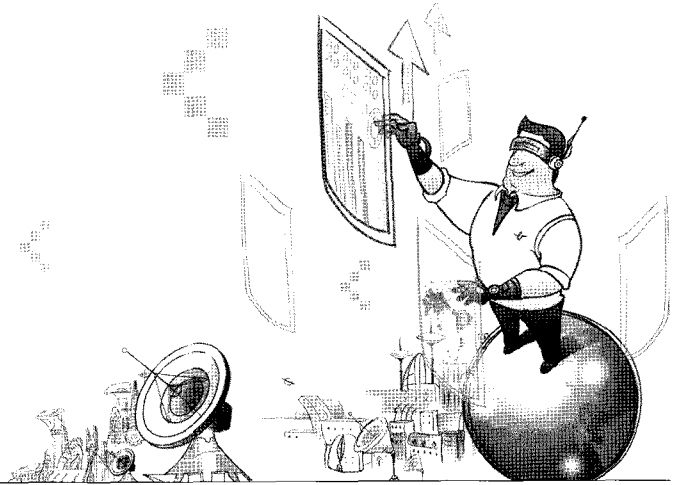


웹3D와 가상현실

이명원 수원대학교 IT대학 인터넷정보공학과 교수



1. 머리말

컴퓨터 그래픽스와 인터넷 기술의 발전은 우리의 삶을 실세계와 가상세계에서의 두 가지 삶을 살아갈 수 있도록 확장시켰다. 가상현실은 가상세계를 구현하는 기술로서, 인간이 실세계에서 감지하는 모든 감각이 가상세계에서도 표현 및 인지될 수 있도록 한다. 가상세계의 시각적 표현은 3D 컴퓨터 그래픽스 기술로 표현하게 되며 이것을 인터넷에서 광범위하게 펼쳐질 수 있도록 월드 와이드 웹에서 표현하는 기술이 웹3D이다. 웹에서 시각적 정보를 구성하는 미디어의 형태도 기존의 2D 멀티미디어에서 3D 멀티미디어로 발전되어 가고 있다. 3D 멀티미디어의 특징은 기존의 텍스트, 이미지, 비디오와 같은 2D 미디어로 구성된 단방향성 미디어에 3D 합성 미디어를 포함하여 상호작용성과 3차원 현실감을 제공한다는 것이다.

웹3D는 인터넷상에서의 3D 그래픽스 구현에 필요한 모든 기술을 말하며, 인터넷 응용 프로그램에

서 3차원의 그래픽스 장면의 생성, 전송, 표현 및 교환을 가능하게 하는 기술이다. 웹3D는 국제표준화 그룹인 ISO/IEC JTC1 SC24와 국제 민간 표준화단체인 웹3D 컨소시엄(Web3D Consortium)을 중심으로 기술 개발과 표준화가 진행되고 있다. 인터넷 환경에서 3D 가상세계를 구축하고, 3D 인터넷 미디어를 공유하고 통신하기 위해서는 3D 가상세계 구축이 국제표준 기술을 기본으로 개발되어야 한다. 본 고에서는 웹3D와 가상현실의 표준화 기술 현황에 대해 소개한다.

2. 가상현실 국제표준

웹3D 가상현실 국제표준화는 1997년에 ISO/IEC JTC1 SC24 컴퓨터 그래픽스, 이미지 처리 및 환경 데이터 표현 표준화 그룹과 웹3D 컨소시엄에서 공동 협약에 의해 개발된 VRML(Virtual Reality Modeling Language)로부터 시작한다. VRML은 웹에서 3차원 가상공간 장면을 생성하는 모델링 언어이면서 파일

형식이라고 할 수 있다. 초창기 버전인 VRML 1.0은 웹 브라우저에서 3D로 구성된 장면의 인터랙션이 기본 기능으로 제공되었다. 이 때에는 웹브라우저에서 가동시키기 위해 HTML 문서에 VRML 파일(*.wrl)을 삽입하여 웹브라우저에서 VRML 브라우저가 플러그인으로 작동하면서 VRML 브라우저 인터페이스를 이용해 3차원 장면을 제어하도록 하였다. VRML은 1997년도에 2.0 버전인 VRML97이 완성되어 웹3D 컨소시엄과 ISO/IEC JTC1 SC24의 공동 작업에 의해 ISO 14772 국제 표준안으로 채택되었다[1]. 웹에서의 문서 표준이 HTML에서 XML로 진전됨에 따라서 VRML을 삽입하는 문서 표준도 XML로 진화하게 된다. 그러나 HTML이 여전히 웹에서의 표준 문서로 많이 사용되고 있는 것과 같이 아직까지 VRML도 웹3D 표준 문서로 많이 사용하고 있다. 또한, VRML97의 차기 버전인 X3D에서의 3D 기술 명세는 VRML97을 기반으로 하고 있다.

웹3D 국제표준화 작업은 VRML97 이후 버전으로, ISO/IEC 19775-1의 XML 기반의 X3D(Extensible 3D) 규격을 개발하고, 애플리케이션 간, 분산 네트워크나 웹서비스를 통하여 웹에서의 3D 통신을 가능하게 하였다[2][3]. X3D에 대해 주목할 것은 X3D가 웹에서만 사용하는 것이 아니라는 점이다. X3D는 인터넷상의 다기종 간 3D 애플리케이션 데이터의 교환 형식이며 시스템 운영체제가 무엇이든 서로 공유할 수 있도록 한 것이다.

3. 가상세계와 3D 데이터 교환 형식

인터넷에서 다기종 컴퓨터 사이에서 가상세계와 아바타들의 3D 데이터 공유와 교환을 위해서는 표준화된 3D 데이터 교환 형식이 필요하게 된다. X3D는 바로 이러한 가상세계와 가상물체의 3D 표준 데이터 형식을 제공하는 것이다. 아바타나 캐릭터에 대한 3D 데이터 교환 형식으로는 ISO/IEC 19774

H-Anim 표준이 있다. 다음은 각 단락에서는 X3D의 특징과 응용 분야에 대해서 기술한다.

X3D는 저작권 사용료가 없는 공개된 표준의 파일 형식이며, XML을 이용하여 3D 장면과 물체들을 표현하고 서로 통신한다. X3D는 3D 애플리케이션에 삽입되어 실시간 그래픽스 콘텐츠를 저장, 검색, 재생하는 기능을 제공하여 광범위한 영역과 사용자 시나리오를 지원하는 개방형 구조를 가진다. X3D는 공학 및 과학적 가상화, CAD 및 건축, 의료 가상화, 훈련, 시뮬레이션, 멀티미디어, 오락, 교육 등 많은 분야에서 이용될 수 있도록 부품화되어 있는 특징을 갖는다. 3D 데이터를 모든 애플리케이션과 네트워크 애플리케이션 사이에서의 실시간 통신 개발은 초창기 VRML부터 전개되어 X3D 표준에 와서야 더욱 성숙해지고 개선되었다.

X3D는 대화형 웹과 멀티미디어와 통합된 방송 기반 3D 콘텐츠를 위한 소프트웨어 표준이다. X3D는 다양한 하드웨어 장치에서 공학 및 과학적 가상화, 멀티미디어 프리젠테이션, 오락 및 교육용 타이틀, 웹 페이지, 공유된 가상월드 등과 같은 광범위한 애플리케이션 영역에서 사용될 수 있다. 또한, X3D는 3D 그래픽스와 멀티미디어가 통합된 보편적인 교환 형식을 제공한다. X3D는 VRML을 개선시켜서 새로운 기능들과 향상된 애플리케이션 프로그램 인터페이스, 추가적인 데이터 인코딩 형식, 엄격한 적합성 및 부품화된 구조로 되어 있다.

X3D는 특정 시장과 기술적 요구사항을 충족시키기 위하여 다음의 설계 목적을 가진다. 런타임 구조와 데이터 인코딩을 분리시키고, XML을 포함하는 다양한 인코딩 형식을 지원한다. 새로운 그래픽, 행동 및 대화형 객체를 추가할 수 있고, 다른 API를 3D 장면으로 제공할 수 있다. 그리고, 다양한 서비스 레벨에서 구현되도록 허용하며, 필요할 경우 지정되지 않은 행동들은 제거할 수 있다.

X3D는 폴리곤 기하, 파라미터 기하, 계층적 변환,

조명, 재질, 다중 단계의 텍스처매핑 기능을 제공하는 3D 그래픽스를 포함하며, 텍스트, 2D 벡터 및 3D 변환 계층 내에서 디스플레이되는 텍스트, 2D 벡터 및 평면의 형상을 지원한다. 또한, 휴머노이드 애니메이션이나 모핑을 위한 연속적인 애니메이션에 필요한 타이머와 보간자(interpolators)를 지원한다. 마우스 기반의 픽킹 및 드래깅과 키보드 입력과 같은 사용자 상호작용 기능을 제공하며 카메라, 3D 장면 내에서의 사용자의 움직임, 충돌, 접근 및 가시성 탐지 등과 관련된 내비게이션 기능을 지원한다.

X3D는 사용자가 정의하는 자료형을 생성하여 내장된 브라우저 기능을 확장할 수 있다. 프로그래밍 및 스크립트 언어를 사용하여 장면을 동적으로 변화시킬 수 있으며 네트워크 상에 있는 다른 장면이나 데이터들을 이용하여 하나의 X3D 장면을 구성할 수도 있다. 휴머노이드 애니메이션, 지구공간 데이터, 분산 상호작용 시뮬레이션 프로토콜과 통합하는 물리적 시뮬레이션 기능도 지원한다. 지구 공간적으로 X3D 장면의 객체들을 정확하게 위치시킬 수 있으며 CAD 시스템과 매핑되도록 CAD 모델을 나타낼 수 있다. 그리고, X3D 장면들을 렌더링 그룹들로 구성하여 각 레이어의 객체들이 하위 레이어들의 객체들을 겹칠 수 있도록 하였다. 프로그래밍을 지원하는 웨이더로 X3D 라이팅 모델을 주문형 웨이더 프로그램으로 교체할 수 있으며, 파티클 시스템에 의해 불과 연기와 같은 파티클을 생성할 수가 있다.

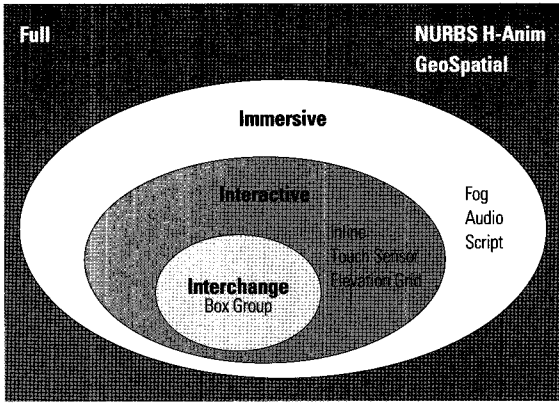
X3D 애플리케이션에서는 정의된 모든 물체와 애플리케이션에 포함된 모든 물체의 월드좌표계를 암시적으로 설정하며 모든 3D 및 멀티미디어 객체들을 명시적으로 정의하여 구성한다. 그리고, 다른 파일이나 애플리케이션으로의 하이퍼링크를 설정할 수 있으며 프로그래밍이나 데이터에 의해 객체의 행동을 정의할 수가 있다. 프로그래밍 혹은 스크립

트 언어에 의해서 외부 모듈이나 애플리케이션에 연결될 수 있으며 프로파일이나 컴포넌트를 지정하여 기능적 요구사항을 명시적으로 선언할 수가 있다.

4. 3D 데이터 교환을 위한 프로파일

3D 데이터는 다양한 분야에서 사용되므로 애플리케이션에 따라서는 모든 기능을 포함하는 하나의 대용량 파일로 처리하기에는 불필요한 데이터를 포함할 수가 있다. X3D의 모듈화 구조는 레이어로 되어 있는 프로파일(profile)을 지원하여 몰입형 환경이나 향상된 상호작용을 위한 추가 기능이 제공되고, 모듈화 블록 단위인 컴포넌트로 구성된 작은 크기로 다운로드할 수 있는 공간에서의 데이터 교환 형식에 초점을 두어 애플리케이션이나 콘텐츠 개발자에 의해 쉽게 이해되고 구현될 수 있도록 하였다.

컴포넌트 기반의 구조는 개별적으로 지원될 수 있는 서로 다른 프로파일의 생성을 지원한다. 컴포넌트들은 새로운 레벨을 추가하여 개별적으로 확장되거나 수정될 수 있으며 새로운 컴포넌트들이 스트리밍과 같이 추가되어 새로운 특성을 도입할 수 있다. 이러한 메커니즘으로 한 영역에서의 개발이 전체적으로 규격을 느리게 하지 않으므로 규격 향상을 항상 신속하게 이루어지도록 한다. 특정 콘텐츠에 대한 적합성 요구사항이 콘텐츠에 의해 요구되는 프로파일, 컴포넌트 및 레벨에 의해 애매하지 않게 정의된다는 것이 중요하다. [그림 1]은 이와같은 컴포넌트 기반의 X3D 기본 프로파일을 보여준다. 교환(Interchange) 프로파일에서는 애플리케이션들 사이에서 통신하기 위한 기본 프로파일이다. 이것은 기하, 텍스처, 기본 조명과 애니메이션을 지원한다. 렌더링을 위한 런타임 모델이 없으므로 사용하기 쉽고 어떠한 애플리케이션과도 통합되기 쉽다. 상호작용(Interactive) 프로파일에서는 사용자 내비게이션이나 상호작용을 위한 다양한 센서 노드들



[그림 1] X3D 기본 프로파일

을 추가해 3D 환경과의 기본 상호작용을 가능하게 한다. 향상된 타이밍과 추가적인 조명 효과를 위해서는 스포트라이트나 포인트라이트 등이 제공된다. 몰입(Immersive) 프로파일에서는 오디오 지원, 충돌, 안개, 스크립트를 포함하여 전체 3D 그래픽스와 상호작용을 가능하게 한다. 전체(Full) 프로파일에서는 NURBS, H-Anim, GeoSpatial 컴포넌트와 정의되어 있는 모든 노드들을 포함한다.

X3D 애플리케이션은 정의된 모든 물체와 각 애플리케이션에 포함되는 물체들을 위한 월드 좌표계를 암시적으로 설정하며 2D, 3D 및 기타 멀티미디어 물체들을 정의한다. 그리고, 다른 파일이나 애플리케이션으로의 하이퍼링크를 설정할 수 있고 물체의 행동을 정의할 수가 있다. 또한, 프로그래밍이나 스크립트 언어를 통하여 외부 모듈이나 다른 애플리케이션과 연결될 수 있다[5][6]. [그림 2]는 X3D 시스템 전체 구조를 기술한다.

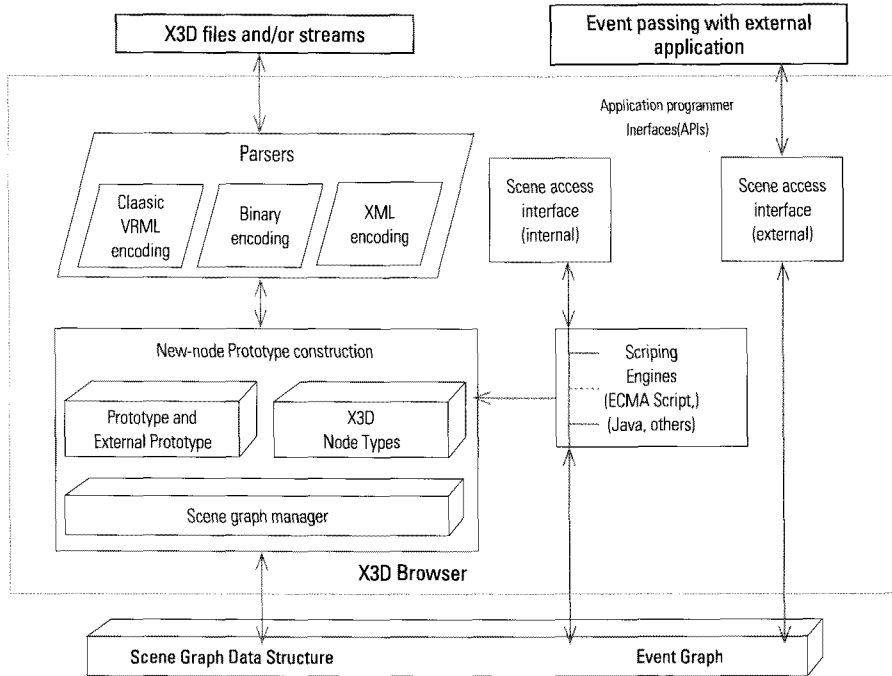
5. 3D 가상세계와 아바타 국제 표준

지난 20여년에 걸친 3D 그래픽스 기술의 발전과 캐릭터와 아바타 관련 산업에서의 관심의 증가로 인해 3D 아바타의 생성과 애니메이션을 위한 3D 캐릭터 모델링 소프트웨어가 많이 개발되었다. 최근에

는 고성능의 많은 모션 캡처 시스템들도 개발되어 캐릭터 애니메이션 생성에 이용되어 실제 인간의 움직임을 그대로 재현하여 3D 영화 제작에 이용되고 있다. 문제는 이러한 고급 소프트웨어 생성물이 한번 제작하고 난 후에는 데이터의 재사용이 매우 제한된다는 것이다. 가장 큰 장애는 현재 모든 소프트웨어 패키지와 시스템이 캐릭터 애니메이션과 정보 교환이 어렵다는 점이다. 표준화된 캐릭터 골격 시스템이 없으므로 애니메이션이나 모션 캡처 제작사는 자신들만의 해결책으로 시스템과 SW 간의 데이터 이동을 독자적으로 진행해왔다.

ISO/IEC 19774 국제표준인 H-Anim 규격은 아바타나 캐릭터를 위한 3차원 인체 형상의 모델링을 위한 추상적 표현을 기술한다[8]. 이것은 한 회사의 모델링 도구로 생성한 인체 형상을 다른 회사의 모션 캡처와 애니메이션 도구를 사용하여 애니메이션을 생성할 수 있도록 해주는 휴머노이드 표현에 있어서의 표준화된 방법을 제공한다. H-Anim은 네트워크 3D 그래픽스와 멀티미디어 환경에서 휴머노이드 표현을 위한 구조적 시스템을 명시한다. 개념적으로 각 휴머노이드는 서로 다른 표현 시스템에 삽입될 수 있고 표현 시스템에 의해 제공되는 장치를 이용해 애니메이션이 될 수 있는 관절형 캐릭터를 말한다. H-Anim은 휴머노이드의 추상 형태와 구조를 정의하며, 시간 기반, 대화형 3D, 멀티미디어 관절형 캐릭터의 추상 기능 행동으로서 휴머노이드 애니메이션의 의미를 명시한다. H-Anim은 각 캐릭터의 물리적 형태를 정의하지 않으나 그 캐릭터가 애니메이션을 위해 어떻게 구조화되어 있는지를 정의한다.

H-Anim은 애니메이션되는 캐릭터를 묘사하기 위한 관절이 있는 3D 표현이다. H-Anim은 인체와 같은 수의 팔다리, 머리 혹은 다른 인체 부위로 제한하지 않는 일반 개념이며 하나의 H-Anim 형상을 휴머노이드라고 한다. H-Anim은 휴머노이드(Humanoid),



[그림 2] X3D 시스템 구조

관절(Joint), 세그먼트(Segment), 위치(Site), 치환(Displacer)으로 분류하는 H-Anim 객체를 이용하여 기술된다. 휴머노이드 객체는 H-Anim 형상의 루트로서 휴머노이드의 모든 부위를 위한 프레임워크를 제공한다. 관절 객체는 부착된 몸체 부분과 연관된 기하를 따라 관절의 현재 상태를 명시하는 변환(transform)을 이용하여 휴머노이드 객체나 다른 관절 객체에 붙어있다. 세그먼트 객체는 휴머노이드 형상의 관절들 사이의 물리적 링크의 속성을 정의한다. 위치 객체는 알려진 의미와 관련된 위치를 정의한다. 치환 객체는 삽입될 객체에 허용되는 움직임의 범위에 관한 정보를 지정한다. H-Anim 형상의 골격에 대한 기술은 HumanoidRoot 관절로부터 휴머노이드 부속물의 종단 효과기(end effector)까지의 변환을 정의하는 관절 객체들의 트리(Tree)로 구성된다. 이 국제표준의 골격 계층 구조의 정의를 위한 유일한 요구사항은 정의된 HumanoidRoot 관절 객체를 가져야 한다는 것이다. 다른 관절 객체들은 선택적이며 H-Anim 휴머노이

드 형상을 위해 반드시 요구되는 것은 아니다. 그러나 대부분의 H-Anim 형상들은 HumanoidRoot 외에 더 많은 관절들을 가지고 있다.

H-Anim 휴머노이드의 몸체를 정의하는 기하 데이터는 골격과 피부로 기술될 수 있다. 골격 몸체의 기하 정의는 휴머노이드 객체의 골격을 나타내는 필드에서 정의되며 골격 계층구조의 장면그래프 내에서의 기하 데이터를 기술한다. 이 계층 구조의 세그먼트 객체 내에 정의된 기하 데이터는 분리된 기하 조각들로 몸체를 정의한다. 몸체의 피부 정의를 위해서는 휴머노이드 객체에서 피부를 나타내는 필드 내에 연속적인 기하 조각으로 몸체를 정의한다. 휴머노이드 객체는 좌표와 법선 벡터 데이터를 이용하여 휴머노이드 형상의 피부 곡면을 구성하는 기하를 기술한다. 이 곡면은 하나의 인덱스 면의 집합이나 혹은 복수 개의 인덱스 면의 집합으로 구현될 수 있다. 휴머노이드 객체는 골격 필드의 장면그래프에서 발생할 수 있는 변화를 반영하기 위해 피

부의 좌표와 법선 필드의 데이터를 이용하기도 한다.

H-Anim의 관절 객체는 휴머노이드 형상의 관절을 기술하기 위한 기본 구성 요소이다. 휴머노이드 형상의 각 관절은 관절 객체에 의해 표현된다. 이것은 골격의 관절 객체 간의 부모와 자식 간의 관계를 기술하고 골격의 각 관절에 특수한 정보를 위한 컨테이너를 제공한다. 휴머노이드 형상의 전박, 종아리, 허벅지 등 각 몸체 부분은 세그먼트 객체에 의해 표현된다. 이러한 세그먼트 객체들은 휴머노이드의 관절 객체 골격 계층구조로 구성되며 몸체의 각 세그먼트 특유의 정보를 위한 컨테이너를 제공한다. H-Anim의 세그먼트 객체는 각 자식 필드의 객체를 위한 컨테이너를 제공하는 특수 그룹 객체이다. 세그먼트 객체는 관절 객체의 자식으로 정의될 수 있고 관절 객체와 정확히 매치되어야 한다. 위치 객체는 역운동학시스템에 의해 사용될 수 있는 종단 효과기(end effector)의 위치, 보석이나 의복과 같은 액세서리를 위한 부착점, 그리고 세그먼트 객체의 참조 프레임에서 가상카메라를 위한 위치를 정의하기 위해 사용될 수 있다.

각각의 매시(mash) 객체의 모양은 애플리케이션의 요구사항에 따라 변경될 수가 있다. 가장 기본적인 레벨에서는 매시 객체의 좌표 필드에 저장되어 있는 데이터를 조작하면 된다. 관절 구조의 아바타의 경우에는 매시 객체는 세그먼트 객체에 있다. 변형 가능한 매시 아바타의 경우에는 매시 객체는 휴머노이드 객체의 피부 필드에 의해 정의된다.

6. 맺음말

본 고에서는 3D 가상현실 기술을 이용한 가상세계와 아바타 애플리케이션 개발에서 요구되는 국제표준 기술로서 X3D와 H-Anim을 중심으로 기술했다. ISO/IEC JTC1 SC24와 웹3D 컨소시엄에 의해 개발된 국제

표준인 X3D와 H-Anim 표준화 기술은 인터넷에서 컴퓨터 그래픽스 영상을 사용하는 모든 디지털콘텐츠 개발 시에 필수적인 기술이다. 3D 그래픽스를 이용하는 의료, GIS, 이터닝, CAD, 휴먼 애니메이션 등의 분야에서 다기능 컴퓨터 간의 호환성 있는 국제표준 기반의 서비스 애플리케이션 개발을 위해서는 X3D가 해결책이라고 할 수 있다.

앞으로 보다 더 첨단화될 유무선 정보통신 환경의 변화, 스마트폰, 전자책의 전개와 함께 가속화할 디지털 컨버전스 시대에서, 호환성 있는 국제표준 기반의 가상세계 구축 기술은 필수불가결한 기본 요구 기술이 될 것이며, 이러한 3D 디지털콘텐츠 개발 기술은 국제적 경쟁 요소 중 하나가 될 것이다. 3D 디지털콘텐츠의 시각적 정보 구성의 중요성과 인터넷의 발전 방향을 고려할 때 산업 모든 분야에서 3D 국제표준 응용 기술 개발의 활성화가 요구되는 시점이다.

[참고문헌]

- [1] ISO/IEC 14772:1997, Virtual Reality Modeling Language(VRML97), IS, Dec 2003.
- [2] SO/IEC FDIS 19775-1.2:2008, X3D Architecture and base components Edition 2, Dec 2007.
- [3] ISO/IEC 19776:2005, X3D Encodings: XML and Classic VRML, IS, Nov 2005.
- [4] ISO/IEC 19776-3, X3D encodings: Binary encoding, IS, Sep 2007
- [5] SO/IEC 19777-1:2005, X3D language bindings: ECMAScript, IS, May 2006.
- [6] ISO/IEC 19777-2:2005, X3D language bindings: Java, IS, May 2006.
- [7] ISO/IEC CD 19775-2, X3D Scene application interface Edition 2, Dec 2007.
- [8] ISO/IEC 19774 Humanoid Animation, IS, May 2006.