Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 29, No. 4 pp.585-593, August 2010 DOI:10.5143/JESK.2010.29.4.585

향 디스플레이가 가능한 송도 Tomorrow-city 체험관의 상호작용 가상공간

김정도[1] · 박성대[1] · 이정환[1] · 김정주[1] · 이상국[2]

[1]호서대학교 전자공학과 / [2]가톨릭대학교 디지털미디어학부 미디어공학과

The Interactive Virtual Space with Scent Display for Song-Do Tomorrow-City Experience Complex

Jeong-Do Kim[1], Sung-Dae Park[1], Jung-Hwan Lee[1], Jung-Ju Kim[1], Sang-Goog Lee[2]

[1]Department of Electronics Engineering, Hoseo University, Asan, 336-795
[2]Department of Media Engineering, Catholic University of Korea, Bucheon, 420-743

ABSTRACT

Recently, we designed an interactive virtual space for the multi-purpose hall in Songdo Future City, located in Incheon, Korea. The goal of the design is to make a virtual space that is flexible and can be adjusted thanks to its unfixed seats in order to accommodate different and unspecified audience sizes. Virtual images are interactively adjusted according to the distance, position and size of audiences, information about which is detected by 9 photo sensors. To increase the sense of immersion, intensity and reality, we utilized the technology of scent display that can create appropriate scents to match the images on the screen. The intensity and persistence of scents were determined by the size, distance and position of audiences. The virtual image contains background images and reactive images. The background images repeatedly project images of spring, summer, autumn and winter. The reactive images consist of small portraits or pictures or icons that define or characterize the season types, and these are added to the background image according to the distance, position and size of the audiences.

Keywords: User Experience, Interactive Virtual Space, Scent Display, Ubiquitous Computing, Human-Computer Interaction

1. 서 론

인천 송도 투모로우 시티(Tomorrow City) 체험관은 유비쿼터스(Ubiquitous) 기술이 적용된 미래 도시의 홍보와 전시뿐만 아니라 최첨단 u-교통, u-문화 및 u-쇼핑에 대한 기술 이정표를 제시하기 위해 만들어진 복합 체험 및 문화공간이다. 인천 송도는 한국정부와 인천시의 지원에 의해 두바이와 같은 국제 도시로 개발되고 있으며, 도시 자체가 최첨단 유비쿼터스 기술이 접목되고 있다(http://www.tomorrowcity.or.kr.).

최근, 우리는 인천 송도 투모로우 시티 체험관의 다목적 홀(multi-purpose hall)을 위해 상호작용 가능한 가상공간(virtual space)을 설계하였다. 다목적 홀에 있는 상호작용 가상공간(Interactive Virtual Space)의 설계 목적은 고정된 좌석이 존재하지 않는 불특정 위치의 관람자들에 의해

*본 연구는 호서대학교 World Class 2030 프로젝트 및 2010년도 가톨릭대학교 교비연구비의 지원으로 이루어졌음.
교신저자: 이상국
주 소: 420-743 경기도 부천시 원미구 역곡2동 43-1, 전화: 010-5279-3585, E-mail: sg.lee@catholic.ac.kr

변화되는 가상공간을 만드는 것이다. 관람자들에 의해 의도적으로 만들어 지는 것이 아니라, 관람자의 위치, 거리와 수에 따라 상호작용 가능한 가상공간을 제시하는 것을 목적으로 한다. 또한, 불특정 위치의 관람자에게 몰입감을 제공하는 목적으로 한다.

대규모 관람자를 위한 VR(Virtual Reality) 콘텐츠의 시연공간은 상대적으로 새로운 분야이며, 이를 위해 극복해야할 다양한 문제들이 존재한다. 이 문제에 대한 도전이 Greenhalgh, Stewart, Ahn 등에 의해 이루어진 바 있다(Greenhalgh, et al., 1999, Stewart, J, et al., 1999, Zanella, A., & Greenberg, S., 2001, Ahn, S. H., et al., 2001). 최근 디지털 기술의 빠른 발전은 대규모 관람자를 위한 VR 공간의 새로운 방향을 제시하고 있다(Refsland, S. T., et al., 2000, Kwon, Y. M., et al., 2001).

가상공간에서 카메라를 이용하여 상황인지(context-awareness)가 가능해짐에 따라 상호작용 가능한 가상 콘텐츠가 개발되기 시작하였다(Athanasios V. Vasilakos, et al., 2008). 하지만, 카메라를 이용한 상황인지의 경우 본 시스템의 목적인 불특정 관람자를 위한 시스템에서는 적용하기가 어렵다.

또한, 불특정 관람자를 위한 가상공간에서 상호작용 가능한 형태로 VR 시스템이 반응하도록 하는 것은 더 어려운 일이다. 대부분의 VR 극장들은 고정된 좌석을 사용하기 때문에 카메라를 이용하여 상황인지를 하거나, 고정된 좌석에 설치된 센서 등을 이용하여 상황인지를 하는 것이 가능하며, 이것에 의해 콘텐츠가 상호작용하는 것도 가능하다. 고정된 좌석이 존재하기 때문에 좌석에 관람자의 몰입감을 증대시킬 수 있는 액추에이터 등을 설치할 수 있다. 많은 경우, 좌석에 진동을 주거나 관람자에게 물을 뿌리거나 하는 것과 같은 기구를 설치하여 사용하고 있다.

본 연구에서는 고정된 좌석이 있는 것이 아니기 때문에, 관람자에 의해 VR 콘텐츠가 반응하도록 하는 것이 쉽지 않다. 또한 관람자가 불특정 위치에 존재하기 때문에 다양한 몰입감 기구를 설치하는 것도 불가능하다. 이 문제를 해결하기 위하여, 본 시스템에서는 관람자의 위치, 수 및 거리를 파악하여 이 데이터에 의해 VR 영상이 상호작용 가능하도록 하기 위해 다수의 포토센서를 사용하고 있다. 또한 고정된 좌석이 없는 불특정 관람자에게 몰입감을 제공하기 위해 아로마(Aroma)향을 사용하고 있다. 아로마향의 발생을 위해 총 9개의 발향장치가 사용되고 있으며, 발향은 포토센서의 데이터와 연동되도록 되어 있다. 관람자가 없는 위치에서는 발향이 되지 않으며 관람자의 거리에 따라 향의 강도가 조절되도록 되어 있다. 향의 종류는 영상의 감성과 연동된다. 향에 의해 몰입감을 증대시키기 위한 다양한 연구가 진행된 바 있다(Jeseph Nathaniel Kaye, 2001, Takamichi Nakamoto, Kenjiro Yoshikawa, 2006, Park, C. H., et al., 2003, Woodrow, B., & Eric, D., 1996, Tan EC, et al., 1998). 가상현실에 냄새를 적용시킨 것은 Morton Heilig이며, 그는 센서라마(Sensorama)의 개발자이다(1962). 센서라마는 일종의 몰입형 3-D 가상현실 시스템이며, 형태는 오락실의 게임과 비슷하다. 센서라마는 진동의자를 사용하고 9개의 다른 팬을 사용하여 사용자의 얼굴을 자극하며, 화원을 지날 때 맡을 수 있는 자스민향과 이태리언 레스토랑을 지날 때 피자를 굽는 향과 같은 다양한 아로마향을 사용하여 미래의 몰입형 영화의 개념을 제시하였다(Jeseph Nathaniel Kaye, 2001).

1990년대 이후로 컴퓨터 제어가 가능한 후각 표현(Olfactory Display) 시스템들이 개발되기 시작하였다. 특히, 디지센트(Digiscents)는 컴퓨터 제어 발향 시스템에 관한 아이디어를 전면으로 부각시킨 점에서 상당한 평판을 얻을 만하다. 디지센트에서 홍보용으로 만들었던 영화에는 나무타는 냄새, 삼나무 숲 냄새와 바나나향 등의 냄새를 부여하였다.

동경 공업대의 나까모토는 냄새를 측정하여 정보화하고, 저장된 냄새를 재현하는 장치를 개발하였으며, 이 장치는 카레라이스 요리 과정을 보여주는 가상현실 소프트웨어에 성공적으로 적용되어 시연되었고, 향기영화 시연에도 성공적으로 적용되었다(Takamichi Nakamoto, Kenjiro Yoshikawa, 2006). "박"은 경주세계문화 엑스포 2000을 위한 VR 극장을 설계한 바 있다. 이 VR 극장은 기존의 VR 극장과는 달리 향의 발생이 추가되었는데, 아로마 발생기는 액체향원을 위해 5개의 용기를 가지며, 컴퓨터에 의해 발향시간과 향의 종류를 제어할 수 있도록 하였다(Park, C. H., et al., 2003). Papin은 2003년 후각 피드백(Feedback)이 가능한 DIODE 프로젝트를 개발한 바 있다. 여기서는 HMD(Head Mount Display)를 쓰고 있는 사용자는 HMD의 영상에 투영된 방돔 스퀘어를 걸어 다닐 수 있으며, 상호작용의 상황에 따라 사용자 주변 환경에 설치된 3개의 발향장치에서 냄새를 발향한다(Tan EC, et al., 1998). 또한 Fragra라고 부르는 후각 디스플레이 기술이 적용된 VR 게임이 개발된 바 있다. 이것은 Nara Institute of Advanced Science and Technology에서 개발하였다(Mochizuki A, et al., 2004). Cater는 향을 이용한 표준 소방훈련 시스템을 개발한 바 있다(Cater J, 1994).

본 연구에서는 소수 및 다수의 불특정 관람자에 의해 상호작용 가능한 영상을 제공하기 위하여 관람자의 위치, 수 및 거리를 인지할 수 있는 다수의 포토센서를 사용한다. 봄, 여름, 가을, 겨울을 배경영상으로 하여 관람자의 위치, 거리와 관람자의 수에 따라 반응영상이 더해지는 형태로 구성되며, 모든 영상은 동적으로 움직인다. 몰입감과 현실감의 증

대를 위하여 영상의 감성에 맞는 향을 분사하며, 관람자의 거리에 의해 향의 강도 및 지속성이 조절되도록 설계되었다. 포토센서 밑 부분에 발향장치가 설치되어 있으며, 시연이 이루어지는 상호작용 가상공간이 크기 때문에 총 9개의 발향장치가 사용되고 있다. 또 총 6대의 빔 프로젝터(Beam Projector)가 사용되고 있으며 4대는 벽에 투사하는데 사용되고 2대는 바닥에 투사하는 데 사용한다.

2. 상호작용 가상공간의 하드웨어 시스템

상호작용 가상공간은 유비쿼터스 기술이 적용된 투모로우 시티 체험관을 방문하는 관객들이 지능형 로봇의 서빙을 받으며 편안한 휴식을 취할 수 있는 공간이다. 이것은 자연이라는 주제로 휴식이 이루어지는 공간이며, 여기에는 4계절과 연못을 의미하는 이미지 동영상과 각 영상에 합당한 향기를 뿌려주는 발향장치가 설치되어 있다. 그림 1은 상호작용 가상공간을 보여주고 있다.

그림 1. 상호작용 가상공간의 외형

2.1 하드웨어 시스템의 전체 구성

그림 2는 상호작용 가상공간을 위해 설계된 전체 하드웨어 시스템의 구성을 보여주고 있다.

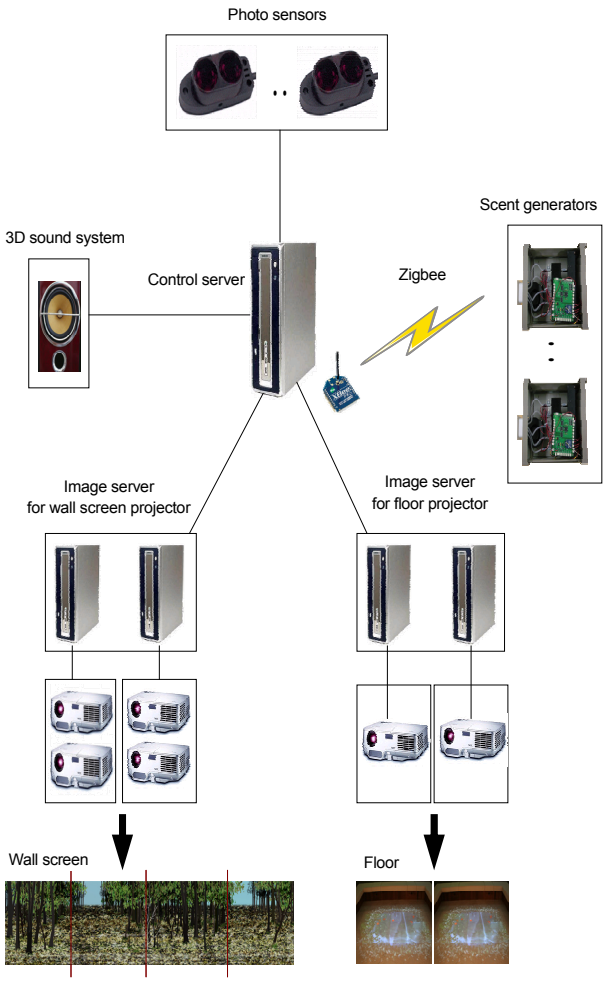


그림 2. 상호작용 가상공간의 하드웨어 구성

총 5대의 서버 컴퓨터가 설치되어 있는데, 이 중 4대는 영상 서버이고, 한 대는 제어 서버로 사용되고 있다. 영상 서버는 벽면 스크린에 투영하기 위한 서버와 바닥에 투영하기 위한 서버로 나뉜다. 벽면 스크린용 서버는 각각 2대의 빔 프로젝터를 담당하고 있으며, 바닥 투영용 서버는 각각 1대의 빔 프로젝터와 연결되어 있다.

제어 서버는 크게 3개의 역할을 담당하게 되는데, 첫 번째 영상 서버를 제어하게 되며, 두 번째는 포토센서에서 입력되는 신호를 받아 영상을 변화시키는 역할을 담당하게 되며, 마지막으로 발향장치를 제어하게 된다. 포토센서는 관객들의 위치와 수를 검출하기 위해 사용되며, 이 포토센서의 신호를 받아 제어신호는 영상을 변화시키게 된다. 총 9개의 포토센서가 설치되어 있다. 포토센서의 수는 더 많이 사용될 수도 있다. 본 연구에 사용된 포토센서는 (주)오토닉스에서 출시된 직접 반사형 BA2M-DDT 모델을 사용하며, 의자 밑에 부착되어 사람 및 물체를 감지한다. BA2M-DDT

모델은 적외선 발광 다이오드 형태로, 검출거리가 최대 2m 이며, 응답속도가 1msec로 빠른 응답특성을 갖는다.

향의 발생을 위한 발향장치는 5종류의 냄새를 발향할 수 있으며, 본 논문의 저자에 의해 설계되었다. 발향장치는 포토센서가 설치된 바로 밑에 설치되어 있으며, 제어 서버에 의해 발향시간, 발향강도, 발향의 퍼짐속도 등이 조절된다. 발향장치는 제어 서버와 IEEE 802.15.4 지그비(Zigbee)에 의해 인터페이스 된다. 본 연구에서 사용된 지그비 모듈은 맥스스트림(Maxstream)사의 Xbee-Pro로서, ISM 2.4 GHz 주파수 대역에서 작동되며, 실내 100m, 실외 최대 1.5km까지 데이터 전송이 가능하다. 서버 컴퓨터에 연결된 지그비 모듈은 코디네이터(Coordinator)의 역할을 하며, 각각의 발향장치에서의 지그비 모듈은 엔드 디바이스(End Device)로 동작한다.

영상의 투영을 위한 빔 프로젝터는 해상도 1,024×768 픽셀(pixels), 명암비 1000:1과 밝기 5000 ANSI lumens 인 엡손 EB-G5300 멀티미디어 프로젝터를 이용하였다. 벽면 스크린은 14.4×2.3m 크기이다.

그림 3. 발향장치와 포토센서의 설치

2.2 향 디스플레이(Scent Display)

본 시스템에서 사용된 발향장치는 5개의 냄새가 발향 가능하며, 평소에 냄새가 새어 나오는 것을 방지하기 위해 초소형 밸브가 향 원액 용기 입구와 출구 양쪽에 사용되었다.

그림 4는 발향장치의 물리적 구조와 시스템 블록도이다. 개발된 발향장치는 제어 서버와 지그비로 연결되고, 초소형 펌프는 PWM(Pulse Width Modulation) 제어를 통해 향의 방출 양을 조절하였다. 발향하기를 원할 경우, 펌프를 동작시키고 해당 발향용기의 양쪽에 연결되어 있는 솔레노이드 밸브 2개를 열어주면 된다. 밸브는 2803 달링턴 어레이(Darlington Array)에 의해 연결되어 있으며 제어용 마이컴인 PIC18F452의 해당 포트에 의해 밸브를 열고 닫을 수 있다. 밸브의 동작시간을 조절함으로써 향의 강도를 조절하는 것도 가능하다. 또한, 향의 지속성 조절을 위해 희석제를 사용하였으며, 희석제에 연결되어 있는 밸브의 동작시간을 조절하여 지속성을 조절할 수 있다.

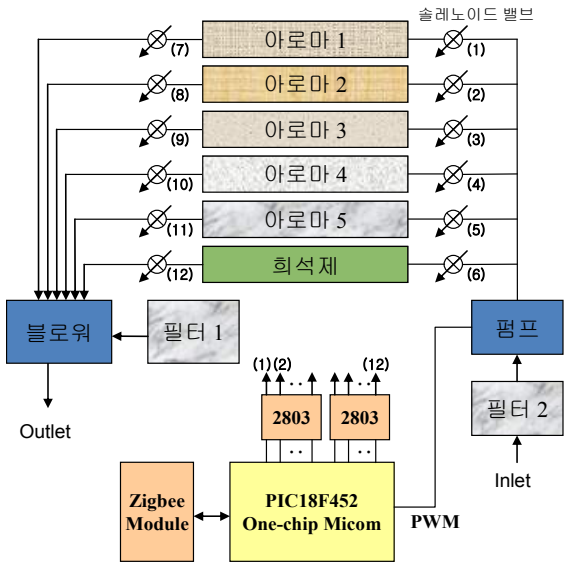


그림 4. 발향장치의 하드웨어 구조

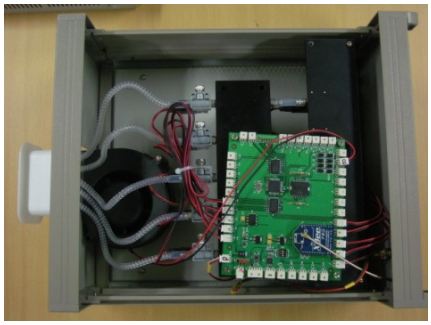
또한, 향에 인가되는 공기의 잡 냄새를 제거하기 위하여 펌프와 블로워 양쪽에 필터를 설치하였으며, 필터는 활성탄과 실리카겔로 구성되어 있다. 발향할 향이 나오게 되면 블로워는 바람을 통해 향을 멀리 보내게 되는데, 본 발향장치에서 사용된 블로워의 경우, 3초 후에 약 3m 떨어진 사람에게 냄새가 전달된다.

제어 서버에서 전달되는 명령을 수신하기 위해 지그비 모듈이 사용되었으며, 사용된 모듈의 경우, 장애물이 없는 공간에서는 약 1km 이상의 신호전송이 가능하다. 제어 서버에 연결된 지그비 모듈의 경우, 발향장치와 약 20m 정도 떨어져 있어, 독립적인 닫힌 공간에 설치되어 있기는 하지만 데이터 전달의 경우 문제가 없다. 발향장치는 총 9개가 설치되었으며, 각 발향장치의 지그비 모듈은 엔드 디바이스로 동작하고, 제어 서버의 지그비 모듈은 코디네이터로 설정되어 있어 1:9의 스타방식의 통신구성을 가지고 있다.

본 시스템에서 사용된 향은 아쿠아, 그린, 레몬, 꽃향기(장미), 민들레향으로, 향은 영상의 감성에 맞추어 분사되어진다. 발향장치는 포토센서와 동기화 되어 있는데, 만약 포토센서 3, 4번이 사람을 감지하게 되면 발향장치 3, 4번에서만 향을 분사하게 된다. 또한 포토센서와 사람 사이의 거리를 측정하여 향의 강도와 블로워의 세기를 조절하도록 되어 있다.

그림 5는 발향장치의 내부 및 완전한 제품을 보여주고 있다.

(a) 향 원액 용기 및 솔레노이드 밸브



(b) 발향장치

그림 5. 발향장치

3. 상호작용을 위한 소프트웨어 구조

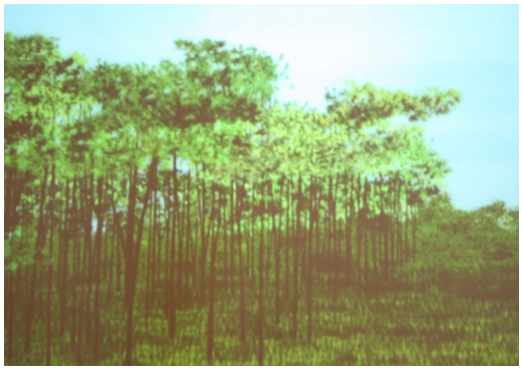
이 장에서, 우리는 송도 투모로우 시티 체험관의 다목적 홀에 있는 상호작용 가상공간을 위한 소프트웨어의 구조, 기능 및 구성요소에 대하여 설명할 것이다. 상호작용 가상공간은 포토센서에 의해 사람들의 존재와 수에 따라 스크린상의 화면에 반응효과 영상을 덧붙여 주거나 추가시켜 계속적으로 새로운 영상을 만들어 나가게 된다. 또한 관중들에게 보다 강한 몰입감을 제공하기 위하여 향의 분사를 통한 멀티모달 상호작용이 이루어지게 된다.

상호작용 가상영상은 포토센서를 추가함으로써 새로운 반응효과 영상의 인터페이스가 가능하다. 가상영상은 기본적으로 정적인 영상이 아니고 동적영상이며, 크게 배경영상과 반응효과 영상으로 나뉘게 된다.

그림 6은 배경영상을 보여주고 있으며, 표 1은 반응영상을 보여주고 있다.

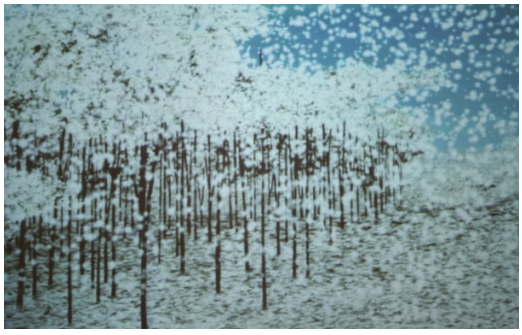
반응영상은 사람들이 쉴 수 있도록 만들어진 좌석의 밑에 장착된 9개의 포토센서에 의해 배경영상에 더해지게 된다.

(a) 봄



(b) 여름

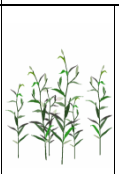
(c) 가을



(d) 겨울

그림 6. 4계절 표현을 위한 배경영상

표 1. 반응영상

배경영상 및 배경 향	반응영상 및 반응 향			
봄				
파인향	파인향	레몬향	민들레향	꽃향
여름				
꽃향	꽃향	레몬향	–	꽃향
가을				
파인향	꽃향	레몬향	–	꽃향
겨울				
아쿠아향		레몬향	–	
바다 영상	물고기	수초		
–	–	–		

발향장치는 총 9개가 설치되어 있으며, 포토센서 바로 밑에 설치되어 있다.

전체 영상동작을 제어하고 향의 발향을 요구할 수 있는 서버 컴퓨터는 5대로 구성되어 있는데, 4대는 영상 서버이며 나머지 한 대는 전체 동작을 제어하는 제어 서버다. 4대의 영상 서버 중에서 2대는 벽 스크린의 영상을 담당하게 되고 2대는 바닥 영상을 담당하고 있다.

그림 7는 소프트웨어 구성요소의 구성도를 보여주고 있다.

제어 서버는 이벤트 매니저(Event Manager), 인터랙션 매니저(Interaction Manager) 및 명령 매니저(Command Manager)로 구성되며, 영상서버는 장면 데이터베이스를 가지고 있다. 영상 서버와 발향장치는 명령 매니저의 지시에 의해 동작을 결정한다.

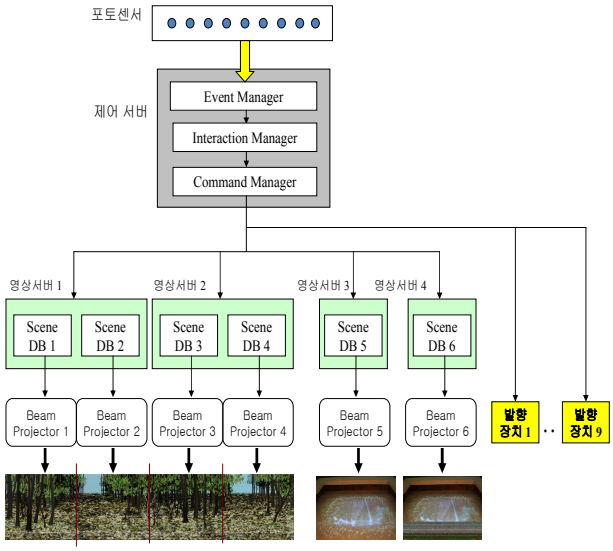


그림 7. 소프트웨어 구성요소의 구성도

3.1 이벤트 매니저

이벤트 매니저의 주요 기능은 포토센서에 의해 전달된 신호를 입력받으며, 인터랙션 매니저에게 동작한 포토센서의 번호와 몇 개의 포토센서가 동작되었는가를 전달하게 된다.

3.2 인터랙션 매니저

인터랙션 매니저는 이벤트 매니저에 의해 전달된 정보를 바탕으로 배경영상에 반응영상을 더하게 되며, 또한 배경영상과 반응영상에 맞는 향을 결정하는 역할을 한다.

배경영상은 기본적으로 봄, 여름, 가을, 겨울을 정해진 시간에 따라 반복하게 되며, 바닥의 배경영상은 계속적으로 물위의 물결영상을 내보내게 된다. 표 2는 인터랙션 매니저의 기능을 설명하고 있다. 예를 들어, 만약 현재 여름배경의 영상이 동작하고 있고, 1, 2, 3, 4번 포토센서가 반응하였다면 여름배경에 맞는 반응영상이 배경영상과 겹쳐져 투사되게 된다. 현재 반응영상이 나비라면 스크린의 왼쪽부분에 많은 나비가 움직이게 된다. 여름의 반응영상들은 시간에 따라 랜덤하게 계속적으로 나타나도록 프로그램되어 있기 때문에 스크린의 왼쪽부분에 많은 꽃과 나비와 햇빛 반응영상이 나타나게 된다. 또한 1, 2, 3번 발향장치가 동작하여 여름의 배경향인 꽃향기가 분사되며, 나비가 출현할 경우에도 꽃향기를 분사한다. 반응영상에 햇빛영상이 더해지면 레몬냄새도 분사되게 된다. 4번 포토센서의 경우 바닥을 위한 반응영상이 동작하도록 인터랙션 매니저를 프로그램하였기 때문에 바닥에서는 수초와 물고기가 나타나며 동시에 4번 발향장치에서는 아쿠아향을 분사한다.

표 2. 인터랙션 매니저의 기능

현재 동작 배경 영상	n번 포토센서 동작		
	반응영상	반응영상의 위치	냄새
봄, 여름, 가을, 겨울 중 하나의 영상이 배경영상으로 투사될 수 있도록 명령 매니저에게 정보 전달 (단, 각 영상은 정해진 시간에 의해 반복 됨)	현재 동작하고 있는 배경영상에 맞는 반응영상들을 시간에 따라 랜덤하게 내보낼 수 있는 정보를 명령 매니저에게 전달	n번 포토센서가 담당하는 스크린 영역에 관한 정보를 명령 매니저에게 전달 (미리 결정되어 있음)	n번 발향장치가 동작 배경향과 반응향을 분사하도록 정보를 명령 매니저에게 전달 (거리에 따라 농도 결정)

반응영상은 랜덤하게 동작하도록 되어 있고, 동작하는 포토센서의 번호에 따라 반응영상의 위치가 결정되도록 되어 있기 때문에 동작하는 포토센서의 수와 번호에 따라 매번 다른 영상의 모습이 나타날 수 있다.

3.3 명령 매니저

명령 매니저는 인터랙션 매니저에 의해 전달된 정보를 바탕으로 영상의 동작 방법을 영상 서버에게 지시하는 역할을 한다. 또한, 발향장치에게 영상에 해당하는 향을 발향할 수 있도록 하는 명령을 전달한다. 발향장치와의 전달은 무선 IEEE 802.15.4에 의해 이루어진다.

4. 프리젠테이션

본 시스템은 송도 투모로우 시티 체험관에 있는 1층 다목적 홀에서 상연(上演)되고 있다. 1년을 한 주기로 배경영상이 반복되게 되는데, 한 주기는 12분으로 각 계절 당 약 3분 정도의 시간이 할당되어 있다. 2009년 8월부터 동작 중에 있으며, 현재 거의 수십만 명의 사람들이 본 시스템을 체험한 바 있다.

관람자들은 편하게 의자에 앉기만 하면 사람들의 상황에 따라 계속적으로 다른 영상이 만들어 지는 것을 확인하고 있다. 현재 5개의 향이 분사되고 있는데, 대부분의 사람들이 주로 꽃 냄새와 레몬 냄새만을 인지하고 있는 상태이다. 개관한지 얼마되지 않아 페인트 냄새 등이 너무 강하여 아쿠아 냄새, 파인 냄새 등은 냄새가 미약하게 느껴진다. 이 문제는 몇 개월 후면 자연적으로 해결될 것으로 생각된다.

발향장치를 사용할 경우, 잔존하는 향의 문제가 문제점으로 대두되는 경우가 많은데, 본 발향장치는 향 액체를 분사하는 것이 아니라, 향 원액의 자연기화 상태에 일반 공기를 거의 100배 희석하여 분사하기 때문에 현 체험관의 환기 시스템을 가지고도 1분 안에 자연 환기되고 있다. 발향장치에서 분사되는 향은 블로워에 의해 날아가기 때문에 분사된 지 2초 안에 3m까지 전달되며, 4초 후에 근사적으로 6m

그림 8. 구현된 상호작용 가상공간

까지 전달된다. 6m를 넘어서는 경우, 사람에 따라 냄새를 잘 감지하지 못하는 경우가 있어 6m를 한계영역으로 생각하고 있다. 최대 9개의 발향장치가 동작할 수 있기 때문에, 사람이 많은 경우에도 충분히 냄새를 인지하는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 소수 및 다수의 불특정 관람자와 상호작용하여 반응하는 영상을 제공하기 위하여 관람자의 위치, 수 및 거리를 인지할 수 있는 다수의 포토센서를 사용하였으며, 관람자에게 몰입감을 제공하기 위하여 발향장치를 사용하였다.

그러나 본 연구에서 개발한 시스템에는 아쉬운 점이 두 가지 있다. 하나는 관람자를 위한 좌석에 터치 패널형 모니터를 다수 설치하여 사용자 등이 수십 가지의 다양한 반응영상을 선택할 수 있도록 하지 못한 것이다. 이 방법을 사용했을 경우, 사용자가 각각 다양한 반응영상을 선택할 수 있기 때문에 사용자 각각의 상호작용 반응이 새로운 융합영상을 이루어 낼 수 있다. 이 구상은 비용의 문제 때문에 포토센서만을 사용하게 하였다. 다른 하나는 더 많은 종류의 향을 사용하지 못한 것이다. 최초 시스템 설계 시에는 12가지 종류의 향을 사용하도록 되어 있었으나, 시공 과정에서 좌석 부분의 설계변경 때문에 발향장치의 설치공간이 좁아지게 되어 향의 종류를 5가지로 제한하였다. 향은 1년 이상 사용하는 것을 전제로 하였기 때문에 향 원액 용기가 큰 편이며, 이 때문에 향의 종류를 늘일 경우 발향장치가 커질 수 밖에 없는 단점이 있다.

설계된 상호작용 가상공간은 기존의 VR 극장과는 다르게 고정된 좌석이 존재하지 않는 불특정 위치의 관람자들에 의해 상호작용 가능한 가상영상을 제공하며, 관람자의 몰입감 극대화를 이루기 위해 관람자의 위치와 거리에 따라 발향의 농도 등을 조절할 수 있도록 하였다. 현재 설계된 가상공간이 완벽한 VR 극장이라고 하기에는 여러 가지 제한사항이 존재하기는 하지만, 불특정 관람자의 위치, 수 및 거리 등에 의해 반응영상이 조절되게 하는 방법과 발향장치를 조절하는 방법은 기존의 VR 극장이 참조해야 할 새로운 아이디어를 제시한 것으로 생각된다.

참고 문헌

Greenhalgh, C., Bowers, J., Walker, G., Wyver, J., Benford, S. & Taylor, I., Creating a live broadcast from a virtual environment. *Proceedings of SIGGRAPH99*, 375-384, 1999.

Stewart, J., Bederson, B. & Druin, A., Single display groupware: A model for co-present collaboration. *Proceedings of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*(CHI99), 286-293, 1999.

Zanella, A. & Greenberg, S. Reducing interference in single display groupware through transparency. *Proceedings of the Sixth European Conference on Computer Supported CooperativeWork*(ECSCW2001), 2001.

Ahn, S. H., Kim, I. J., Kim, H. G., Kwon, Y. M. & Ko, H. D., Audience interaction for virtual reality theater and its implementation. *ACM International Symposiumon Virtual RealityS of twareand Technology* (VRST2001), 41-45, 2001.

Refsland, S. T., Ojika, T., Addison, A. & Stone, R., Virtual heritage: Breathing new life into our ancient past. *IEEE Multimedia* 7(2), 20-21, 2000.

Kwon, Y. M., Kim, I. J., Ahn, S. C., Ko, H. D. & Kim, H. G., Virtual heritage system: Modeling, database & presentation. *Proceedings of Virtual Systems and MultiMedia*, 2001.

Athanasios, V., Vasilakos, Liu Wei., Ta Huynh Duy Nguyen., Tran Cong Thien Qui., Li Cheng Chen., Clara Boj., Diego Diaz., Adrian David Cheok. and Georgios Marentakis., Interactive theatre via mixed reality and Ambient Intelligence, Information Sciences, 178, (2008), 679-693, 2008.

Jeseph Nathaniel Kaye, "Symbolic Olfactory Display", MIT Media Lab. 2001.

Takamichi Nakamoto. and Kenjiro Yoshikawa., "Movie with Scents Generated by Olfactory Display Using Solenoid Valves" Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology. IEEE Virtual Reality (25 March 2006).

Park, C. H., Ahn, S. C., Kwon, Y. M., Kim, H. G., Ko, H. D. and Kim, T. Y., Gyeongju VR Theater: A Jpurney into the Breath of Sorabol, Presence, Vol. 12, No. 2, 125-139, 2003.

Woodrow, B. & Eric, D., Comments on the use of olfactory display for virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 5(1), 109-121, 1996.

Tan, E. C., Wahab, A., Goh, G. H. and Wong, S. H., "PC-controlled Scent System" IEEE Transactions on Consumer Electronics 44. (1 February 1998).

Papin, J.-P., Bouallagui, M., Ouali, A., Richard, P., Tijou, A., Poisson, P. and Bartoli, W., DIODE: Smell-diffusion in real and virtual environments. Proc. 5th Int. Conf. on virtual reality (VRIC'03). Laval, France, May; 113-117, 2003.

Mochizuki, A., Amada, T., Sawa, S., Takeda, T., Motoyashiki, S., Kohyama, K., Imura, M. and Chihara, K., An olfactory display device linked with human gesture. Proc. SCI'04, Kyoto, Japan 48(6004): 531-532, 2004.

Cater, J., Approximating the senses. Smell/taste: odors in virtual reality. Proc. IEEE Int. conf. systems, man and cybernetics, San Antonio 2, 1781, 1994.

저자 소개

김 정 도 jdkim@hoseo.edu
성균관대학교 전자공학 박사
현 재: 호서대학교 전자공학과 교수
관심분야: 오감정보처리, 센서신호처리

박 성 대 sdpark@control.hoseo.ac.kr
호서대학교 전자공학 석사
현 재: 호서대학교 전자공학과 박사과정
관심분야: 오감정보처리, 센서신호처리

이 정 환 jhlee@control.hoseo.ac.kr
호서대학교 전자공학 석사
현 재: 호서대학교 전자공학과 박사과정
관심분야: 오감정보처리, 센서신호처리

김 정 주 jjkim@control.hoseo.ac.kr
호서대학교 전자공학 석사
현 재: 호서대학교 전자공학과 박사과정
관심분야: 오감정보처리, 센서신호처리

이 상 국 sg.lee@catholic.ac.kr
프랑스국립응용과학원(INSA de France) 전자공학 박사
현 재: 가톨릭대학교 디지털 미디어학부 미디어공학과 교수
관심분야: Smart Sensor & System, HCI
Ubiquitous/Wearable Computing, Augmented Reality

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2010년 07월 06일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2010년 07월 16일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 07월 20일