

컴퓨터 게임에서의 햅틱인터페이스 지원

손옥호*, 배희정*, 장병태*

*한국전자통신연구원 가상현실연구부

e-mail : whson@etri.re.kr, bhj63184@etri.re.kr, jbt@etri.re.kr

Support of Haptic Interface for 3D Computer Games

Wookho Son*, Hee Jung Bae*, Byungtae Jang*

*Virtual Reality Research Center, ETRI

요 약

최근, 컴퓨터게임은 기존의 2 차원 RPG 게임 형태로부터, 보다 사실감을 전달할 수 있는 3 차원 RPG 나 시뮬레이션 형태의 게임으로 전환되고 있는 추세이다. 특히, 최근에는 사용자에게 몰입감 및 실재감을 향상시키기 위하여 체감효과를 사용하는 게임에 대한 관심이 고조되고 있다. 그 동안 가상현실 속에서의 촉각 인식을 위한 햅틱인터페이스에 대한 연구가 국내외 학계를 중심으로 많이 진행되고 있으며, 최근에는 이러한 기술을 엔터테인먼트 분야에 접목 시키려는 시도가 이루어지고 있다. 특히, 체감효과를 실현하기 위한 하나의 기술인 햅틱인터페이스가 컴퓨터 게임에서 시도되고 있으며, PC 게임 분야에서는 어느 정도의 표준화가 이루어진 상태이다. 본 고에서는, 현재 진행 중인 " 3 차원 컴퓨터 게임에서의 햅틱인터페이스" 에 대한 연구과제의 개론적 도입을 통하여, 촉감을 3 차원 컴퓨터 게임에서 실현할 수 있는 기술적 방법을 서술하고자 한다.

1. 서론

근래에 가정용 PC 보급이 일반화됨에 따라, 컴퓨터 게임이 일반인들에게도 손쉽게 접할 수 있는 엔터테인먼트 중 하나로 보급되고 있다. 특히, 국내에서 인터넷 인프라의 급속한 발전으로 인하여, 컴퓨터게임의 온라인화가 진행되었고 다양한 종류의 게임이 인터넷 및 온라인 상에서 사용 가능하게 되었다. 이러한 온라인 게임은 일반적으로 RPG 형태 및 액션 장르의 2 차원 게임이 사용되어 왔으나, 최근에는 급속도로 3 차원 게임으로 전환되고 있는 추세이다[1][2]. 또한, 게임 플레이어들에게 보다 실감나는 게임을 제공하기 위하여, 게임의 흥미성 있는 기획과 시나리오와 더불어, 3 차원 그래픽 및 특수효과와 적용이 중요한 요소로 부각되고 있으며, 게임의 상업적 성공에 결정요소가 되고 있는 실정이다.

최근에는, 기존의 시각 및 청각적 특수효과를 벗어나 게이머에게 체감적 효과를 통한 현실감 및 몰입감을 부여하는 방법에 대한 관심이 고조되고 있다. VR 게임에서의 체감 효과는 크게 라이딩 구동효과와 역감효과로 구분할 수 있으며, 특히 컴퓨터 게임에서의 햅틱인터페이스는 반력감 (Force Feedback) 재생에 따른 역감효과를 전달하는 방식으로 이루어지고 있다. 일반적으로 시뮬레이션에서의 햅틱 인터페이스라 하면 반력뿐만 아니라 피부감각 (tactile display)을 포함해 촉감을 실현하는 모든 방법을 통칭하는 기술적인 문제를 다룬다. 실제로 이러한 촉감을 가상현실 등의 시뮬레이션 환경에서 실현하기 위해서는 해결해야 할 난제가 많다. 정밀한 힘을 제어 및 발휘할 수 있는 고가의 햅틱 장치를 사용해야 하며, 또한 또한 그래픽 환경과 제어되는 힘과의 동기화를 위한 빠른 처리 속도의 컴퓨터 및 알고리즘은 필수적이다.

하지만, 컴퓨터 게임에서의 햅틱인터페이스는, 사용되는 반력 (Force Feedback) 재생용 게임 컨트롤러 의 단순화된 하드웨어 구조로 인하여, 일반 시뮬레이션 환경에서의

같은 정밀한 힘의 제어를 요구하지 않는다.

이와 같이, 본 논문에서는 일반 시뮬레이션 환경과는 달리, 단순화된 방법인 반력감 재생을 통한 컴퓨터 게임에서의 햅틱인터페이스 실현하는 방법을 논하고 그의 구현 방법을 서술하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 게임 환경에서의 체감효과 생성과 개발 사례를 2장에서 소개 하고, 3장에서는 현 컴퓨터 게임에서 지원되는 햅틱 인터페이스의 방법을 다룬다. 다음으로, 4장에서는 현재 전자통신연구원에서 개발 진행 중인 VR 게임에서의 햅틱 인터페이스에 대한 연구 내용을 소개하고, 이와 관련한 향후 연구 계획을 5장에서 제시한다.

2. 일반적인 의미의 햅틱인터페이스

일반적으로 햅틱인터페이스는 가상현실 또는 시뮬레이션 환경에서의 촉감 실현을 말하는 것으로, 고가의 햅틱 하드웨어 장치의 구동을 통하여 미세한 반력감 즉 극초단의 진동효과(1kh 이상)를 전달함으로써 감촉을 전달하는 상호 작용 기술이다. 대표적인 햅틱 장치가 그림 1 (좌)에 나타낸 PHANTOM 장치이다[3].



그림 1. 반력감 기구 (좌: Sensable Tech. 사의 PHANTOM Premium 1.5, 우: KIST의 Force-Feedback Arm Master) 이러한 새로운 차원의 사용자 인터페이스는 가상현실 상에서 다른 물체에 가려진 물체를 더듬는 것에 사용하거나 육

안으로는 구분이 어려운 물체 표면의 속성(마찰성 및 탄성도) 등을 표현하는데 아주 유용하게 사용될 수 있다. 이는, 또한, 시각장애자 들을 위한 응용 소프트웨어 개발에 사용될 수도 있다.

반면, Force Feedback 기구라 불리는 반력감 기구는, 촉각에 비하여 상대적으로 거친 감각을 일으키는 장치를 가리킨다. 어원에서 내포되듯 미세한 진동과는 다르게 사용자의 입력에 해당되는 일정부분이 확대 또는 축소 및 왜곡되어 피드백되어 나타나게 할 수 있는 장치이다. 따라서, 입력의 증폭이 필요한 원격조정이나 장애자의 의료재활 기구로도 사용될 수 있다.[4] (그림 1 참조)

3. 컴퓨터 게임에서의 햅틱 인터페이스

PC 게임에서의 촉감 실현 기술로는, 미국의 Immersion사에서 개발된 특별한 구조의 게임용 반력기구 (Force-Feedback Device)를 이용한 반력효과와 재생을 통하여 촉감이 구현되는 방법이 거의 표준화 되어 적용되고 있다.[5] 실제로, Immersion사와 Microsoft사가 PC 게임에서 햅틱 인터페이스의 표준화된 스펙 마련을 위해 공동 작업을 하였으며, 이는 DirectX의 컴포넌트 중 DirectInput에 그대로 반영되어 있다. 즉, Immersion 스펙의 게임 컨트롤러는 모두 DirectX와 호환성이 있으며, 특히 기술로 상업화 된 이 기술은, 실제로는 Immersion사가 1997년에 같은 미국의 Cybernet사를 인수하면서 개발된 CyberImpact라는 기술을 계승 발전시킨 것이다. PC 게임 장치의 대표적인 것들이 그림 2에 나타나 있다.



그림 2. 반력 (Force-Feedback) 게임 컨트롤러 (좌로부터: Logitech사의 Wingman Force3D, Microsoft사의 FFB SiderWinder와 FFB SiderWinder GamePad)

Immersion 호환의 게임용 햅틱 장치는, 현재 적용되고 있는 Microsoft사, Logitech사, Gravis사, Saitek사, ThrusterMaster사 등 20여 개의 게임컨트롤러 제작 회사에서 상용화 시켜 보급하고 있다.

3.1 햅틱 인터페이스 지원 방식

컴퓨터 게임에서 사용되는 표준화된 햅틱 인터페이스 장치는 그림 3에서와 같은 구조를 가지며, 반력감을 생성할 수 있는 모듈과 PC와의 인터페이스를 이루는 부분으로 이루어져 있다.

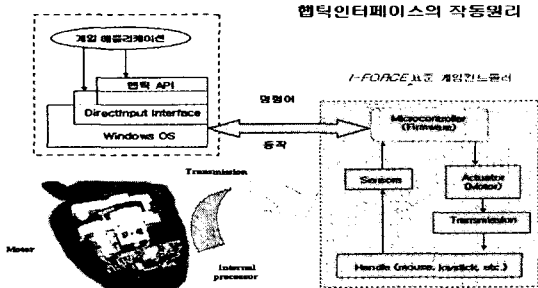


그림 3. PC용 햅틱 인터페이스 장치

이 하드웨어 구조는 미국의 Immersion사가 개발하여, 현재 컴퓨터 게임 업계에서 사실상의 표준기술로 적용되고 있으며, 이러한 구조를 지원하는 하드웨어 및 소프트웨어 구현 방법을 I-FORCE 기술이라고 부르기도 한다.

상기에서 제시된 반력 장치를 사용한 컴퓨터 게임에서의 햅틱 인터페이스 지원 방식은 반력효과 (Force-Feedback Effect)의 재생 (Playback) 방식에 의존하고 있다. 이는 Microsoft사에서 제공되는 응용프로그램 개발 tool인 DirectX 중, 사용자 입력장치를 지원하는 컴포넌트인 DirectInput COM에서 인터페이스 형태로 제공되는 기능이며, 기본적으로 반력감 효과를 온라인 및 오프라인 상으로 생성하여 반력게임기의 메모리에 저장한 후 재생하는 기능을 함수호출 방식으로 지원한다. DirectInput에서 제공되는 반력효과 생성 및 재생 과정에 대한 메커니즘은 DirectInput의 사용자 설명서에 잘 나타나 있다.[6]

게임에서의 실재감은 시각 청각 그리고 촉각 등의 사용자 인터페이스에 대한 실시간 처리가 보장되어야 가능하다. 특히, 게임 진행 중에 처리되는 촉각 효과는, 게임 진행상황에서 발생할 수 있는 다양한 충돌 상황에 적절하게 대응되도록 처리하는 것이 중요하다. 게임상에서 고려될 수 있는 충돌상황은 아래와 같은 경우를 들 수 있다.

- 자동차 경주에서 차량 간 및 벽면과의 충돌, 그리고 도로면의 굴곡에 따른 충격
- 격투기 게임에서의 주먹 지르기 및 발차기의 타격에 따른 충격
- 사격 게임에서의 총기 발사 시의 진동 및 총격에 따른 충격 효과

이러한 충돌에 대한 반력효과를 게이머에게 실시간으로 전달하는데 있어서, 그림 4에서 제시된 반력효과와 재생 및 재생과정은 현재 적용되고 있는 I-FORCE 반력장치의 구조를 고려한 최적의 방법이라고 할 수 있다.

반력 효과를 온라인 상으로 생성하기 위해서는, 생성될 반력 효과를 각 반력 장치에서 실시간에 loading 할 수 있는 메커니즘을 필요로 한다. 즉, 응용프로그램에서 빈번하게 사용되는 효과의 loading 시간을 줄일 수 있는 스케줄링 기법 등이 요구된다. 실제로, DirectInput에서는 반력감 효과가 생성되는 즉시 자동적으로 반력 장치에 load 되어 (explicit 한 loading 단계 생략) 불필요한 프로세싱 시간을 줄이는 방법이 사용되고 있다. 따라서, 이미 저장된 효과를 필요에 따라 play하기만 하면 된다.

반면에, 오프라인 상으로 반력감 효과를 생성하는 경우는 효과 편집기 (Force-Feedback Effect Editor)를 이용하게 되는데, 이 효과 편집기는 햅틱 인터페이스와는 독립된 소프트웨어 컴포넌트로 존재하여 게임 개발자가 여러가지 충돌상황을 고려한 단순 및 복합적인 반력 효과를 GUI 상에서 손쉽게 생성할 수 있게 하는 도구이다.

흔히, 온라인 및 오프라인 상으로 구현 가능한 반력감 효과는 단순 형태 (primitive type)이다. 하지만, 복잡하고 다양한 충돌상황이 존재할 수 있다는 것을 고려하면 단순 형태의 반력효과가 재현할 수 있는 실재감은 한정되어 있다. 이러한 경우에, 효과 편집기를 사용하여 단순 형태의 조합으로 이루어진 복합효과를 손쉽게 생성할 수 있다. 오프라인으로 작업 시에는 단순효과 및 복합효과에 대한 외부화일 형태로의 입출력이 가능하여, 기 생성된 효과 및 생성 중인 효과를 GUI 상에서 간단하게 parameter 조절을 통한 변화가 가능하다. 또한, 게임 응용프로그램에 직접 적용하기에 앞서,

이렇게 생성된 반력감 효과를 GUI 상에서의 시험 재생을 통한 점검, 재 생성 및 수정 과정을 반복하여 궁극적으로는 게임 응용이 요구하는 미묘한 반력감 효과를 생성할 수 있다.

3.2 일반적인 햅틱 인터페이스 지원 방식과의 비교

기존의 햅틱 인터페이스는, 햅틱 사이클 (실시간 충돌처리 + 실시간 force 생성 + 실시간 그래픽 update)에 따른 촉각 생성 방식을 택하고 있으며, 이것이 햅틱 처리 속도 (servo rate)를 결정하게 된다. 일반적으로, servo rate 가 1000 kHz 이상은 되어야 햅틱 인터페이스가 안정적으로 작동한다고 볼 수 있다. 그러므로, 대부분은 이러한 처리 속도를 높이기 위해 고성능의 컴퓨터를 사용하고, 또한 물성 모델링에 따른 복잡한 계산을 피하기 위해 모델링의 단순화를 기하기도 한다. 이러한 햅틱 응용은 주로 촉감이 가미된 가상현실 의료 수술 시뮬레이션 같은 것에 많이 사용되며 기타 많은 응용성을 지니고 있다.

하지만, 컴퓨터 게임에서는 실시간 적으로 처리되는 것처럼 게임 플레이어에게 전달하면 되며 일반 햅틱 인터페이스와는 다른 보급형의 단순 반력감 장치를 사용하는 관계로, 저장된 효과를 재생 (Playback)하는 방법을 사용하도록 되어 있다. 따라서, 충돌점 (collision point)에 따른 실시간 반력 생성은 아니며, 충돌 상황 (collision situation)에 따라 상대적으로 거친 역감을 실현한다.

게임과 일반 시뮬레이션 환경에서의 햅틱인터페이스 기술을 비교하면 아래의 표 1 과 같이 나타낼 수 있다.

일반적인 응용의 햅틱인터페이스	컴퓨터 게임에서의 햅틱인터페이스
<ul style="list-style-type: none"> • 1 KHz에 가까운 햅틱 처리 속도에 의해 안정성 유지 • 세밀한 tactile sensation (tactile feedback) 을 위해 정밀한 충돌 정보 요구 (collision point, collision normal 등) • 미세한 진동의 실시간 생성 • 시뮬레이션 환경 (가상의료 등) 에 주로 이용 	<ul style="list-style-type: none"> • 반력 (Force-Feedback) 효과의 off-line 생성 및 편집 후 playback • 충돌 상황에 따른 제한효과 (full-force feedback) 의 효율적인 재생을 위해, 실시간 처리보다는 적절한 반력 효과 생성에 우선 • 데스크 탑 형태의 햅틱기구에 한정

표 1. 햅틱인터페이스 기술의 비교

4. 햅틱 인터페이스 개발

이번 장에서는, 게임 소프트웨어 개발자가 컴퓨터게임 (주로 3 차원 액션 및 드라이빙 게임)에 햅틱 인터페이스를 부여하기 위해 필요한 소프트웨어 하부 구조를 구축하는 방법을 현재 진행하고 있는 연구과제 중심으로 기술하고자 한다.

현재 개발되고 있는 3 차원 컴퓨터게임용 햅틱 인터페이스를 위한 컴포넌트들과 게임엔진 간의 상관관계는 그림 4 에서와 같이 표현될 수 있다.

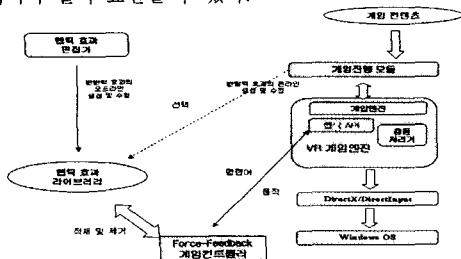


그림 4. 햅틱 인터페이스와 게임엔진과의 상관관계

4.1 햅틱 응용 프로그래밍 API

컴퓨터 게임에 햅틱 인터페이스를 구현하기 위해서는, 게임 응용 프로그램에서 햅틱 효과에 대한 생성 및 재생과 관련된 기능을 손쉽게 구현할 수 있는 응용 프로그래밍 인터페이스 (API)가 필수적이다.

현재, 컴퓨터 게임에서의 햅틱 지원 방식이 Immersion사와 Microsoft 사의 규격을 따르는 바, 본 API 는 DirectX 컴포넌트 중 DirectInput 의 상위레벨에 존재하는 wrapper 형식으로 구현되어 미국 Immersion 사의 I-FORCE 방식의 반력감을 생성 및 재생을 위한 기본적인 함수들을 제공한다. 이러한 함수들은 게임 응용프로그램에서 호출하여 사용할 수 있도록 되어 있다.

현재, 이 햅틱 API 에 의해 지원되는 반력감 기구는 Immersion 표준규격의 Force-Feedback 게임 컨트롤러 인 Joystick, Steering Wheel 및 Game Pad 등의 탁상용 반력 게임 컨트롤러이다.

4.2 반력효과 편집기

앞장에서 설명되었듯이, 컴퓨터게임에서 실감있는 햅틱 효과의 부여는, 반력감 효과 재생을 위한 기본적인 틀인 응용프로그램 인터페이스 (API) 만 제대로 설계 및 구현되었다고 해결되지는 않는다. 즉, 여러 복잡 다양한 충돌 상황에 적합한 효과들을 라이브러리 형태로 데이터베이스화하여 적시에 호출하여 재생 (playback) 할 수 있도록, 오프라인으로 단순 및 복합 형태의 반력 효과를 손쉽게 생성해 낼 수 있는 소프트웨어 도구가 필요하다.

이러한 목적으로 Force-Feedback Effect Editor 를 구현하여 프로토타입 버전을 활용하고 있다. 그림 5 에 나타나 있듯이, 여러가지 종류의 반력감 효과에 대한 생성 및 편집 작업을 할 수 있는데, GUI 상에서의 버튼 조작 및 매개변수 값에 대한 직접적인 입력의 방법으로 각 효과의 주기, 크기, 동작 시간 등을 자유롭게 조절할 수 있다.

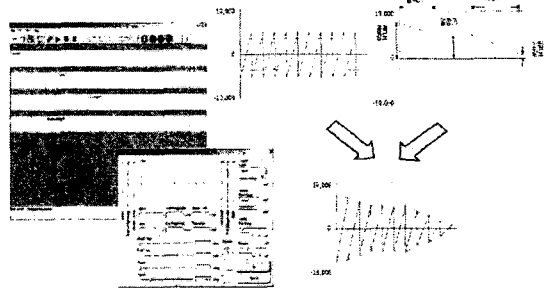


그림 5. Force-Feedback Effect Editor 사용 예

기본적으로는, 간편한 조작으로 단순 형태의 반력감 효과 생성이 가능하며, 복합효과는 복수개의 단순효과의 조합으로 생성해 낼 수 있으며 마찬가지로 방법으로 parameter 조작을 할 수 있다. 반력 편집기에서 지원하는 단순 반력감 효과는 크게 두 가지 부류로 아래와 같이 '힘 (Force)' 및 '조건 (Condition)' 형태로 나눌 수 있다.

- 힘 (Force) 형태
 - ✓ 상수 힘 (Constant Force)
 - ✓ 경사로 힘 (Ramp Force)
 - ✓ 파형 힘 (Periodic Force)
- 조건 (Condition) 형태
 - ✓ 스프링 (Spring)
 - ✓ 마찰력 (Friction)

- ✓ 제동적 힘 (Damping)
- ✓ 관성 (Inertia)
- 형태 조성자 (Force Shaper)
- ✓ 엔벨로프 (Envelope)

이 중에서 '엔벨로프'는 효과의 조합 후, 공격기와 일정기 및 하강기 등으로 구분되는 힘의 크기를 조절할 수 있게 하는 형태 조성자로서, 반력효과의 출력 형태를 결정하는데 있어서 아주 유용한 편집기능을 제공한다.

4.3 햅틱 수트

현재 개발 중인 햅틱 인터페이스 API의 목표는 기존의 탁상형 고정식인 반력 게임컨트롤러 뿐만 아니라, 게이머가 보다 향상된 체감효과를 통해 현실감을 경험할 수 있도록 특별 제작된 (custom) 신체 부착형 햅틱 수트 (haptic suit)를 지원하는 것이다. 현재, 한국과학기술원 (KAIST)과 공동 개발중인 햅틱 수트는 임펄스(Impulse)형 역감 제시 액추에이터 (공압 방식)에 기반 한 것과 DC 전기모터를 사용한 진동형의 두 가지 종류로써, 격투 장르 게임에서 나타나는 다양한 효과를 지원하기 위한 목적이다.

이들처럼, 임펄스형 햅틱수트는 순간적으로 강한 임팩트를 발휘할 수 있으므로 주로 격투기의 발차기 및 주먹치르기 등의 타격효과를 구현하는데 적합하다. 반면에, 진동형 햅틱 수트는 수트에 달린 진동모터의 진동강도와 진동주기를 조정하여 좀 더 미세한 효과를 생성하는 데에 적합하므로, 사격 게임에서의 사격에 따른 진동 효과나 총격효과 구현에 적절히 사용될 수 있다.

이러한 햅틱 장치의 구동을 위해, DirectInput 에서 제공되는 함수 호출을 사용하여 하드웨어를 제어 (control) 하는 기존의 반력 게임컨트롤러를 사용할 때와는 달리, Sensory board 를 사용한 별도의 컨트롤러 및 구동 드라이버 소프트웨어 (Device Driver)를 구현하였다.

4.4 격투 게임 콘텐츠 예제

본 연구에서는 기존의 3 차원 게임엔진을 사용하여 간단한 격투동작의 진행 모드를 제작하여[7], 이상에서 개발 중인 햅틱 인터페이스를 테스트하였으며, 이는 그림 9 에 나타난 바와 같다.

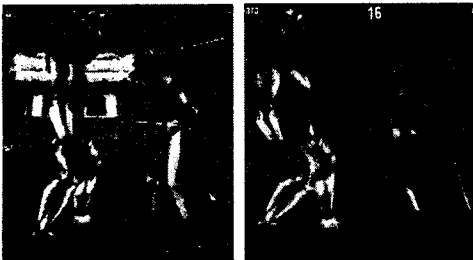


그림 6. 격투게임 콘텐츠에 적용된 햅틱 API

그림 6에서 햅틱 API 는, 몬스터 (monster)와 대결하는 여인무사의 격투 동작에서 공격의 효과를 증가시키기 위해 적용되었다. 즉, 공격이 이루어질 때, 검의 타격에 대한 충격효과를 게이머에게 전달할 수 있으며, 이때 전달되는 반력 효과는 햅틱 효과 Editor 의 전처리 작업으로 적절하게 생성하였다.

검 휘두름에 대한 반력감 효과는 기본적으로 초단의 파형함수에 엔벨로프를 사용해 타이밍에 따른 강도를 조절한 복합 효과로 생성할 수 있는데, 앞선 그림 5 에서 같이 나타난 바와 같다. 이러한 복잡한 햅틱 효과를 게임 콘텐츠에

효과적으로 구현하기 위해서는, 우선 실시간 충돌 처리와 아울러 현실감 있는 반력감 효과의 디자인이 선행되어야 한다.

5. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 컴퓨터게임에서 햅틱인터페이스를 지원하기 위한 기술적인 방법을 다루었으며, 현재 개발이 진행 중인 햅틱 인터페이스를 소개함으로써 앞으로의 연구 방향을 제시하였다.

궁극적으로 이러한 햅틱인터페이스 기술의 개발은, 게임 환경에서 크게 탁상형과 부착형으로 구분되는 햅틱 장치를 통하여 다양한 촉각을 실현할 수 있게 한다. 이를 위하여, 기존의 탁상형의 햅틱 장치를 위한 햅틱 인터페이스 뿐만 아니라 햅틱 수트 등의 신체 부착형 반력 장치의 개발 및 이에 대한 소프트웨어 인터페이스 기술 개발도 진행 중에 있다.

참고문헌

- [1] 이의택, "게임 시장의 성장과 전망," 한국정보과학회, Vol.17(12), pp. 39-42, 1999.
- [2] 이광희, 2000 년도 국내게임개발 동향분석, 게임종합지원센터, 2000.
- [3] Sensable Technology Corp., <http://www.sensable.com/>
- [4] 한국과학기술연구원-로봇공학연구실, <http://robot.kist.re.kr/>
- [5] Immersion Corp., <http://www.immersion.com/>
- [6] 마이크로소프트사, MSDN Library 사용자 설명서
- [7] 한국전자통신연구원, 온라인 3 차원 게임엔진: Dream3D 사용자 및 프로그래밍 설명서, 2002.