1. 실감 상호작용 개요

가상현실 기술은 1956년 Morton Heilig의 ‘Sensorama’[1]와 1965년 Ivan Sutherland의 ‘Ultimate Display’[2]라는 초보적인 가상현실 시스템이 소개된 이래 반세기 동안 발전을 거듭해 왔다(그림 1) 참조). 최근에는 건축, 자동차, 의료, 조선, 국방, 교육, 게임 등 다양한 분야에 적용이 확대되고 있고, 또한 녹색성장의 중점 육성 기술 중 한 가지로 크게 주목을 받고 있다[3]. 특히, 산업 분야에서는 디지털 디자인 품평 및 가상현실 훈련 등이 현업에 적용되어 생산 비용과 주기를 획기적으로 줄이고, 생산성을 향상하는데 기여하고 있다[4].

이러한 가상현실 기술 중 상호작용 기술은 실감 효과를 실시간으로 제시하는 가시화와 더불어 가상현실 시스템을 구축하는 핵심기술 중 하나이다. 상호작용 기술은 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각 등 사용자의 오감을 제시하는 H/W와 이를 구동하는 S/W, 가상현실 콘텐츠와 실시간으로 반응하는 기술로 구분될 수 있다. 가상현실 시스템을 위한 시각 인터페이스는 안경 방식의 HMD(Head mounted display), 사용자 주변의 전 영역이 프로젝션 장치로 구성되는 몰입형의 CAVE 시스템 등을 대표적인 사례로 볼 수 있고, 청각은 가상 음원의 3차원 공간상의 위치 및 방향 재현을 목적으로 HRTF(Head related transfer function)



(그림 1) Sensorama(좌), Ultimate Display(우)

기반 음원 재생 및 입체 음향이 연구 개발되고 있다. 촉각 인터페이스는 실제 환경과 유사하게 물체가 피부에 닿았을 때 느끼는 촉각 정보(tactile) 제시, 중력감 및 반력감(force-feedback)과 같은 관절과 근육의 움직임에 의해 제시되는 근감각이 제시되는 연구가 진행되고 있다. 후각 및 미각은 연구개발 기초 단계에 머물고 있으며 일본 등에서 전달매체를 기반으로 한 연구를 진행하고 있지만 이는 감각을 오랫동안 지속하지 못하는 기술적 한계를 가지고 있다.

최근에는 가상환경과의 상호작용 목적으로 사용자가 복잡한 wire와 센서를 부착해야만 하는 불편함을 해소하기 위한 마커리스(markerless) 방식의 인터페이스를 기반으로 한 상호작용 기법과 사용자의 동작 추적 및 제스처 인식을 바탕으로 한 응용 연구가 활발히 진행되고 있다. 이를 위해 가속도, 자이로스코프, 지자기, depth 센서 등을 이용한 모션 컨트롤러, RGB-D 카메라 등 H/W 장치가 개발되어 게임 등 엔터테인먼트 분야에서 적용되고 있으며 향후 이 기술은 가상현실과 관련된 다양한 분야에 범용적으로 널리 확대될 것으로 전망한다.

본고에서는 실감형 가상현실 상호작용 기술의 연구개발 사례를 중심으로 기술개발 방향을 모색하고자 한다. 본고의 구성은 다음과 같다. II장에서는 PUI(Physical User Interface) 형태의 3D 인터페이스와 이를 이용한 실시간 상호작용 동향 등에 대해 살펴보고, III장에서는 RGB-D 카메라(혹은 depth 카메라)를 기반으로 손가락 위치 추적에 따른 동작 인식을 통해 3D UI, 3D 물체 등의 콘텐츠를 제어하는 기술을 소개한다. IV장에서는 depth 카메라를 기반으로 한 사용자의 실공간을 3D 가상 공간으로 복원하고, 스캐닝하여 물리적인 상호작용 공간을 제시하는 기술을 소개하고자 한다. 마지막으로 V장에서는 가상현실 시스템 구축을 위한 실감 상호작용 기술이 극복해

야 할 기술적 과제와 향후 연구방향을 제시하고자 한다.

II. 3D 인터페이스 기반 상호작용 기술동향

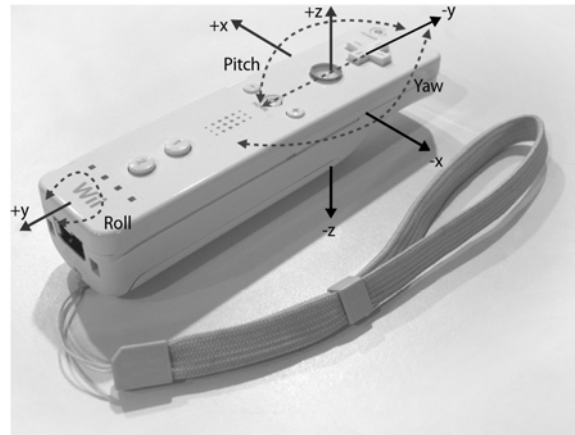
최근 닌텐도의 Wii로 시작된 3D 인터페이스를 이용한 체감형 콘텐츠의 제작은 열풍처럼 번지고 있다. Wii와 소니 PlayStation Move가 제공하는 새로운 형태의 콘텐츠와 입력 방식은 이제까지 겪어보지 못했던 독특한 사용자 경험을 사용자에게 제공하고 있다. Wii 등의 모션 컨트롤러를 이용한 사용자는 볼링 등과 같은 체감형 게임을 하기 위해 팔을 휘두르고 화면 속의 객체를 잡기 위해 포인팅도 수행하며, 복싱하듯이 허공에서 펀치를 휘둘러 수도 있다.

Wii가 처음으로 대중에게 상업적으로 3D UI의 체감형 상호작용 경험을 제공하였지만, 이 분야의 연구는 VR, HCI, 컴퓨터 그래픽스 분야에서 관련 연구가 꾸준히 진행되어 왔다고 할 수 있다. 3차원상에서 용이하게 내비게이션 및 조작을 할 때 어떤 3D 인터랙션 기술이 적합한지, 3D 입력 장치는 어떻게 디자인되어야 하는지, 또는 3D 입력 장치, 디스플레이와 인터랙션 간에는 어떤 상호 관련이 있을지에 관한 수많은 이슈들이 지속적으로 연구되어 왔다[5].

본 장에서는 다양한 PUI 형태의 3D 인터페이스 동향과 실시간 상호작용에 관한 내용을 살펴보고자 한다.

1. 닌텐도 Wii 모션 컨트롤러 인터페이스

닌텐도의 모션 컨트롤러 Wii 리모트(이하 Wiimote) 장치는 사용자의 핸드 움직임 추적을 위해 3축의 가속도 장치와 MotionPlus에 장착된 3축의 각속도 획득용 자이로스코프 센서를 장착하고 있다((그림



(그림 2) 닌텐도 Wiimote 센서 좌표계

2) 참조). Wii의 센서 데이터는 속도 및 가속도 정보로써 실세계의 위치 정보로 바로 매핑되지는 않지만, 제한된 콘텐츠 인터랙션 환경하에서는 적절한 변환 과정을 거쳐 모션 위치 및 회전 정보로 이용할 수 있다. Wiimote의 3축 가속도 센서는 아이폰과 같은 스마트폰 등에 내장된 가속도 센서로써 사용자의 모션 입력 및 중력이 더해진 모션 가속도 정보를 획득할 수 있게 한다. 최신 버전의 Wiimote는 보다 정밀한 모션 정보 획득을 위해서 MotionPlus에서 MEMS (Microelectromechanical system) 자이로스코프를 이용하여 회전 정보의 정확도를 향상하였다. 또한, Wiimote는 디스플레이 장치에 상하단에 위치한 센서 바의 양 사이드 적외선(IR) LED를 Wiimote에 내장된 적외선 광학 카메라를 통해서 획득하고 상대적 거리를 픽셀 단위로 변환하여 2D 디스플레이 포인팅 수단이나 회전 정보 계산 시 Yaw 보정에 활용하고 있다.

획득된 모션 컨트롤러의 센서 정보를 이용하여 사용자의 3차원 제스처를 인식하고자 하는 시도는 다양하게 진행되고 있다((그림 3) 참조). 크게 경험에 기반한 방법과 기계 학습에 기반한 제스처 인식 방법으로 분류할 수 있다. 경험에 기반한 방법은 개발자가 수동으로 특정 제스처를 시스템에서 판별할 수 있도록 센

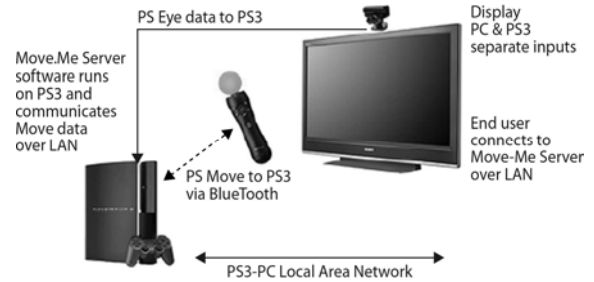


(그림 3) Wiimote를 이용한 게임 콘텐츠 예

서 정보에 기반한 관련 파라미터를 식별하는 과정으로 요약할 수 있다. 각 제스처에 대한 일련의 과정이 시간 소모가 크고 지루한 작업이지만 특정 판별 제스처들에 대해 매우 직관적으로 접근할 수 있는 방법이라고 할 수 있다. 반면 기계 학습에 기반한 방법은 입력 데이터들에서 유용한 특징을 발견하여 특정 알고리즘에 의해 제스처를 학습 인식시키는 방법이다. 발견된 특징들을 특징 벡터로 정의하여 기계학습 알고리즘의 일부분으로 적용하는 방법으로써, 일반적으로 일부 제스처 데이터를 기계 학습의 훈련 샘플로 수집하고 전체 제스처 데이터에 대한 정해진 척도를 최적화하는 훈련 모델을 찾아내는 방법이다[6].

2. 소니 PlayStation Move 인터페이스

소니의 PlayStation Move는 PlayStation Eye와 모션 컨트롤러 인터페이스로 구성되어 있다. 카메라 트래킹과 모션 센싱의 장점을 이용할 수 있도록 개발되었고, MEMS 타입의 3축 자이로스코프와 3축의 가속도 관성 센서로 이루어져 있다. Wiimote와 뚜렷히 구분되는 점으로는 다양한 컬러로 변경할 수 있는 RGB LED를 내장한 44mm 직경의 구체가 Move 컨트롤러 상단에 위치해 있다는 점이다. 컬러 구체는 PlayStation Eye를 이용한 컬러 트래킹을 통하여, 컨트롤러의 3D 위치를 신뢰성있게 복구가 가능하다[7].



(그림 4) PlayStation Move.Me 프레임워크



(그림 5) Move를 이용한 게임 콘텐츠 예

소니에서는 공식적으로 개발자가 Move 인터페이스를 사용할 수 있도록 Move.Me 애플리케이션을 공개하였다(그림 4 참조). PlayStation이 장치 서버 역할을 수행하고 PC는 장치 서버에 연결하여 콘텐츠에서 활용할 수 있는 Move 센서 데이터를 얻어오는 구조로 되어 있다(그림 5 참조). Move.Me API는 XNA와 Unity3D 등과 같은 다른 그래픽 엔진과 혼용 사용 가능하도록 설계되어 있다. Move.Me SDK에서 3D 위치, 회전, 속도, 각속도, 가속도, 버튼 상태, 트래킹 상태 등의 정보를 제공하고 있다[8].

3. 기타 다양한 PUI 인터페이스

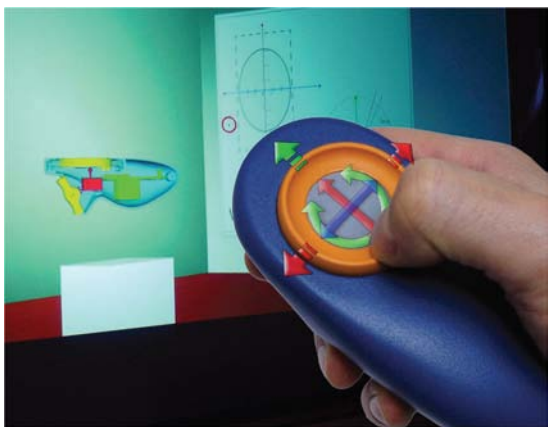
상용화된 PUI 외에도 특정 목적에 적합하게 설계된 다양한 PUI들이 개발되고 있다. 디지털 콘텐츠 생성 애플리케이션에서 3D 객체를 조작하기 위한 목적으로 주로 사용되는 SpaceMouse를 대체할 수 있도록



(그림 6) SpaceMouse를 대체하는 GlobeFish

개발된 GlobeFish가 그 한 예이다(그림 6) 참조). 6 자유도 입력 장치로 주요 사용되는 SpaceMouse의 사용자 입력 행태를 분석하여 회전과 이동 입력은 동시에 사용하는 것이 드물다는 결론을 얻고 프레임에 스프링으로 연결된 3자유도 트랙볼 시스템인 GlobeFish가 개발되었다. 트랙볼의 센서는 손가락에 의한 회전 조작을 검출하고 가상 객체에 반영한다. 또한, 트랙볼을 강하게 잡는다면 특정 방향으로 움직이는 입력도 객체에 반영할 수 있다[9].

또한, 조이스틱의 기능을 하는 탄성체 링으로 둘러싸인 터치패드를 내장한 Groovepad라는 이름의 PUI도 개발되었다(그림 7) 참조). 포인팅과 선택 등 서로



(그림 7) 5축 내비게이션을 수행하는 Groovepad

다른 형태의 입력을 부드럽게 연결할 수 있는 트랙킹 센서들을 내장하고 있다. 위치 제어 기반 시점 회전이 가능한 터치패드와 비올 제어 기반 시점 움직임이 가능한 탄성체 링으로 구성되어 있다. 가령 수직축 중심으로 시점을 회전시키기 위해서는 탄성체 링 주위를 따라서 손가락을 움직이기만 하면 된다. 회전 및 위치 제어가 동시에 검지 및 엄지 손가락으로도 직관적으로 가능한 장점이 있다[10].

III. RGB-D 센서 기반 손가락 동작 인식 기술동향

지난 2010년을 시작으로 컬러 영상뿐만 아니라 깊이 정보 획득이 가능한 저가의 상용 제품이 많이 출시되었다. 대표적으로 Xbox 360 게임기의 동작 인식 센서로 출시된 Microsoft사의 Kinect[11]가 있으며, 이스라엘 업체의 PrimeSense[12], Asus사의 Xtion PRO LIVE[13], SoftKinetic사의 DepthSense 311[14] 등이 있다. 이들 제품은 고가의 장비로만 가능했던 정밀한 3차원 정보를 저렴한 가격으로 획득할 수 있다. 뿐만 아니라 사용자의 전신 관절 동작까지도 추적할 수 있다.

이러한 상용 3차원 정보 획득 장치는 다양한 형태의 디스플레이 장치와 더불어 컴퓨터와 사용자 간의 새로운 상호작용 방식을 제안하는 데 활용되고 있다.

1. See Through 3D Desktop

최근 3차원 정보 획득 기술과 디스플레이 기술이 급속도로 발전하였음에도 불구하고, 컴퓨터 데스크톱에서의 상호작용은 2차원 입출력 시스템에서 크게 나아지지 않았다. 데스크톱 환경에서의 사용자 인터페이스를 개선하기 위하여, MIT에서는 Microsoft와 협력하여 최근 각광을 받고 있는 차세대 디스플레이인 투명 디스플레이와 Microsoft사의 동작 인식 센서



(그림 8) See through 3D desktop

Kinect를 접목하여, 투명한 컴퓨터 화면에 띄운 가상 객체, 파일 및 프로그램 창을 맨손으로 만지고 옮길 수 있는 See Through 3D Desktop 기술[8]을 선보였다(그림 8) 참조).

가. 손가락 상호작용

사용자는 투명한 디스플레이를 통해 화면을 보게 되며 컴퓨터는 사용자의 손가락과 손동작을 인식해서 투명 디스플레이에 표현된 가상 객체와 상호작용하게 된다. 사용자의 정면 상단에 위치한 Kinect로부터 획득된 깊이 영상을 활용하여 손의 이진영상을 획득하고 이로부터 사용자의 손가락 움직임을 인식한다(그림 9) 참조). 사용자는 투명한 스크린 뒤에서 맨손으로 조작하여 스크린에 표시된 물체들을 집어 들거나 옮길 수 있다. 화면에 펼쳐진 폴더 및 파일 등도 가상 객체로 표현하여 마치 실제 폴더함을 다루듯 파일을



(그림 9) 손가락 검출 영상 및 손가락 동작 인식

교를 수 있다.

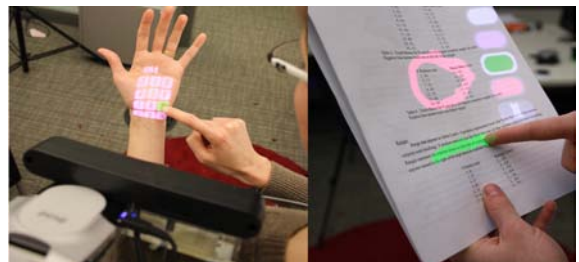
나. 다시점 영상 가시화

사용자의 시선 움직임에 따라 시점에 맞는 이미지를 모니터 상에 표현하여 3D 효과를 제공하기 위해서는 손동작뿐만 아니라 사용자의 머리 위치까지 추적할 수 있어야 한다. 이를 위해 손을 인식하는 Kinect와 별도로 추가의 Kinect를 설치하고 그로부터 얼굴의 움직임을 추적한다. 파일, 프로그램 창 등의 가상 객체를 가시화하는 투명 디스플레이 장치는 삼성전자에서 개발되었다[15].

2. Omnitouch

미국의 카네기 멜론 대학에서는 가까운 거리의 깊이 정보 획득이 가능한 depth 카메라와 웨어러블 시스템을 접목하여 임의의 표면에 인터랙티브한 환경 표현이 가능한 장치를 개발하였다. 사용자는 3차원 정보 획득 장치 및 projector를 어깨에 얹어 손가락의 움직임으로 실공간의 모든 표면에 나타난 가상 객체와 상호작용할 수 있다.

이 기술을 통해서 사용자는 일반 스마트폰 등 디지털 기기의 화면에 국한되지 않고 책상, 종이 등 일상적인 사물뿐만 아니라 사용자의 신체 일부까지도 화면으로 사용하여 가상 객체와 상호작용할 수 있다(그림 10) 참조).



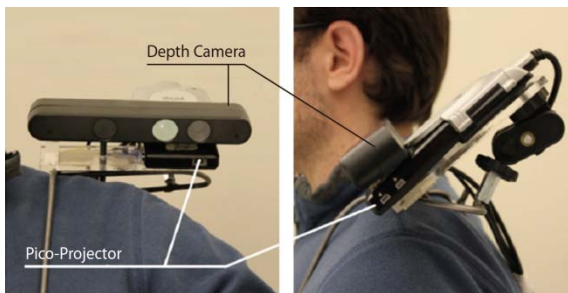
(그림 10) Omnitouch 기술 활용 예

Omnitouch 기술은 카네기 멜론 대학교 학생이 Microsoft에서 인턴 과정 중 개발하였고 미국 산타바 바라에서 열린 ACM UIST 2011 학회에서 선보였다 [16].

가. 시스템 하드웨어

Microsoft사의 depth 카메라인 경우 최근 출시된 Kinect for Windows를 사용하더라도 깊이 정보 획득이 가능한 최소거리는 40cm이다. Kinect를 웨어러블 시스템에 적용할 경우 최소거리 확보를 위해 Kinect를 머리 위로 높이 위치시켜야 하는 우스꽝스러운 모습이 연출된다. Omnitouch 시스템은 이러한 문제를 야기하지 않도록 하기 위하여 PrimeSense사에서 공급한 최소거리가 약 20cm인 depth 카메라를 사용하였다.

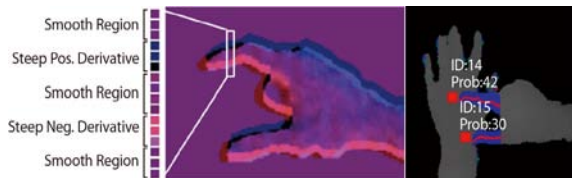
가상 객체를 어디서나 실공간의 표면에 나타나도록 하기 위한 가시화 장치로는 Microvision ShowWX+laser pico-projector[17]를 사용하였다. 이를 (그림 11)과 같이 PrimeSense사의 depth 카메라와 함께 어께에 엮을 수 있는 웨어러블 장치로 구성하였다.



(그림 11) Pico-Projector와 depth 카메라로 구성된 웨어러블 장치

나. 멀티터치 손가락 검출 및 동작 인식

Depth 카메라로부터 획득된 깊이 영상으로부터 손영역을 검출한 후, 손가락을 찾기 위해 (그림 12)와



(그림 12) 손 깊이 영상의 미분 영상 및 손가락 인식

같이 깊이 영상의 미분 영상을 해석한다. 이러한 해석을 통해 손가락의 특성을 가지는 점들을 이어 손가락을 인식한다. 이렇게 획득된 손가락과 책상, 종이, 신체 일부 등의 표면이 접촉하는 순간을 검출하여 표면에 나타난 프로젝터 영상과 손의 상호작용을 가능하게 한다.

IV. RGB-D 기반 3D 복원 기술동향

1. RGB-D 기반 실환경 복원

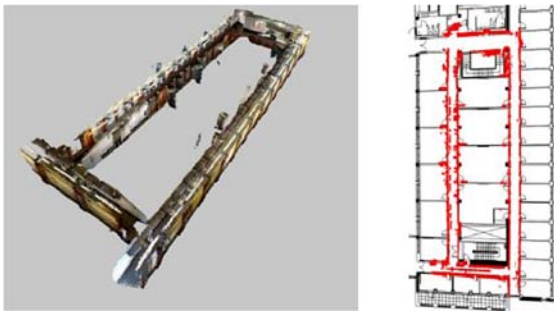
최근에 출시되고 있는 저가의 RGB-D 카메라는 픽셀 단위에서 depth 정보와 RGB image 정보를 빠른 속도로 획득할 수 있을 뿐만 아니라 해상도에서도 중간 정도의 정확도를 보인다. 이러한 이유로 RGB-D 카메라는 mobile robotics의 여러 응용 분야에서 주요 주제인 실환경 모델링(3D environments maps) 획득에 널리 활용되고 있다.

가. Dense 3D Modeling

Intel 연구소는 Washington 대학 등과 함께 RGB-D 카메라를 이용한 실환경 복원 프레임워크를 소개하였고, RGB-D 카메라가 dense 3D modeling에 적합함을 보여주었다(그림 13 참조)[18]. 사용된 RGB-D mapping 방법은 joint optimization algorithm (combining visual features and shape-based alignment), view-based loop closure detection, pose



(그림 13) RGB-D Mapping에 의해 생성된 실시간 3D Point Cloud

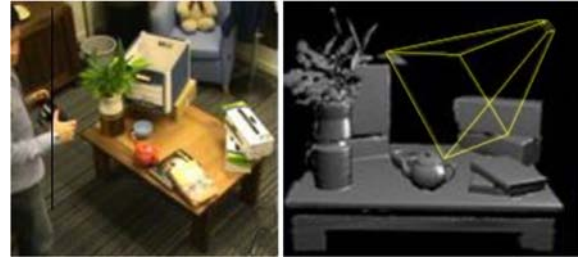


(그림 14) RGB-D mapping에 의해서 생성된 Allen Center 3D maps

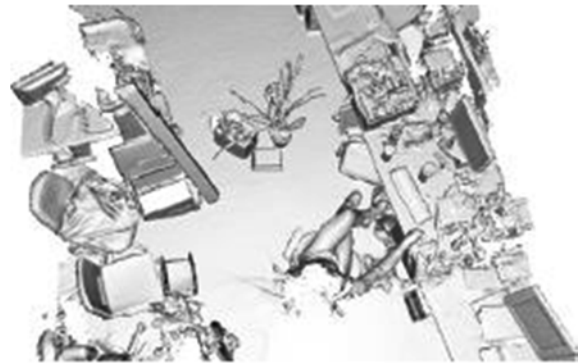
optimization 등이 결합된 하나의 3D mapping 시스템이다(그림 14) 참조).

나. KinectFusion

Microsoft research팀은 여러 대학들과 공동으로 KinectFusion이라 불리는 시스템을 개발하여 SIGGRAPH 2012 학회에 소개하였다(그림 15) 참조[19]. KinectFusion 시스템은 빠르게 움직이는 Kinect 카메라로부터 depth 정보를 받아들여서 기하학적으로 정확한 3D model을 실시간으로 생성할 수 있다. 이 시스템의 특징은 방 크기의 넓은 공간과 방 내부의



(그림 15) 사용자의 움직임에 따른 복원 데이터



(그림 16) 실시간으로 획득된 대규모의 복원 공간

디테일을 가진 3D model을 단 몇 초안에 획득 할 수 있다는 것이다(그림 16) 참조).

KinectFusion의 실시간 처리는 GPU 기반의 구현을 통해서 가능하였다. 6DOF pose 실시간 추적은 GPU 기반의 ICP 알고리즘을 사용하였고, 3D surface 복원 과정은 point cloud를 결합하는 방식 대신에 GPU 기반의 TSDF(Truncated Signed Distance



(그림 17) 복원된 환경과 상호작용하는 물리 기반 시뮬레이션 활용 예

Functions) 방법을 사용하였다. 3D surface와 volume 렌더링 과정 또한 GPU 가속 레이캐스팅(raycasting) 방법을 사용하였다. 실환경이 실시간으로 복원되는 시스템의 특징을 활용하여, 복원된 환경과 물리 시뮬레이션이 상호작용하고 실환경과 가상 물체가 상호작용하는 데모를 선보였다((그림 17) 참조).

2. RGB-D 기반 Body Scanner

최근에는 저가의 RGB-D 카메라를 사용하여 소규모 공간에서 실시간으로 물체 또는 신체를 스캔하여 3D 모델 데이터를 획득하는 많은 툴들이 소개되고 있다.

가. Faceshift

Faceshift는 Kinect 카메라 한 대를 사용하여 마커리스로 얼굴 움직임을 디테일하게 캡처하고 캐릭터 애니메이션에 적용하는 기술이다((그림 18) 참조)[20].



(그림 18) 얼굴 모션 캡처 및 캐릭터 움직임에 적용

나. ReconstructMe

ReconstructMe는 Microsoft Xbox Kinect 또는 Asus Xtion PRO LIVE를 사용하여 실시간으로 3D 모델을 복원하는 소프트웨어 툴이다((그림 19) 참조) [21].



(그림 19) 3D 복원 모델 및 3D 프린팅된 모델

다. KX-16 Full Body Scanner

[TC]²는 체력단련, 의료, 애니메이션, 게임 등의 애플리케이션을 위한 용도로써 KX-16 Full body scanner를 소개하였다. Kinect 카메라와 같은 저가형 depth 카메라를 16개 사용하여 바디 전체를 한번에 스캔하는 장치이다((그림 20) 참조)[22].



(그림 20) 네 면에 4개의 RGB-D 카메라 장착

V. 결론

본고에서는 가상현실 시스템의 실감형 상호작용 기술의 동향을 제시하였다. 이를 위해 Physical User Interface(PUI) 및 RGB-D 카메라를 이용한 H/W 플랫폼 기술, RGB-D 카메라를 이용한 동작 인식 기술, RGB-D 센서를 이용한 3D 복원 기술 등을 소개하였

다. 또한, PUI 기술을 이용하여 게임 등 활용한 사례를 소개하고, RGB-D 센서를 이용하여 UI 제어, 멀티터치 동작 인식 등의 기술개발 현황 및 활용 예를 소개하였다. 그리고, RGB-D 센서를 이용하여 3D 모델링, body 스캐닝, 사용자 주변 공간 3D 복원 등을 제시하였다. 최근, 가상현실 시스템 구축을 위해 고가의 장비로만 가능하였던 정밀한 3차원 정보 획득이 저가의 시스템으로 확대 보급됨에 따라 사용자의 전신 관절 동작 추적 및 3차원 정보 표현 기술이 빠르게 개발되고 있는 추세이다.

향후 인간의 감성과 체험을 확대할 목적으로 사용자가 거의 느낄 수 없을 정도의 seamless한 실세계와 가상 콘텐츠 가시화 및 상호작용 연동 기술이 미래에 나타날 것으로 전망하며 이를 위해 센서를 부착하지 않고 컴퓨터와 상호작용하는 장치, 입체 콘텐츠가 사용자 주변 공간에 표현되는 기술 등이 확대될 것으로 전망한다. 이를 위해 고성능 및 착용 편리성이 보장된 몰입형 가시화용 head mounted display(HMD), tangible user interface, 고성능의 depth 기반 사용자 위치 추적 장치, eye tracking 등의 H/W 기술이 발전할 것으로 전망한다. 또한, 가상현실, 증강현실, 스마트TV 제어 및 콘텐츠 제어, 제스처 인식 등 S/W 기술이 함께 확대 및 상용화가 될 것으로 전망한다. 오감과 관련해서 시각/청각/촉각 정보가 실제와 동일한 수준으로 고정밀 표현 및 제시되는 기술, 아직 초보적인 수준에 머물고 있는 미각, 후각 재생 기술 등이 꾸준히 연구개발 될 것으로 본다. 이러한 가상현실 시스템의 실감 상호작용, 오감 제시 인터페이스 기술과 관련된 신개념의 인터페이스 장치 및 소프트웨어 기술은 향후 다양한 산업, 교육, 의료, 국방, 엔터테인먼트 등 분야에 적용이 널리 확대될 것으로 전망한다.

용어해설

PUI(Physical User Interface) 사용자가 손에 쥐고 가상현실 및 게임 콘텐츠를 제어하는 가속도 및 자이로 등 센서가 부착된 상호작용 장치

RGB-D 카메라 구조광 등의 정보를 이용하여 사용자 및 공간에 있는 물체의 depth 정보를 추출하고, color 정보 획득하는 이미지 센서가 함께 부착되어 있는 하드웨어 장치

3D 복원 사용자, 사용자의 주변의 실공간 등을 3D 그래픽 물체로 표현하는 기술

약어 정리

HMD	Head mounted display
HRTF	Head related transfer function
MEMS	Microelectromechanical System
PUI	Physical User Interface
TSDF	Truncated Signed Distance Functions

참고문헌

- [1] <http://www.mortonheilig.com>
- [2] http://www.wired.com/beyond_the_beyond/2009/09/augmented-reality-the-ultimate-display-by-ivan-sutherland-1965/
- [3] 미래기획위원회, “녹색기술 연구개발 종합대책,” 2009.
- [4] 양용연 외, “산업 적용형 가상현실 기술,” 전자통신동향분석, vol. 26, no. 1, 2011.
- [5] D. Bowman et al., 3D User Interfaces: Theory and Practice, Addison-Wesley Professional, Aug. 2004.
- [6] <http://www.nintendo.com/wii>
- [7] <http://us.playstation.com/ps3/playstation-move/>
- [8] <http://us.playstation.com/ps3/playstation-move/move-me/>
- [9] B. Froehlich et al., “The GlobeFish and the Globe-Mouse: Two New Six Degree of Freedom Input Devices for Graphics Applications,” *CHI Proc. SIGCHI conf. Human Factors Comput. Syst.*, 2006, pp. 191-199.
- [10] A. Kulik, R. Blach, and B. Froehlich, “Two-4-Six - a Handheld Device for 3D-Presentations,” *Proc. IEEE Symp. 3D User Interfaces*, 2006, pp. 167-170.
- [11] <http://www.xbox.com/kinect>
- [12] <http://www.primesense.com>
- [13] <http://www.asus.com>

- [14] <http://www.softkinetic.com>
- [15] See Through 3D Desktop (Behind the Screen Overlay Interaction). <http://www.youtube.com/watch?v=pgo9YyqEow>
- [16] C. Harrison, H. Benko, and A.D. Wilson, "OmniTouch: Wearable Multitouch Interaction Everywhere," *Proc. UIST*, 2011, pp. 441-450.
- [17] MicroVision. Inc. <http://www.microvision.com>
- [18] P. Henry et al., "RGB-D Mapping: Using Depth 카메라 ʼs for Dense 3D Modeling of Indoor Environments," *Proc. Int. Symp. Exp. Robot. (ISER)*, 2010.
- [19] S. Izadi et al., "KinectFusion: Real-Time Dynamic 3D Surface Reconstruction and Interaction," *ACM SIGGRAPH 2011 Talks*, 2011.
- [20] <http://www.faceshift.com>
- [21] <http://reconstructme.net>
- [22] <http://www.tc2.com>