

홀로그램과 제스처 센서를 활용한 사운드 비주얼라이저 시스템

강광은, 방용혁

(지도교수 : 정도운)

Sound Visualizer System using Hologram and Gesture Sensor

KwangEun Kang, Yong-Hyuk Bang

요약

본 논문에서는 홀로그램과 제스처 센서를 활용한 사운드 비주얼라이저 시스템을 제안한다. 본 시스템은 three.js를 사용하여 웹 서버를 만들고 출력한다. 그리고 제스처 센서를 사용하여 인쇄된 웹 서버를 제어한다. node.js를 사용하여 만들어진 웹 서버는 컴퓨터와 라스베리 파이 사이의 통신을 가능하게 하며 아크릴로 만든 피라미드 모양의 디스플레이와 모니터로 하드웨어를 구성한다. 구현된 시스템의 제스처 인식 성능 평가를 위해 5가지 동작에 대해 50회 반복실험을 실시하였으며, 99.12%의 높은 성공률을 확인하였다. 홀로그램과 제스처 센서를 사용하는 사운드 비주얼라이저 시스템은 홀로그램을 사용하여 영상과 소리 사이에 인상적인 시각적 성능 결과를 만들어냄으로써 사용자에게 깊은 몰입감을 제공한다. 그리고 향후 사운드와 홀로그램을 통해 교육, 오락 등 다양한 분야에서 활용할 수 있는 콘텐츠의 제작과 디자인에 관한 연구를 실시할 예정이다.

Keyword: 홀로그램, 제스처 센서, 사운드 비주얼라이저

I. 서 론

미디어 영상 기술이 빠르게 진화하고 있는 현재, 홀로그램 기술은 차세대 영상 미디어 기술 분야로서 각광을 받고 있는 추세이다[1]. 홀로그램의 가장 큰 특징은 인간의 시각적 특성과 실물감, 입체감을 바탕으로 하는 실재감에 있다. 실재감은 사용자에게 가상과 실재를 넘나드는 보다 생생하고 흥미로운 경험을 제공함으로써 높은 몰입감을 제공한다[2].

눈에 보이지 않는 사운드의 형상을 빛으로 나타내는 사운드 비주얼라이제이션(Sound Visualization) 또한, 많이 사용되고 있는 미디어 영상 기술이다. 사운드 비주얼라이제이션은 실시간 사운드 신호를 시각적인 표현으로 변화시켜 복합적인 경

험을 전달하는 미디어 아트 하나의 장르이며 여러 가지 인풋 디바이스와 프로그래밍 언어를 활용하는 다양한 연구가 이루어지고 있다. 소리의 시각화를 통해 소리를 청각적 정보 뿐 만 아닌 시각적 정보로도 인식할 수 있어 사용자에게 구체적인 표현 및 체험을 제공하며 사용자에게 보다 깊은 몰입감을 유도하며 집중시킬 수 있다[3].

본 논문에서는 미디어 영상 기술인 사운드 비주얼라이제이션과 홀로그램을 사용해 사용자가 선택한 음악 및 소리를 시각적으로 표현 해주는 사운드 비주얼라이저 시스템을 만들고자 한다. 또한, 버튼이나 터치가 아닌 손의 움직임을 읽을 수 있는 제스처를 기반으로 홀로그램을 활용한 사운드 비주얼라이저를 제어하고자 한다.

II. 본론

1. 홀로그래프의 개요

두 개의 레이저광이 서로 만나 일으키는 빛의 간섭 현상을 이용하여 입체 정보를 기록하고 재생하는 기술을 홀로그래피라고 하고, 이 기술을 이용하여 촬영한 것을 홀로그래프라고 한다[4]. 홀로그래프는 대상을 입체영상으로 찍어내는 사진술인 아날로그 홀로그래프(Analog hologram)[5], 대상에 반사된 빛을 디지털로 재현하는 디지털 홀로그래프(Digital hologram)[6], 초다시점 입체영상 및 반투과형 스크린 투영 영상 등의 플로팅 홀로그래프(Floating hologram)[7]으로 나뉜다.

본 논문에서 다루는 방법은 45도로 기울어진 투명 스크린에 영상이나 사진을 반사판을 통해 투영시켜 3D 홀로그래프를 구현하는 플로팅 홀로그래프 기술을 사용하여 3면에서 반사되는 빛을 공중에서 모아 허공에 있는 것 같은 홀로그래프 영상을 보여준다. 그림 1은 플로팅 홀로그래프의 원리를 설명한 그림이다.

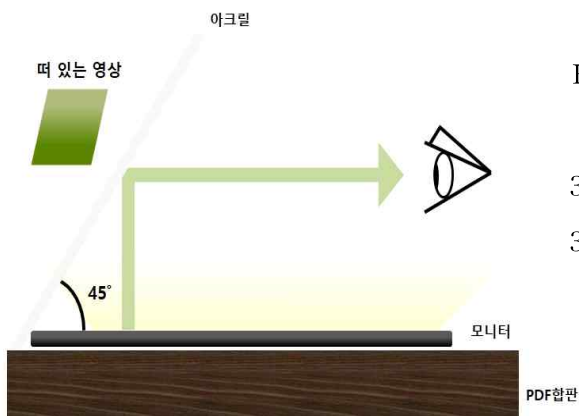


그림 1. 홀로그래프의 원리

Fig. 1 The principle of hlogram.

2. 전체 시스템 구성

본 논문에서 구현된 사운드 비주얼라이저 시스템은 제스처 센서(Flik sensor, PI Supply Co.)를 사용하는 센서부와 웹 통신 및 시스템 제어를 위한 라즈베리파이 기반의 제어부, 아크릴을 이용해 모니터 영상을 투과하여 홀로그래프 모니터링이 가능한 모니터링부로 구성되어진다. 제스처 센서를 통해 사용자의 제스처를 입력 받으면 제어부의 라즈베리파이가 입력받은 제스처의 커맨드를 node.js 기반의 웹서버로 http 요청을 하여 전송한다. 이후, 웹서버는 전송받은 커맨드 정보에 따라 모니터링부의 비주얼라이저를 제어하며 음악과 Three.js로 만든 홀로그래프영상을 바꾸어 준다. 그림 2는 구현된 시스템의 구성도를 나타내었다.

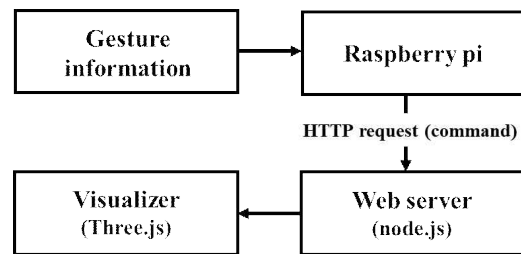


그림 2. 전체 시스템 구성

Fig. 2 Overall system configuration diagram.

3. 계측부 & 인식부

3.1 제스처 센서(Gesture sensor)

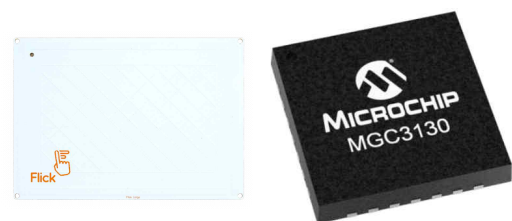


그림 3. 제스처 센서

Fig. 3 Gesture sensor.

본 논문에서는 스와이프, 탭 및 이중 탭, 에어휠, 터치의 제스처를 사용 가능한 Pi Supply사의 Flick센서(Flick Large - Standalone 3D Tracking and Gesture Breakout Sensor)를 통해 하드웨어를 구성하고 제스처를 인식하였다. Flick센서는 MGC3130 기반의 3D 추적 및 제스처 컨트롤러 칩을 사용하며 전기장(E-field)을 이용하여 제스처를 인식한다.

3.2 제스처 센서의 인식 원리

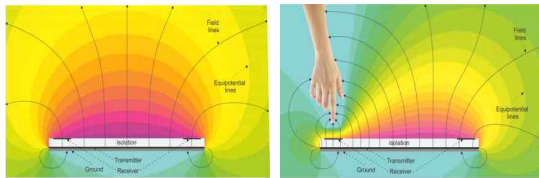


그림 4. E-field 및 인식 원리

Fig. 4 E-field and recognition principle.

전기장은 전하를 통해 생성되며 표면 주위로 전하를 운반하여 최대 15cm의 거리에서 인체와 같은 전도성 물체를 감지한다. 그림 4의 좌측은 표면 주위의 전기장을 나타내며 그림 4의 우측은 전기장 내에서 인체를 감지하는 일례를 나타낸다.

4. Node.js / Three.js

Node.js는 확장성 있는 네트워크 애플리케이션(특히 서버 사이드) 개발에 사용되는 소프트웨어 플랫폼이다. 작성 언어로 자바스크립트를 활용하며 Non-blocking I/O와 단일 스레드 이벤트 루프를 통한 높은 처리 성능을 가지고 있다.

Three.js는 웹 브라우저에서 애니메이션 3차원 컴퓨터 그래픽스를 만들고 위해 사용되는 크로스 브라우저 자바스크립트

라이브러리이자 API이다. Three.js는 자유 브라우저 플러그인에 의존하지 않고 자바스크립트 언어를 사용하여 웹사이트의 한 부분으로서 그래픽 처리장치 가속 3차원 애니메이션을 만들 수 있게 한다.

본 논문은 라즈베리파이와 모니터를 통신하는데 자바스크립트인 Node.js를 사용하였고, 라즈베리파이에서 제스처 명령어를 받아 처리하면 Node.js를 통해 모니터에 전송해준다. 모니터에서는 제스처 명령어를 전송받아 그에 맞게 Three.js를 통해 제작한 웹 페이지를 변경시켜주어 홀로그램 영상이 출력되어진다.

III. 실험 및 결과

1. 구현된 시스템

본 논문에서는 홀로그램과 제스처 센서를 활용한 사운드 비주얼라이저 시스템을 구현하였다. 홀로그램 모니터링부는 높이 24cm의 피라미드 모양을 한 아크릴과 22인치 모니터로 이루어져 있으며 모니터에 나오는 홀로그램 영상을 피라미드 모양의 아크릴에 45°각도로 투영시켜 반사되는 빛을 공중에 모아 허공에 있는 것 같은 홀로그램을 만들어낸다. 그림 5는 구현된 제스처 센서를 활용한 사운드 비주얼라이저 시스템의 일례를 나타내었다.

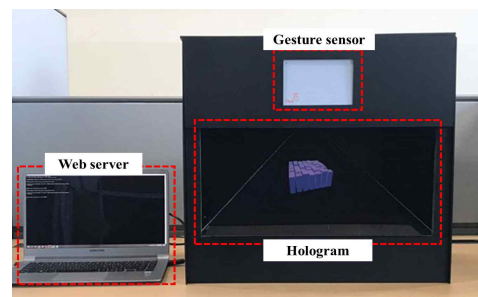


그림 5. 사운드 비주얼라이저 시스템
Fig. 5 A sound visualizer system.

2. 제스처 센서 동작 확인

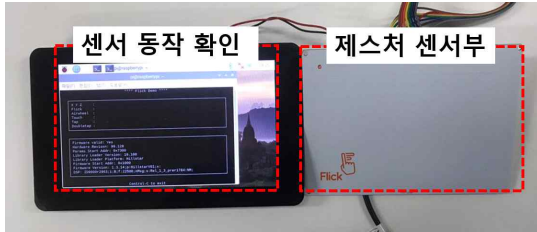


그림 6. 제스처 센서 동작 확인
Fig. 6 Check gesture sensor behavior.

그림 6은 제스처 센서인 Flick large - Standalone 3D Tracking and Gesture Breakout 센서와 이를 작동하기 위한 Raspberry pi3 b+를 연동한 사진이다. 제스처 센서와 Raspberry pi3 b+는 I2C를 통해 통신하며 Raspberry pi3 b+내에서 Python프로그램에 의해 제어 된다. 그림 6의 제스처 센서부에서 임의의 제스처를 취하면 연결된 Raspberry pi3 b+에서 센서가 동작되는지 확인 할 수 있다.

3. 홀로그램 영상

그림 7은 일반 컴퓨터에서 Electron환경에서 실행한 비주얼 라이저 애니메이션을 하드웨어를 통해 실제로 나타낸 모습이다. 3D 비주얼라이저 애니메이션은 Raspberry Pi에서 지원되므로 일반 컴퓨터 환경에서 실행 하였으며 그래픽에는 Three.js (WebGL 라이브러리)를 사용 한다.

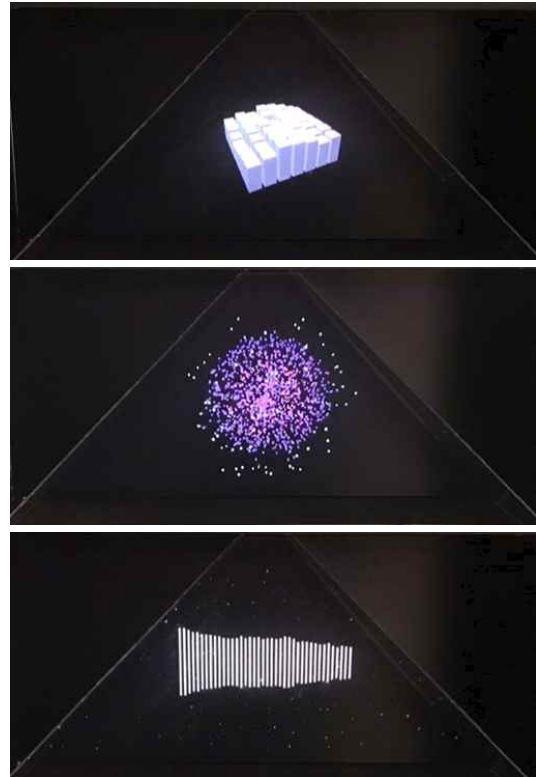


그림 7. 홀로그램 영상 종류
Fig. 7 Hologram Image Type.

4. 제스처 센서와 통신

표1. Function according to the command

Command	Description
next	다음 노래 재생
prev	이전 노래 재생
changeVis	다음 비주얼라이저로 변경
toggleVis	비주얼라이저 색상 변경
volume?level=50	볼륨 변경

제스처 센서를 제어하는 Raspberry Pi3 b+와 컴퓨터는 Node.js로 실행되는 웹서버를 통해 통신 할 수 있다. 표1은 Raspberry Pi3 b+와 제스처 센서로 인식되는 사용자의 제스처에 의해 만들어 지는 통신코드에 대한 설명을 나타냈다. 코드가 실행되는 방법은 <http://localhost:3000/>의 뒤부분에 제스처에 따른 커맨드가 따라 붙게 되고 그 코드를 Node.js로 실행되는 웹서버를 통해 전송하여 컴퓨터에서 실행 되

어있는 비주얼라이저를 제어하게 된다. 예를 들어 비주얼라이저의 사운드를 바꾸고 싶다면 사용자는 제스처 센서에 좌측에서 우측으로 스와이프(일직선으로 드래그) 동작을 수행할 경우 통신 코드인 `http://localhost:3000/next`라는 코드가 node.js의 웹 서버를 통해 전송되어 컴퓨터에 위치한 비주얼라이저의 사운드가 바뀌게 된다.

5. 제스처 동작 인식 평가

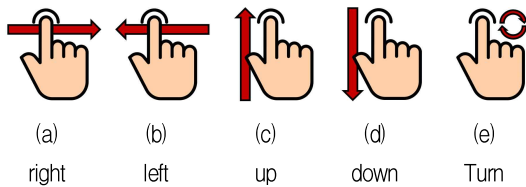


그림 8. 제스처 동작 종류

Fig. 8 Type of gesture action.

구현된 시스템의 제스처 동작 인식 성능 평가를 위한 반복 실험을 진행하였다. 실험은 피실험자 5명을 대상으로 그림 8의 5가지 동작(a:왼쪽, b:오른쪽, c:위쪽, d:아래쪽, e:회전 방향으로 스와이프)을 각 50회씩 반복하였다. 5가지 동작 인식 성능 평가 결과, 99.12%의 높은 인식 성공률을 확인하였으며 a동작, c동작, e동작의 인식이 낮게 나타난 것은 제스처 센서의 인식 범위인 15cm 밖에서의 제스처 입력으로 인한 것으로 사료된다.

표2. Gesture Awareness Assessment

Sub.	a	b	c	d	e
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1	100	100	100	100	98
2	100	100	100	100	94
3	100	100	100	100	96
4	98	100	100	100	98
5	100	100	98	100	96
Avg.	99.6	100	99.6	100	96.4
99.12 %					

IV. 결 론

본 논문에서는 음악 청취 시 구체적이고 높은 몰입감을 제공할 수 있도록 홀로그램 및 제스처 센서를 활용한 사운드 비주얼라이저 시스템을 구현하였다. 구현된 사운드 비주얼라이저 시스템 Flick 제스처 센서를 통해 사용자의 동작을 측정한다. 이후 라즈베리파이 기반의 제어부를 통해 제스처 동작에 따른 command 정보를 웹 서버로 전달한다. 마지막으로 전달 받은 command 정보에 따라 시스템의 동작 제어가 가능하다. 또한, 홀로그램 출력을 위하여 아크릴을 이용한 피라미드 모양의 디스플레이를 설계하여 홀로그램을 출력하도록 하였으며, 음악의 시각적 모니터링이 가능하다. 구현된 시스템의 제스처 동작 인식 성능평가를 위하여 5가지 동작에 따른 반복실험을 50회씩 진행하였으며, 실험 결과 99.12%의 높은 동작 인식 성공률을 확인하였다. 일부 오차는 제스처 센서의 인식 범위에 의해 발생한 것으로 사료된다. 향후, 사운드와 홀로그램을 통해 교육, 엔터테인먼트 등의 다양한 분야에 활용 가능한 콘텐츠를 제작 및 설계에 관한 연구를 수행하고자 한다.

References:

- [1] Nam Kim, et al, “Current Status and Prospect of Hologram Fusion Technology”, 2019.
- [2] Jung-Hee Lim and Jean-Hun Chung, “A Study on the Expressional Characteristics and Elements of Contents Using Hologram”, 2017.
- [3] Su-Yeon Byeon and Kyu-Jung Kim, “A study on the expression of real-time sound visualization using sound - Focused on the analysis of Greenforest + Soundstream II work-”, 2016.
- [4] Chang-Bum Son, “Study on Image Representation in Floating Hologram - Focusing on Hologram Pyramid-”, 2017.
- [5] Hun-Jong Gang, et al, “Hologram Industry Policy and Technology Trend”, 2019.
- [6] Hun-Jong Gang, et al, “Digital Holographic Technology Trends”, (2011).
- [7] Jun-Hwan Choi, “Jun Kim. A study on Interactive Multimedia Contents using Holography”, 2018.