

가상현실 · 혼합현실 콘텐츠 표현 및 운용

1. 개요

1.1. 기술개요

1.1.1. 중점기술 및 표준화항목의 정의

- 중점기술의 정의

컴퓨터를 이용해 구축한 가상 공간 및 혼합현실 공간 내에서 사용자가 인간의 오감을 활용한 상호작용을 통하여 공간적, 시간적, 물리적 제약에 의해 현실 세계에서는 직접 경험하지 못하는 상황을 체험할 수 있는 체감형 콘텐츠를 표현하고 운용하는 기술

- 가상 공간 제시 기술

- 컴퓨터로 재현된 가상 또는 혼합현실 공간을 사용자에게 제시하는 기술
- 가시화 및 음향 재생을 포함하여 촉각, 후각, 미각 등 인간 오감을 통해 가상 공간을 제시하는 기술

- 가상 공간 시뮬레이션 기술

- 가상 객체들의 움직임 및 행동을 시뮬레이션 하는 기술
- 물리, 화학 등의 자연법칙에 기반한 움직임 및 논리적, 감성적 행동 양식을 모의적으로 재현 하는 기술

- 가상 공간 상호작용 기술

- 가상 공간과 사용자 사이의 상호작용을 처리하는 기술
- 사용자의 형상, 움직임, 음성, 제스처 등을 인식하여 가상 공간이 이에 반응하도록 하는 기술

- 시스템 소프트웨어 기술

- 가상현실 · 혼합현실 시스템을 운영하고 개발하기 위한 기반 S/W 기술
- 가상현실 · 혼합현실 콘텐츠 실시간 구동 엔진 및 SW 개발 툴킷, 분산처리 및 다자참여 지원을 위한 네트워크 프로토콜 등 시스템 운영 전반에 관련된 S/W 기술

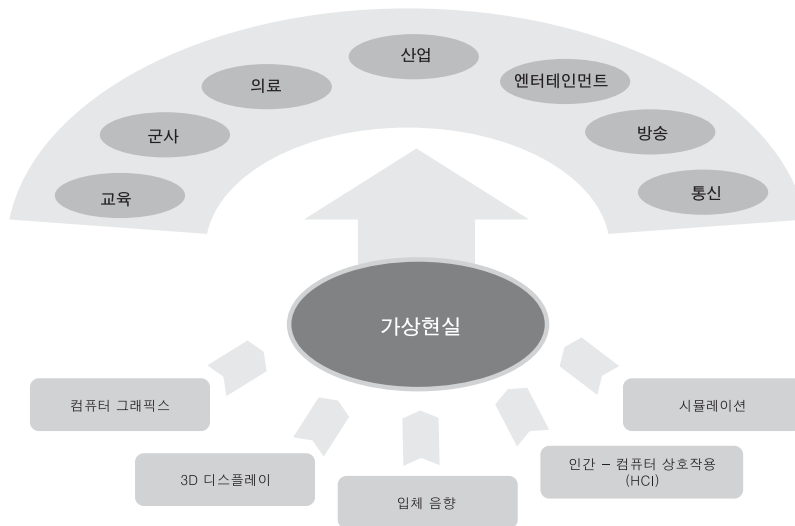


표준화 대상항목의 정의

구분	정의	표준화 대상항목	표준화 내용
가상 공간 제시 기술	컴퓨터로 재현된 가상 공간 또는 혼합현실 공간을 사용자의 오감을 통해 제시하는 기술	가상 공간 표현	가상 공간의 형태, 조명, 환경요소, 오감적 특성 등 가상 공간의 구조를 일반화하여 표현할 수 있는 방법 및 데이터 구조 정의
		실제 공간 관계 표현	혼합현실 가시화를 위해 필요한 실제와 가상 공간들 간의 관계를 표현할 수 있는 방법 및 데이터 구조 정의
		VR/MR 시스템 운용 선처리 작업 방법	사용자의 신체, 센서, 디스플레이간의 공간 관계를 정합·보정하는 방법 및 과정 정의
가상 공간 시뮬레이션 기술	가상 객체들의 움직임 및 행동을 시뮬레이션 하는 기술	행동양식 표현	오브젝트의 행동양식과 액션 및 가상 공간에 적용되는 물리 법칙을 일반화하여 표현할 수 있는 방법 및 데이터 구조 정의
가상 공간 상호작용 기술	가상 공간과 사용자 사이의 상호작용을 처리하는 기술	상호작용 표현	사용자의 상호작용 방법 및 시나리오를 표현할 수 있는 방법 및 데이터 구조 정의
		VR/MR 하드웨어 인터페이스 운용 방법	트래커, 각종 센서, 카메라 및 몰입형 영상, 음향, 햅틱 디스플레이 간 데이터 교환 및 운용 표준
시스템 S/W 기술	가상현실·혼합현실 시스템을 운영하고 개발하기 위한 소프트웨어 기술	VR/MR 엔진	VR/MR 엔진의 S/W 구조, 콘텐츠 데이터 처리 및 운용 방법의 표준
		VR/MR SW 개발 툴킷	VR/MR 엔진의 기능을 확장하는 S/W 개발을 위한 표준 API 정의
		네트워크 VR/MR 운용 방법	다자참여 VR/MR 시스템, 네트워크 VR/MR의 서버 구성 및 운용 방법 표준

1.1.2. 연관기술 분석

연관기술 관계도



• 연관기술 분석표

연관기술	내용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국내	국외	국내	국외	국내	국외
컴퓨터 그래픽스	컴퓨터를 통해 영상을 가시화하기 위한 모델링, 렌더링, 애니메이션, 합성 등의 기술	기술표준원	ISO/IEC JTC1/SC24, Khronos Group	표준안개발/검토	표준제/개정	상용화	상용화
3D 디스플레이	멀티 비디오 채널을 통한 입체 영상의 녹음, 재생, 전송 및 처리를 위한 기술	기술표준원	ISO/IEC JTC1/SC29	표준안개발/검토	표준안개발/검토	시제품/프로토타입	시제품/프로토타입
입체 음향	멀티 오디오 채널을 통한 입체 음향의 녹음, 재생, 전송 및 처리를 위한 기술	기술표준원	ATSC, ISO/IEC JTC1	표준기획	표준제/개정	시제품/프로토타입	상용화
인간-컴퓨터 상호작용(HCI)	인간-컴퓨터 인터페이스 관련 기술	기술표준원	ISO/IEC JTC1/SC35	표준기획	표준안개발/검토	상용화	상용화
시뮬레이션	실세계의 문제나 현상을 컴퓨터로 모의 실험하는 기술	-	SISO, FAA	표준기획	표준제/개정	시제품/프로토타입	상용화

1.2. 추진경과 및 중점 추진방향

• 추진경과

- 본 기술은 2005년(Ver.2006)에 신규 항목으로 선정된 CG 분야와 관련이 깊은 기술로 Ver.2006에서는 실사 수준 CG 콘텐츠 표현과 제작에서의 호환성 확보를 위한 표준화 항목을 대상으로 하였음
- 2006년(Ver.2007)에는 디지털 액터 분야를 중심으로 디지털 액터 및 3D 표현 데이터 처리에 관한 표준화 항목으로 대상으로 하였음
- 본 2007년(Ver.2008)에서는 가상현실 기술 전반에 걸친 표준화를 위한 표준화 항목을 도출하고 본 표준화로드맵을 작성함

2005년(Ver.2006)	2006년(Ver.2007)	2007년(Ver.2008)
CG/실사 합성 데이터	디지털 액터 데이터 저장, 공유, 교환	가상 공간 제시
유체 특수 효과	디지털 액터 외형, 지능, 행동 제어	가상 공간 시뮬레이션
-	-	가상 공간 상호작용
CG 컴포넌트 가속 장치	제작 생산성 향상	가상현실 시스템 S/W

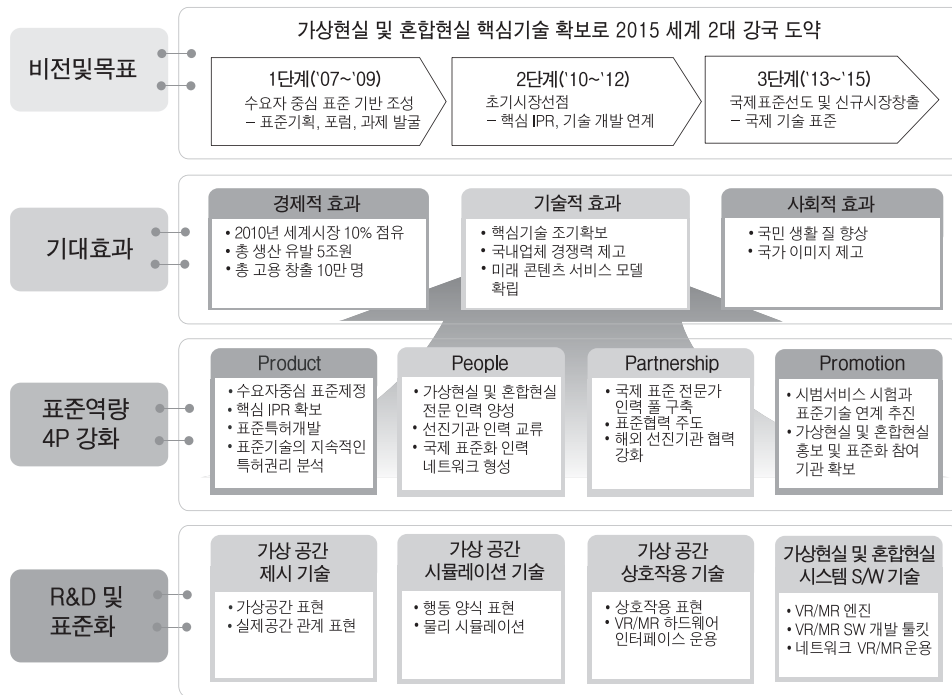
• 중점 추진방향

- 가상현실 및 혼합현실 관련 기술 전반에 걸친 표준화 기반을 마련하고 앞으로의 기술 개발에 따른 표준화 방향을 설정하는데 중점을 둠



- 국제 표준화 기구에서 설정한 기반 기술 관련 표준을 수용·개량하여 국내 표준의 기반을 마련하고, 국제 표준이 없는 신규 항목의 경우 국내 표준화를 조기에 수행함으로써 국제 표준을 선도 할 수 있는 기틀을 마련함

1.3. 표준화의 Vision 및 기대효과



1.3.1. 표준화의 필요성

가상공학, 가상시뮬레이션, 가상훈련 등 기존의 가상현실 시장과 더불어 온라인게임의 발전과 세컨드라이프의 등장으로 네트워크를 통한 가상공간이 점차 현실화 되고 있어 가상현실 및 혼합현실 기술의 관심증대와 제품 및 서비스가 다양한 형태로 출시되고 있으므로, 문화적·경제적으로 큰 파급효과를 가져올 것으로 전망되는 가상현실 및 혼합현실 기술에 대한 표준화가 필요함

- 가상현실 및 혼합현실 기술은 관련 업계의 상용화된 서비스 및 제품이 지속적으로 늘고 있으며, 산업적 파급 효과가 크지만 이에 관련된 표준은 국내외적으로 매우 초보적인 수준임
- 가상현실 및 혼합현실은 훈련, 교육, 오락, 군사, 의료, 문화, 방송·통신, 산업 등의 다양한 활용분야에 서비스 및 상용 제품이 향후 더욱 증가하고 활성화될 것으로 전망됨에 따라 관련 기술의 선점 및 국제표준화 선도 필요

- 차세대 디지털 콘텐츠는 다양한 매체 간 그리고 이기종간 어떤 플랫폼에서도 사용자가 원하는 형태의 콘텐츠를 제공하기 위한 형태인 유비쿼터스 멀티미디어 서비스로 진화할 것이므로 그 일부인 가상현실 및 혼합현실 서비스를 가능하게 하는 디지털 기기와 네트워크 기술과의 연계를 위한 표준화가 요구됨
 - 실사와 그래픽을 합성하여 가상공간을 구축하는 혼합현실 기술, 오감 기반의 상호작용을 통하여 실감적인 조작을 제공하는 실감형 인터랙션 기술 등 가상현실 및 혼합현실의 시스템이 개인 단말기 상에서 모바일 콘텐츠 형태로 개인화된 솔루션으로 상용화 및 보편화가 될 것으로 전망
- 2D 기반의 GUI(Graphical User Interface)가 3D 기반의 보고 만지는 인터페이스 패러다임으로 변화하여 인간 중심의 자율적 인터페이스가 일반화 될 것으로 기대되고, USN 인프라를 활용한 유비쿼터스 기반의 혼합현실 응용 체험 서비스가 활성화 될 것으로 전망됨에 따라 기초 연구 단계에서부터 표준 플랫폼 및 시스템 기술 선점이 요구됨
- 현재 세계적으로 디지털 미디어 및 콘텐츠 응용 분야에서는 국제 규격을 먼저 제정하고 이를 바탕으로 응용서비스가 구현되는 경향이므로 이러한 추세에 신속히 대응하고, 향후 디지털 콘텐츠 분야의 핵심인 가상현실 및 혼합현실 기술에 대한 조기 기술 개발과 원천 기술 확보와 동시에 가치 있는 지적 재산권 확보를 위한 국제표준화 활동이 필수적이며 국제표준 기술 채택으로 이어져야 국제 경쟁력을 확보할 수 있음
- 각 대학·기업 등에서 개발된 가상현실 및 혼합현실 시스템은 데이터 표현, 가시화, 상호작용 기법이 개별적으로 이루어져 상호 연동이 불가능하며 데이터 교환을 위해서는 변환 과정을 거쳐야 하는 등 데이터의 재사용성이 떨어지므로 지적재산권 확보, 상품 및 서비스 개발, 국제 표준 채택을 위해 데이터 표준화가 시급한 실정임
- 기존의 고가장비에 의존한 가상현실 솔루션들이 특정 분야의 소수 수요층인 전문가 집단에 한정되었지만 최근 UCC(User Created Content) 등 디지털 콘텐츠 정보 생산이 대중화 되고 있어 이에 따른 가상현실 및 혼합현실 기술 표준화를 구축하여 가상현실 및 혼합현실 콘텐츠 제작을 위한 가이드라인 제시가 필요함

1.3.2. 표준화의 목표

2010년까지 가상현실 및 혼합현실 콘텐츠를 표현하고 운용하기 위한 기술에 대한 국내 표준(안)을 개발하고, 이를 바탕으로 국제 표준화를 추진하여 2012년까지 가상현실 및 혼합현실 콘텐츠관련 국제 표준 선진 그룹에 합류

- 가상 공간 제시, 가상공간 시뮬레이션, 가상공간 상호작용 및 시스템 S/W 기술 등 가상현실 및 혼합현실 콘텐츠 기술에 전반에 걸친 표준화를 추진함
- 특히 가상현실 기술의 기반이 되는 가상 공간 표현 기술 관련 표준을 확보하여 기 표준화된 국제 표준들을 수용하고,



이를 바탕으로 미 표준화 기술에 대한 표준을 선점하여 국제 표준을 선도할 수 있는 역량을 갖추

- 중점 표준화 항목들의 표준화 추진과 병행하여 후속 표준화 항목들을 지속적으로 개발함으로써 국제 표준화 그룹의 표준화 동향을 선도함

1.3.3. Vision 및 기대효과

가상현실 및 혼합현실 기술에 대한 표준화를 통해 차세대 디지털콘텐츠 기술의 고부가가치 산업을 육성하고, 디지털인프라를 통한 차세대 디지털콘텐츠 기술의 보급 및 국제 표준화 주도를 통한 국가 경쟁력을 강화함

- 표준의 활용 분야
 - 의료 및 군사 훈련
 - 반복 훈련이 가능한 가상 기관지수술 및 대장 내시경 훈련
 - 위험성이 높은 가상절개 봉합술 훈련
 - 악천우·돌풍 대응 비행기 훈련 시뮬레이터
 - 3차원 지형지물 모델링 및 전략전술 시뮬레이션을 위한 통신 표준화 프로토콜
 - 가상공학 및 정보가시화 서비스
 - 디자인(색상, 재질 등) 변경이 가능한 가상 자동차품질
 - 정보가전기기 가상 사용성 평가
 - 신규 생산 공정 및 공간 배치 가상 검증
 - 가상 도장·용접 훈련 시뮬레이터
 - 풍동실험 등 해석데이터가시화
 - 혼합현실 응용 정보가시화
 - 교육 및 예술 및 엔터테인먼트
 - 혼합현실 응용 이리닝 (예. Magic book)
 - 가상 문화재 복원
 - 테마파크 가상현실 영상관
 - 스크린 골프 등 실감형 스포츠 훈련
 - 가상현실 응용 체감형 상호작용 게임
- 표준화에 따른 파급 효과
 - 가상 시뮬레이션, 가상 훈련, 가상 생산 등 가상현실 및 혼합현실 시스템의 데이터 호환을 위한 표준화를 통해 기술적 우위를 확보하여 매년 전망 수입되고 있는 솔루션의 수입대체효과 뿐 아니라 수출 향상이 촉진될 것으로 전망함

- 산학연 기술교류 등을 통한 국제적인 경쟁력을 갖춘 표준화된 시스템 구축, 국제 표준 채택, 지적재산권 확보로 특허 로열티 수입과 함께 세계 기술을 선도하고, 응용 상품 및 서비스 기술력을 확보하여 가상현실 및 혼합현실 관련 상품 및 서비스 시장 선점이 기대됨
- 차세대 광대역 이동통신 및 유비쿼터스 기반 인프라 등 세계 최고 수준의 초고속 유무선 인프라 환경에서 디지털 콘텐츠 서비스가 보편화 될 것이므로 가상현실 및 혼합현실 기술의 표준화에 따른 조속한 서비스가 실현될 것으로 전망함



2. 국내외 현황분석

2.1. 시장 현황 및 전망

2.1.1. 국내 시장 현황 및 전망

- 국내 가상현실 시장의 경우 1990년대 기술 도입 단계를 벗어나 2000년대에는 군사/자동차/건축 분야를 중심으로 시장이 형성이 되고 있음. 전체 가상현실 분야의 매출액은 2003년 약 10억 달러 규모의 시장이 형성되었으며 약 13% 정도의 연평균 성장률이 지속되고 있음 (ETRI, 전자통신동향 분석, 2005.8)
- 가상현실 기술이 속한 국내 디지털콘텐츠시장은 게임시장을 중심으로 급속도로 성장하고 있으며 2006년 9조 3천억원이었으며 2010년에는 14조 7천억원 규모로 성장할 것으로 전망
 - 가상현실 기술의 경우 게임, 애니메이션, 디지털 영상, e-러닝 등의 분야에 접목되어 시장을 형성

〈국내 디지털콘텐츠 시장 전망〉

(단위: 억원)

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	CAGR(%) ('05 ~ '10)
게임	27,647	31,391	35,204	38,804	42,097	11.8%
애니메이션	4,261	4,825	5,539	6,293	7,027	12.3%
디지털영상	7,497	9,175	11,028	12,965	14,840	21.6%
정보콘텐츠	7,975	9,242	9,966	10,669	11,657	11.2%
e-러닝	8,044	9,610	10,978	12,530	14,220	16.2%
디지털음악	3,055	3,758	4,617	5,374	6,139	19.8%
디지털출판	955	1,235	1,509	1,758	2,010	22.3%
콘텐츠 거래 및 중개	19,994	22,686	25,445	27,962	30,104	11.8%
콘텐츠솔루션	14,257	15,749	17,235	18,665	19,876	9.3%
합계	93,685	107,671	121,521	135,020	147,970	13%

주: 디지털콘텐츠 매출=콘텐츠 + 광고 매출

(자료): '05년 국내 DC 시장조사 보고서(KIPA, 2006)를 연도별로 재구성

- 국내 가상현실 시장에서 VR 상용화 수준의 하드웨어 및 소프트웨어는 대부분 수입에 의존을 하고 있는 형편이나, 가상 모델하우스, 웹 쇼핑몰, 시뮬레이터 등의 분야를 중심으로 여러 가상현실 콘텐츠 제작 업체가 활동하고 있으며, 그 중 일부는 자체 소프트웨어 및 하드웨어 기술을 보유하고 있음 (가상 모델하우스 - KOVI, 가상 시뮬레이터-RTV 등)
- 실시간 3D 그래픽스, 네트워크 기반 다자 참여, 상호작용 콘텐츠 등 VR 기술과 유사한 특징을 갖는 3D 온라인 게임의

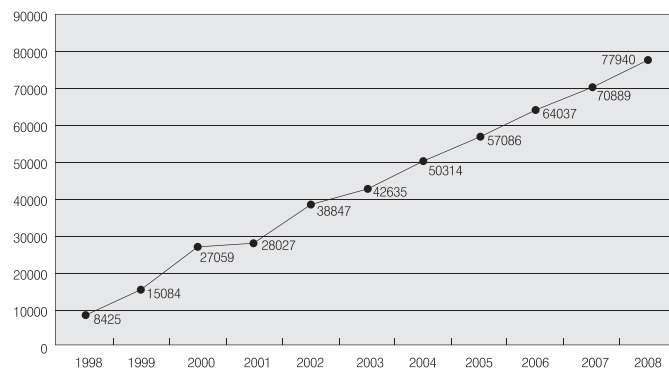
경우 해외에 수출할 정도의 상용화 제품을 개발, 판매하고 있어 구동 엔진, 다자참여형 네트워크 시스템 등 관련 기술을 VR제품 개발에 활용할 경우 시장 활성화 전망

- 가상현실 기술의 경우 디지털 콘텐츠 분야 뿐 아니라 타 IT839 기술 분야와의 깊은 연관 관계가 있어 관련 시장의 규모는 더욱 클 것으로 예상되며, 동반 성장의 가능성을 갖고 있음
 - 사용자와의 상호작용에 사용되는 감정/감성 기술의 솔루션의 경우 지능형 로봇 분야에서도 활발히 연구 개발 되고 있음
 - 혼합현실 기반의 모바일 콘텐츠 기술의 경우 USN, GIS 등의 기술과 깊은 연관성이 있음
- 가상환경의 몰입형 가시화를 위한 착용형 디스플레이 제품의 경우 일부 국내 자체 기술을 보유한 기업들이 있음
 - 고원기술, DEOCOM, 대양E&C 등에서 PMP 및 휴대전화와 연동 가능한 형태의 저가형 제품들을 개발, 판매 중
- 3차원 위치 추적 장치의 경우 국외 업체들의 기술 선점으로 인해 전량 수입제품에 의존하고 있어 국내 기술의 시장 진입이 어려우나, 광학 방식의 경우 일부 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 국내 대학들에서 실험적으로 제작·사용 중
- VR 훈련 시뮬레이터의 경우 전투기, 전차 시뮬레이터 등의 군사 분야 응용 뿐 아니라, 최근 소방방재청의 VR 기반 소방 훈련 시스템 프로젝트화(2007.8) 등 소방, 군사, 산업 공정 등 다양한 분야에서의 활용이 늘어나고 있음
- 실제공간과 가상공간이 혼합된 혼합현실기술이 가상현실의 중요한 분야로 떠오르고 있으며 향후 해당분야에 수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망됨
 - KERIS에서 국가적으로 유비쿼터스 환경속에서의 차세대 교육 톨로서 AR 기술의 도입을 적극적으로 추진 하고 있어, E-Learning 분야의 시장 확대가 확실시 되고 있음
 - 웨어러블 컴퓨터와 내비게이션 산업분야의 확대로 실제와 가상공간이 혼합된 공간을 표현 및 운영하는 기술 활용이 증가할 것으로 전망
 - 가상공간 표현은 기존에 완전한 합성만을 주로 하던 컴퓨터 그래픽스적인 표현보다는 실세계의 공간을 극사실적으로 표현한 것과 (고해상도 디지털 카메라 사진, 파노라마 영상으로부터 가상공간을 추출) 합성된 물체를 재합성하는 방식으로 현실성을 높여나가는 추세에 있음
- VR/MR 엔진은 복잡하고 정교한 첨단 VR/MR 기술을 게임, 시뮬레이터, 교육용 콘텐츠 등의 개발에 체계적이고 효율적으로 적용할 수 있도록 지원하여 생산성 증가와 다양한 기술 활용 확산을 통한 시장 성장에 기여할 것으로 기대됨



2.1.2. 국외 시장 현황 및 전망

- CyberEdge 사의 시장 보고서에 따르면 가상현실 기술의 전 세계적인 시장 규모는 2003년말 약 426억 달러에 이르고 있으며, 2004년 이후 2008년도까지 연평균 약 10% 정도 시장 증가를 전망하고 있음. 이중 가상현실 소프트웨어 시장의 경우 2004년 28.9억 달러에서 2007년 37.3억 달러에 이르고 있음(The Market for Visual Simulation/Virtual Reality Systems, 6th Ed.)



(단위: 백만 달러)

- 가상현실 및 혼합현실 기술의 상용화 움직임이 지속적으로 관찰되고 있어, 해당 분야의 시장이 지속적으로 성장할 것으로 전망
 - Sony PlayStation의 EyeToy, Nintendo의 Wii 등 차세대 게임에 가상현실 및 혼합현실 기술을 응용한 사례가 증가하고 있어, 가상현실 기술의 대중화에 발판이 될 것으로 전망
 - 프랑스의 Total Immersion, 독일의 MetaIO 등 혼합현실 기술에 기반한 산업, 오락, 광고, 방송 분야의 응용 기술의 상용화를 목적으로 회사들이 속속 설립되고 있음
- EON Reality, Quest3D, VIRTOOL 등 VR 저작 도구 및 VR 엔진들의 상용화 사례가 늘고 있으며, 인터넷 쇼핑, 전시관, 3D 제품 카탈로그, 게임 등의 분야를 중심으로 VR 콘텐츠 및 서비스가 시장에 보급되고 있음
- Linden Labs는 2003년 UCC를 통한 경제 활동 개념이 적용된 가상 온라인 커뮤니티 서비스 Second Life를 오픈한 이래로 현재 총 회원 수 약 880만 명을 확보한 상태이며, 매년 약 1천만 달러 규모의 자금이 가상 세계 내에서 유통

되는 등 가상현실 기반 커뮤니티 시장의 가능성을 보여줌

- Second Life의 폭발적인 사용자 증가와 다양한 활용이 이루어지면서 구글 어스(Earth)가 이베이와 아마존과 세컨드 라이프적인 아바타와 가상현실 공간을 활용할 준비를 하고 있는 것으로 알려지고 있음
- 가상세계 상에서의 대화에서 아바타의 제스처, 응시, 스킨십 중 비언어적 의사소통이 친밀감을 가장 상승시키는 것으로 나타나 (KAIST 문화기술대학원), 행동 양식 및 상호작용 표현 기술의 개발은 가상현실 콘텐츠의 흥미와 활용도를 높여 시장 확대와 창출에 기여할 수 있는 요소가 될 것으로 전망됨
- 가상현실 및 혼합현실 기술과 인터넷과의 결합을 통한 가상 온라인 커뮤니티 서비스의 증가는 가상 세계 표현, 시물레이션, 상호작용 기법 및 기반 소프트웨어 등 가상현실 기술 전반에 걸친 기술 개발 및 투자를 필요로 하고 있으며, 이러한 기술 개발에 표준화 작업이 병행 될 경우 기술 보급을 용이하게 하여 시장 확장 및 활성화가 전망됨



2.2. 기술개발 현황 및 전망

2.2.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

- 정부정책기조

- 정통부 발행 “미래 IT 유망 · 전략품목 발굴 보고서”(2006.4.)에서 가상현실 분야의 기반 기술인 오감 인식 인터페이스 기술의 중요성 및 관련기술 개발의 필요성을 제기
- 오감 결합형 멀티모달 인터페이스, 오감자극형 단말기, 오감인식 칩, 실감 · 오감형 양방향 디지털콘텐츠, 오감체험형 엔터테인먼트, 오감형 지능 로봇 등, 향후 유비쿼터스 환경을 위한 오감 인식 인터페이스 기술 필요성 인식 및 국가 차원의 정책적인 지원 필요
- 최근 과기부의 유비쿼터스 컴퓨팅 프런티어 사업, 정통부의 선도기술 개발 사업인 Life-Logger 및 u-라이프케어 선도사업 등의 가상현실 관련 집중 투자를 기회로 산 · 학 · 연 간의 인적 교류 및 체계적인 인력 양성 프로그램을 마련하고 지속적으로 유지 필요
- u-IT839 개발 전략 내 지능/오감처리용 임베디드 SW, u-센서네트워크의 오감센싱 기술, 지능형 로봇의 오감형 휴머노이드 로봇, 오감형 홀로그램 영상기반의 DTV 등의 응용 인프라 개발을 통해 향후 인프라 확보는 낙관적임
- 가상현실 기술 중 상호작용 분야와 관련이 깊은 감성공학 관련 기술개발을 위해 산발적으로 진행되는 정부차원의 지원과 과거 G7 국책 선도 기술 개발 사업으로서 인간감성을 측정, 정량화 및 DB화하는 감성 공학 기반 기술 개발 사업이 추진되었음

- 연구소

- ETRI는 가상현실 기술을 산업계에 적용하는 과제를 수행하여, 자동차 인테리어 디자인 품평을 위한 반구형 디스플레이 플랫폼, 조선 산업의 선박 생산 작업 중 도장 스프레이 작업을 위한 훈련 시뮬레이터, 햅틱 인터페이스를 이용한 제품 품평 시스템 등을 개발하였음
- KIST에서는 다양한 디스플레이환경(데스크탑, 구면 스크린, CAVE, HMD, 월스크린, AR 등)을 지원하는 XML 기반의 VR/MR 미들웨어 NAVER를 개발, 디지털 유적 탐사, 물리시뮬레이션기반 인터랙션 등의 다양한 응용어플리케이션을 구축. 햅틱 장치, 사운드 장치, 비디오 스트리밍 장치, 조이스틱과 같은 다양한 장치와 클러스터 PC 간의 동기화 및 XML 기반의 재구성성이 가능
- ADD에서는 가상현실 기술을 적용하여 한국형전투기(KF-X) 개발을 추진하고 있으며, 항공무기체계 가상시제 중 핵심기술인 가상조종실(Virtual Cockpit) 시스템을 구축하여 조종실 설계업무를 진행
- KIST는 인간의 촉각과 관련된 TSI(Tangible Space Initiative) 연구를 일부 수행하고 있으나, 다양한 인간 오감 · 감성 기술과 관련된 정부 차원의 지원이 미흡함. 시 · 청각 연구에 비해 낙후돼 있던 후각, 촉각, 미각 등의 인간의 오감에 관련된 데이터를 통합하고 이를 콘텐츠와의 인터페이스를 통해 지원하고자 시도가 실험실적인 수준에서 진행 중

- ETRI는 혼합현실 기술을 e-러닝에 적용한 응용 시스템 및 저작도구를 개발한 바 있으며, 2007년 현재 혼합현실을 기반으로 휴대용 단말기를 이용하여 박물관, 여행지 등에서의 체험을 극대화 할 수 있는 u-체험형 콘텐츠 운용 플랫폼을 개발 중임
- 행동양식 및 상호작용 표현 관련 기술의 경우, 게임 분야에서의 AI 및 물리 엔진, Web3D 및 VR/AR 어플리케이션, 군(Military) 시뮬레이션 등에서 그 개발이 이루어지고 있음. AI 및 물리 엔진 등은 ETRI 등 국내 국책연구소 등에서 개발한 소수의 사례가 존재하고, Web3D 어플리케이션은 적용되는 표준이나 기술이 초보적인 수준에서 활용되고 있음. 군 시뮬레이션 분야에서는 SAF(Semi Automated Forces)/CGF(Computer Generated Forces) 관련 어플리케이션 개발이 추진되고 있고 행동양식 및 상호작용 표현 측면에서는 높은 기술적 수준을 다루고 있으며, 현재 실제적인 기술개발이 기획되고 있는 단계임

• 산업계

- 국내 가상현실 시장은 온라인 게임, 온라인 쇼핑물 등을 중심으로 한 인터넷 기반 가상현실 콘텐츠 서비스 분야가 주를 이루고 있는 가운데, 전시관 등의 대형 시스템의 경우 외국의 하드웨어를 수입하고 그 위에 콘텐츠를 국내에서 제작하는 형태가 주를 이룸
- 가상 공간 제작을 위해 필수적인 3D 모델링 툴의 경우 Maya나 3D MAX등 해외 제품에 대부분 의존 하고 있음
- (주)하이테크미디어의 VISIONMAX는 가변형 멀티채널 영상처리에 의한 몰입형 입체 디스플레이 개발. 3차원 전용 그래픽 엔진 사용, 일반 PDP 또는 LCD 활용 가능하여 가상체험 시스템(Mandala VR 시스템), 모션 영상관(4D Theater), 하이퍼 VR 시뮬레이션 솔루션 및 저렴한 고성능 대형 영상시스템의 제공으로, 전시관, 과학관, 체험관, 회의실, 전시장 및 이벤트 분야 등의 다양한 활용도 제공. 그러나 초고해상도의 seamless한 영상재현에 대한 기술은 아직 부족
- 퍼비즈에서는 타일드 디스플레이 기반 고화질 동영상 재생기를 개발, 7x4(5.6mx2.4m) 대형 평면 영화 상영이 가능하면서 초고해상도 지원(7168x3072) 및 오프라인 스피리터를 활용한 실시간 재생 기능 지원 (2006)
- 현대자동차는 타일드 디스플레이 기반 고품질 렌더링을 이용한 자동차 외관 스타일링 품평 목적으로 사용하고 있으며, 인간 공학 기반의 자동차 내관 사용성 평가를 위해 JACK, RAMSIS 등을 적용
- (주)NT리서치의 ROMAN Glove II 장치(핸드 인터페이스, 2006년도)는 사용성이 향상된 고정밀 핸드 트래킹을 지원하고, 사실적인 가상 손 모델 및 간편하고 정확한 캘리브레이션이 가능하며, 가상 조립 훈련 시스템, 체험형 게임기, 가상 교육 솔루션의 핸드 인터페이스 적용 가능. 다양한 애플리케이션 상에서 기존의 입력 장치인 키보드, 마우스 등을 대체하는 직관적이고 직접적인 인터페이스를 제공
- RTV에서 개발한 가상현실 개발 소프트웨어 툴킷인 TOV는 VRML/X3D 포맷 기반 3차원 렌더링 및 가상환경 구축, 시뮬레이션 기능 제공. 합성가상전장 모의엔진, 실시간 설계 품평 시스템, 3D virtual fashion demo 시스템 등에 사용되었음
- Innosimulation에서는 3D 가상현실 소프트웨어와 실시간 연동되는 특수 효과를 생성 및 모션 시뮬레이션과 동기화 기술 개발



- NVLSoft는 3D 온라인 게임을 즐기듯 가상공간에서 직접 소품을 배치하고 캐릭터 동작을 지정해 그 움직임을 촬영하는 3D 영화 제작 서비스용 엔진 ZEB를 개발

• 학계

- 기반 기술 개발 보다는 응용 기술 개발에 주로 많은 연구를 수행 중에 있으며, 기반 기술의 경우 외국의 기술에 의존하는 경우가 많음
- 한국과학기술원, 포항공대, 광주과학기술원, 경북대, 고려대, 한양대, 울산대 등 여러 대학에서는 혼합현실 관련 기반 기술 및 기초 응용기술에 관한 연구를 수행 중이며, 관련 연구를 수행하는 대학이 점차 늘고 있음
- 게임 산업의 활성화로 게임 개발 관련 학과가 다량 신설되었으며, 이중 3D 온라인 게임 분야의 경우 가상현실 기술과 유사한 점이 많아 가상현실 기술 개발에 활용 가능
- 광주과학기술원에서는 가상현실 유저의 사용자 컨텍스트에 따른 개인화된 서비스를 제공하는 ubi-UCAM 프레임 워크 개발. 이후 wear-UCAM에서는 모바일 유저인터페이스까지 지원 예정 (2007)
- POSTECH(포항공대)에서는 모션 인터랙션, 사용자시점에 따른 렌더링, 진동형 피드백 기능 등을 지원하는 핸드 헬드 디바이스용 VR 플랫폼 개발 (2006)
- 상명대학교에서는 교육용 가상환경을 제작하는데 선생님, 프로그래머, 모델러 등이 함께 개발과정을 이해하고 참여할 수 있도록 도와주는 가상환경 저작도구 CLOVES 개발
- 서울대 기계항공공학부에서는 3차원 공간에서 360도 회전이 가능한 모션 시뮬레이터를 개발 (2006)
- 건국대 i-Fashion 의류기술센터에서는 사용자의 신체를 즉석에서 3차원 스캐닝하여 가상 의류를 입혀볼 수 있는 3차원 가상 피팅 서비스를 개발, 신세계 백화점 매장에서 시범 운영 (2007)

• 국내 특허출원 현황 및 전망

- 1990년대 이전의 기술 태동기, 1990년대의 기술의 연구 개발기, 2000년대의 기술 시장 형성기에 이어 2010년대의 기술 시장 성장기를 대비하여 기술 시장의 성장기를 대비한 실용화 중심 특허 출원
- 국내 VR/MR 엔진 및 시스템 운용 선처리 방법과 관련한 특허는 미비한 실정이며, “후면 투사용 스크린 구조체와 이를 이용한 후면 투사 방식의 다중 영상 장치” 와 같이 실감 체험을 위한 디스플레이 장치에 대한 특허가 주를 이루고 있음
- 최근에는 “가상현실 여행 시스템 및 그 방법”과 “가상 현실 쇼핑 시스템”과 같이 아바타를 기반으로 한 체험형 응용 서비스에 대한 출원이 증가하고 있음
- 혼합/증강 현실(mixed/augmented reality)관련 특허동향(국가별 점유율 분석): 출원국 기준으로 볼 때, 한국의 경우 1996년이후 2006년 6월 현재까지 공개 27건과 등록 14건의 실적을 보이고 있음
- 주로 몰입형 시각화 기반 군사/의료 분야 시뮬레이션 응용 분야의 특허의 일부분으로 혼합현실 가시화 및 공간 정합, 실시간 영상 합성 등의 기술 내용을 포함하는 특허가 다수임. 그 외 홀로그램 HW를 기반으로 홀로그램 영상

디스플레이를 위한 공간 정합 및 합성에 관한 혼합 현실 기술을 포함하는 특허가 다수 존재

- 게임 산업을 중심으로 몰입형 시각화 및 실시간 모션 플랫폼 제어를 이용한 체감형 가상현실 구현에 관한 특허 출원 다수 보유
- 향후 가상프로토타이핑, VR 기반 e-러닝 등 산업계 및 에듀테인먼트 분야로의 가상현실 응용 특허 출원이 다수를 차지 할 것으로 예상됨
- 특정 서비스 시나리오(비즈니스모델)를 위한 핵심 부품 및 장비 분야 특허 발굴 필요. 한국 강점의 고부가가치 애플리케이션에 특화된 가상현실 콘텐츠 저작 및 인터페이스 관련 기술의 핵심 특허 발굴이 필요

2.2.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

• 주요국가의 정책기조

- 미국

- VR 기반기술의 실용화 및 산업화 응용에 초점을 맞추어 중장기 연구개발 지원 및 응용분야 확산 노력, 특히 국방 분야 기술의 타분야 적용 확산
- Intelligence amplification, Human Computer Symbiosis로서의 VR/MR 기반 기술 및 군사 시뮬레이션 목적의 VR/MR지속 개발
- NRC (National Research Council)에서는, 1997년 미래의 인터랙티브 엔터테인먼트 및 국방분야의 모델링/시뮬레이션 연구개발과 관련한 국가보고서를 제출한 이래, NPS MOVES(The Naval Postgraduate School's Modeling, Virtual Environment & Simulation) 프로그램을 통하여 상호작용 · 모델링 · 시뮬레이션 등의 세부 기술을 엔터테인먼트 분야에 적용하는 연구개발을 활발히 진행하고 있음
- 감성공학의 기반기술이라 할 수 있는 오감 · 감성지표화 기술이 학계와 산업 전반에 보편화되어 있으며, 항공 · 우주, 군수, 자동차 산업 등을 중심으로 제품 설계 시에 주로 활용했던 인간의 감성정보를 최근 들어 세계최고 수준의 인공지능구현기술과 결합시켜 문화콘텐츠 분야에도 광범위하게 적용하려는 노력을 보이고 있음
- 1990년대를 “뇌의 10년(Decade of Brain)”으로 정하고 연간 10조원의 연구비를 지원해왔던 뇌 과학 분야에서는 이미 뇌의 기능에 관한 상당 부분의 연구결과가 이루어진 상태임. 그 중 인지 및 감성정보 DB는 향후 감성특성이 반영된 콘텐츠 개발 시 필수불가결한 Source 역할을 할 것으로 기대됨

- 유럽

- 기반 기술 개발 보다는 실용화 및 산업적 응용에 초점을 맞춤
- 유럽연합(EU) 주요국을 중심으로 추진되고 있는 ESPRIT, BRITE, PROMETHEUS와 같은 대형연구개발 사업의 내용에 감성 관련 연구가 다수 포함 되어 있음. 또한 IST에서는 2002년부터 인간의 주변 환경을 인터페이스로 활용하는 오감형 다중 감각 인터페이스 기술을 개발하고 있음
- 생체 신호 분석을 이용한 감성 콘텐츠 인터페이스 기술 개발을 위해, 이태리, 네덜란드 등은 1991년부터 “EC



Decade of Brain”을 발족, 뇌 연구를 시작함. 이와 더불어 EU 각국의 대학들도 연구 그룹별로 감성 및 감정과 관련한 ANNIE 등의 다수 과제를 수행함(영국 Birmingham 대학의 the Cognition and Affect 프로젝트, 포르투갈 Instituto Superior Técnico Lisboa의 Emotional System Project, 오스트리아 Graz 공대의 BCI2000 Project)

- 유럽 국가들은 감성 콘텐츠의 실감형 인터페이스를 위한 나노기술의 잠재성을 이룬 단계에 인식하여 1990년 후반부터 나노과학 연구 프로그램을 지원함. EU 집행위원회는 미국과 일본의 수준에 버금가는 2003년 기준 약 700백만 유로의 예산을 편성함

- 일본

- 대학들을 중심으로 문부성이 지원하는 VR 대형 프로젝트 진행
- 정부와 기업은 감성형 문화콘텐츠를 중장기의 미래 지향적 기술로 인식하고 선도적 연구 기획과 투자를 통해 경쟁력을 확보하고 기술 선점을 시도하고 있음
- 경제산업성의 “오감·생체신호 인식 이용 복지 향상 기술 개발”, 우정성의 “오감 전송 기술 개발”, 통상산업성의 “인간감각측정 응용기술 개발” 등 1990년대부터 감성과 관련한 정부 차원의 각종 프로젝트를 추진 중
- 오감 감각의 인지를 위한 입력 센서 분야는 대기업을 중심으로 하여 개량 연구 등 응용 연구에 치중하고 있으며, 기초과학 분야의 취약 부분은 미국의 대학, 기업체 등과 전략적 제휴 관계를 맺어 극복하고 있음

• 연구소

- MIT 등의 학계가 주축이 된 감성컴퓨팅(affective computing) 그룹은 산업계의 적극적인 투자 하에 감성정보를 콘텐츠와의 상호작용도로 활용하려는 노력을 꾸준히 진행하고 있으며, 오감의 재현 및 표현 부문에서는 다른 나라에서 선례가 없는 다양한 형태의 입체영상 생성 기술도 시도되고 있음
- Sony CSL, Mitsubishi Electronics Research Labs, Microsoft Research 등 세계 유수 기업에서 운영하는 연구소에서는 유비쿼터스 환경, 혼합현실, 차세대 인터페이스 등 가상현실과 관련이 깊은 기반 및 응용 기술들에 대한 연구를 활발히 진행 중
- Fraunhofer IGD에서는 클러스터 기반 고해상도 타일드 디스플레이 대응 소프트웨어 개발 툴킷인 OpenSG를 개발하여 오픈소스 형태로 배포하고 있음
- 2002년부터 2004년까지 진행된 유럽의 AMIRE 프로젝트는 혼합현실 시스템 개발을 위한 여러 가지 컴퍼넌트들을 모아 프레임워크를 만들고 혼합현실 콘텐츠를 저작할 수 있는 도구를 개발함
- HITLab NZ (뉴질랜드, 2004)의 ARToolkit 기반 휴대전화용 혼합현실 미들웨어 및 응용 게임 콘텐츠 (테니스 등) 개발 등 다양한 혼합현실 관련 응용 시스템 개발
- 일본의 경우 혼합현실 기술을 지능형 로봇 기술에 접목한 융합 기술 형태의 연구를 진행하는 사례가 늘어나고 있음

- NASA에서 개발된 초고해상도 이미지 데이터 가시화 플랫폼 Bigview, PC클러스터기반의 멀티스크린 지원. 92160 X 33280 해상도의 위성 이미지를 가시화하는데 활용

- 산업계

- IMAX Tycho Brahe Planetarium(Barco)는 몰입형 가시화 솔루션으로 직경 24m, 4대 프로젝터 활용의 전면 투사 방식임. 1920x1080 HDTV 소스, 영상재생 전용 하드웨어 사용, 어안렌즈 사용에 의한 곡면영상을 생성함. 세계 최초의 돔 입체영상 디스플레이이며 전용 프로젝터를 사용한 특징을 가짐
- Project Array 시스템(Hitachi사)는 몰입형 가시화 솔루션으로 다양한 배열의 멀티프로젝션 가능하며 2x6 평면 및 1x7실린더 형 멀티프로젝션을 제공
- 캐나다의 IMAX Dome 시스템(IMAX Corp.)은 고화질 동영상 재생기, Omnimax Theater 형태의 대형 곡면 영화 상영이 가능하며, 어안렌즈 활용 곡면영상을 생성하나 제한적인 해상도(2K)를 가짐
- CyberGlove(Immersion사)는 핸드 모션 트래킹 장치, 22개의 관절각을 측정하기 위한 저항식 센서를 장착하고 휴대성을 강조한 무선 통신 기능(반경 30ft)을 가지며, VirtualHand API로 햅틱 렌더링, 폴리곤 레벨 충돌처리, 실린더 형태의 가상 손모델 제공. CATIA, Motion Builder 등에 Plug-in 가능
- ShapeHand(Measurand사)는 핸드 모션 트래킹 장치, 광파이버 센서로 글로브 타입과 상관없이 장착 가능하며, 다양한 방향으로의 손 뒤틀림 운동 감지 기능과 함께 Motion Builder, JACK 등의 다양한 소프트웨어와 호환
- Siemens (독일, 2003) 자사 휴대전화 제품에 Mosquito Hunt 혼합현실 게임 탑재 및 판매
- Total Immersion(프랑스), Metaio(독일) 등 산업 응용 가능 혼합현실 기술 전문 개발 업체 출현
- Barco사는 고화질 프로젝터 산업의 독보적인 존재로 입체영상 돔 디스플레이의 세계최초 개발은 상당한 영향력을 지닐 것으로 예상
- Google은 지구 전체를 대상으로한 지도 서비스인 Google Earth기반에 실사를 기반으로하는 가상공간을 구축하는 SketchUp을 연동하여 서비스, 실제 영상과 2차원 GIS 데이터를 fusion하는 Street View 등을 발표하여 점차적으로 실사 및 가상 합성이라는 공식이 많은 인터넷 애플리케이션에 도입되는 추세임
- 프랑스의 Total Immersion, RealViz 등은 일반적인 3차원 오브젝트 모델링은 이미 포화상태에 있다고 가정하고 모델링이 어려운 환경들을 실사 영상의 도움을 받아 모델링하고 합성하는 분야의 투자에 앞장서고 있음. RealViz는 ImageModeler VTour등의 Tool에서 실사 영상으로부터 3차원 가상공간을 구축하는 기술을 개발하여 보급하고 있으며, 대부분의 메이저급 영화사들에서 현재 사용하고 있음
- Microsoft는 로보틱스(로봇 공학)을 위한 어플리케이션 개발용 플랫폼 Robotics Studio를 발표. 비록 이것은 로보틱스를 위한 것이지만 이미 로봇 또는 가상 객체의 행동양식 및 상호작용을 표현하기 위한 Framework을 담고 있음. 행동양식 및 상호작용이라는 관점에서 로봇과 가상 객체는 동일시 될 수 있기 때문임
- Web3D 또는 3D Virtual World 관련 분야에서는 행동양식 및 상호작용 단순한 형태로 적용되고 있음. 하지만 이러한 콘텐츠의 상업적 성공을 위해 수준 높은 행동양식 및 상호작용 기술이 점차적으로 필요하게 될 것임. 사실 감의 향상을 위한 기술과 표준은 어느 정도 정립이 되어있다고 할 수 있으나 아직 행동양식의 표현에 대한 개념



정립과 기술 개발은 시작되지 않았다고 볼 수 있음. 따라서 행동양식 표현 기술은 더욱 많은 잠재적 가능성과 가상 현실/증강현실/디지털 캐릭터 서비스의 새로운 발전에 기여할 수 있을 것임

- 메타버스 로드맵 (www.metaverseroadmap.org) 그룹에서는 참여형 웹 기술인 Web 2.0에 실시간 3D 영상 기술을 이용한 대규모 사용자를 위한 가상 공간, Mirror 공간, 증강 현실, 라이프로그에 대한 연구를 시작하고 있음
- 2003년 미국 린던 랩인 공개한 "Second Life" 서비스는 사용자들이 주축이 되어 이끌어 가는 가상 세계로서, 자신만의 독특한 아이디어로 콘텐츠를 만들 수 있으며, 이를 서비스하여 수익을 올릴 수 있음. 현재 Second Life는 가상 세계를 구성하는 모델을 생성할 수 있는 저작도구를 제공하고 있으며 추후에는 오디오 스트림 서비스를 포함한 다양한 서비스를 제공할 것으로 예상됨
- Croquet 콘소시엄(http://www.opencroquet.org/index.php/Main_Page)은 교육 시장을 겨냥한 오픈소스 진영으로서 Second Life 와 차별화된 서비스를 제공하고 있음. 다수의 아바타가 하나의 사물을 조작할 수 있으며 P2P, Private network 등을 제공하고 있음

• 학계

- 미국, 유럽, 일본 등 선진국 우수 대학 중심으로 혼합현실 및 가상현실 분야의 기반 기술 및 다양한 응용 분야가 연구되고 있음
- Rutgers Univ.(미국), Berkeley Univ.(미국), Salford Univ.(영국) 등 글로브형 핸드 모션 트래킹 및 역·촉각 제시 장치를 개발하여 가상 조립 훈련(VirtualHand for CATIA v5, 3D Glove for OPUS), 모바일 인터페이스(Virtual Keyboard) 등 다양한 솔루션 적용 중임. 다양한 애플리케이션 상에서 기존의 입력 장치인 키보드, 마우스 등을 대체하는 직관적이고 직접적인 인터페이스를 제공
- Bauhaus University (독일), Vienna University (오스트리아) 등에서는 휴대형 정보기기용 혼합현실 가시화 기반 기술 개발
- 시카고 일리노이 주립대의 EVL에서는 몰입형 가시화 장비인 CAVE를 개발한바 있으며, 이를 기반으로한 Work Bench형 입체 영상 디스플레이에 관한 많은 연구를 진행하였음
- 비엔나 공대에서는 StudierStube라는 AR/MR 툴킷을 개발하고, 이를 기반으로 APRIL이라는 정형화된 콘텐츠 표현 기법과 스크립팅을 통하여 손쉽게 혼합현실 콘텐츠를 제작할 수 있는 연구를 진행함
- 미국 컬럼비아 대학에서는 1996년부터 모바일 혼합현실을 연구하였고 이를 위하여 특화된 비주얼 에디터를 개발함
- 오스트리아에 있는 GRAZ University of Technology에서 모바일 환경에서 손쉽게 혼합현실을 구현할 수 있는 툴킷 ARToolKitPut을 개발하고 공개함
- 독일 뮌헨 공대에서는 혼합현실 프로그램 개발을 위해 각각의 컴포넌트를 개발하고 이들을 COBRA 미들웨어를 사용하여 결합함
- 동경대학에서 개발한 웹기반 지진 예측 및 시뮬레이션 플랫폼은 다양한 정보를 가시화할 수 있는 플랫폼으로서 VR기술을 활용

- OpenSceneGraph, OpenSG, VRJuggler 등 다양한 VR 소프트웨어 개발 라이브러리가 오픈소스 형태로 배포되고 있으며, 널리 사용되고 있음
- 워싱턴 대학 HIT Lab에서는 마커기반 AR 응용소프트웨어 구축 툴킷인 ARToolkit 개발. 카메라 캘리브레이션, 스테레오 AR, 다양한 마커지원 등이 특징
- UNC에서는 네트워크기반 가상현실 입출력장치 처리 라이브러리 VRPN 개발. 3D조이스틱, 햅틱 장치, 이미지 스트리밍 등 다양한 기능 지원

• 주요 국가별 특허출원 동향

- 미국

- 몰입형 가시화 및 실감형 인터랙션을 이용한 군사/의료 분야에의 가상현실 기술 응용에 집중되어 있음. 또한 홀로그램 분야 등의 미래 기반 기술에 관한 특허도 선점하고 있음
- 햅틱(역감/촉감) · 오감 제시 장치 및 API 기술에서 햅틱 인터페이스를 이용한 군사/의료 시뮬레이션 분야의 가상현실 응용에 집중, 미국 자동차 업체를 중심으로 인체모형을 이용한 실감형 인터랙션을 통하여 차량평가에 이용할수 있는 특허를 출원
- 혼합현실의 요소기술인 사용자 및 개체 추적기술, 공간정합기술, 실시간 영상 합성기술, 실제-가상 객체 상호작용 기술등에서 원천 기반 특허를 다수 보유
- 미국 Boeing 등 항공 우주 산업 선진 그룹에서 모션시뮬레이터를 위한 실시간 모션 플랫폼 제어기술관련 특허를 다수 보유
- 미국의 경우 2001년이후 공개 108건을 포함하여 2006년 6월 현재까지 204건의 등록 특허를 보유하고 있으므로, 외국의 경우 혼합현실 기술 분야에 대한 지적재산권 확보 활동이 국내에 비하여 활발한 것으로 보임
- “Compact haptic and augmented virtual reality system”과 같이 작은 공간을 차지하며 Compact 한 시스템에 대한 특허가 증가하고 있으며, 모바일 환경에 대한 증강현실 시스템에 대한 특허도 증가하고 있는 추세임

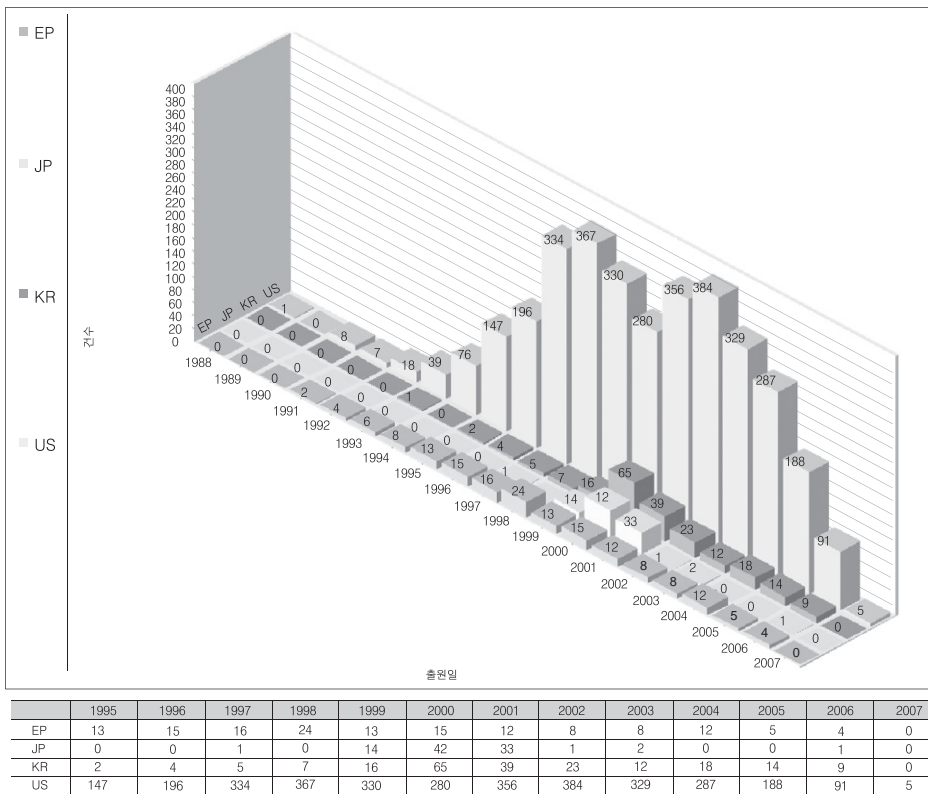
- 유럽

- 생체신호 기반 사용자 의도 파악 관련으로 특허 및 기술 개발을 주도
- 실시간 물리 엔진 기술을 독일 등에서 CAD/CAM분야에 적용, 산업계 제품 설계에 응용 가능한 특허 다수 보유
- 혼합현실의 요소기술인 사용자 및 개체 추적기술, 공간정합기술, 실시간 영상 합성기술, 실제-가상 객체 상호작용 기술등에서 원천 기반 특허를 다수 보유
- 홀로그램 기술에서는 영국이 유럽에서 활발한 특허 활동을 한 것으로 나타남, 국내에서 톰슨(프랑스)사와 필립스(네덜란드)의 경우, 외국 국적의 출원인이기는 하나, 홀로그램의 기술의 높은 특허 출원을 보이고 있음
- “Wireless interaction system for virtual reality application”과 같이 무선 네트워크에서의 가상현실 시스템에 대한 특허가 있으며, 최근에는 증강현실 시스템을 활용한 쇼핑 시스템과 같은 Presentation 응용 분야에 대한 특허가 증가하고 있음

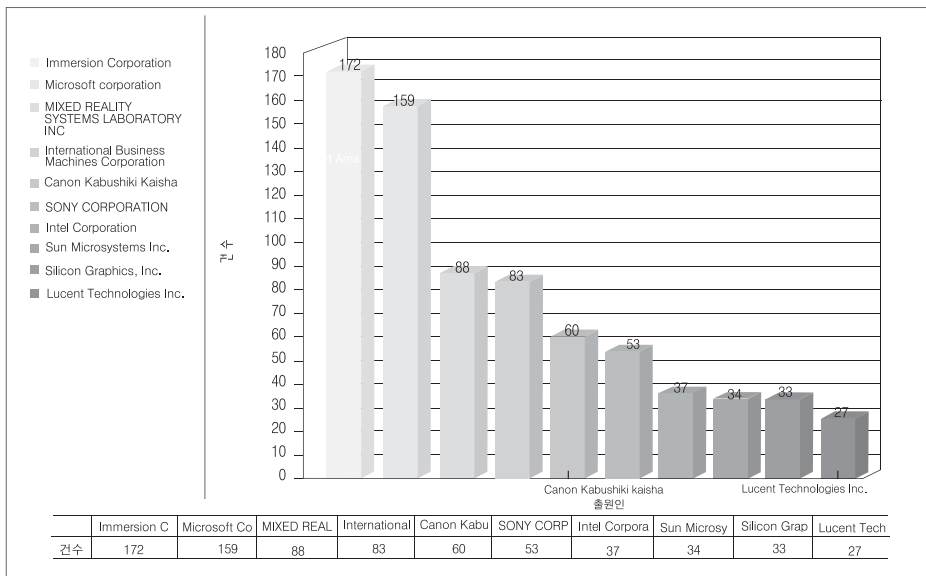


- 일본

- 고이즈미 총리가 입각한 '02년 지적재산입국을 선포한 이래 특허전문법원인 지적재산고등재판소 설립, 법제도의 정비 등을 완료, 일본기업들도 지재산 전문인력을 확충하는 등 전국가적인 지적재산의 창조·보호·활용으로 국가경제에 기여할 수 있는 다각적인 노력을 해옴(2006 일본특허분쟁지도, 특허정보넷)
 - 특허 출원 수 비교에서 가상현실 상에서의 전신 기반 실감형 인터랙션을 통한 telepresence 특허가 다른 기술 분야에 비해 높게 나타났음
 - 2000년 이후 급격히 감소하였다가, 2002년 다시 급속한 증가 추세에 있으며, 특히 케논사는 홀로그램 기술 분야의 특허 출원에서 강세를 보이고 있음
 - 생체 신호 기반 감정 인식을 통한 로봇 분야로의 적용관련 특허를 다수 보유
 - 혼합현실의 요소기술인 사용자 및 개체 추적기술, 공간정합기술, 실시간 영상 합성기술, 실제-가상 객체 상호작용 기술등에서 원천 기반 특허를 다수 보유
 - 입체 화상 표시 장치와 같은 시스템 하드웨어에 대한 특허가 주를 이루고 있으며, 소프트웨어 엔진 및 시스템 운용에 대한 특허는 미진함
- 최근의 VR/MR 특허 출원 및 등록 동향을 국가별, 출원인 별로 나타낸 표는 아래와 같음
(EP: 유럽, JP: 일본, KR: 한국, US: 미국)



〈VR/MR 분야 특허 출원 연도별 추이〉



〈VR/MR 분야의 출원인별 Ranking 분석표〉



2.3. 표준화 현황 및 전망

2.3.1. 국내 표준화 현황 및 전망

- 정부의 표준화 정책
 - 지금까지의 국내 가상현실 기술 관련 표준화는 가시화 분야에 중점을 두고 ISO/IEC JTC1/SC24, SC29, SC35 등에서 출간되는 표준들에 대하여 KS화를 추진하는 실정
 - 정보통신 유망기술의 국제 표준화 전략으로, 표준화 전문 인력 배양, 국제표준 주도를 위한 글로벌 활동 강화, 원천 기술의 개발 및 확보, 국가 차원의 기업 표준 전략 지원을 정함 (표준화 백서 2006, TTA, 2007.1)
 - 정보통신부는 u-Korea 기본 계획에서 “국제표준을 선도하여 핵심 기술에 대한 표준 및 지적 재산을 확보하고 글로벌 IT 시장 선도 및 기술 수지 흑자 달성”을 목표로 국제 사실 표준화 기구 및 단체 설립, 국제 표준화 기구 및 행사 유치, 국제 표준 전문 인력 양성, 체계적인 국제 표준화 활동 지원, 중소 벤처 기업의 국제 표준화 전문 인력 지원 체계 구축, 국제 표준 개발 부담을 경감하기 위한 다양한 지원 정책 마련 등의 세부 실천 과제 지정 (세계 최초의 유비쿼터스 사회 실현을 위한 u-Korea 기본계획, MIC, 2006. 5)
- 국내 가상현실 및 혼합현실 관련 표준화는 주로 상용화가 임박한 기술(모바일3D, 3DTV, 3D DMB 등)을 중심으로 이루어지고 있음
 - 모바일 3D 표준화 포럼(M3DSF; Mobile 3D Standardization Forum)은 모바일 3D 콘텐츠 제작을 위한 3D API의 표준화를 통해 모바일 단말기 제조사, 이동통신사, 콘텐츠 개발사 간에 3D 콘텐츠의 호환성을 확보하는 것을 목표로 2004년 4월 창립, 3D 게임엔진 API(MEGA: Mobile 3D Game API) 1.0, 모바일 3D 그래픽 API, 모바일 게임용 3D 사운드 API, MEGA 적합성 시험도구 표준 등 7건의 포럼 표준안을 도출 (2006)
 - ETRI에 사무국을 두고, SKT, KTF, LGT, 삼성전자 등 단말기 제조사 9개사, 신지소프트 등 플랫폼 제작사 3개사, 넥스칩스 등 하드웨어 솔루션 제작사 5개사, 리코스 등 소프트웨어 솔루션 제작사 11개사, 가바플러스 등 콘텐츠 제작사 11개사 및 한양대, KAIST, ETRI, 삼성종합기술원 등의 대학 및 연구소 7개 기관이 참여
 - MPEG-3DGC 워킹그룹의 표준화 활동에 참여, 포럼의 3D 게임엔진 워킹그룹에서 제안한 3D 압축 프로파일, 3D 압축스트림 다중화기, 3D 압축 스트림 다중화기 적합성 시험 규격 등 3건의 표준이 MPEG 표준으로 채택
 - 3DTV 분과위원회(위원장 광운대 유지상 교수)는 3DTV 방송 서비스의 조기 구현을 목적으로 3차원 입체영상의 획득, 가공, 편집, 전송, 디스플레이 등 3차원 입체 영상 방송 스템 전반에 걸쳐 관련 기술의 국내외 표준화 작업을 진행하고 있으며, 국내외 포럼에 공동으로 대응하고자 하는 전략을 수립하고, 3D 입체 방송·영상 산업분야의 진흥을 도모하기 위하여 3D 방송 관련 워크숍 전시회를 개최. (차세대 방송 표준포럼, TTA 저널 IT Standard & Test no.109)
 - 3D DMB 서비스를 위한 국내 표준화 작업 스테레오 스코픽 분과 위원회를 중심으로 삼성전자, 삼성SDI, 삼성전기, LG전자, MB, ETRI, KETI (주) ECT 등이 참여

- 3차원 geometry 구조 데이터 표현에 대한 표준화 활동은 3차원 지리정보시스템, 모바일 3D API 등 특정 분야에 특화된 형태로 진행되고 있으나, 가상현실 및 혼합현실 기술에 사용되기 위한 종합적인 범위의 표준화 작업은 아직 이루어지지 않고 있음
- 행동양식 및 상호작용 기술에 관한 표준화에 대한 체계적 노력은 아직 이루어지지 않고 있으나, 앞으로 가상현실 및 혼합현실 콘텐츠 데이터 표현 기술 발전을 통해 그 필요성의 인식과 표준화가 진행될 것으로 예상
- 최근(2007.6) TTA의 표준화 과제로 촉각 상호작용 데이터 규격 및 후각 표현 편집 규격 관련 표준화 과제가 채택 되었으며, 향후 오감 표현 및 상호작용에 대한 종합적인 표준화 작업으로 확대, 발전될 것으로 전망

2.3.2. 국외 표준화 현황 및 전망

- 국외 정부의 표준화 정책
 - 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 표준선점의 중요성을 일찍부터 인지하고 있으며, 각 국가의 표준화 정책 및 활동에 기업들을 적극 참여시켜, 실제 표준의 제정 및 내용에 대하여 실제 산업에 바로 적용 가능하도록 유도하고 있음
- 주요 표준화 기구별 요소기술 표준개발 현황 및 전망
 - VR/MR 기술에 대한 국제 표준은 ISO를 중심으로 분야별로 진행되고 있음. ISO/IEC JTC1/SC24, SC29에서는 시각 분야에 대한 국제 표준을 제정하고 있으며, SC35에서는 키보드, 마우스를 비롯한 촉각 장치, 음성 인식, 제스처 인식과 같은 사용자 인터페이스 전반에 걸친 표준을 제정하고 있음
 - 가상현실 및 혼합현실 콘텐츠와 연관된 국제 표준은 ISO/IEC JTC1/SC24 (Computer Graphics, Image Processing and Environmental Data Representation) 산하의 work group 에서 멀티미디어 표현 및 교환 (WG1), 이미지 처리 및 교환 (WG2), 환경 표현 (WG8) 등으로 분류되어 관련 표준화 작업이 이루어짐
 - ISO/IEC JTC1/SC24에서는 Web3D Consortium, SEDRIS, Open Geospatial Consortium, NATO Joint ISR Capability Group, Khronos Group 등이 참여하여 주로 인터넷 Web 상의 가상현실 데이터 포맷 X3D, 지형 데이터 포맷인 SEDRIS, 그리고 아바타 표현 데이터 포맷인 H-Anim의 표준화 활동을 전개
 - SEDRIS, X3D, H-Anim 등의 그래픽스/가상현실 데이터 포맷 표준화 작업에 이어, 휴대형 정보기기 상에서의 3차원 그래픽스 및 가상현실 구현을 위한 관련 기술(OpenGL ES 등)의 표준화를 위해 Khronos Group 등과의 협력을 추진 중
 - 가상 공간 표현 관련 표준화로 현재 주로 진행되고 있는 SEDRIS, X3D, H-Anim 등의 데이터 포맷 표준화 작업은 원안을 제안한 SEDRIS 그룹, Web3D Consortium 등이 주도적 역할을 수행하고 있으므로, 전체적인 흐름의 주도권을 잡기 위해 노력하기 보다는 누락된 기술을 중심으로 표준화에 기여해 나가는 방향으로 대응하는것이 용이
 - ISO/IEC JTC1/SC29의 MPEG-4SNHC WG에서 3D 합성 영상의 모델링, 표준 및 관리 작업을 진행하고 있음
 - ISO TC159/SC4 WG9는 캐나다, 영국, 네덜란드, 스웨덴, 독일, 일본, 호주 등 6개국의 전문가들을 중심으로 2005년 10월 촉각과 햅틱의 상호작용 기술에 대한 표준화 (standardization) 활동 개시



- 행동양식 및 상호작용 기술과 관련한 내용은 VRML, X3D, COLLADA 등에서 애니메이션 표현, 이벤트 전달, 데이터 링크 등 기본적인 기능을 표현하는 정도의 초보적인 수준으로 다루어지고 있으며, 부가적인 부분은 JavaScript와 같은 기존의 스크립트 언어로 보충
- IEEE에서는 분산 환경에서 시뮬레이션 객체간의 통신, 시간관리, 객체관리 등의 내용의 HLA(IEEE 1516-2000 Standard for Modeling and Simulation - High Level Architecture) 표준을 제정하였음
- 최근의 VR / MR 엔진 기술은 오픈 소스 기반의 개방형 플랫폼을 중심으로 발전하고 있으며, 다수의 사용자가 생성하는 디지털 공간 속에서 다양한 몰입형 체험을 제공하는 플랫폼이 활발히 연구되고 있어 표준화가 중요한 이슈로 부각될 전망

2.4. 표준화 대상항목별 현황 분석표

구분		가상 공간 제시			가상공간 시뮬레이션
표준화 대상항목		가상 공간 표현	실제 공간관계 표현	VR/MR 시스템 운용 선처리	행동 양식 표현
시장 현황 및 전망	국내	실사 가상 합성 영화, 3D 온라인 게임등 관련 시장은 지속적으로 성장 중이다, 대부분 수입 제품에 의존하고 있어, 국산화 할 경우 고부가가치 창출이 예상됨	국외 제품의 수입이 많으며, 일부 국내 기업 시제품 개발 혼합현실에 대한 관심이 증가로 다양한 분야에 적용이 시도되고 있으며 이를 바탕으로 관련시장의 확대 예상	제품화 할 만큼 기술 개발된 사례가 없음	대부분 수입 제품에 의존하고 있음, 일부 국산 3D 게임에 물리시뮬레이션 기술 적용 사례 있음
	국외	3D 모델링 및 애니메이션 제작 관련 툴 등 상용 3D 그래픽스 관련 제품들이 많이 있으며 관련 표준 데이터포맷을 지원	혼합현실 관련 상용 툴킷들이 등장하고 있으며 이를 기반으로 한 관련 시장의 확대가 예상됨 오락, 광고, 방송 등의 분야에 적용되어 상용화 제품들이 출시	실험적 차원에서 개발된 기술이 일부 VR 시스템 개발에 적용되어 사용되나 독립적인 상용화 사례는 적음	물리기반 시뮬레이션 엔진, 관련 3D 애니메이션 제작 관련 툴 등이 판매 됨. 앞으로 더욱 다양한 행동양식 표현을 통해서 시장 활성화 및 상업적 성공이 가능할 것으로 예상됨
기술 개발 현황 및 전망	국내	국제 표준 및 산업 표준을 기반으로 학계 및 연구소를 중심으로 다양한 연구 개발을 수행하고 있으나 상용화 사례는 적음	혼합현실 관련 기반 기술 및 기초적인 응용 기술 개발이 진행되고 있음	응용 기술 개발과 관련이 적어 기술 개발이 활발하지 않음	게임에서의 AI 및 물리 엔진 등을 중심으로 개발 이루어지고 있으나 품질 향상을 위한 추가 개발 필요
	국외	국제 표준 및 산업 표준이 기반을 잡고 있으며 이를 기반으로 기술 및 제품 개발	혼합현실 관련 기술 개발이 활발히 진행되어 다양한 상용화 응용 분야에 실험적으로 적용 되고 있음, 관련 기반 기술을 확보하고 있으며 적극적으로 활용하고 있음	인간공학적 측면에서의 센서, 디스플레이 캘리브레이션 기술 등이 연구 개발 되고 있음	물리 기반 시뮬레이션, 인공지능 기반 시뮬레이션 등 다양한 기술이 개발되고 있음.
기술 개발 수준	국내	시제품/프로토타입	시제품/프로토타입	설계	시제품/프로토타입
	국외	구현	구현	시제품/프로토타입	구현
	기술적차	미국-1년	미국-2년	미국-2년	미국-2년
	관련 제품	RealViz, TotalImmersion, 모델 데이터, 3D 콘텐츠 등	혼합현실 기반 e-러닝 제품, 방송 가상 스튜디오, 게임 등	CAVELib, NAVER 등에서 관련 기능 제공	3D 애니메이션 및 시뮬레이션 소프트웨어, 물리 엔진, STRIVE, VR-Forces, Second Life 등
IPR 보유 현황	국내	적음	적음	적음	적음
	국외	미국 다수 확보	미국 다수 확보	적음	미국 다수 확보
IPR확보 가능분야	오감 정보 표현 기술		혼합현실 가시화 관련 기술	디스플레이 및 센서 시스템 캘리브레이션 기술	가상 객체 행동양식 표현 및 시뮬레이션 기술
IPR확보 가능성	보통		보통	보통	보통
표준화 현황 및 전망		- 다양한 3D 기하 데이터 표현 포맷이 난무하는 가운데 X3D, SEDRIS등의 국제 표준과 COLLADA등의 업계 표준이 널리 보급되어 사용됨 - 가시화 관련 최신기술의 기능 및 오감적 요소를 모두 포함하는 차세대 표준으로 발전 전망	- SEDRIS는 군사 시뮬레이션에 초점을 맞춘 실세계 지리 정보와 가상 공간과의 연관관계를 표현하는 기능 포함 - 혼합현실 기술의 발달로 실세계와 가상 공간의 정합을 위한 대응 관계에 관한 정보의 필요성이 높으며 관련 표준 설정이 요구될 전망	- 아직까지 구체적인 표준화 작업은 이루어지고 있지 않음 - 가상현실 및 혼합현실 기술의 품질 향상 및 사용 편의성을 증진시키고 기술 및 시장 성숙도를 높이기 위해 표준화가 필요 할 것으로 전망	- VRML 및 X3D에서 기본적인 애니메이션 관련 기능 지원, COLLADA에서는 물리 시뮬레이션 관련 내용 포함 - 향후 더 복잡한 자연현상 및 추론, 감성 등이 적용된 가상 객체 행동 시뮬레이션이 필요할 것으로 전망
표준화 기구/ 단체	국내	-	-	-	-
	국외	ISO/IEC JTC1, Khronos Group, W3C	ISO/IEC JTC1	-	ISO/IEC JTC1, Khronos Group, W3C
	국내참여 업체 및 기관현황	기술표준원	기술표준원	-	기술표준원
	국내여도	보통	보통	매우낮음	낮음
표준화 수준	국내	표준안기획	표준안기획	표준안기획	표준안기획
	국외	표준제/개정	표준제/개정	표준안기획	표준제/개정
국내표준화의 인프라수준 (시장요구정도 및 참여도)		보통	보통	낮음	보통



구분		가상 공간 상호작용		시스템 S/W		
표준화 대상항목		상호작용 표현	VR/MR 하드웨어 인터페이스 운용 방법	VR/MR 엔진	VR/MR S/W 개발 툴킷	네트워크 VR/MR 운용 방법
시장 현황 및 전망	국내	대부분 수입 제품에 의존하고 있음. 상호작용 표현 기술의 표준 도입으로 시장 활성화 가능성 전망	대부분 수입 제품에 의존하고 있음	대부분 외국제품 수입에 의존하고 있으며, 일부 특정 분야에 특화된 제품도 있으나 국외와 마찬가지로 저작도구로서의 기능에 중점을 둠	대부분 외국 상용 제품 수입 또는 오픈소스 제품 차용에 의존. 일부, 특정 목적에 맞게 자체 개발하나 툴킷 자체 상용화 하는 경우는 적음	네트워크 VR/MR과 유사한 특징을 갖는 3D 온라인 게임 시장이 활성화 돼 있음
	국외	상용 VR 저작 도구들을 통해 상호작용 저작 기능 제공. 앞으로 더욱 다양한 상호작용 표현을 통해서 시장 활성화 및 상업적 성공이 가능할 것으로 전망	자체 원천 기술을 확보한 가운데 다양한 상용화 제품들을 지속적으로 출시하고 있으나, 이들 사이의 유기적인 연동 제품들은 아직 적음	Virtool, EON Studio, Quest3D 등 일부 상용제품이 출시되었으나 엔진 자체보다는 저작도구로서의 기능에 중점을 둠	상용제품군 이외에, 오픈소스 형태의 제품들이 인기를 끌고 있음	군사 훈련 분야에서 활용. SecondLife를 필두로 비 게임형 3D 온라인 커뮤니티 서비스가 주목을 받고 있음
기술 개발 현황 및 전망	국내	외국의 사용자 추적 관련 기반 기술을 바탕으로 학계를 중심으로 다양한 상호작용 기법에 대한 실험적 개발이 진행됨	외국 기술에 의존도가 높음	게임 산업의 발전을 통해 VR/MR엔진과 유사한 게임 엔진 기술이 축적되었으나, 실시간 상호작용 등의 VR/MR 고유의 특징의 반영이 필요함	외국의 오픈소스 기술을 가져다 쓰는 경우가 많으며, 게임 등의 특수한 응용 분야에서는 해당 목적에 맞게 자체 개발 하여 사용	3D 온라인 게임 개발을 통해 기반 기술을 확보하고 있으며, 이를 바탕으로 실감형 상호작용 등 VR/MR 고유의 특징의 반영이 필요함
	국외	기반기술인 사용자 추적 관련 기술은 숙성 단계에 있으나, 이를 기반으로 한 상호작용 기법에 관한 기술은 개발 진행 중임	다양한 형태의 VR/MR인터페이스 관련 자체 원천 기술을 확보하고 있으나, 이들 사이의 유기적인 연동을 위한 기술 개발은 아직 적음	업체별로 자체 저작도구로 제작한 콘텐츠를 구동하기 위한 목적 및 형태의 자체 엔진 개발 상용화 수준의 기술 확보	학계, 연구소 등에서 오픈소스 형태로 활발히 개발되어 사용되고 있음	군사시뮬레이션 목적의 기술 개발로 다져진 기반 기술, Second Life 등 관련 기술 상용화
기술 개발 수준	국내	시제품/프로토타입	설계	구현	시제품/프로토타입	시제품/프로토타입
	국외	시제품/프로토타입	시제품/프로토타입	상용화	시제품/프로토타입	상용화
	기술격차	미국-2년	미국-2년	미국-2년	미국-2년	미국-3년
	관련 제품	VRML, X3D 뷰어 및 저작도구	VRPN	Virtool, EON Studio, Quest3D, KOVI, NAVER	Performer, Inventor, World Toolkit, Open Scene Graph, VR Juggler, TOV	Second Life, There
IPR보유 현황	국내	적음	적음	보통	적음	적음
	국외	미국 다수 확보	적음	미국 다수 확보	적음	적음
IPR확보 가능분야		상호작용 기법	신규 인터페이스, 인터페이스 연동 방법	엔진 성능 향상 및 최적화 기술	개발 툴킷 API	네트워크 프로토콜
IPR확보 가능성		높음	낮음	보통	높음	매우낮음
표준화 현황 및 전망		- VRML 및 X3D 국제 표준에서 기본적인 상호작용 기법들을 담고 있으나 Web3D 환경에 중점을 두고 있음 - 활발히 이루어지고 있는 다양한 상호작용 방법 및 인터페이스의 기술을 수용할 수 있는 형태의 표준으로 확장할 필요가 있음	- 아직까지 구체적인 표준화 작업은 이루어지고 있지 않음 - 다양한 기술들이 개발되고 있는 가운데 이러한 인터페이스들을 통합하여 유기적으로 연동할 수 있는 표준이 필요할 것으로 예상	- 특정 표준 보다는 오픈소스 기반의 연구 개발이 주를 이루며 아직까지 구체적인 표준화 작업은 이루어지고 있지 않음 - 향후 가상현실 및 혼합현실 콘텐츠의 유통 활성화를 위해 꼭 필요한 표준화 분야로 전망	- 아직까지 구체적인 표준화 작업은 이루어지고 있지 않음 - 향후 가상현실 및 혼합현실 콘텐츠의 신기술 추가 및 확장을 위해 필요할 것으로 전망	- 군사 시뮬레이션 목적의 표준들이 존재하지만 상용화를 위한 범용 표준 부재 - 인터넷 및 통신 기술이 체감형 미디어로 발전됨에 따라 관련 표준이 필요할 것으로 전망
표준화 기구/단체	국내	-	-	-	-	-
	국외	ISO/IEC JTC1, W3C	-	-	-	IEEE
	국내참여 업체 및 기관현황	기술 표준원	-	-	-	-
표준화 수준	국내	표준안기획	표준안기획	표준안기획	표준안기획	표준안기획
	국외	표준제/개정	표준안기획	표준안기획	표준안기획	표준안기획
국내표준화의 인프라수준 (시장요구정도 및 참여도)		보통	매우낮음	보통	낮음	보통

3. 중점 표준화항목의 표준화 추진전략

3.1. 중점기술의 표준화 환경분석

3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

- 국내의 가상현실 콘텐츠 제작 기술은 세계 기술과 비슷한 수준이라고 할 수 있으나 디스플레이, 인터페이스 장비 등의 핵심 하드웨어 및 관련 기반 기술은 대부분 선진 기술에 의존
 - 가상현실 하드웨어의 기술을 보유한 메이저 업체들이 많은 특허 및 기술 공개가 이루어지지 않아 기술 장벽이 높음
 - 특허 트랙터 및 햅틱 하드웨어의 경우 소수의 가상현실 관련 메이저 업체의 기술 선점이 높아, 타 업체의 시장 진입을 막고 있음
- 가상현실 기술은 타 분야에 비해 상대적으로 새로운 많은 기술들이 발표되고 있지만, 표준화는 그에 상응하게 진행되고 있지 않음
 - 휴대형 정보기기 상에서의 가상현실 가시화 기술은 현재 시작하고자 하는 단계이지만, 관련 기술을 보유한 국내 기관의 적극적인 참여가 미미함
 - 가상현실 기술 사양이 너무 보편적이고 광범위한 범위를 다루고 있어 표준화하기 어려우나 메타버스 기반의 융합형 가상현실 서비스가 새롭게 대두되는 등 시급한 표준화 필요성이 대두
 - 특수키보드, 새로운 3차원 마우스 등 새로운 가상현실 HCI의 등장에도 불구하고 기존의 표준안이 이를 수용하지 못하는 관계로, HCI 관련 업체에서 자사의 입장에서 수정을 요구하고 있음
- 상대적으로 표준화가 진행되지 않고 있는 분야에 대한 표준화 선도를 통해 기술 우위 확보가 가능함
 - 메이저 업체에서 이미 표준화를 선점하고 있으므로, 전체적인 흐름의 주도권을 잡기 위해 노력하기 보다는 누락된 기술을 중심으로 표준화에 기여해 나가는 방향으로 대응
 - 현재 주로 진행되고 있는 SEDRIS, X3D 등의 데이터 포맷 표준화 작업은 원안을 제안한 SEDRIS 그룹, Web3D Consortium 등이 주도적 역할을 수행하고 있음
- 특정 서비스 시나리오(비즈니스모델)를 위한 핵심 부품 및 장비 분야의 중점적인 표준화 선도가 필요
 - 한국 강점의 고부가가치 애플리케이션에 특화된 가상현실 콘텐츠 저작 및 인터페이스 관련 기술의 표준화 선도
- 가상현실 관련 기술을 연구 개발 중인 다양한 분야의 산학연 단체들을 포괄할 수 있는 컨소시엄 구성이 필요함
 - 다수의 산업체, 연구소, 학교 등이 가상현실 관련 연구를 하고 있으나, 관련 단체들의 구심점이 없어 컴퓨터



그래픽스, HCI, 시뮬레이션, 게임, e-러닝 등의 관련 기술 분야로 나뉘어 활동 중

- 분열된 물적, 인적 자원 및 기술 개발 방향을 종합할 수 있는 컨소시엄이 마련될 경우 다양한 분야의 의견을 종합 수렴할 수 있어 표준화 작업에 큰 도움이 될 것으로 전망

3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

			강점 요인 (S)		약점 요인 (W)	
			시장	기술	시장	기술
국내역량요인			시장	기술	시장	기술
국외환경요인			시장	기술	시장	기술
기회 요인 (O)	시장	- 메타버스 기반의 가상현실 서비스가 디지털콘텐츠의 총아로 부상	현황분석에 의한 우선순위 : 1 - 풍부한 IT 인프라를 활용한 가상현실 융합 콘텐츠 제작 기술 특허 우선 확보 - 아직 표준화가 진행되지 않은 부분에 대한 정부 주도의 활용 및 표준화 추진		현황분석에 의한 우선순위 : 2 - 가상현실 하드웨어 취약 분야에 대한 정부의 개발 지원 - 산업계의 표준화 전문 인력 양성	
	기술	- 가상현실 융합서비스를 통한 새로운 기술 창조가 가능 - 한국 강점의 콘텐츠 기술로 메이저 회사와의 기술 선점 및 협력이 가능 - 가상현실 실현을 위해서는 다양한 분야의 원천 기술이 필요함				
	표준	- 아직 표준화가 진행되지 않은 부분이 많아 표준화 선점 가능				
위협 요인 (T)	시장	- 소수의 메이저 회사의 시장 독점이 심함	현황분석에 의한 우선순위 : 3 - 국가적 차원의 관련 연구개발의 집중 투자를 근간으로 표준화 전문 인력의 체계적인 양성의 기회로 활용 - 산업체/대중의 요구에 부합하는 콘텐츠 제작을 통한 입지 확립 및 표준화 주도		현황분석에 의한 우선순위 : 4 - 수입위주에서 독자적인 하드웨어 원천 기술의 확보 - 콘텐츠 제작 현장에서 필요로 하는 표준의 발굴 및 국제 표준화 참여	
	기술	- 독자적인 하드웨어 원천 기술을 보유하고 있는 국내 학계 및 업체가 거의 전무함 - 산발적인 연구 개발로 체계적인 해당 전문 인력의 절대적 부족				
	표준	- 지금까지 선진국 주도로 표준화가 진행되었음				

• 현황분석을 통한 우선순위: SO → WO → ST → WT

- SO 전략: 풍부한 IT 인프라를 활용한 가상현실 융합 콘텐츠 제작 기술의 특허를 우선 확보하고, 아직 표준화가 진행되지 않은 부분에 대한 정부 주도의 활용 및 표준화 추진
- WO 전략: 가상현실 하드웨어 취약 분야에 대한 정부의 개발 지원 및 산업계의 표준화 전문 인력 양성
- ST 전략: 국가적 차원의 관련 연구개발의 집중 투자를 근간으로 표준화 전문 인력의 체계적인 양성의 기회로 활용하고 산업체와 대중의 요구에 부합하는 콘텐츠를 제작함으로써 표준화 주도를 통한 입지 확립
- WT 전략: 수입위주에서 독자적인 원천 기술을 확보하고, 콘텐츠 제작 현장에서 필요로 하는 표준을 발굴하고 이를 통해 국제 표준화에 참여

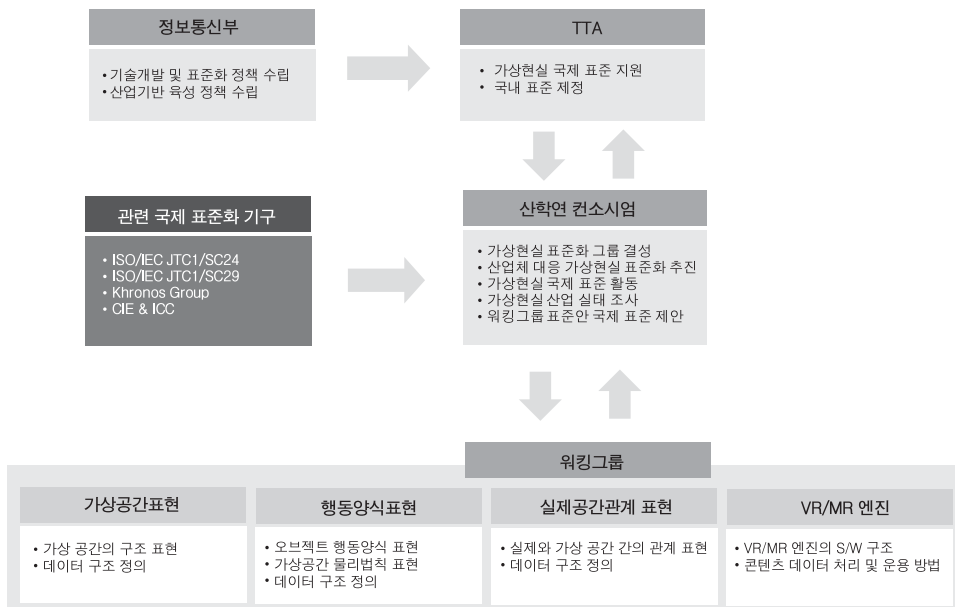
• 표준화 추진방향: ST전략의 중점 추진을 통한 SO 전략의 보완



- 국가적 차원의 관련 연구개발의 지속적인 투자로 가상현실 융합 콘텐츠 제작 기술을 확보하고, 해외 표준화 단체, 기구의 적극적 참여를 통한 표준화 전문 인력 양성 및 한국강점의 산업체와 대중의 요구에 부합하는 콘텐츠를 제작함으로써 세계 표준화 선도

3.1.3. 표준화 추진체계

- TTA와 ISO/IEC JTC1/SC24 내의 가상현실 및 그래픽스 관련 분과를 중심으로 가상현실 관련 전문가들이 정기적으로 국내 표준화 활동 및 세계 표준화 대응 전략을 진행함
- 연구기관/학계/산업계 컨소시엄에서는 워킹그룹에 의해 도출된 표준안을 국제 표준으로 제안하기 위한 절차를 수행함
- 참여 전문가들이 제안한 세부 항목에 대한 표준안을 검토한 후 의견을 취합 정리하여 ISO/IEC JTC1/SC24 CGI, PREMO, VRML, PNG 등 그래픽스 WG(Working Group)에 기고할 최종문서를 작성함
- 표준화 활동 활성화를 위하여 관련 전문가들 간의 상호 의견 교류, 정보 교환, 문서 작성 등의 표준화 활동을 적극 지원하고, 필요한 경우 표준화 회의 개최 전에 국내 가상현실 자체 표준화 워크숍을 개최하여 연구 결과 및 표준화 전략에 대한 발표, 검토, 의견 수렴의 기회를 가짐
- 기존 ISO TC159/SC4 WG9, ISO/IEC JTC1/SC29의 표준화 활동 결과를 분석하고, 이를 ISO/IEC JTC1 SC/24에 일부 활용할 수 있는 방안을 수립
- 휴대형 정보기기 상에서의 3차원 그래픽스 및 가상현실 구현을 위한 관련 기술(OpenGL ES 등)의 표준화를 위해 Khronos Group 등과의 협력을 추진



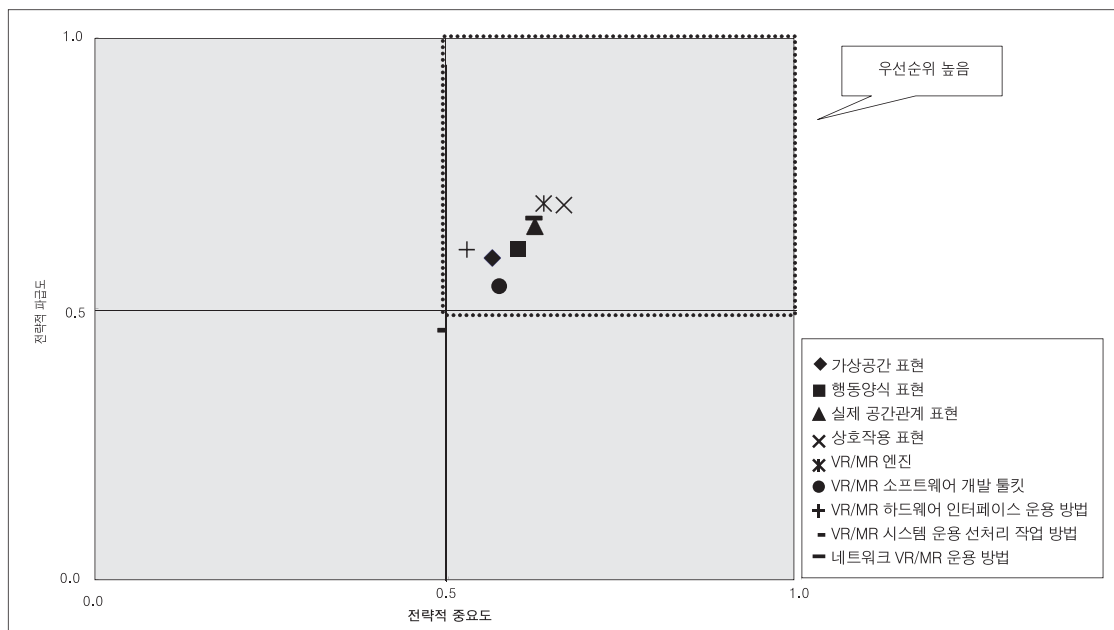
3.2. 중점 표준화항목 선정

3.2.1. 중점 표준화항목 선정방법

고려요소	표준화 대상항목별 전략적 중요도 및 기술적 파급효과 분석											
	전략적 중요도						전략적 파급도					
	P ₁ 산학연관심도 (투자 등)	P ₂ 정부관심도 (정책 등)	P ₃ 선도가능성 (표준투자정도)	P ₄ 표준(기술) 개발시급성	P ₅ 기술(표준)격차	P ₆	E ₁ 타 산업 파급효과	E ₂ 경제적 파급효과	E ₃ 국내외 시장규모	E ₄ IPR확보가능성 (로열티수입)	E ₅ 사용자편의 (호환성 공공성 등)	E ₆
고려요소별 가중치	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	1.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0
가상공간 표현	3.4	2.8	2.4	3.0	3.0	0.6	3.2	3.0	3.2	2.6	3.2	0.6
행동양식 표현	3.5	2.5	3.0	3.5	2.8	0.6	2.8	2.5	2.8	3.3	4.0	0.6
실제 공간관계 표현	4.2	2.8	3.2	3.2	2.6	0.7	3.2	3.0	2.8	3.4	4.0	0.7
상호작용 표현	4.5	3.3	3.3	3.5	2.8	0.7	3.5	2.8	3.5	3.3	4.5	0.7
VR/MR 엔진	3.8	3.3	2.8	3.8	3.0	0.7	3.8	3.8	2.8	3.3	4.0	0.7
VR/MR 소프트웨어 개발 툴킷	3.8	2.8	2.5	3.0	2.8	0.6	2.5	2.8	2.5	2.5	3.3	0.6
VR/MR 하드웨어 I/F 운용 방법	3.0	2.5	2.3	3.0	2.5	0.5	2.8	3.0	3.3	2.5	3.8	0.6
VR/MR 시스템 운용 선택지 작업 방법	3.0	2.0	2.3	2.5	2.3	0.5	2.8	2.3	2.3	2.0	2.5	0.5
네트워크 VR/MR 운용방법	3.5	3.3	3.5	3.3	2.3	0.7	3.3	3.3	3.5	3.3	3.8	0.7

* 표준화 대상항목의 각 고려요소별 평가점수는 해당 중점기술의 전문기술 의견을 종합하여 산출함.

* 각 고려요소별 평가점수는 1(매우낮음) - 2(낮음) - 3(보통) - 4(높음) - 5(매우 높음)의 5점 척도임.





3.2.2. 중점 표준화항목 선정사유

- 전략적 중요도 및 기술적 파급효과의 요소

- 표준화 항목 전체적으로 전략적 중요도 및 파급효과가 비슷하게 나타났음

- 가상현실 관련 기술의 표준화에 대한 국내 대응이 전반적으로 뒤쳐져 있으나, 세계적으로도 표준화 초기 단계이므로 충분히 격차를 줄여 선도 그룹에 합류할 수 있을 것으로 예상

- 핵심 기반 기술 관련 표준 확보 · 개량 및 미 표준화 분야의 표준 선점

- VR/MR 엔진, 상호작용, 네트워크 VR/MR 등이 중요도와 파급도가 높게 나와 국제 표준화가 아직 초기단계에 있거나 이루어지지 않은 부분에 대한 선점이 필요한 것으로 나타남
- 가상 공간 표현, 행동 양식 표현, 실제 공간 관계 표현 등 국제적 표준이 어느 정도 진행된 부분에 대해서도 중요도 및 파급도가 평균 이상으로 조사되어 기반 기술에 관한 표준을 확보하고 개량할 필요성이 나타남

- 중점 표준화항목별 선정사유

- 가상 공간 표현

- 가상현실 기술의 근간이 되는 기반 기술로 다른 항목에 비해 먼저 정의할 필요가 있는 표준화 항목임
- VRML, X3D 등 기존 국제 표준에서 중점적으로 다루고 있는 기하학적 구조에 더해, 최신 컴퓨터 그래픽스에 사용되는 셰이더, HDR 조명 환경 등 최신 기술들을 반영하고, 나아가 인간의 오감에 대응하는 요소 및 특징의 표현까지 표준화할 필요 있음
- Web 2.0에서 사용자가 다양한 형태의 콘텐츠를 저작하고 이를 공유하고 있으나 유독 가상 공간 표현에 사용될 수 있는 표준이 없거나 부족하여 관련 분야의 표준화가 시급함
- 혼합현실 기반 서비스들이 주목을 받고 있으므로 이와 관련된 부분을 중심으로 표준화하여 기술선점의 포석을 다질 수 있음

- 행동양식 표현

- 가상 공간의 동적인 움직임 표현 방법에 관한 표준화 항목으로 정적인 가상 공간을 표현하는 기술과 함께 다른 표준화 항목들의 기반이 되는 항목임
- 기존 표준들이 다루는 물리적, 기계적 움직임에 더해 고차원의 논리적, 이성적 행동까지 표현할 수 있는 형식으로 확장하여 표준화할 필요 있음
- 높은 레벨에서의 각종 가상객체의 행위를 표준화할 경우 네트워크의 트래픽을 매우 많이 줄일 수 있으며, 대규모 다자참여 형태의 서비스 운용의 효율을 높일 수 있음
- 앞으로 기존 VRML, X3D, COLLADA 표준에서 행동양식 및 상호작용 표현 관련 내용이 보완될 전망이어서, 행동양식 및 상호작용 표현 기술을 상기 언급된 표준들에 적극 반영함으로써 주도적으로 관련 표준을 선도할 수 있을 것으로 전망

- 실제 공간 관계 표현

- 가상 공간과 실제 공간 사이의 대응 관계를 표현하는 방법에 관한 표준화 항목으로, 최근 주목받고 있는 혼합 현실 콘텐츠 가시화의 기반이 되는 항목이며, 기술적 파급효과와 전략적 중요도가 높음
- 기존의 관련 국제 표준인 SEDRIS의 경우 가상 시뮬레이션에 특화된 구조를 갖고 있어 혼합현실 콘텐츠와 관련된 요소 및 특징들의 표현 방법을 추가할 필요 있음
- 실제 공간 관계 표현에 대한 표준화를 추진함으로써 혼합현실, GIS, Navigation, 국방 등의 분야의 활용성을 높게 됨

- VR/MR엔진

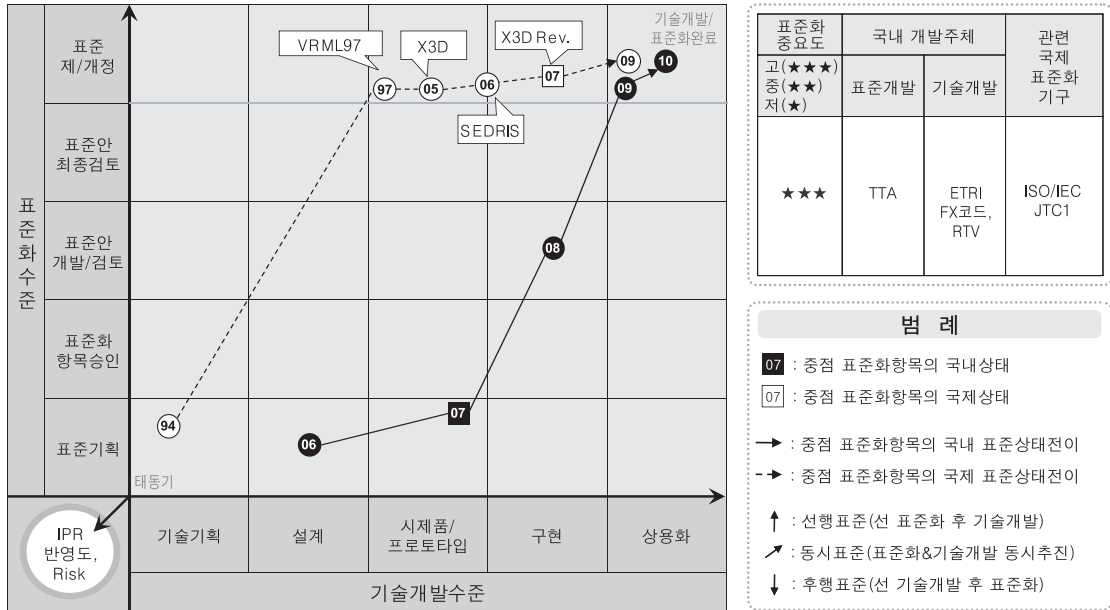
- VR 시스템운용의 근간으로 다양한 특수 효과 등 차별화된 영상 품질을 제공하고 VR/MR 시스템이 탑재된 플랫폼이 게임기, PDA, 셀폰, 웹 등으로 다양해지면서 VR/MR 시스템 확산에 유연적으로 대처할 수 있도록 VR/MR 엔진의 원천 기술 확보가 필요함
- 아직까지 국제 표준화가 이루어지지 않은 항목으로 관련 기술의 국내 표준화 추진을 통해 국제 표준을 선도할 수 있을 것으로 예상 됨
- Second Life, Google Earth 등 3차원 웹 응용의 등장으로 관련 VR/MR 엔진, 미들웨어의 개발 추진 및 표준화가 시급함



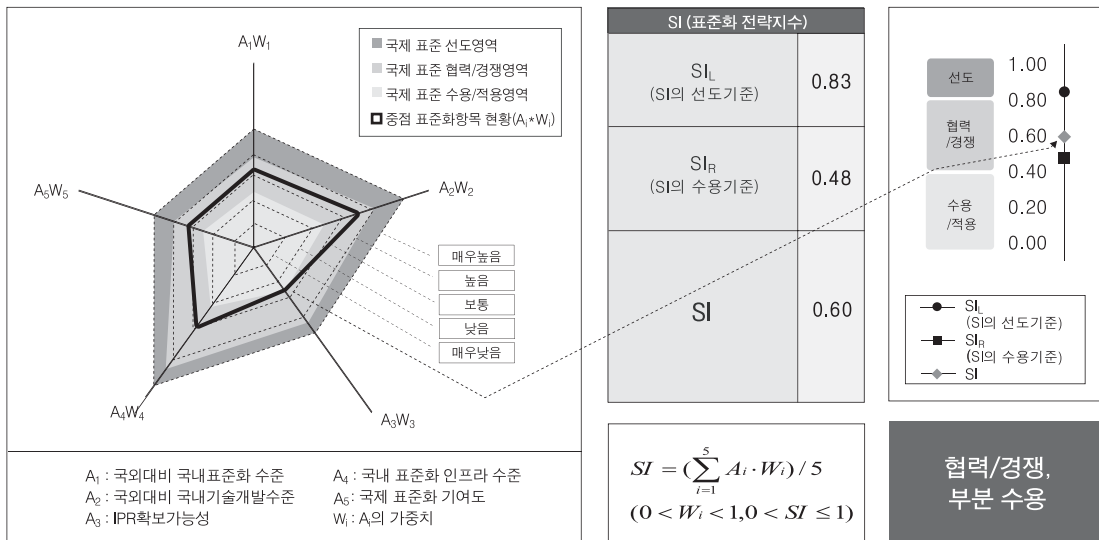
3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

3.3.1. 가상 공간 표현

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출



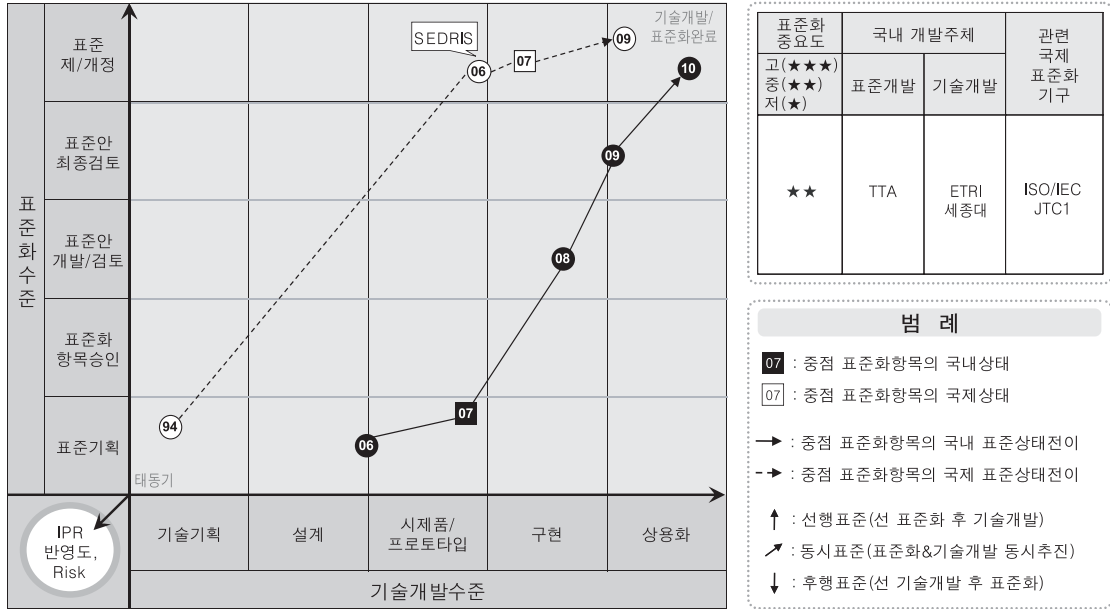
- 세부 전략(안)

- X3D, SEDRIS 등의 현 국제 표준을 기반으로 표준안을 개발하되, 현 표준에서 다루지 않는 최신 기술 영역 (예: 고품질 렌더링 셰이더, HDR 맵 등) 및 향후 개발이 완료 되는 기술들 (예: 후각, 미각 콘텐츠 등) 까지 포괄할 수 있도록 확장형 표준안 개발
- 기존 표준에서 확장되는 최신 기술에 대해 IPR 확보의 노력을 집중함으로써 기 표준화된 기술에 대한 IPR 부재 문제를 보상
- 컴퓨터 그래픽스 영역과 겹치는 표준화 항목의 특징을 활용, 컴퓨터 그래픽스 분야의 표준화 단체 및 인력과의 적극적인 교류 및 활용을 통한 표준안 개발 과정 효율성 확보
 - MAYA, 3DMAX 등과 같은 그래픽 저작도구에서 지원할 수 있는 공통 기술 제안함으로써 개발 기술 사용자 층을 확보하는 것이 한 방안이 될 수 있음
- 기 제정된 국제 표준의 수용을 바탕으로 개량·확장 된 내용에 대한 국제 표준화회의의 반영을 유도함으로써 국제 표준화회의의 기여도를 높임
 - MPEG-4 SNHC 그룹의 차기 표준화 정책 중의 하나인 그래픽 저작도구들 간의 데이터 공유를 위한 표준 제정에 가상 공간 표현을 포함 시킬 수도 있음

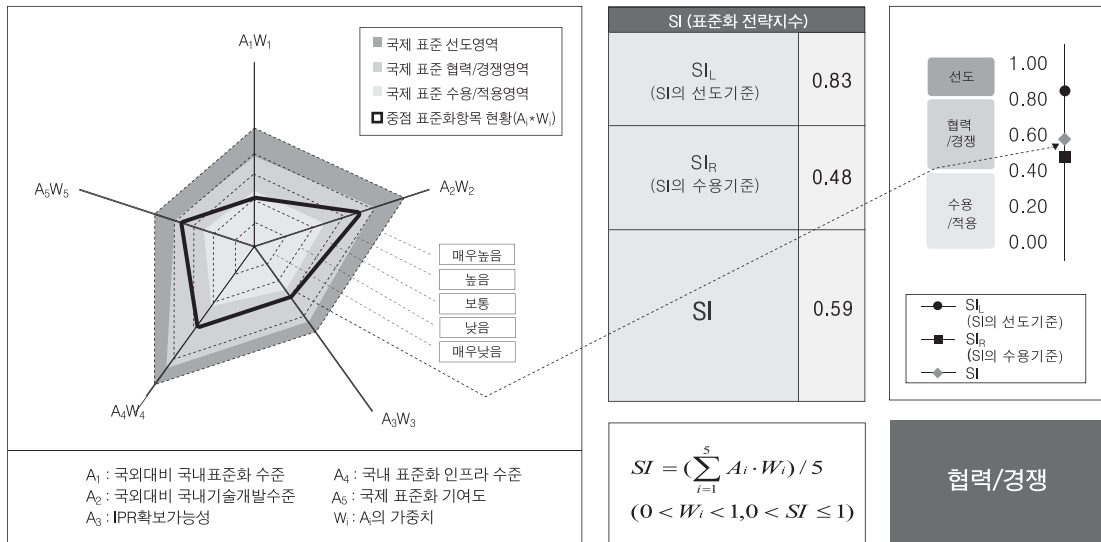


3.3.2. 실제 공간 관계 표현

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출



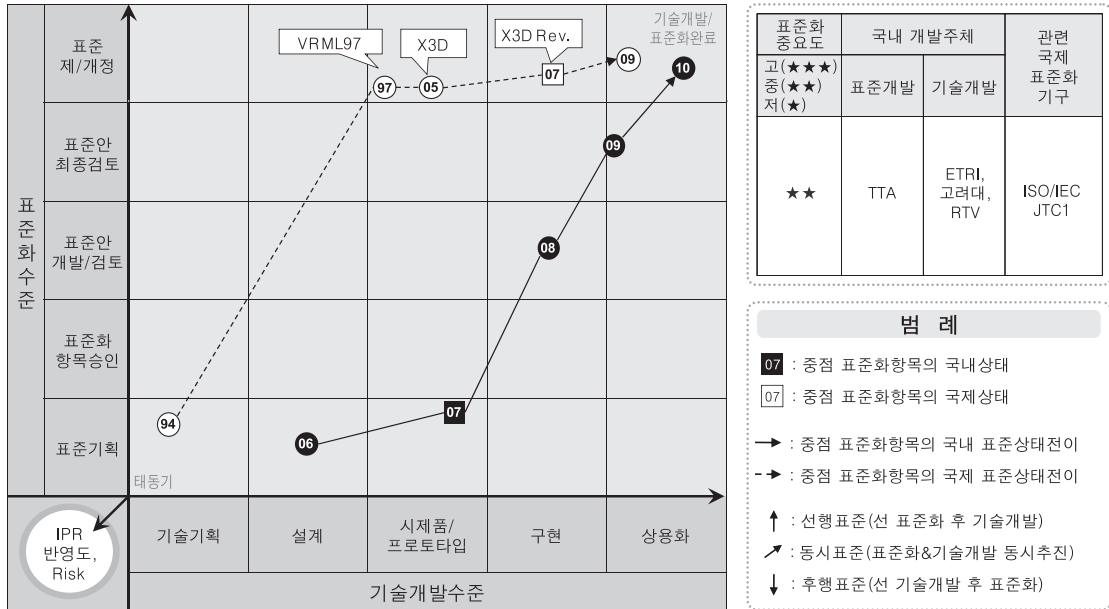
- 세부 전략(안)

- 실제와 가상공간들 간의 관계 표현에 대한 현 국제 표준인 SEDRIS의 내용을 참고하되, SEDRIS의 경우 군사 시뮬레이션에 중점을 둔 형태를 띠고 있으므로 혼합현실 콘텐츠에 중점을 둔 형태의 표준안을 개발
- 혼합현실 관련 기반 및 응용 기술의 IPR 확보에 노력을 집중함으로써 새로운 표준안에 포함될 기술에 대한 선점 추진
- 영상 처리 및 인식 등 관련 분야의 인력 및 인프라를 적극 활용함으로써 표준안 개발 과정 효율성을 높임
- 기 제정된 국제 표준의 수용을 바탕으로 개량·확장된 내용에 대한 국제 표준화회의의 반영을 유도함으로써 국제 표준화회의의 기여도를 높임

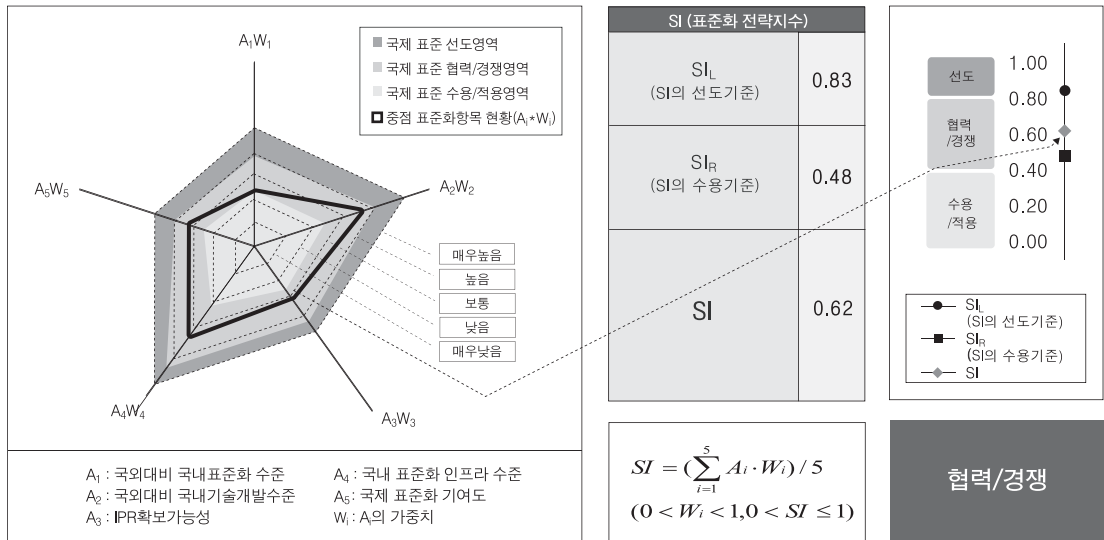


3.3.3. 행동양식 표현

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출



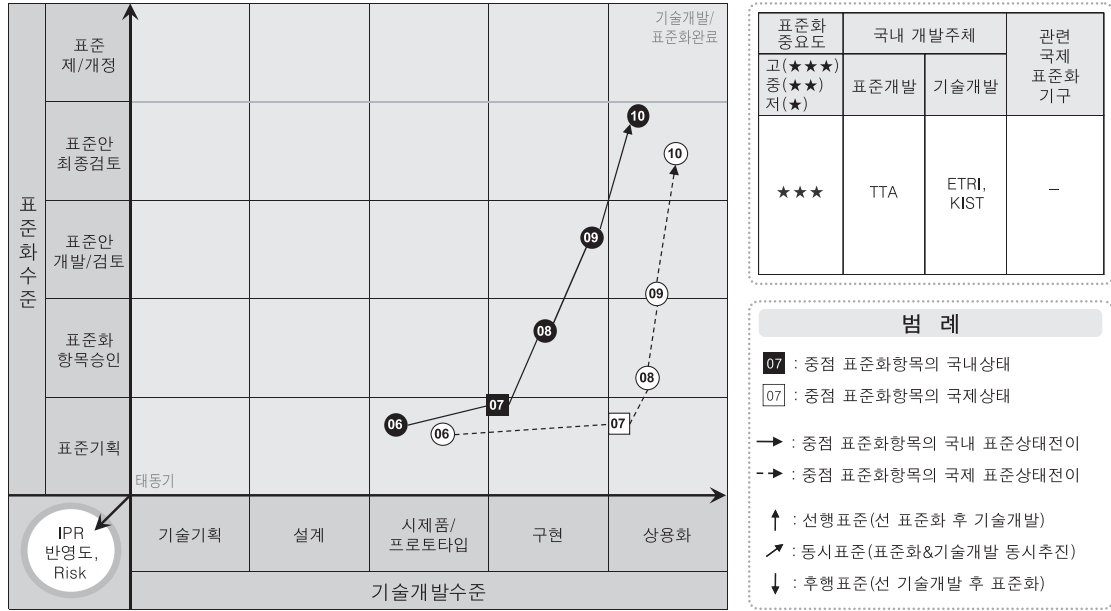
- 세부 전략(안)

- 현 국제 표준인 X3D 및 VRML의 애니메이션 관련 기술, 그리고 COLLADA의 물리 시뮬레이션 표현 기능을 기반으로 표준안을 개발하되, 향후 추가 개발 기술들 (예: 물리 시뮬레이션, 논리학습 기반 시뮬레이션 등) 까지 포괄할 수 있도록 확장형 표준안 개발
- 기존 표준에서 확장되는 최신 기술에 대해 IPR 확보의 노력을 집중함으로써 기 표준화된 기술에 대한 IPR 부재 문제를 보상
- 시뮬레이션, 인공지능, 게임, 군 시뮬레이션 등의 관련 분야 노력을 통합함으로써 행동양식 및 상호작용 기술에 관한 표준화를 가속시키고 효율성을 높임
- 기 제정된 국제 표준의 수용을 바탕으로 개량·확장 된 내용에 대한 국제 표준화예의 반영을 유도함으로써 국제 표준화예의 기여도를 높임

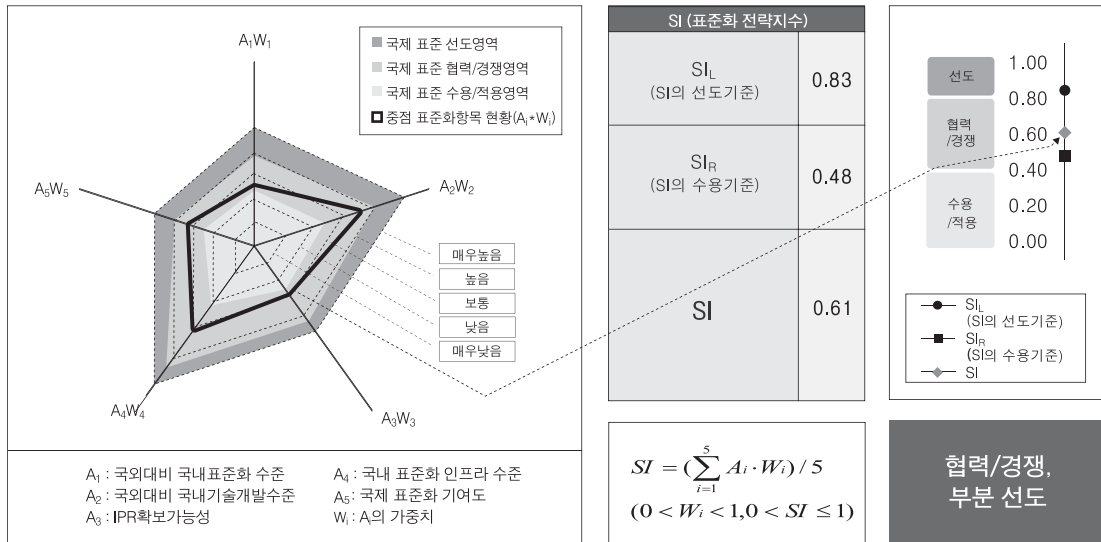


3.3.4. VR/MR 엔진

- 표준상태전이도 (표준화 & 기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출 - ETRI 설문조사 결과 취합



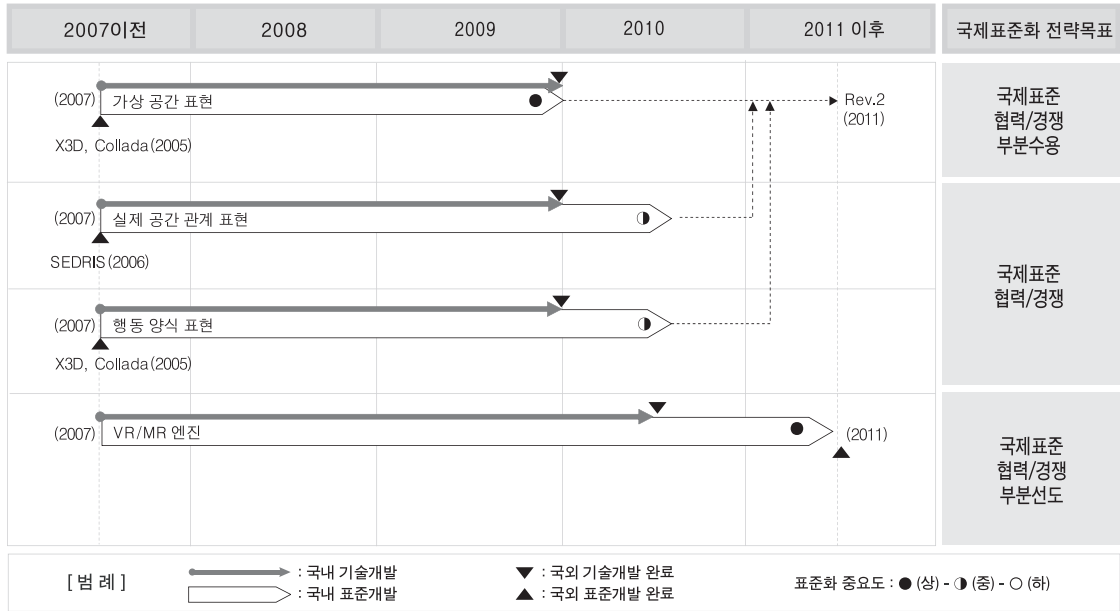
- 세부 전략(안)

- 국내 표준안 개발을 신속히 추진하여 이를 바탕으로 국제 표준화를 추진함
- 표준안 개발과 동시에 기 개발된 가상현실·혼합현실 엔진 관련기술의 IPR 확보에 노력을 집중함으로써 새로운 표준안에 포함될 기술에 대한 선점 추진
- 국내 VR/MR 기술력은 수준급으로 평가되나 미국, 유럽에 비해 응용 기술 수준이 현저히 낮음. 다양한 플랫폼에서 다양한 응용 기술의 활성화를 위해서는 연구소 및 학계의 기술을 응용 분야에 적용시키는 산업체 군의 형성이 필수적임.
- 3D 게임 엔진 분야의 축적된 노하우를 반영할 수 있도록 게임 개발 분야의 인력 및 인프라를 적극 활용함으로써 표준안 개발 과정 효율성을 높임
- 기 제정된 국제 표준의 수용을 바탕으로 개량·확장된 내용에 대한 국제 표준화예의 반영을 유도함으로써 국제 표준화예의 기여도를 높임

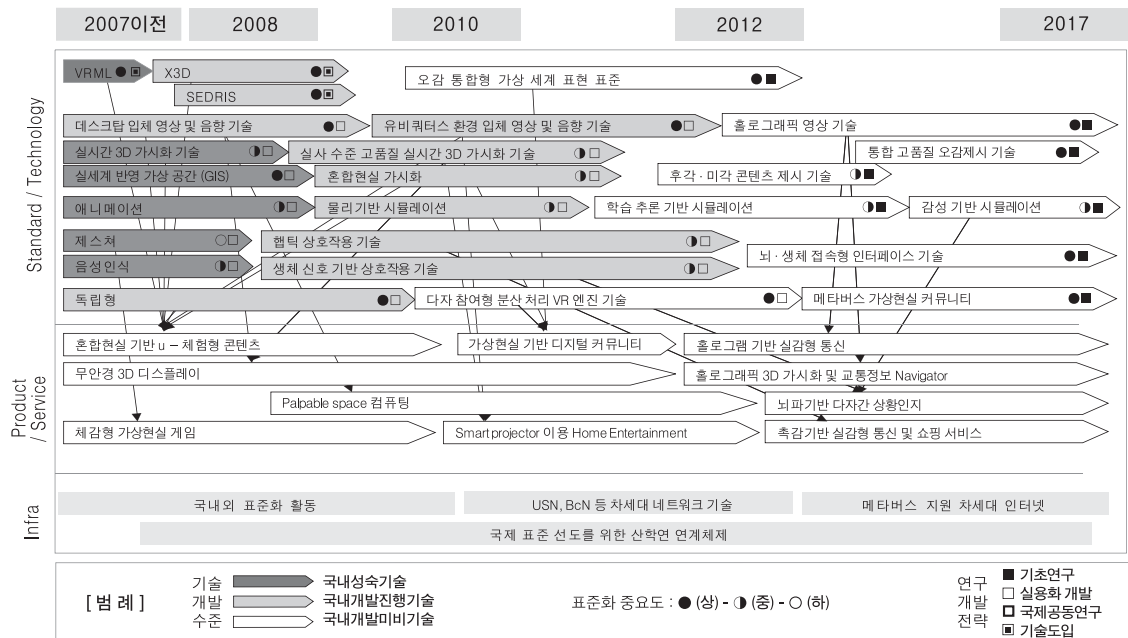


3.4. 중장기 표준화로드맵

3.4.1. 중기('08~'10) 표준화로드맵(3개년)



3.4.2. 장기 표준화로드맵(10년 기술예측)



[국내외 관련표준 대응리스트]

구분	표준화항목	표준명	기구(업체)	제정연도	제개정현황	국내관련표준	국내추진기구
가상 공간 제시 기술	가상 공간 표현	VRML (Virtual Reality Modeling Language)	ISO/IEC JTC1/SC24	1994	1997.12	-	-
		COLLADA	Khronos Group	2005	2005	-	-
		X3D (Extensible 3D)	ISO/IEC JTC1/SC24	2005	2007	-	기술표준원
		SEDRIS (Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification)	ISO/IEC JTC1/SC24	2005	2006	-	기술표준원
	실제 공간 관계 표현	SEDRIS (Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification)	ISO/IEC JTC1/SC24	2005	2006	-	기술표준원
	VR/MR 시스템 운영 선처리 작업 방법	-	-	-	-	-	-
가상 공간 시뮬레이션 기술	행동양식 표현	VRML (Virtual Reality Modeling Language)	ISO/IEC JTC1/SC24	1994	1997.12	-	-
		COLLADA	Khronos Group	2005	2005	-	-
		X3D (Extensible 3D)	ISO/IEC JTC1/SC24	2005	2007	-	기술표준원
가상 공간 상호작용 기술	상호작용 표현	VRML (Virtual Reality Modeling Language)	ISO/IEC JTC1/SC24	1994	1997.12	-	-
		X3D (Extensible 3D)	ISO/IEC JTC1/SC24	2005	2007	-	기술표준원
	VR/MR 하드웨어 인터페이스 운영	-	-	-	-	-	-
시스템 S/W 기술	VR/MR 엔진	-	-	-	-	-	-
	VR/MR SW 개발 툴킷	-	-	-	-	-	-
	네트워크 VR/MR 운용 방법	DIS (Distributed Interactive Simulations)	IEEE	1993	1998	-	-
		HLA (High Level Architecture)	IEEE	2000	2003	-	-



[참고문헌]

- [1] CyberEdge, "The Market for Visual Simulation/Virtual Reality Systems, Sixth Edition", 2004
- [2] KT, 가상현실 기술 및 서비스 로드맵, 2005
- [3] KIPA, "해외 디지털콘텐츠 시장 조사 총괄편", 2005
- [4] KIPA, "2005년 국내 DC시장 조사 보고서," 2006
- [5] KIPA, "2006년 해외 DC시장 조사 보고서," 2007
- [6] TTA, IT839전략 표준화로드맵 Ver.2006 종합보고서5, 2005
- [7] TTA, IT839전략 표준화로드맵 Ver.2007 종합보고서8, 2006
- [8] TTA, "표준화 백서 2006," 2007
- [9] TTA, "차세대 방송 표준화 포럼," TTA 저널 IT Standard & Test no.109, 2007
- [10] TTA, "3D TV방송 표준화 로드맵", 2007
- [11] TTA, "모바일 3D 표준화 포럼," TTA 저널 IT Standard & Test no.108, 2007
- [12] MIC, "미래 IT 유망 전략품목 발굴 보고서," 2006
- [13] MIC, "세계 최초의 유비쿼터스 사회 실현을 위한 u-Korea 기본계획," 2006
- [14] 경기육, 박준석, "햅틱스 기술개발 동향 및 연구 전망," 전자통신동향분석 제21권 제5호, 2006
- [15] 대한민국정부, "2006 정보화에 관한 연차보고서," 2006
- [16] 특허정보넷, "2006 일본특허분쟁지도," 2007
- [17] COLLADA, <http://www.collada.org/>
- [18] ISO/IEC JTC1, <http://www.jtc1.org>
- [19] KATS, <http://www.ats.go.kr>
- [20] Khronos Group, <http://www.khronos.org/>
- [21] SEDRIS, <http://www.sedris.org>
- [22] SISO, <http://www.sisostds.org/>
- [23] TTA, <http://www.tta.or.kr>
- [24] VRML, <http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/>
- [25] X3D, <http://www.web3d.org/x3d/>

[약어]

ATSC	Advanced Television Systems Committee
HLA	High Level Architecture
ISO	International Standardization Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
JTC	Joint Technical Committee
MR	Mixed Reality
SEDRIS	Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification
SC	Subcommittee
SISO	Simulation Interoperability Standards Organization
VR	Virtual Reality
VRML	Virtual Reality Modeling Language
X3D	Extensible 3D
I/F	Interface