

체감형 게임을 위한 햅틱 수트 인터페이스

배희정*, 장병태

*한국전자통신연구원 공간기술정보센터 실감GIS연구팀
hjbae@dreamwiz.com

Haptic Suit Interface for Haptic Game

Heejung Bae*, Byungtae Jang

*SITC, Tangle GIS Electronics & Telecommunications Research Institute

요약

VR(virtual reality, 가상 현실) 환경이 대중화 되면서, VR 환경 하에서 사용자가 반력(force feedback)을 느끼게 하는 방법들에 대한 연구가 활발해 지고 있다. 이러한 반력의 사용에 있어, 반력을 지원하는 하드웨어, 소프트웨어들이 필수적이고, 기존의 탁상형 고정식인 반력 게임컨트롤러 뿐만 아니라, 게임 플레이어가 보다 향상된 체감효과를 통해 현실감을 경험할 수 있도록 다양한 햅틱 장치를 필요로 한다. 본 연구에서는 신체에 착용하여 체감을 느낄 수 있도록 특별 제작된(custom) 햅틱 수트(haptic suit)를 다룬다. 이를 위한 게임 인터페이스를 제시하여, 게임 콘텐츠에 실재감을 부여할 수 있는 반력을 편집하고, 재생할 수 있는 효과 생성기를 제시한다.

1. 서론

가상환경 속에서 촉각을 실현하기 위한 햅틱 인터페이스 기술에 대한 연구가 국내외에서 많이 진행되고 있으며, 일부는 상용화가 되어 현재 가상훈련 시스템이나 게임 등에 이용되고 있다. 햅틱 인터페이스는 기존에 시각 청각의 효과를 통하여 사용자에게 실재감을 부여하는 것과는 다르게, 사용자가 촉각이나 체감을 느낄 수 있도록 하여 새로운 몰입감을 부여할 수 있다[1].

본 논문에서는 신체에 착용하여 체감을 느낄 수 있는 신체 착용형 햅틱 인터페이스 기술을 개발하는 것을 목적으로 한다. 이와 관련된 기존의 기술로서 exoskeleton 형태나 장갑 형태 등의 부착형 햅틱 인터페이스에 대한 연구가 국내외에서 진행되고 있

나, 아직 장치의 무게나 힘 반향 크기의 제약 등 해결해야 할 점이 많으며 보다 다양한 응용 분야로의 적용에 대한 연구가 미비하다. 본 논문에서 개발하고자 하는 신체 착용형 햅틱 인터페이스 기술은 수트의 형태로서 사용자가 경량의 수트를 입고 자유롭게 활동이 가능하도록 하며, 필요한 경우 수트를 통해 사용자가 체감을 느낄 수 있도록 한다. 이와 같은 수트 형태의 신체 착용형 햅틱 인터페이스 기술은 게임이나 가상 훈련 시스템 등 다양한 분야에 적용이 가능하다[2][3].

가상 세계에서의 체감을 컴퓨터상에서 재현하기 위해서는, 우선 체감의 효과를 생성하여야 한다. 실시간으로 체감을 사용자에게 전달하기 위해서는 캐릭터의 움직임을 실시간으로 제어하고, 캐릭터 내의 각 부분에 대한 충돌과 충격량 등의 물리적 성질에 대응되도록 생성한다. 캐릭터의 체감은 기하학적 성질과 물리적 성질들을 이용하여 동역학적 방법에 기

반하여 생성한다. 즉, 햅틱 기구를 통하여 가상의 힘을 생성한 후, 이 제어에 의하여 캐릭터가 움직이는 힘을 계산하고, 이때 발생하는 체감의 경우에는 캐릭터의 동역학적 움직임에 의하여 그 효과를 생성한다. 이 과정에서 생길 수 있는 물체들 간의 충돌은 impulse dynamics 방법으로 해결한다.

본 논문이 제시한 햅틱 기구 및 인터페이스들은 단순히 격투에만 한정된 것이 아니라 대화형의 실시간 게임 환경에서 응용할 수 있다.

2. 컴퓨터 게임에서의 햅틱 조끼

2.1 게임 시스템 구성도

본 연구에서 다루는 컴퓨터 게임 시스템은 그림 1에서와 같은 구조를 가지며, 반력감을 생성할 수 있는 모듈과 PC와의 인터페이스를 이루는 부분으로 이루어져 있다.

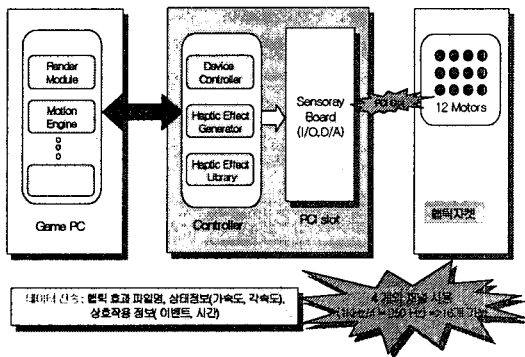


그림 1. 게임 시스템의 구성도

본 게임 시스템은 기존의 탁상형 고정식인 반력 게임컨트롤러 뿐만 아니라, 게임 플레이어가 보다 향상된 체감효과를 통해 현실감을 경험할 수 있도록 특별 제작된 (custom) 신체 부착형 햅틱 수트 (haptic suit)를 지원한다. 현재, 한국과학기술원 (KAIST)과 공동 개발 중인 햅틱 수트는 Imp펄스형 역감 제시 액츄에이터 (공압 방식)에 기반 한 것과 DC 전기 모터를 사용한 진동형의 두 가지 종류로써, 격투 장르 게임에서 나타나는 다양한 효과를 지원하기 위한 목적으로 제작되었으며, 이들의 하드웨어 구성은 그림 2에서와 같다[3].

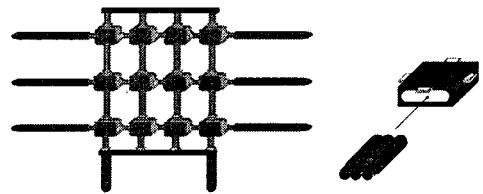
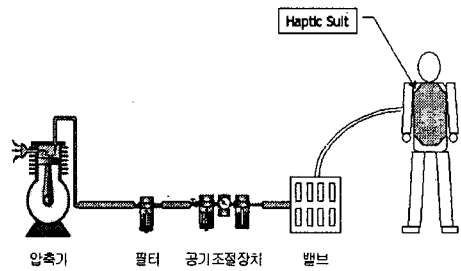


그림 2. 햅틱 수트의 하드웨어 구성 (상:임펄스형 햅틱수트, 하:진동형 햅틱수트)

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

2.2 햅틱 조끼 인터페이스 구조

햅틱 조끼를 위한 인터페이스는 장치를 제어 (control) 하기 위한 컨트롤러와 구동 드라이버 소프트웨어 (Device Driver)로 구성되어 있다.

햅틱 컨트롤러는 사이클 (실시간 충돌처리 + 실시간 Force 생성 + 실시간 그래픽 update)에 따른 촉감 생성 방식을 택하고 있으며, 이것이 햅틱 처리 속도 (servo rate)를 결정하게 된다. 일반적으로, servo rate가 1000 kHz 이상은 되어야 햅틱 인터페이스가 안정적으로 작동한다고 볼 수 있다. 하지만, 컴퓨터 게임에서는 실시간으로 처리되는 것이 중요하며, 일반 햅틱 인터페이스와는 다른 보급형의 단순 반력감 장치를 사용하는 경우가 많다. 따라서, 재생 (Playback) 기능만 가능하도록 되어 있는 경우가 많은데, 이들은 충돌점에 따른 실시간 반력 생성은 아

니며 충돌 상황(collision situation)에 따른 적응적인 반력 처리이다. 이러한 처리방법은 복잡하고 다양한 햅틱 효과를 제한적인 의미에서나마 게임 플레이어에게 전달할 수 있다.

기본적으로 반력감 효과를 온라인 및 오프라인 상으로 생성하여 반력기구의 메모리에 저장한 후 재생하는 방식을 일컫는다. 반력효과 생성 및 재생 과정에 대한 메커니즘은 그림3에서와 같은 전이도(transition diagram)를 가진다.

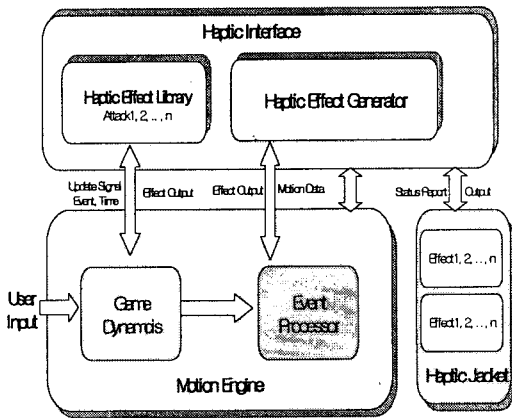


그림 3. 햅틱 수트의 효과

이러한 충돌효과를 게임 플레이어에게 실시간으로 달하기 위하여, 생성될 반력 효과를 각 반력 장치에서 실시간에 loading할 수 있는 메커니즘을 필요로 한다. 즉, 응용프로그램에서 빈번하게 사용되는 효과의 loading 시간을 줄일 수 있는 스케줄링 기법 등이 요구된다. 실제로, DirectInput에서도 반력감 효과가 생성되는 즉시 자동적으로 반력 장치에 load되어 (explicit한 loading 단계가 생략) 불필요한 프로세싱 시간을 줄이는 방법이 사용되고 있다. 따라서, 이미 저장된 효과를 필요에 따라 play하기만 하면 된다.

3. 햅틱 효과 생성기

본 연구에서 사용하고자 하는 햅틱 효과 생성 방법은 인터랙티브하게 햅틱 효과를 생성하는 방법과 극적인 효과 생성을 위하여 미리 정해진 효과를 재생하는 방식의 장점을 모두 사용하기로 한다. 즉, 캐릭터의 햅틱 효과는 시뮬레이터의 방식을 사용하여

구현하고, 포격 같은 극적인 효과가 발생할 경우에는, 미리 튜닝해 놓은 효과를 중첩시켜서 체감을 생성하는 것이다.

3.1 실시간 햅틱 효과 디스플레이

가상현실에 존재하는 캐릭터는 이벤트 처리기에 의하여 현재 상태(status)를 변화된다. 예를 들어, 캐릭터의 동작 중에 걷기, 뛰기, 총 쏘기 등의 이벤트들이 존재할 경우, 사용자 입력에 의하여 총을 쏘게 되면, 총을 쏘 때의 반동에 의해 캐릭터가 떨릴 것이고, 일정 시간이 지나면 떨림이 멈출 것이다. 또한, 상대방에게서 공격을 받았을 경우, 상대방의 총알과 캐릭터와의 상호 작용이 발생하여 폭발 등이 일어나게 될 것이다.

본 연구에서는 이런 방식들을 체계화하기 위하여, 공격, 피격, 진동 등 게임에서 필요로 하는 단위 햅틱 효과들을 파라메트릭한 라이브러리로 만들어서 사용하였다. 이것은 게임 콘텐츠에 필요한 이벤트에 적절한 효과를 요구하면 구현에 필요한 모터에서의 진동 효과를 생성해 주도록 설계된다. 운동 효과 라이브러리는 특정한 이벤트에 대한 기호 신호가 무엇인지와, 그 기호 신호를 어떻게 적용하여 진동 패턴을 생성할 것인지 얼마동안 효과를 발생시킬 것인지 등에 대한 정보들을 가지고 있다. 그림 *은 운동 효과 라이브러리를 사용하여 효과를 생성하는 방법을 보이고 있다.

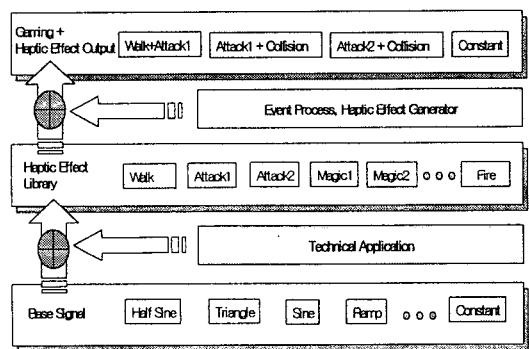


그림 4. 햅틱 효과 생성 과정

그림 4에서와 같이, '피격 진동'의 기본 파형을 사인파로 설정할 경우, 공격당한 거리와 방향을 변수로 받아서 해당되는 진동의 크기와 진동의 주기를 생성하게 된다. 또한, 방향성이 있는 피격에 대하여는 진동의 해당 울림 소자의 위치를 적절하게 생

성할 수 있도록 만들어 낼 수 있다.

3.2 재생형 햅틱 효과 디스플레이

인터랙티브하고 모사적인 시뮬레이터와는 달리, 운동감의 특성을 미리 정의할 수 있고 극적인 운동감 구현에 유리하다. 이러한 효과 디스플레이 방법은 컴퓨터 게임에서 실감나는 복잡한 효과도 실시간으로 구현될 수 있는 장점을 가진다. 즉, 여러 복잡한 다양한 게임 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 도구를 이용하는 것이다.

기본적으로는, 간편한 조작으로 단순 형태의 반력감 효과 생성이 가능하며, 복합효과는 복수개의 단순효과의 조합으로 생성해 낼 수 있으며 마찬가지로 parameter 조작을 할 수 있다. 본 시스템에서 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 조형자 (Force Shaper)
 - 엔벨로프 (Envelope)

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

4. 결론 및 향후 연구과제

본 실험에서는 햅틱 효과를 렌더링 할 수 있는 햅틱 조끼의 구현 방법에 대하여 제시하였다. 또한 격투 등의 게임 환경에서 체감효과를 생성할 수 있는 효과 생성기에 대하여 설명하였다. 이 처리 결과는 기존의 워크스테이션용인 Phantom에서 가능하던 대화형 햅틱효과를 일반적인 PC환경에서도 생성할 수 있는 데에 큰 의의가 있다.

[참고문헌]

[1] Sensable Corp., <http://www.sensable.com>
 [2] T.V. Thompson, "Direct Haptic Rendering of Sculptured Models", In Symposium on interactive 3D Graphics, pp.167-176, 1997.
 [3] Srinivasan, "Rapid rendering of tool-tissue interactions in surgical simulators: Thin walled membrane models", PHANTOM User's Group, PUG 98, Cambridge, MA:MIT, 1998.
 [4] 손욱호, "Haptic Interface for 3D Computer Games", 2002 한국컴퓨터게임학회 하계 세미나, pp.82-89, 2002,

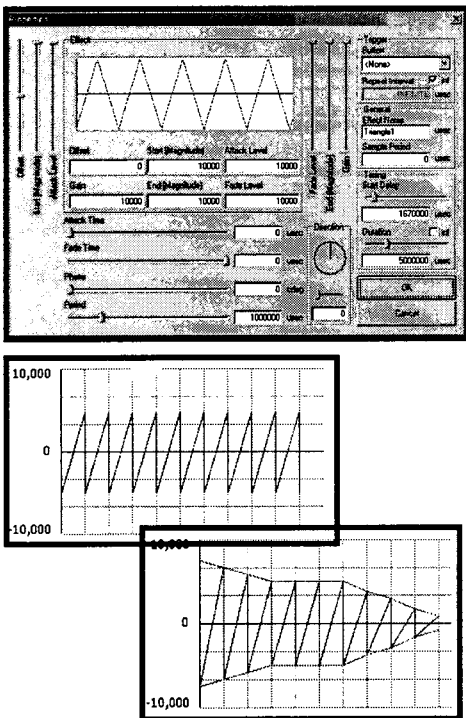


그림 5. 반력효과의 예 (상: triangle 0 force, 좌하: 파형 힘, 우하: Envelope 형태지)