

촉각방송과 촉각미디어

차증은* · 류제하*

1. 서 론

1940년대부터 컬러TV의 등장으로 텔레비전 방송은 20세기를 대표하는 미디어로 각광받으며 많은 사람들의 관심을 받아왔다. 최근에는 컴퓨터 성능의 향상과 디지털 멀티미디어의 눈부신 발전으로 아날로그방송에 비해 화질과 음질을 획기적으로 향상시켜 시청각미디어의 고품질화를 이룩하였다. 화질에 있어서는 HD (high definition)급으로 아날로그방송보다 5배가량의 화소를 가져 화면상의 미세한 부분까지도 선명하게 보여줄 수 있고, 5.1채널의 돌비 서라운드 (Dolby surround) 입체음향과 대형 와이드 화면이 어우러지면서 가정 내의 전용극장과 같은 현장감 있는 시청이 가능하게 되었다. 또한 디지털 압축기술(MPEG-4 등)과 3차원 디스플레이(Display)의 개발로 기존의 2차원 컬러 영상에 깊이정보를 부가한 3차원 TV를 통해 마치 영상이 눈앞에 펼쳐진 것처럼 자연스러운 영상을 즐길 수 있는 기술들이 개발되고 있다[1].

위와 같이 방송기술은 궁극적으로 시청자가 마치 화면이 제작된 곳에 있는 것처럼 느끼도록 현장감과 현실감(Presence)을 증대시키는 쪽으로

진화하고 있다. 그런데 인간은 주위 환경에 영향을 주고 동시에 주위 환경으로부터 자극을 받게 되면, 즉 주위 환경과 상호작용하게 되면 그 환경에 좀 더 몰입하여 현실감을 증대시킬 수 있다.

최근에는 이를 고려하여 시청자에게 방송 프로그램을 관련된 추가적인 정보나 인터넷 연결 서비스를 제공하거나 시청자가 간단하게 방송 프로그램에서 진행되는 투표에 참가할 수 있도록 상호작용형 TV(Interactive TV)가 개발되고 있다[2].

이럼에도 불구하고 아직 미디어는 시청각 정보의 제공에만 국한되어 있고 정보추구형 상호작용과 미디어와의 간접적인 상호작용만을 고려하고 있다. 이러한 전통적인 미디어의 한계를 뛰어넘기 위해 최근에는 인간의 오감을 자극하고 영상과 직접적으로 상호작용하여 몰입감과 현실감을 증대시키는 실감방송이 차세대 방송기술로 등장하고 있으며 국내에서도 광주과학기술원 실감방송연구센터를 중심으로 실감형 방송기술에 대한 연구가 진행되고 있다[3]. 본 논문은 실감방송기술에서 시청자가 시청각미디어를 만지고 느낄 수 있게 하기 위한 **촉각방송시스템과 촉각미디어**에 초점을 맞추어 저자들이 속한 연구실의 기초적이고 개괄적인 연구노력을 정리하고자 한다.

촉각방송에서는 TV 화면을 수동적으로 보고

*광주과학기술원 기전공학과
 ※ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업 (HITA-2005-C1090-0502-0022)인 광주과학기술원 실감방송연구센터의 연구결과로 수행되었음

소리를 들을 수 있을 뿐만 아니라 장면에 있는 물체를 직접 만지거나 조작하고 화면 안에서 물체의 움직임을 그대로 따라하거나 피부로 느낄 수 있는 촉각 상호작용을 제공한다. 인간의 촉각 시스템은 환경으로부터 감각을 인지할 수 있을 뿐만 아니라 환경에 행동을 취함으로써 영향을 줄 수 있기 때문에 몰입감을 증대시켜 현실감을 향상시키는데 중요한 역할을 한다[4].

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II장에서 기존의 촉각기술 및 촉각방송연구에 대해서 요약한다. III장에서는 촉각방송의 전체적인 시스템 구성도를 제시하고 촉각방송에서 유용하게 적용될 수 있는 몇 가지 전형적인 촉각 상호작용 시나리오를 제시한다. IV장에서는 촉각 상호작용을 위한 촉각미디어를 정의하고 그 획득방법을 소개한다. V장에서는 촉각 상호작용 시나리오를 실제 적용한 구체적인 예를 보여주고, VI장에서는 본 논문의 결론 및 향후연구 방향을 언급한다.

2. 촉각기술 개괄 및 기존의 촉각방송연구

“Haptics”라는 단어는 그리스어로 촉각을 뜻하며 Haptic 감각(촉각)이란 사람의 피부, 근육, 건(Tendon), 및 관절 등에서 외부의 기계적, 열적, 화학적 전기적 자극으로부터 느끼는 모든 감각을 의미한다[5]. 촉각은 촉감(Tactile Sense) 및 역감(Kinesthetic Sense)의 두 가지가 있으며 촉감은 손마디, 손바닥 등 피부 내부 및 근처에 퍼져있는 피부감각을 통하여 감지하는데 접촉 표면의 기하형상, 거칠기, 온도, 및 미끄러짐(Slippage) 등에 대한 정보를 주며 반면에 역감은 손가락, 손목 및 팔 등의 근육뿐만 아니라 뼈 및 관절의 수용감각(Proprioception)을 통하여 감지되는데 전체 접촉력(Total Contact Force),

유연성(Compliance: Soft or Hard), 및 무게감(Grasped Object's Weight: Heavy or Light) 등에 관한 정보를 제시해 준다. 그런데 시각 및 청각의 전달은 사용자에게 정보를 일방적으로 전달하는 반면, 역(힘)/촉감제시 장치(촉각장치)를 통한 역/촉감의 제시는 조작자가 능동적으로 가상현실에 참여하여 가상세계를 탐험하거나 가상물체들을 조작함으로써 양방향 상호작용을 경험할 수 있는 유일한 방법이다.

촉각기술을 적용하여 교육, 훈련, 오락 등의 과정을 혁신한 예는 수 없이 많다. 특히 의료수술시 의사의 손 떨림을 필터링해주는 역할, 촉각에 의한 진단(촉진), 손/발의 재활 도구로써의 사용을 들 수 있다. 또한 전통적으로 군사적 목적의 가상 훈련 모의실험 시 촉각조이스틱(Haptic Joystick)을 써서 비행 모의실험이 실제와 같은 느낌을 갖게 한다든가, 자동차운전 모의실험에서 조향 핸들에 실제 운전과 비슷한 조향감을 느끼게 해주는 것 등의 예가 있다. 최근에는 촉각박물관(Haptic Museum), 가상레고(Virtual LEGO) 같은 장난감을 만들어서 실제 박물관에 가지 않아도 집에서 유물을 만지거나 아이들이 갖고 놀게 하는 시스템이 개발되고 있다[6]. 더 나아가 인터넷을 통해 다중 참여자가 가상물체를 서로 만지면서 협업하거나 악수를 나누는 등의 실험 및 연구가 지속되고 있다.

이러한 다양한 적용례들은 촉각정보가 실감미디어로써 여러 분야에서 얼마나 유효하게 쓰일 수 있는 지를 보여주는 것이며 기존의 시청각 미디어 중심에서 인간의 오감을 총체적으로 활용하는 실감미디어 시스템으로의 연구 개발이 필요함을 나타낸다. 최근에 O'Modhrain과 Oakley[7, 8]는 촉각 상호작용이 방송 콘텐츠에 대한 시청자의

몰입감을 증대시키는데 중요한 역할을 함을 논의하였다. 여기서 그들은 2자유도 역감 장치를 사용해서 방송 장면 안에 있는 하나의 캐릭터를 제한적으로 움직일 수 있는 *presentation interaction* 을 제한했고 생방송에서 축구공에 가해지는 충격량을 시청자가 느끼는 시나리오를 제시했다.

3. 촉각방송과 촉각 상호작용 시나리오

3.1 촉각방송

방송, 통신, 컴퓨터 등이 융합되는 미디어 융합은 미디어 산업 및 이용환경을 획기적으로 변화시키고 있다. 미디어 융합은 방송부문, 통신부문, IT부분 등 다양한 영역에서 콘텐츠, 네트워크, 서비스 등의 융합으로 이루어지고 있다. 이 가운데 디지털방송은 TV를 중심으로 한 방송미디어의 모습이 기존의 오락 위주의 일방향적 미디어에서 사용자 중심의 상호작용 미디어로 진화되는 계기를 제공할 것으로 예측되고 있다. 방송의 디지털 전환을 통해 제작과정에서 다양한 콘텐츠를 활용하고, 네트워크 이용에서도 일방향적 방송망과 양방향적 통신망을 결합하여 이용하며, 단말기에서도 IT기술을 적극적으로 융합함으로써 기존의 보고 들을 수 있는 방송을 뛰어 넘어 인간의 오감을 자극하고 다양한 상호작용을 제공할 수 있는 실감방송이 가능하리라 생각된다. 최근에는 미디어의 융합을 위해 MPEG-4규격에서는[9] 동영상과 음성 뿐 아니라 컴퓨터 그래픽스 모델, 애니메이션, 글씨, 상호작용성 등의 다양한 미디어들을 각각 하나의 객체로 보고 각각 인코딩한 데이터를 합쳐서 보내는 방법을 규정한다.

촉각방송은 이런 인프라를 바탕으로 하여 기존의 보고 듣는 방송에 촉각 상호작용을 가능케 함으로써 시청자가 방송 콘텐츠에 좀 더 몰입하여

현실감을 증대시키는 방송이다. 그림 1은 촉각방송의 전체적인 시스템을 보여주고 있다. 촉각방송 시스템은 전체적으로 촉각미디어의 획득 및 생성하는 단계, 다양한 촉각 미디어를 한 화면에 편집하고 저작하는 단계, 저작된 콘텐츠를 압축 및 전송하는 단계, 전송된 콘텐츠를 단말장치를 통해 재현하는 단계로 이루어진다.

촉각미디어는 기존의 영상과 음성 미디어를 넘어서서 시청자에게 촉각 상호작용을 제공하기 위한 실감미디어다. 기존의 미디어는 영상데이터가 2차원 컬러 정보만을 포함하고 있지만 촉각미디어는 영상의 기하학적 모양과 재질감을 표현하기 위해 영상의 형상정보 및 표면정보를 포함해야 한다. 형상정보로는 깊이 영상(depth video), 3D 메쉬 모델(mesh model) 등이 있고 표면정보로는 거칠기, 마찰계수 등이 있다. 또한 장면 안에 있는 객체들의 모션 데이터(motion data)를 촉각미디어에 포함하여 역감 장치나 촉감 장치를 통해 움직임을 따라하거나 피부로 느낄 수 있게 할 수 있다. 촉각미디어의 획득 및 생성 과정은 IV장에서 자세히 다룬다.

획득 및 생성된 촉각미디어는 제작자의 시나리오에 맞추어 한 화면에 편집 및 저작된다. 촉각미디어는 다양한 미디어의 집합이므로 이를 한 장면에 구성하기 위해서는 MPEG-4 규격의 BIFS(Binary Format for Scenes)와 같은 장면 기술자(scene descriptor)가 필요하며 편집 및 저작 과정을 통해서 장면 기술자가 생성된다. 생성된 장면 기술자와 촉각미디어로 구성된 촉각콘텐츠는 압축되어 시청자에게 전송된다. 전송된 촉각콘텐츠는 다시 하나의 장면으로 합성되어 각각 그래픽 렌더러(graphic renderer)와 촉각 렌더러(haptic renderer)로 보내진다. 그래픽 렌더러는 촉각미디어 중 영상미디어를 3차원 디스플레이를 통해 재

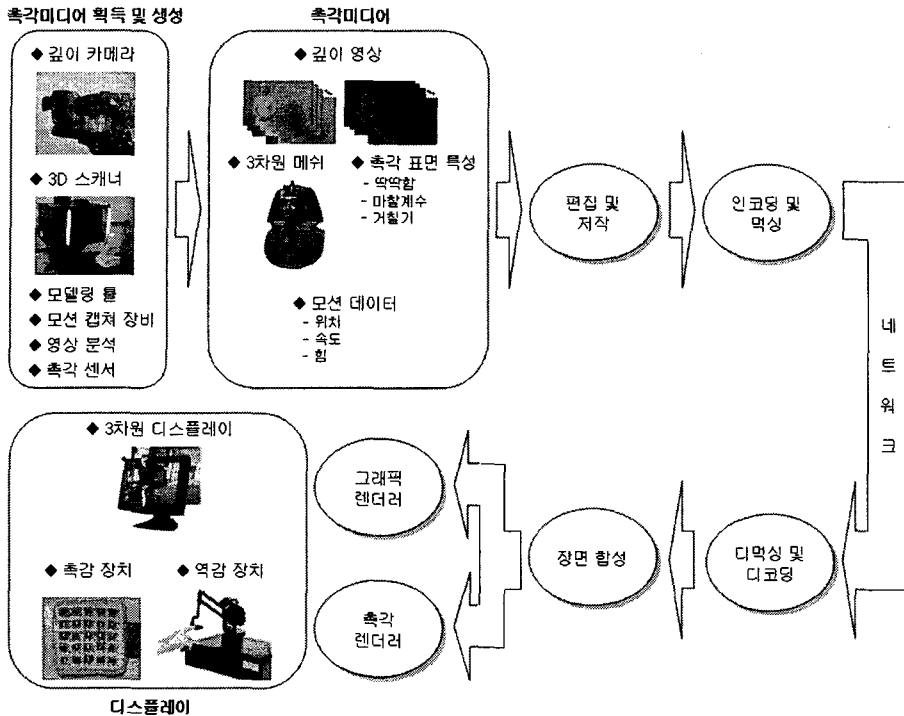


그림 1. 촉각방송 시스템

생하고 촉각 렌더러는 역감 렌더러와 촉감 렌더러로 나누어지는데 역감 렌더러는 역감 장치로부터 시청자의 신체 일부의 (특히 손가락 끝의) 위치를 측정하여 3차원 영상미디어를 만질 때 발생하는 힘과 표면촉감을 시청자에게 전달해 줌으로써 시청자가 영상을 만질 수 있게 하고, 촉감 렌더러는 촉감장치를 통해 시청자의 피부에 진동 및 모션 데이터 등을 재생한다.

3.2 촉각 상호작용 시나리오

최근에 방송도 디지털 기술의 뒷받침 아래 상호작용적 기능이 부가된 새로운 형식의 매체로 진화가 진행 중이어서 양방향 커뮤니케이션이 가능하나 방송프로그램은 제작자가 의도한 시나리오대로 시간의 흐름에 따라 진행되기 때문에 신문, 인터넷 등 다른 미디어와 다르게 이용자가 방

송프로그램의 흐름을 변경하는 데는 제한이 있다. MPEG-4 규격에서는 시청자가 상호작용 할 수 있는 부분을 BIFS를 통해 미리 정의해서 보내는 방식을 채택하여 장면의 일부를 변경할 수는 있으나 그 흐름을 바꿀 수는 없다. 본 논문에서는 MPEG-4 규격에서 정한 상호작용성이 가능하다는 전제하에 촉각방송에서 촉각 상호작용이 유용하게 사용될 수 있는 몇 가지 시나리오를 제시한다[10].

3.2.1 3차원 객체 만지고 조작하기

시청자들은 방송을 시청할 때 종종 방송 프로그램에 등장하는 제품에 관심을 갖게 되어 구매욕구가 생기게 된다. 그러면 시청자는 보통 매장을 직접 방문하거나 인터넷을 통해 제품의 정보를 얻고 구매의사를 결정하게 된다. 최근에는 디지털 방송의 등장으로 방송을 보면서 제품에 대한 정보

를 동시에 얻을 수 있게 되었다. 이런 경우 제품에 대한 정보를 시청각적으로 보여줄 뿐 아니라 제품을 직접 만지고 조작할 수 있게 한다면 제품구매에 시간을 절약 할 수 있다. 예를 들어, 시청자가 드라마를 보면서 배우가 가지고 있는 카메라에 관심을 갖게 되었다고 하자. 시청자는 리모컨을 들어 메뉴 인터페이스를 조작하여 제품에 대한 정보를 얻고 나서 촉각 모드로 들어가 카메라를 직접 만져보고 조작함으로써 그 기능을 미리 체크해본다. 이 시나리오에서는 방송 제작자가 미리 제품 정보와 제품의 3차원 모델 정보를 포함하고 있는 광고 콘텐츠를 방송국 측에 만들어 놓고 시청자가 그 콘텐츠를 요구할 경우 다운로드 받아 제품 정보를 얻을 수 있다.

또한 홈쇼핑 채널의 경우 시청자에게 제품 정보를 제공하고 구매를 유도하기 위해 방송이 진행되는 중간에 제품을 만질 수 있는 시간을 제공하는 것도 가능하다. 이 경우 장면 안에 직접 3차원 모델을 추가하여 시청자에게 보내야 한다.

3.2.2 3차원 영상 만지기

방송을 보면서 시청자는 가끔 신기하게 생긴 물건이나 배우의 얼굴을 만지고 싶을 때가 있다. 예를 들어, 드라마에서 사랑하는 연인이 서로의 눈을 바라보며 얼굴을 쓰다듬는 장면이 있다고 하자. 두 연인의 얼굴이 클로즈업(close-up) 되면서 시청자는 장면애 몰입하게 된다. 두 연인 중 한명에게 감정이입을 한 시청자는 자신도 극 중의 주인공처럼 상대방 얼굴을 쓰다듬고 싶은 충동을 느껴 역감장치를 이용해 상대방의 얼굴을 만진다. 이 시나리오에서는 동적인 배우를 3.2.1항에서와 같이 3차원 모델로 매 프레임마다 모델링 하기는 쉬운 일이 아니기 때문에 시청자가 장면 안의 한 객체를 구체적인 목적(3.2.1 항에서는 구매목적)을 가지고 자세히 만지지 않을 경우 동적으로 움

직이는 장면들은 2.5차원의 깊이 영상으로 제작하여 시청자에게 보내주어야 한다.

3.2.3 역감 재생(Kinesthetic Playback)

손을 사용하는 조작 기술을 가르치는 방송 프로그램에서 시청자가 전문가의 움직임에 화면으로 볼 수 있을 뿐만 아니라 마치 전문가가 시청자의 손을 잡고 그 움직임을 가르치는 것처럼 시청자가 그 움직임을 따라하면서 배울 수 있다면 교육 효과가 증대될 것이다. 예를 들어, 한석봉의 붓글씨를 가르치는 프로그램이 있다고 하자. 전문가는 우선 글씨 쓰는 법을 보여주고 시청자로 하여금 붓과 같이 생긴 역감장치를 쥐도록 유도하여 글씨쓰기를 시작하게 한다. 시청자는 역감장치를 쥐고 있으면 역감장치가 움직이면서 전문가가 붓글씨 쓰는 것을 그대로 따라하게 된다. 전문가의 움직임은 방송국에서 미리 측정하여 붓글씨 쓰는 장면과 동기를 맞추어 시청자에게 보내준다.

3.2.4 촉감 재생(Tactile Playback)

시청자가 방송의 한 장면에서 현실감을 느낄 수 있게 하는 요소 중의 하나가 음향 효과이다. 방송 프로그램 중 영화의 한 장면에서 지진이 일어나고 있을 때 그에 상응하는 효과음은 시청자가 마치 지진이 일어나고 있는 곳에 있는 것과 같은 현실감을 준다. 여기에다 지진이 일어나는 진동을 촉감장치를 통해 시청자가 느낄 수 있다면 시청자는 보다 생생한 현실감을 느낄 수 있다. 이 시나리오에서는 진동과 같은 촉감정보를 장면과 동기를 맞추어 시청자에게 보내주게 된다.

4. 촉각미디어

촉각미디어는 이용자가 미디어를 능동적으로 만지고 조작하거나 미디어를 수동적으로 따라하거나 피부로 느낄 수 있도록 3차원 형상, 조작기능

(버튼, 슬라이더, 조이스틱 등), 촉각 표면 특성(딱딱함, 정적 마찰계수, 동적 마찰계수, 거칠기 등), 움직임(위치, 속도, 가속도 등), 힘장(force field: 전기장, 자기장 등) 정보 등을 포함한 매체이다. 3차원 형상 정보는 시각미디어로 구분할 수 있으나 객체의 모양을 만질 수 있는 정보를 포함하고 있기 때문에 본 논문에서는 촉각미디어에 포함시켰고 보통 표면 촉각 특성을 함께 가지고 있어 객체의 모양뿐 아니라 질감도 제공한다.

4.1 촉각 정보를 포함한 3차원 메쉬 모델

화면 안에 있는 객체의 형상을 만지기 위해서는 촉각미디어는 객체의 3차원 형상 정보를 가지고 있어야 한다. 일반적으로 3차원 객체 형상을 표현하기 위해서 3차원 메쉬(3D mesh)와 텍스처(Texture)를 사용한다. 여기에다 객체의 촉각 표면 특성을 추가하게 되면 객체의 표면을 다양한 느낌으로 만질 수 있다. 보통 딱딱함(stiffness)와 마찰계수(friction coefficient)는 각 메쉬 객체에 스칼라 값으로 주어지며 거칠기(roughness)는 그림 2와 같이 그래픽스 분야에서 사용하는 범프맵(bump map) 이미지로 주어질 수 있다.

그리고 전자제품에 있는 버튼, 슬라이더, 조이스틱 등의 기능을 가지는 모델의 경우 각 기능의 동역학 특성을 추가하여 실제 전자제품을 조작하는 느낌을 가지게 한다. 예를 들어 버튼의 경우 일반적으로 그림 3과 같은 동역학 특성을 가지게 된다. 여기서 k_1 은 버튼이 눌러지는 동안의 스프

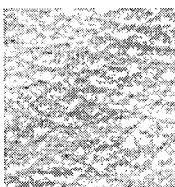


그림 2. 거칠기를 나타내는 범프맵

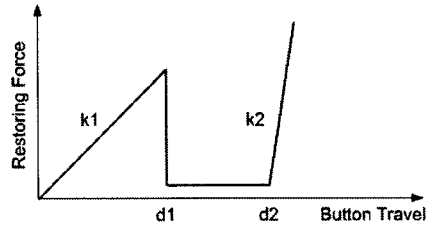


그림 3. 버튼의 동역학 특성

링 상수이고 k_2 는 버튼이 다 눌러져 더 이상 움직이지 않을 때, 즉 벽의 스프링 상수이다. d_1 은 버튼이 딸각하고 눌러질 때까지 버튼이 들어가는 거리이고 d_2 는 벽까지의 거리이다. 이 네 개의 파라미터를 잘 조정함으로써 버튼의 동역학 특성을 표현할 수 있으므로 3차원 객체에 이 값들을 추가함으로써 버튼 객체로 정의할 수 있다.

4.2 촉각 정보를 포함한 깊이 영상

최근에 형상 정보가 없는 2차원 영상과 3차원 메쉬 모델의 단점을 극복하기 위해 깊이 영상 기반 표현법이 사용되고 있다. 깊이 영상 기반 표현법은 3차원 영상을 기존의 RGB 영상과 각각의 RGB 영상 픽셀의 깊이 정보를 포함하고 있는 깊이 영상으로 표현하는 방법을 말한다. 그림 4에서 오른쪽의 깊이 영상은 보통 8비트 회색 영상으로 표현이 되는데 깊이 값이 클수록 카메라로부터의 거리가 가깝다.

깊이 영상은 일반적으로 장면을 다시점 카메라(Multi-view camera)로 촬영하여 양안차 추정 알고리즘(Stereo matching algorithm)을 거쳐 획득



그림 4. 깊이 영상 기반 표현법

한다. 최근에는 깊이 카메라(Depth camera : Zcam™)[11]와 같은 광학적 깊이 센서의 발달로 깊이 영상을 실시간으로 구할 수 있을 뿐만 아니라 양안차 추정 알고리즘을 통하여 획득한 깊이 영상보다 질이 좋은 깊이 영상을 획득할 수 있다. 그러나 깊이 카메라로 획득한 깊이 영상은 장면 안의 객체 형상은 잘 획득하나 양자화 오차, 광학 노이즈 등의 영향으로 고주파의 형상 오차가 생기게 되어. 깊이 카메라로 획득한 깊이 영상의 원 데이터(Raw data)를 만질 경우 울퉁불퉁한 형상을 만지게 된다. 이를 해결하기 위해 media-filtering 기법과 Gaussian smoothing 기법을 이용하여 깊이 영상의 질을 향상시킬 수 있다[12].

3차원 메쉬 모델과 같이 깊이 영상도 촉각 표면 특성을 가져야만 그 형상뿐만 아니라 질감을 느낄 수가 있다. 그러나 실시간으로 객체의 광범위한 촉각 표면 특성을 획득하기는 어려운 일이다. 따라서 만지고 느껴보길 원하는 특정 대상물체를 편집과정에서 재질감을 편집해주어야 한다. 이러한 편집을 쉽고 빠르게 하기 위한 촉감편집기 (Authoring Tool)가 개발되어야 한다.

4.3 역감 재생을 위한 촉각 데이터

역감 재생이란 숙련자의 움직임이나 숙련자가 가하는 힘을 저장하여 시청자가 그 움직임을 따라 하거나 힘을 느끼는 것을 말한다. 인간은 다자유도의 신체를 가지고 있기 때문에 그 움직임을 모두 저장하여 재생하는 것은 매우 어렵기 때문에 보통 숙련자가 조작하는 도구(tool)의 3자유도나 6자유도의 움직임을 저장하여 재생한다. 숙련자의 움직임과 힘을 저장하기 위해서는 끝단에 숙련자가 사용하는 도구가 달려있는 로봇팔(robotic arm)을 이용하는데 로봇팔의 각 관절에는 엔코더가 달려 있어 순기구학을 통해 도구의 위치 데이

터를 얻을 수 있고 도구에 토크센서가 달려 있어 숙련자가 도구에 가하는 힘을 구할 수 있다. 그러면 역감 재생을 위한 촉각 데이터는 일련의 위치 데이터와 힘 데이터가 되고 각 데이터가 샘플링 (sampling) 되는 시간이 포함되어야 한다.

4.4 촉감 재생을 위한 촉각 데이터

사용자의 피부 일부분에 촉감을 전달하기 위해서 보통 그림 5와 같이 배열 타입의 촉감 장치를 사용한다. 각각의 배열 요소에는 피부를 자극하기 위한 구동기(actuator)가 삽입되는데 촉각 기술 분야에서는 모터 타입의 진동자, 피에조(piezo), 공기압 밸브, 전극(electrode), 형상기억합금 등을 사용한다. 배열 타입의 촉감 장치로 피부를 자극할 때는 각각의 배열 요소에 자극의 세기 값이 들어가게 된다. 여기서 자극의 세기는 구동기마다 그 의미가 달라질 수 있는데 진동자의 경우 진동의 세기, 공기압의 경우 공기의 압력 세기가 될 수 있다. 그러므로 사용자의 피부에 동적인 자극을 주기 위해서는 일련의 배열 데이터를 사용하게 되고 각각의 배열 데이터는 샘플링시간 간격을 두고 사용자에게 자극을 주게 된다.

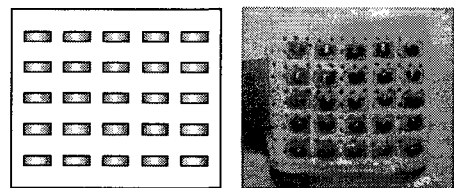


그림 5. 배열 타입의 촉감 장치

5. 적용례 : 흡소핑 시나리오

본 논문에서는 촉각방송의 적용례를 잘 보여줄 수 있는 흡소핑 채널 시나리오와 일례로 구현된 시스템을 소개한다[13].

홈쇼핑 채널 시나리오에서 쇼핑 호스트는 제품을 시청자에게 보여주며 제품의 외관과 기능을 설명한다. 설명이 끝나면 제품의 3차원 모델이 전면으로 나오고 쇼핑 호스트는 시청자에게 제품을 만지고 조작하도록 유도한다. 시청자가 제품을 조작하는 동안 쇼핑 호스트는 제품 길면의 질감이나 버튼을 눌렀을 때의 기능 등을 설명한다. 그림 6은 홈쇼핑 채널 시나리오의 장면을 보여준다.

5.1 미디어 획득 및 편집

홈쇼핑 채널 시나리오의 화면은 실사기반의 정적 3차원 배경, 동적 깊이 영상, 촉각 정보를 포함한 3차원 메쉬 모델로 구성되어 있다. 몰입감을 제공하는 배경을 3차원으로 모델링하기 위해 영상 기반 3차원 모델 생성기법을 사용하였다[14]. 그림 7은 실제 환경을 3차원 모델로 생성하는 과정을 보여주며, 그림 7(a)는 생성된 배경모델의 텍스처, 그림 7(b)는 생성된 3차원 모델을 메쉬 형태로 보인 것이다.



그림 6. 홈쇼핑 채널 시나리오



그림 7. 실사기반의 정적 3차원 배경

동적인 쇼핑 호스트는 실시간으로 2.5차원 정보를 획득할 수 있는 깊이 카메라로 촬영하였다. 그림 4는 실제 촬영된 깊이 영상 일부를 보여준다. 깊이 카메라는 측정 영역의 깊이 방향으로의 범위(혹은 폭)가 작을수록 깊이 정보의 해상도가 우수하기 때문에 동적 객체의 움직임을 고려하여 가능한 작게 설정하였다.

홈쇼핑 시나리오에서 쇼핑호스트가 그림 8과 같은 세 개의 제품을 소개한다. 부드러운 촉각 상호작용을 제공하기 위해 고품질의 3차원 모델을 사용하였다. 홈쇼핑 시나리오에서 이 모델을 3차원으로 볼 수 있을 뿐만 아니라 역감 장치를 통해 만져볼 수도 있다. 3차원 모델은 보통 기하학적인 정보와 색상, 텍스처 등의 재질 정보로 표현되나 촉각 렌더링을 위해서 각각의 모델에 딱딱함, 거칠기, 마찰계수 등의 촉각 표면 특성과 같은 물리적인 값을 추가하였다. 또한 PDA와 같은 제품에 대해서는 버튼을 누를 때의 느낌을 주기 위해 버튼의 동역학 특성을 추가하였다.

5.2 시스템 구성 및 체험

위 시나리오는 Windows XP 운영체제가 탑재된 인텔 기반의 컴퓨터(Dual 3.2 Ghz 펜티엄4, 3GB DDRAM, nVidia QuadroFX 4400)에 구현하였다. 역감장치로는 그림 9에 보인 것과 같은 SensAble사의 PHANTOM premium 1.5/3 DOF를 사용하였다[15]. PHANTOM은 고품질의 3차

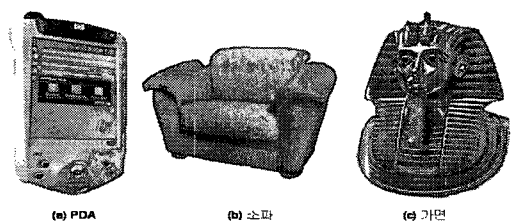
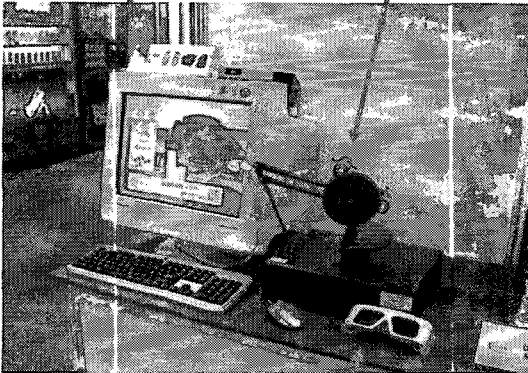


그림 8. 촉각 정보를 포함한 3차원 모델

CRT 모니터(120Hz) PHANToM 장치



서터방식 안경

그림 9. 홈쇼핑 시나리오 적용 시스템

원 위치 정보를 제공하고 3자유도의 힘을 반영한다. 사용자는 PHANToM의 끝단에 위치해 있는 골무에 손가락을 끼워 장치를 움직임으로써 화면 안에서 손가락 끝의 위치에 해당하는 노란색 구형 아바타를 움직일 수 있고 이 아바타가 3차원 장면과 충돌했을 때 그 접촉력을 느낄 수 있다. 3차원 모델과의 접촉력을 계산하기 위해 오픈 소스로 제공되는 CHAI3D를[16] 사용하였고 깊이 영상과의 접촉력을 계산하기 위해 저자들이 개발한 Modified Proxy Graph Algorithm을[19] 사용하였다. 또한 CrystalEyes 서터방식 안경을 사용하여 장면을 3차원 디스플레이 형태로 즐길 수 있도록 하였다. 그림 9는 홈쇼핑 시나리오가 적용된 시스템을 보여준다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문은 실감방송기술에서 촉각을 제공함으로써 시청자가 시청각미디어를 만지고 느낄 수 있게 하기 위한 촉각방송시스템 및 요구되는 기술을 간단히 소개하고 촉각정보를 포함하고 있는 촉각미디어를 나름대로 정의하려고 노력하였다.

우리나라는 IT 기술의 발전에 비해 소비자들이 즐길 수 있는 멀티미디어 콘텐츠가 부족한 상황이다. 최근에는 문화기술(Culture Technology) 등을 육성하여 다양한 콘텐츠를 발굴하려는 노력도 이루어지고 있다. 촉각미디어가 기존의 시청각미디어와 더불어 소비자들의 다양한 욕구를 충족시켜줄 뿐 아니라 새로운 촉각콘텐츠 발굴에 도움을 주길 기대한다. 그러기 위해서는 콘텐츠 제작자로(방송 제작자, 교육자, 예술가 등) 하여금 기존의 시청각미디어에 촉각미디어를 쉽고 빠르게 추가할 수 있는 촉각콘텐츠 Authoring Tool의 개발이 시급하며 소비자들이 쉽게 촉각콘텐츠에 접근하기 위한 값싼 촉각 장치의 개발과 보급이 필요하다. 또한 기존의 시청각미디어와 촉각미디어를 융합하기 위해 다양한 미디어를 다루는 MPEG-4규격을 바탕으로 한 방송시스템의 구축도 선행되어야 한다.

참고 문헌

- [1] L. Meesters, W. IJsselsteijn, and P. Seuntjens, "A Survey of Perceptual Evaluations and Requirements of Three-Dimensional TV," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 14, No. 3, pp 381-391, Mar. 2004
- [2] M. Bukowska, "Winky Dink Half a Century Later. Interaction with Broadcast Content Concept Development Based on an Interactive Storytelling Application for Children," Technical Report, Media Interaction Group, Philips Research Laboratories, Eindhoven, Aug. 2001
- [3] 호요성, 윤승욱, 김성열, "실감방송과 차세대 실감형 미디어," TTA저널, 제100호, pp 107-114, Jul. 2005
- [4] M. Reiner, "The Role of Haptics in Immersive

Telecommunication environments,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 14, No. 3, pp 392-401, Mar. 2004

[5] G. C. Burdea, Force and Touch Feedback for Virtual Reality, John Wiley & Sons. Inc., 1996

[6] 류제하, “실감형미디어 : 촉각기술,” 정보처리학회지, 제10권, 제1호, pp 40-47, Jan. 2003

[7] S. O’Modhrain and I. Oakley, “Touch TV: Adding Feeling to Broadcast Media,” Proc. 1st European Conference of Interactive Television: from Viewers to Actors, pp 41-47, Dec. 2003

[8] S. O’Modhrain and I. Oakley, “Adding Interactivity: Active Touch in Broadcast Media,” Proc. 12th International Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems (HAPTICS’04), pp 293-294, Nov. 2004

[9] ISO/IEC 14496-1:2001, Coding of Audio-Visual Objects-Part 1: Systems, 2nd Edition, 2001

[10] J. Cha, J. Ryu, S. Kim, S. Eom, and B. Ahn, “Haptic Interaction in Realistic Multimedia Broadcasting,” Lecture Notes in Computer Science, LNCS 3333, pp 482-490, 2004

[11] 3DVSystemsLtd., <http://www.3dvsystems.com>

[12] S-M Kim, J. Cha, J. Ryu, and K. H. Lee, “Depth Video Enhancement for Haptic Interaction using a Smooth Surface Reconstruction,” IEICE Transactions on Information and Systems, Special Section on Artificial Reality and Telexistence, Vol. E89-D, No. 1, pp 37-44, Jan. 2006

[13] J. Cha, S-M Kim, S-Y Kim, S. Kim, S-U Yoon, I. Oakley, J. Ryu, K. H. Lee, W. Woo, and Y-S. Ho, “Client System for Realistic Broadcasting : A First Prototype,” Lecture Notes in Computer Science, LNCS 3768, pp 176-186, Nov. 2005

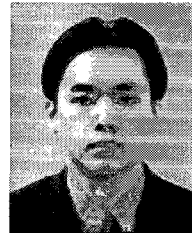
[14] S. Kim and W. Woo, “Indoor Scene Reconstruction using a Projection-based Registration Technique of Multi-view Depth

Images,” Lecture Notes in Computer Science, LNCS 3768, pp 759-771, Nov. 2005

[15] SenSableTechnologies,Inc., <http://www.sensable.com>

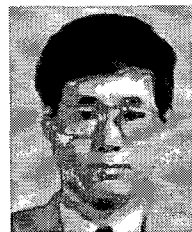
[16] <http://www.chai3d.org>

[17] J. Cha. S-Y Kim. Y-S Ho, and J. Ryu, “3D Video Player System with Haptic Interaction based on Depth Image-Based Representation,” IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 52, No. 2, 2006, to appear



차 종 은

- 1999년 한국과학기술원 기계공학과(학사)
- 2001년 광주과학기술원 기전공학과(석사)
- 2001년~현재 광주과학기술원 거전공학과(박사과정)
- 관심분야 : 촉각렌더링 알고리즘, 촉각방송, 촉각커뮤니케이션, 증강현실에서의 촉각상호작용 등



류 제 하

- 1982년 서울대학교 기계공학과(학사)
- 1984년 한국과학기술원 기계공학과(석사)
- 1991년 University of Iowa, 기계공학과(박사)
- 1994년~현재 광주과학기술원 교수
- 관심분야 : 촉각기술, 촉각렌더링, 촉각장치 설계 및 제어, 촉각방송, 촉각모델링 등