

촉각기반 비디오 및 오디오 스트리밍 기술 개발

Development of a Haptic Based Video and Audio Streaming Method

유용희, Yong Hee You*, 조동현, Donghyun Cho**, 이환문, Hwanmun Lee***, 김기권, Kikwon Kim****, 전경구, Kyungkoo Jun*****, 성미영, Mee Young Sung*****

요약 ~ 본 논문에서는 촉각기반 비디오 및 오디오 스트리밍 기술 개발을 설명한다. 제안하는 스트리밍 기술은 촉각정보를 포함한 비디오 프레임과 함께 진동정보를 가진 오디오를 실시간으로 전송해주는 방법에 대한 구현을 설명한다. 촉각정보 전송을 위하여 비디오 화면을 일정한 크기의 셀로 나누어 각 셀에 비디오 화면의 콘텐츠에 대응하는 촉각정보를 적용시켜 주었다. 이 정보들은 특정 형식으로 파일로 저장되게 되고 촉각정보 전송에 사용되게 된다. 촉각정보 전송은 비디오 프레임과 교차하며 전송된다. 이렇게 전송된 비디오와 촉각정보는 클라이언트 컴퓨터에서 병렬적으로 처리되어 화면에 출력시켜준다. 진동정보를 가진 오디오를 전송하기 위해서는 사운드를 분석하여 특정 사운드에 적합한 진동을 적용시켜 주었다. 이런 방법으로 저장된 진동정보는 사운드 스트리밍과 동기화되어 사용자에게 전송되며 이를 통해 사용자는 관람하고 있는 비디오 화면을 만짐으로써 화면 콘텐츠의 재질을 느낄 수 있고 음향에 따라 다양한 패턴의 진동을 느낄 수 있다.

Abstract ~ In this paper, we explain a haptic based video and audio streaming method. The proposed method is to stream tactile and vibration information along with video and audio information. The video screen is divided into a grid, and each cell has tactile information which is corresponding to the content. At the same time, the sound stream is also analyzed and vibration information is applied. These data are streamed to clients and displayed through a haptic device and a vibration interface. So, a client will be more immersed into the video and audio by touching and getting vibrations.

핵심어: *Haptics, Vibration, Streaming*

1. 서론

인간과 컴퓨터가 재질 정보와 진동정보를 주고받을 수 있도록 하는 기술이 바로 햅틱스이다. 이러한 정보들은

인간에게 전해지는데 형태에 따라 힘 피드백과 촉각 피드백으로 구분된다. 기계적 인터페이스를 통해 힘과 운동감을 사용자에게 전달하는 힘 피드백과, 어떤 물체의 표면의 재질감을 사실적으로 전달하는 것을 촉각

본 연구는 교육인적자원부 2 단계 BK21 사업, 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI05-03-01)의 지원으로 수행되었음.

*주저자 : 인천대학교 컴퓨터공학과 석사과정 e-mail: yhinfuture@incheon.ac.kr

**공동저자 : 인천대학교 멀티미디어 시스템공학과 석사과정 e-mail: dhcho@incheon.ac.kr

***공동저자 : 인천대학교 컴퓨터공학과 학부과정 e-mail: leehwanmun@incheon.ac.kr

****공동저자 : 인천대학교 컴퓨터공학과 학부과정 e-mail: samasa@inchoen.ac.kr

*****공동저자 : 인천대학교 멀티미디어 시스템공학과 교수 e-mail: kjun@incheon.ac.kr

*****교신저자 : 인천대학교 컴퓨터공학과 교수; e-mail: mysung@incheon.ac.kr

피드백이라 한다 [1][2].

IPTV 의 등장으로 양방향 콘텐츠의 출현이 본격화 되고 있는 시기에 뉴미디어에 대한 수요는 늘어날 것이다 [3]. 그에 따라 촉각을 통한 컴퓨터와 사용자의 상호작용을 제공하는 촉각기반 비디오 및 오디오 스트리밍 기술은 이런 사용자의 요구를 충족시킬 것이다.

본 논문에서는 힘 피드백과 촉각 피드백을 비디오/오디오 스트리밍 방법과 결합하여 사용자에게 전달하는 방법을 제안한다. 본 논문의 2 절에서는 본 연구의 개요를 설명하고, 3 절에서는 본 논문에서 제안하는 재질정보를 포함한 비디오 전송 방법을 설명한다. 4 절에서는 사운드 및 진동 전송 기술을 설명하며 5 절에서는 본 논문의 결론과 향후 연구계획을 서술한다.

2. 개요

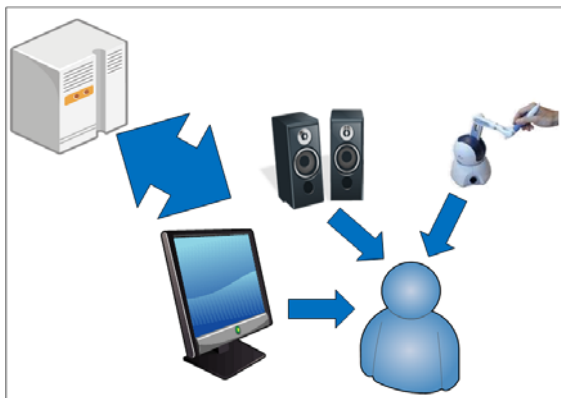


그림 1 촉각기반 비디오 및 오디오 스트리밍 개요도

본 연구에서는 온라인 3D 가상환경의 실감성 증진을 위해 만질 수 있는 동영상과 느낄 수 있는 사운드를 스트리밍하는 기술을 개발한다. 촉각기반 비디오 및 오디오 스트리밍이란 비디오와 오디오에 맞추어 재질정보와 진동정보를 재생하는 기술을 말한다. 그림 1 에서 볼 수 있듯이 비디오와 오디오를 포함한 모든 콘텐츠는 서버로부터 전송되며 모니터, 스피커, 햅틱 장비 그리고 진동 장치 등을 통하여 출력되게 된다.

만질 수 있는 동영상에서는 동영상 안의 물체 형태를 만져볼 수 있고 표면촉감을 느낄 수 있다. 느낄 수 있는 사운드는 적절한 촉각진동을 결합시켜 사운드의 실제감을 향상시키는 기술로써 게임 등에서 총소리 혹은 충돌음이 발생하는 순간 적절한 진동효과가 동반될 경우 게임 몰입도가 향상되는 것이다. 본 연구에서는 펜타입 햅틱 장비인 PHANTOM Omni [4]와 자체 개발한 진동장치를 이용하여 구현을 실시하였다.

이를 통하여 사용자는 시각과 청각뿐만 아니라 촉각으로 콘텐츠를 체험함으로써 향상된 실제감을 얻을 수 있다.

3. 재질 정보를 포함한 비디오 전송방법

본 절에서는 비디오와 그에 대응되는 재질정보를 실시간으로 전송하기 위한 재질정보 재생기술과 스트리밍 방법을 설명한다. 우선 비디오에 대응되는 재질정보를 구성하는 방법을 설명하고 이를 화면에 적용시키는 방법이 설명된다.

3.1 재질 정보 구성

햅틱스에서 재질을 구성하는 방법은 Stiffness, Damping, Static Friction, Dynamic Friction 등의 네 가지 속성을 조합함으로써 얻어질 수 있다. 예를 들어 나무와 같이 딱딱하고 거칠거칠한 촉각을 표현하려면 1.0, 1.0, 0.2, 0.2 의 속성값을 Stiffness, Damping, Static Friction, Dynamic Friction 에 차례로 넣어주면 된다 [5].

이런 재질구성 속성들을 변화하여 적용시킴으로써 다양한 재질을 구할 수 있다. 하지만 이러한 촉감은 사람의 감각에 의한 것 이므로 재질 정보의 습득은 완벽히 사람의 직접적 실험에 의해서 얻어질 수 밖에 없다. 이런 재질 정보 습득의 어려움은 가지 수의 제한을 야기한다. 또한 개인차에 따라 느낌의 실제감이 다를 수 있다. 재질의 특징을 확실히 살려 극대화 하여 정의한다면 대다수의 사용자가 동의 할 수 있는 재질감을 얻을 수 있다. 표 1 은 본 연구에서 사용한 재질들의 속성값을 나타낸다.

표 2 재질감 속성 표

종류	Stiffness	Damping	Static Friction	Dynamic Friction
glass	1.0	1.0	0.7	0.2
Orange	0.1	1.0	0.2	0.2
Fur	0.5	0.1	0.9	0.2
Sponge	0.1	0.0	1.0	0.2

3.2 재질정보 재생

비디오의 화면에 위에서 설명된 촉각 정보를 적용시키는 방법은 그림 2 와 같다. 그림 2 에서 왼쪽 비디오 프레임이 스트리밍 된다고 할 때 클라이언트는 시각적으로 화면을 관람할 뿐만 아니라 오른쪽과 같이 촉각으로 화면을 만질 수 있다. 그림의 예제에서 밝은 부분은 매끈매끈한 유리의 재질을 어두운 부분은 거칠거칠한 재질이 적용되었다. 사용자는 햅틱 장비를 통하여 이러한 재질을 느낄 수 있게 된다.

촉각 정보를 전송 및 출력하기 위해서는 촉각 정보를 담은 필드와 이를 기반으로 화면을 구성하는 촉각 프레임이 필요하다. 촉각 정보는 Stiffness, Damping, Static Friction, Dynamic Friction 등의 속성의 조합과 Material ID 로 구성되며 촉각 프레임은 화면을 셀로 나누어 각 셀에 Material ID 을 적용한 화면이다.

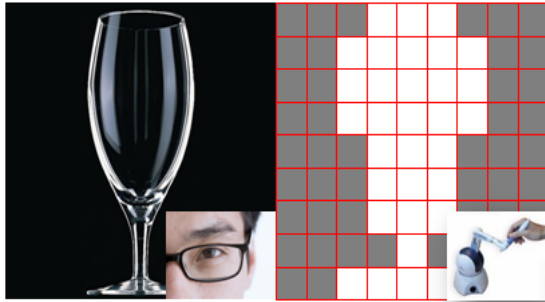


그림 2 재질정보 적용 예제

3.3 재질정보 스트리밍

본 스트리밍 기술에서는 비디오 데이터와 동시에 재질 정보를 스트리밍 할 수 있다. 비디오의 매 프레임이 전송될 때마다 서버에서는 그에 따른 촉각 프레임을 전송한다.

스트리밍 플레이어가 시작할 때 서버로부터 재질정보 초기 데이터를 전송 받아 material ID 와 재질정보를 연결시켜줄 수 있는 매핑 테이블을 구성한다. 그 후 비디오, 햅틱 프레임을 전송받아 햅틱 프레임에 나타나 있는 material ID 를 매핑 테이블에서 실제 재질정보로 대치시킨 후 화면을 렌더링하고 재질정보도 함께 렌더링 시켜준다. 이는 동영상상이 종료될 때까지 계속된다.

4. 사운드 및 진동 전송기술

본 절에서는 사운드를 실시간으로 들려주기 위한 사운드 스트리밍 기술과, 사운드의 실감성을 높여주기 위한 진동 발생 데이터를 동시에 네트워크로 전송해주는 동시 전송 기술을 설명한다.

4.1 스트리밍 구조

본 기술은 사운드 데이터와 진동 정보를 동시에 전송하는 서버와, 이를 수신하여 사운드를 재생하고 진동을 발생시키는 클라이언트로 나뉜다. 서버는 클라이언트의 요청에 의해 사운드 데이터를 패킷화 하여 클라이언트에게 전송한다. 패킷 데이터들은 언제 변할지 모르는 네트워크 상황에 맞추기 위해 미리 다수의 패킷을 클라이언트에게 전송하여 저장하도록 한다. 클라이언트는 수신된 패킷들을 큐 구조의 버퍼에 저장하여 두고 하나씩 꺼내어 사용한다.

본 스트리밍 기술에서 사운드 관련 제어 기능은 OpenAL [6] 사운드 라이브러리를 사용하여 제작하였다. 서버에서 OpenAL 은 서버에 저장되어 있는 사운드 파일에 접근하여 사운드파일의 헤더와 사운드 데이터를 추출하는데 사용된다. 클라이언트에서의 OpenAL 은 수신한 사운드 패킷들을 합쳐 사운드를 재생하는데 이용된다.

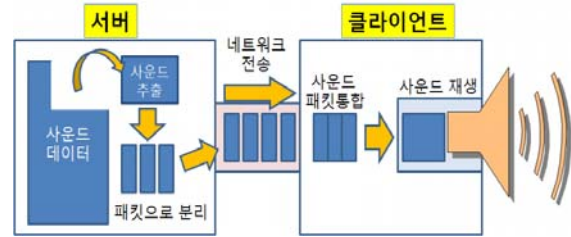


그림 3 사운드 스트리밍 구조

스트리밍하는 사운드 파일을 클라이언트에서 재생하기 위해선 해당 사운드의 헤더 정보가 필요하다. 그리하여 서버에서는 OpenAL 을 통해 사운드 헤더를 읽어내고, 클라이언트에 사운드 데이터를 전송하기 전에 사운드 헤더를 전송하여 사운드 재생을 위한 정보를 미리 전달한다. 클라이언트에서는 이렇게 전달받은 사운드 헤더를 분석하여 사운드 패킷을 수신하기 위한 버퍼를 준비하고, 사운드 재생시의 설정작업을 수행한다.

4.2 진동 정보 스트리밍

본 스트리밍 기술에서는 사운드 데이터와 동시에 진동 정보를 스트리밍 할 수 있다. 진동 정보는 어느 시점에 어떠한 진동이 발생하도록 클라이언트에게 명령하는 데이터의 조합이다. 서버에서는 진동 정보를 진동이 발생하여야 하는 사운드 패킷과 동시에 전달하고, 클라이언트는 본 진동 패킷을 큐에 저장하여 두고 하나씩 차례대로 분석하여 정확한 타이밍에 진동 장치에 진동 발생을 명령한다.

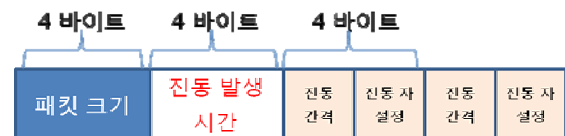


그림 4 진동 패킷 구조

클라이언트에 전송 할 진동 정보는 서버에 파일로 저장되어 있다. 서버는 진동 정보를 스트리밍 할 때 진동 정보가 저장된 파일에서 진동 데이터를 읽어 전송하게 된다. 기존의 연구에서는 진동 정보를 스트리밍 하기 위해 사운드 데이터나 영상 데이터에 진동정보를 직접 인코딩하여 같이 스트리밍 하는 방법을 사용하였다. 이러한 구조와는 다르게 본 시스템에서는 진동 정보를 파일로 저장함으로써 따로 인코딩 할 필요가 없어진다. 또한 진동 정보를 수정할 때 직접 진동 정보가 저장된 파일만을 접근하여 수정하면 되므로 기존의 구조보다 쉽게 진동 정보를 수정할 수 있게 한다.



그림 5 기존 방식과의 차이점

4.3 진동 정보의 생성

진동의 발생을 유발하는 진동 정보는 직접 제작한 프로그램을 사용하여 자동으로 추출할 수 있다. 이 프로그램은 영화나 게임 등에서 발생하는 사운드 중, 진동이 발생하여야 하는 사운드를 미리 지정하여 두면 영화나 게임에서 해당 사운드가 발생하였을 때의 시간을 측정하여 이 시간을 파일에 기록한다. 이는 특정 사운드가 특유의 주파수 특징을 가진다는 점을 이용한 것으로 사운드의 주파수 특징을 비교하여 해당 사운드가 발생하는 시점을 알아낸다. 이렇게 알아낸 각각의 진동 발생 시점에 진동 패턴에디터 프로그램을 사용하여 진동의 종류와 시간을 입력 진동 정보를 완성한다. 진동 패턴에디터 프로그램은 발생하는 진동마다 어떠한 종류의 진동이 발생하여야 하는가를 지정하는 프로그램으로 다양한 진동 패턴의 발생을 가능하게 한다. 위의 두 가지 프로그램을 거쳐 완성된 진동 정보는 서버를 통해 스트리밍 되어 클라이언트의 진동 장치를 통해 진동을 유발하게 된다.

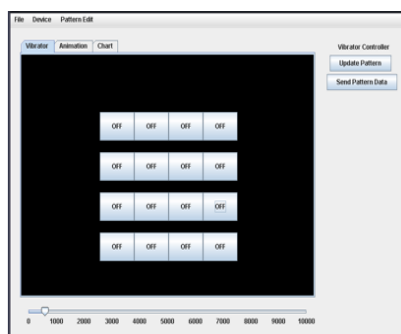


그림 6 진동 패턴에디터

4.4 진동 발생 장치

클라이언트는 진동 정보를 수신하여 진동 장치를 통해 진동을 발생시키는데, 진동 장치는 8bit 프로세서를 사용하여 직접 제작하였다. 이 진동 장치는 16 개의 진동자를 직접 제어하여 진동을 발생시키는데, 각각 진동자의 진동 여부와 진동 시간을 진동 패턴에디터를 통해 자유롭게 수정함으로써 보다 효과적이고 실감적인 진동을 발생할 수 있게 한다.



그림 7 진동 발생 장치

5. 결론

본 논문에서는 비디오, 오디오뿐만 아니라 햅틱 재질 데이터와 진동 데이터를 전송하는 기술을 구현하였다. 비디오 화면을 나누어 콘텐츠에 대응하는 촉각정보를 제공해 주었고 특정 사운드에서 진동이 발생할 수 있도록 스트리밍 시스템을 구축하였다.

향후 다양한 재질을 생성하고 관리 재생하는 분야를 더욱 개선하여 현재 사용되고 있는 VOD 서비스에 햅틱 및 진동 정보를 추가하여 한층 더 발전된 형태의 서비스를 설계할 것이다

참고문헌

[1] Ruffaldi, E., Morris, D., Edmunds, T., Barbagli, F. and Pai, D., "Standardized Evaluation of Haptic Rendering Systems" Proceedings of the Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems vol.0, 2006

[2] Mark, W., Randolph, S., Finch, M., Verth, J. V., and Taylor R. M. "Adding force feedback to graphics systems: Issues and solutions". SIGGRAPH 96 Conference Proceedings, pp.447-452, August, 1996

[3] 이정근, 정진도, "IPTV 양방향성 콘텐츠의 미디어 수용의사와 만족도 상관관계 연구", 한국 컴퓨터정보학회 논문지, 제 13 권 1 호, pp. 99-108, 2008

[4] PHANTOM-Omni <http://www.sensable.com/>

[5] 박남일, 유용희, 이희정, 송찬호, 이상락, "거친 표면의 햅틱 렌더링 합성 방법에 관한 연구", 한국 정보기술학회 논문지 제 5 권 제 2 호, pp. 68-75. 2007

[6] OpenAL <http://connect.creativelabs.com/openal/>