# 촉각 인터페이스 기술 표준화 동향 및 응용사례

**류제하** 광주과학기술원 교수
**김영미** 광주과학기술원
**김재하** 광주과학기술원

## 1. 머리말

최근 정보통신, 멀티미디어 기술들이 획기적으로 발달함에 따라 TV나 영화를 시청할 때 입체음향 및 3차원 TV, 아이맥스 영화관 등 하드웨어의 발전 및 〈아바타〉로 대표되는 3D 영화콘텐츠 등이 개발되어 시청자에게 시청각적 몰입감을 줄 수 있는 실감시스템들이 개발되고 있다. 더 나아가서는 디즈니랜드나 유니버설 스튜디오 등과 같은 대형 테마파크의 체험관에서는 더욱 깊은 실감 체험을 위해 3차원 입체영상 및 3D 음향 효과뿐만 아니라 의자가 덜컹거리게 하거나 물체가 지나갈 때 진동을 주는 4D 미디어를 제시해 주기도 한다. 또한 다수의 DVD방이나 일부 홈시어터에 설치된 진동소파는 체감스피커를 이용해 음향 기기에서 출력되는 음률의 강약을 진동으로 느낄 수 있게 한다. 이러한 시스템들은 영화 시청 시 현실감을 증대하기 위해 촉감상호작용을 제공하지만 단순한 촉각[1]만 제공해 다양한 촉각을 느끼는 데는 매우 제한적이다. 뿐만 아니라 가상현실과 증강현실 환경에서도 사용자에게 현실감을 주기 위해 촉감을 제공하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있으며 일부 핸드폰 등에서도 더욱 다양한 촉감을 제시하고자 하는 노력이 경주되고 있다. 본 고는 이러한 촉각인터페이스 기술의 최근 표준화 동향을 간략히 제시하고 관련된 응용 예들을 살펴본다.

## 2. 촉각 기술 표준화 동향

촉각 기술에 대한 국제표준기구는 현재 ISO/C159/SC4/WG9, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11이 있다. 기술위원회 TC159는 인간공학을 주로 다루는 기구이며, 4개의 부위원회(SC) 중 SC4는 인간과 시각 디스플레이, 각종 사용자 인터페이스 및 상호 작용 방법 설계 등에 관한 기준을 다룬다. 워킹그룹(WG) 중 WG9는 촉

1) 촉각(Haptic)은 대체로 촉감(Tactile)과 역감(Kinesthetic)의 두 감각으로 나뉜다.

각 상호 작용에 대한 전반적인 지침관련 표준화를 중점적으로 추진하고 있다[1,2]. WG9의 이러한 활동에 대해서는 이미 발표되어 있으므로 본 고에서는 주로 MPEG을 중심으로 촉각미디어 표준화 동향 및 관련 응용사례를 소개한다.

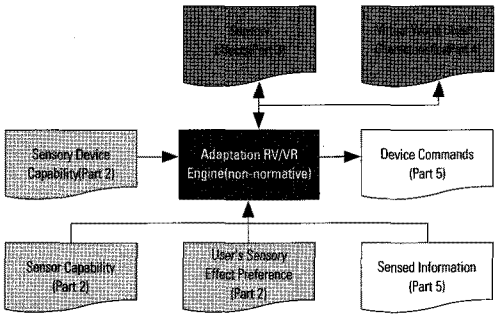
ISO/IEC JTC1/SC29/WG11은 멀티미디어 콘텐츠에 대한 대표적인 국제표준화 기구인 동영상전문가그룹(MPEG)으로서 동영상 및 오디오의 압축 전송 표준을 개발해왔다. 현재는 다양한 멀티미디어 응용과 디지털 콘텐츠 등의 표준화 작업을 추진하고 있다. MPEG의 다양한 표준 중 MPEG-V(Media Context and Control) 표준은 2008년부터 시작해 2011년에 국제표준을 마련했으며, 실세계와 가상환경 사이에서의 다양한 미디어 제시와 이를 위한 인터페이스 규격을 정의하고 있다.

MPEG-V가 정의하고 있는 대상들은 바람, 온도, 빛, 진동, 그림자, 촉각 등과 같은 실감효과들의 표현 방법, 가상세계 및 가상객체, 아바타의 표현 방법, 가상세계와 실세계 간의 인터페이스(장치) 연동을 위한 데이터 포맷 및 제어정보 기술 방법 등 다양한 범위를 다루고 있으며[3], 촉각 기술은 가상세계와 실세계 간 소통을 위한 새로운 형태의 실감 미디어 중 하나로 다뤄지고 있다.

촉각 기술에 대한 국내 표준화는 차세대컴퓨팅산업협회 산하에 차세대PC표준화포럼이 구성되어 운용되고 있으며, 촉각 인터페이스 기술은 차세대PC표준화포럼 산하 기술표준화분과 오감정보처리 워킹그룹에서 촉각 인터페이스 핵심 기술에 대한 개방형 표준(안)을 도출하며, TTA의 IT응용기술위원회(TC4) 산하 차세대PC 프로젝트그룹(PC415)을 통하여 국내단체 표준을 제안, 검토하는 절차를 따르고 있다[1]. TTA를 통해 2007년에 처음으로 촉각 상호작용 메타데이터[4]를 제정했고, 그 후 촉각 방송을 위한 시스템 참조모델[5], 촉감 영화를 위한 촉감 저작 가이드라인[6], 촉각 책 참조모델 및 사용자 시나리오[7] 등 햅틱 기술에 대한 다양한 표준 개발이 이루어지고 있다.

## 3. MPEG-V의 햅틱미디어 표준화 현황

MPEG-V은 가상세계와 실세계, 또는 가상세계 간의 인터페이스를 정의하는 부분과 시청각정보를 감성정보와 결합해 표현하기 위한 메타데이터를 표준으로 다루고 있다[3]. MPEG-V 표준은 크게 7개 부분으로 나뉘어 진행되고 있으며, 각 부분 사이의 상호 관계 및 기술내용은 [그림 1] 및 〈표 1〉과 같다[9,11].




**[그림 1] MPEG-V 각 부분 간 관계도**

**〈표 1〉 MPEG-V 구성**

| | |
|---|---|
| Part 1 | MPEG-V 시스템 전반에 대한 개요 및 구조 기술 |
| Part 2 | 인터페이스를 제어하는데 있어 상호 호환성 보장을 위한 장치의 성능 정보와 사용자 맞춤형 장치 제어를 위한 사용자의 선호도 정보 기술 방식을 정의 |
| Part 3 | 가상세계 또는 실세계에서 표현 가능한 실감효과들에 대한 정의 |
| Part 4 | 아바타 또는 가상 객체들에 대한 표준화된 타입들을 정의 |
| Part 5 | 가상세계와 인터페이스 연동을 위한 제어 신호 및 센서 정보들에 대한 포맷 정의 |
| Part 6 | MPEG-V 전 부분에서 공통적으로 사용될 수 있는 데이터 타입을 정의 |
| Part 7 | Reference Software 제공 |

Part 1에서는 촉각 기술이 가상세계와 실세계 간의 실감미디어로서 MPEG-V 아키텍처에 포함됨을 보이고, MPEG-V의 적용 시나리오 중 촉각 기술을 활용할 수 있는 대표적인 시나리오들을 제공하고 있다[10]. Part 2에서는 촉감(tactile) 및 역감(kinesthetic) 정보를 재현할 수 있는 특정 장치의 성능 정보, 그리고 사

용자의 선호도에 따라 장치를 제어할 수 있도록 하기 위한 기술 방식을 정의했다[11]. Part 3에서는 진동, 압력, 온도 등 사용자 피부에 직접적으로 작용하는 촉감 효과 및 이를 기술하기 위한 촉감 타입, 그리고 사용자가 능동적/수동적으로 객체와 상호작용하고 있을 때 각각의 역감 효과 및 역감 타입을 정의했다[12]. Part 4에서는 가상세계 객체에 강성, 정적마찰계수, 동적마찰계수, 감쇠계수, 질량, 온도, 진동, 역장(force field, 力場) 등의 촉각과 관련된 물리적 속성뿐만 아니라 텍스쳐, 힘 궤적, 전류, 촉감 패턴 등 다양한 촉각 속성을 연결하기 위한 각종 타입을 정의했다[13]. Part 5에서는 센서, 액추에이터(actuator)와 같이 현장에서 쓰이고 있는 다양한 상호작용 장치에 곧바로 적용 가능한 데이터 포맷을 다루고 있으며, 촉각 기술과 관련하여서는 촉감 및 역감 장치를 위한 데이터 포맷을 기술했다[14]. Part 6은 MPEG-V에서 공통적으로 사용되는 용어와 데이터 타입을 정의하는데, 촉각(haptic), 촉감(tactile), 및 역감(kinesthetic) 등의 용어들이 sensory effect, sensory information의 일부 용례로 기술되었다[15]. Part 7에는 다른 파트들의 표준 조항들을 기술한 XML 스키마의 적합성 검사와, 표준 조항들을 구현한 레퍼런스 소프트웨어를 제공하고 있다[16].

## 4. MPEG-V를 적용한 촉각 미디어 기술 응용 사례

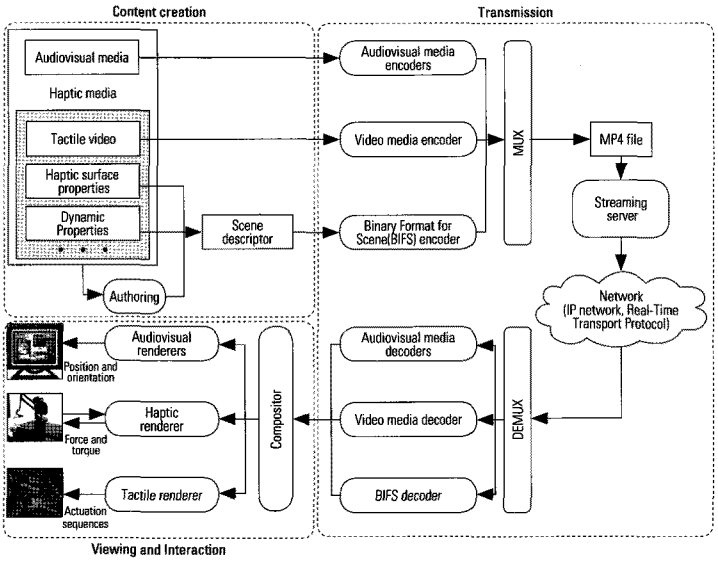
인간은 접촉하거나 조작함으로써 접촉하는 환경으로부터 여러 관련 정보(대상의 외형, 딱딱함, 물렁물렁함, 거칠기 등의 물성치, 타인의 감정 등)를 인지할 수 있어 접촉하고 있는 환경에 대해 몰입감을 가진다. 다음에 간략히 제시하는 촉각 미디어 기술 응용 사례들은 이러한 촉감의 기본 특성을 기존의 시청각 미디어에 가미하여 보다 실감 있고 몰입감 있게 시청촉각 미디어를 즐길 수 있게 해준다.

### 4.1. 촉감 방송(Haptic Broadcasting)

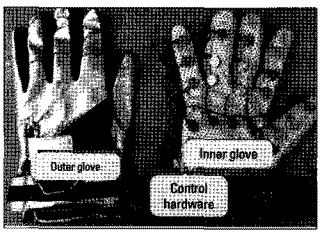
최근에 인간의 오감을 자극하고 영상과 직접적으로 상호작용하여 몰입감과 현실감을 증대시키는 실감형 방송이 차세대 방송 기술로 개발되고 있다. 이러한 실감 방송 기술에서 촉감 기술은 시청자가 TV에 나오는 시청각 미디어를 직접 만져서 그 대상을 느낄 수 있게 해준다. 즉, 화면에 있는 물체를 직접 만지거나 조작하고 물체의 움직임을 따라하거나 피부로 느낄 수 있는 촉각 상호작용을 제공한다. 촉각 미디어는 기존의 영상과 음성 미디어뿐만 아니라 시청자에게 촉각 상호작용을 제공하기 위한 미디어로 정의할 수 있으며 이 경우 영상의 기하하적 형태와 재질감을 표현할 수 있어야 한다. 영상에 등장하는 (가상세계)객체와 재질감은 MPEG-V의 Part 4에 기술된 외관(appearance), 강성, 마찰계수, 감쇠계수, 질량, 텍스처 등으로 표현이 가능하다. 촉각미디어는 다양한 미디어의 집합이므로 이를 한 장면에 구성하여 동기화해 재생하고자 MPEG-4 규격의 BIFS(Binary Format for Scenes)가 쓰였다[17]. [그림 2]에서는 생성된 장면 기술자와 촉각 미디어로 구성된 촉각 콘텐츠가 압축되어 시청자에게 전송되며, 전송된 촉각 콘텐츠는 촉각 렌더러(Haptic Renderer)에 전달되어 촉감 혹은 역감을 사용자에게 전달하게 되는 과정을 보여준다.

현재 다양한 촉각 장치들이 존재하는데, MPEG-V의 Part 2, 3, 5를 활용하면 동종, 이종을 불문하고 갖가지 형태의 촉각 인터페이스들을 일관적인 방법으로 사용 가능하다. 예를 들어, [그림 3]처럼 진동자가 배열된 장갑 형태의 촉감 장치를 활용하기 위해 Part 2의 Tactile capability type을 지정해 장비의 성능 및 구성 정보(배열 크기 및 간격)를 규정할 수 있고, Tactile preference type을 지정해 이 장비에 대한 사용자 선호도를 제어에 반영할 수 있다.

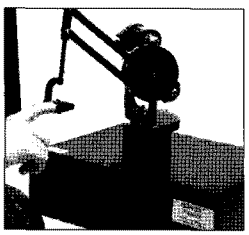
Part 3의 Tactile effect 항목을 사용해 감각 정보의 표현 방식을 구체적으로 지정할 수 있으며, Part 5의 Tactile type을 지정하면 구체적으로 장비에 어떠한



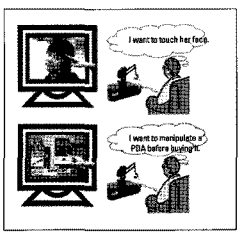

[그림 2] 촉감 방송 프레임워크[17]




[그림 3] 장갑형태의 촉감 재현 장치



[그림 4] Sensable社의 PHANToM 역감 장치[20]




[그림 5] 촉감 방송의 활용 사례

[그림 6] 촉감 영화[18]

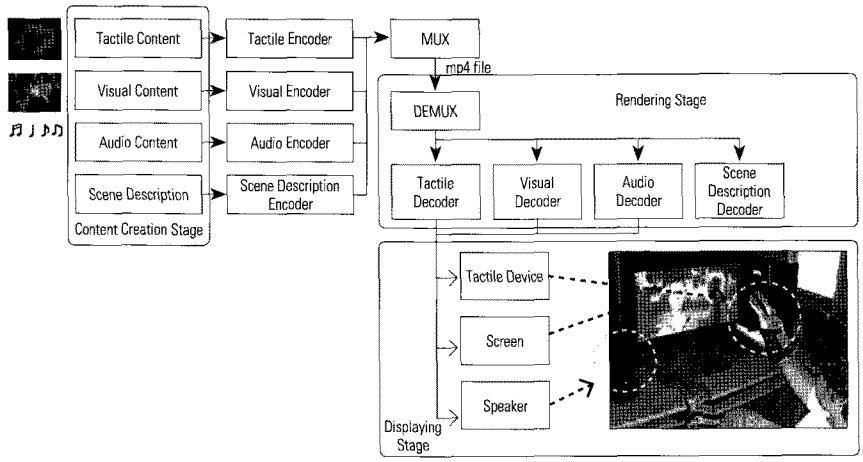
정보들을 주고받아야 하는지 구상화할 수 있다. 비슷한 과정을 통해 [그림 4]와 같은 역감 장치에 대해서도 적용이 가능하다.

촉감 방송을 활용하면 [그림 5]에 예시된 것처럼 TV를 시청하면서 동시에 등장하는 배우나 장면을 만져볼 수 있어 더욱 실감 나는 방송을 즐길 수 있으며, 홈쇼핑 등에서 상품에 대한 설명을 보고 듣기만 하는 것이 아니라 구매 전에 만져보고도 사는 것이 가능해진다.

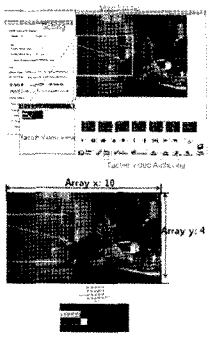
### 4.2. 촉감 영화 시스템(Haptic Movie System)

촉감영화 시스템은 시청각 정보뿐만 아니라 시청각 정보에 동기화된 촉각 콘텐츠를 시청자에게 동시에 제공함으로써 사용자가 영화 시청 시 더욱 실감나고 몰입감 있는 영화를 즐길 수 있도록 제작한 시스템이다[18]. 제공되는 촉각 상호 작용 콘텐츠는 놀람이나 감정이입 등의 촉각효과, 영화 속 사물이나, 등장인물의 동적/정적 움직임이나 접촉 정보 등을 제공하여 시청자로 하여금 실감나게 영화를 시청할 수 있게 하여 스트레스를 풀거나 등장인물을 통해 대리경험을 할 수 있게 한다([그림 6]).

촉감방송과 유사하게, 촉감영화에서 영상에 등장하는 (가상세계)객체 혹은 시청각 콘텐츠와 동기화하여 사용자에게 제공되는 진동 패턴과 같은 촉각 콘텐츠는 MPEG-V의 Part 2, 3, 4, 5를 활용하여 기술 가능하다. 촉감방송과 마찬가지로, 한 장면에 시청각 및 촉각 미디어를 함께 구성하고 동기화하고 재생하면 된

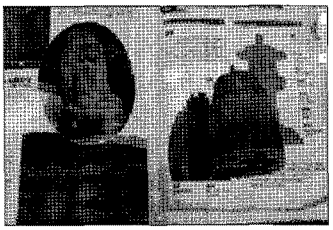



[그림 7] 촉감 영화 프레임워크



[그림 8] 촉감 저작/편집 도구

[그림 9] 동영상 시청이나 온라인 채팅에 적용된 촉각 미디어 기술



[그림 10] 촉각 기술 표준이 반영된 촉각책

다. 생성된 장면 기술자와 촉각 미디어로 구성된 촉각 콘텐츠는 압축되어 시청자에게 전송되며, 전송된 촉각 콘텐츠는 촉각 렌더러에 전달되어 촉감 혹은 역감을 사용자에게 전달하게 된다. [그림 7]은 이러한 촉감영화의 프레임워크를 예시한다.

### 4.3. 촉감 저작/편집 도구(Tactile Authoring Tool)

촉감 미디어 기술 응용에서 제공할 수 있는 촉각 정보는 매우 다양하며 각각의 촉각 특성을 일일이 구현하고 생성해야 한다면 콘텐츠를 제작하는데 있어 많은 시간과 비용이 소모될 것이다. 풍성하고 완성도 높은 시청각 미디어를 제작하기 위하여 다양한 미디어 저작/편집 도구가 필요한 것과 마찬가지로, 사용자에게 더욱 사실적이고 몰입감 있는 촉각 정보를 빠른 제작 기간 안에 풍성하게 제공하기 위해서는 촉감 미디어의 저작/편집 도구가 필수적이다[18].

촉감 저작/편집 도구에서는 MPEG-V Part 3의 항목을 사용하여 감각 정보의 표현 방식을 구체적으로 지정할 수 있다. [그림 8]은 Part 3의 TactileType에 명세된 TactileVideo 형태의 촉감 정보를 시청각 미디어와 동기에 맞추어 저작/편집하는 도구 및 과정을 보여주고 있다.

## 5. 기타 응용 분야

이외에도 다양한 분야에 MPEG-V의 촉각 기술 표

준이 활용될 수 있다. YouTube[21] 등에서 촉감 정보가 저작된 동영상을 시청하면서 더욱 몰입감 있는 감상을 즐기거나, 온라인 채팅 중에 마치 이모티콘을 주고받듯이 특정한 진동 패턴을 상대방과 주고받을 수 있다([그림 9]). 그림에서 촉각 장비는 사용자의 왼쪽 팔목에 부착되어 있으며, 상대방으로부터 즐거움, 화남, 기분 좋음 등의 감성 정보가 전달될 때 이에 상응하는 특정 진동 패턴을 사용자에게 제시해 준다.

또 다른 예로, 학교 교육에 쓰이는 교과서에 시청각 인터페이스 및 촉감 장치를 덧붙여서 학생들로 하여금 교육 콘텐츠를 보고, 듣고, 심지어 만질 수 있는 기능을 제공할 수 있다[19].

[그림 10]은 3D 범종 형태 객체를 증강현실 기술을 사용해 증강시킨 것으로 이를 학생들로 하여금 만져볼 수 있게 함으로써 교육 효과를 매우 높일 수 있다.

## 6. 맺음말

본 고는 최근에 많은 주목을 받고 있는 가상과 현실을 연결하는 차세대 실감 멀티미디어시스템의 일환인 촉각 인터페이스 기술의 최근 표준화 동향을 간략히 제시하고 제한적이나마 관련된 응용 예들을 소개했다. 이와 같이 제시된 촉각 표준화 기술을 바탕으로 더욱 다양한 촉각 미디어의 보편화와 관련 콘텐츠가 개발되기를 희망하며 더불어 이 분야의 기술에 관심을 가진 연구 개발자들에게 도움이 되고자 한다. 궁극적으로는 촉감 인터페이스 기술들이 IPTV 등의 시스템에 접목되어 방송, 영화, 교육, 훈련, 재활훈련, 스포츠 훈련 등 우리 생활의 여러 분야에 폭넓게 사용되기를 바라마지 않는다.

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과(NIPA-2010-C1090-1031-0006)와 지식경제부의 지원을 받는 정보통신표준기술력향상사업의 연구결과(TTA 251011000 1818100180300)로 수행되었습니다.

**[참고문헌]**

[1] 박준석, 경기욱, 한동원, '햅틱 인터페이스 기술 국제 표준화 동향', TTA Journal, No. 128, pp. 88-93, 2010.
[2] 경기욱, 이준영, 이용희, '촉각 정보 메타데이터 표준 개발 및 국제표준화 전략', TTA 정보통신 표준화 우수논문집, 제3회 정보통신표준화 우수논문공모전, 2007.
[3] 주상현, 'MPEG-V 표준화 동향', ICT Forum Korea, 2010.
[4] TTAS.KO-10.0274/R1, '촉각 상호작용 메타데이터', TTA 정보통신단체표준(TTAS), 2008.
[5] TTAK.OT-10.0221, '촉각 방송을 위한 시스템 참조모델', TTA 정보통신단체표준(TTAS), 2008
[6] TTAK.OT-10.0222, '촉감 영화를 위한 촉감 저작 가이드라인', TTA 정보통신단체표준(TTAS), 2008
[7] TTAK.OT-10.0268, '촉각 책 참조모델 및 사용자 시나리오', TTA 정보통신단체표준(TTAS), 2009
[8] 주상현, '실감효과 재현을 위한 MPEG RoSE 표준화', 방송공학회지 제14권 제2호, pp. 113-122, 2009.
[9] 이은서, 최범석, 박광로, '가상세계와 현실세계의 융합을 위한 MPEG-V 표준 기술', TTA간행물 IT Standard Weekly, IT 응용, 2010.
[10] ISO/IEC FDIS 23005-1 Architecture
[11] ISO/IEC FDIS 23005-2 Control Informati on
[12] ISO/IEC FDIS 23005-3 Sensory Informat ion
[13] ISO/IEC FDIS 23005-4 Virtual World Ob ject Characteristics
[14] ISO/IEC FDIS 23005-5 Data Formats for Interaction Device
[15] ISO/IEC FDIS 23005-6 Common types and Tools
[16] ISO/IEC FCD 23005-7 Conformance and
[17] J. Cha, I. Oakley, YS. Ho, Y. Kim, and J. Ryu, 'A Framework for Haptic Broadcasting', IEEE Multimedia, Vol. 16, Issue. 3, pp. 16-27, 2009.
[18] Y. Kim, J. Cha, I. Oakley, and J. Ryu, 'Exploring Tactile Movies: An Initial Tactile Glove Design and Concept Evaluation', IEEE Multimedia, Vol. 17, No. 3, pp. 34-44, 2010.
[19] 박선영, 이준훈, 김현곤, 김영미, 최권영, 류제하, '실감책을 위한 시스템 및 저작 도구 기본 프레임워크', HCI 학술대회, pp. 99-104, 2009.
[20] www.sensable.com
[21] www.youtube.com