

## 미국 방위산업체 상황실의 인물검색 활동을 돕는 가상현실 공간 인터페이스 환경에 관한 연구

김나영\*, 이종호\*\*

홍익대학교 게임학부\*, 카네기 멜론대학 엔터테인먼트 공학부\*\*

nayoung@hongik.ac.kr, chonghol@andrew.cmu.edu

### A Study of a Virtual Reality Interface of Person Search in Multimedia Database for the US Defense Industry

Nayoung Kim\*, Chongho Lee\*\*

School of Games, Hongik University\*

Dept. of Entertainment Technology, Carnegie Mellon University\*\*

#### 요 약

본 연구는 빠른 속도로 발전하는 멀티미디어 정보 환경 중에서도 미국 방위산업체 정보기관의 감시 카메라 속 특정 인물을 색출하는 작업 상황을 가정으로, 사용자가 방대한 영상 데이터 기록물들 가운데 원하는 정보를 한 눈에 분석하고 검색해 낼 수 있는 효율적이고 만족스러운 멀티미디어 검색 환경에 대해 연구하였다. 이를 위해 첫 번째 실험된 실험에서 CAVE형 가상현실 공간 인터페이스를 검색환경으로 제안하고 데스크톱과 CAVE형 공간 인터페이스를 비교 평가하였다. 이 실험에 사용한 콘텐츠는 각 과제에 최적화되어 개발된 소프트웨어들과 데이터베이스를 사용하였다. 두 번째 실험은 CAVE형 가상현실 공간 인터페이스에서 검색의 효율을 높여주는 입력시스템에 대한 연구를 실행하였다. 특히, 인간의 움직임에 보다 가깝게 디자인되어 자연스럽게 조작할 수 있도록 설계된 제스처 입력시스템을 중심으로 CAVE형 가상현실 인터페이스에 적합한 3가지 입력시스템을 사용하여 검색 후 각 과제들에 대한 선호도와 만족도를 측정하였다. 또한 각 과제별 검색 수행 시간을 측정하여 효율성 높은 입력시스템을 분석하였다.

#### ABSTRACT

This paper introduces an efficient and satisfactory search interface that enables users to browse and find the video data they want from a massively huge video database widely used in various multimedia environment. The target user group is information analysts at US defense industry or governmental intelligence agencies whose job is to identify a certain person from a lot of video footage taken from CCTV(Closed-circuit Television) cameras. For the first user test, we suggested the CAVE-like virtual reality interface to be the most optimal for the tasks we designed for, so we compared this interface with desktop interface. The softwares and database developed and optimized for each task were used in this user test. For the second user test, we researched on what input devices would be most optimal for enhancing efficiency of search task in the CAVE-like virtual reality system. Especially we focused our effort on measuring the effectiveness and user satisfaction of three different types of devices that embody gestural interface input system that encourages users' ergonomic control of the interface. We also measured the time consumed for performing each task to find out the most efficient input device among the ones tested.

**Keywords** : CAVE, Virtual Reality, Video browsing, Gesture Interface

접수일자 : 2011년 05월 02일 일차수정 : 2011년 08월 12일 심사완료 : 2011년 08월 26일

교신저자(Corresponding Author) : 김나영

## 1. 서론

지난 10년간 첨단기술의 발전과 함께 인터넷 보급 확산 및 디지털 통신기술의 발전으로 다량의 이미지, 텍스트 정보 및 대용량의 다양한 스트리밍 콘텐츠를 미디어로 접할 수 있게 되었다[1]. 그리고 현재에도 유튜브(YouTube)의 활성화, CCTV, 지상파 방송의 다채널화 등으로 인해 미디어 콘텐츠의 정보 데이터들이 계속해서 부지기수로 쏟아지고 수많은 데이터들이 축적되고 있다. 그럼에도 불구하고 사용자로 하여금 필요한 정보를 빠르고 효율적으로 검색할 수 있도록 하는 인터페이스 환경에 대한 준비는 매우 미흡한 실정이다. 특히, 검색한 번으로 정보 파악이 가능한 이미지데이터 분석 작업과는 달리 비디오 데이터 검색 작업은 내포된 내용에 대한 확인 작업을 프레임별 영상과 음성 확인을 통해 일일이 분류하며 처리해야 하는 번거로움이 있어 디지털 기록물과 미디어 정보가 넘쳐나는 미래의 멀티미디어 환경을 대비한 사용자 검색 환경에 대한 연구가 더욱 필요한 상황이라 하겠다. 이중에서도 다량의 멀티미디어 기록물을 동시에 검색, 분석하여 사용자가 원하는 정보를 찾아내는 작업을 할 경우 기존의 데스크톱 기반의 모니터 환경으로 방대한 양의 동영상 정보를 한눈에 보고 파악하기에 모니터 화면이 너무 좁고 한정적이어서 사용자에게 효율적인 검색 환경이라 하기 어렵다.

최근 발표된 연구에 의하면 가상현실 공간 인터페이스를 사용할 경우 보다 효율적인 작업환경을 제공할 수 있다고 주장하였다. 이 연구에 의하면 가상현실 공간이 일반 모니터보다 정확하고 효과적인 탐색환경을 제공한다 했다[2]. 이외에 가상현실 공간 인터페이스를 활용한 검색작업에 대한 연구는 동영상이 아닌 이미지 데이터 검색방법에 대한 연구를 제외하고는 아직까지 선행연구를 찾아보기 힘든 실정이다. 이에 본 연구에서는 막대한 양의 멀티미디어 기록물을 보유한 비디오 디지털 라이브러리 환경에서 사용자가 필요로 하는 데이터를 화면

을 통해 효과적으로 검색할 수 있는 가상현실 공간 인터페이스를 구축하고, 실험을 통해 가상현실 공간 인터페이스의 사용성을 검토하였다.

먼저, 사용자 실험에 사용될 콘텐츠의 데이터 베이스는 카네기멜론대학의 히스토리메이커(History Makers)를 사용하였으며[3], 실험에서 실행될 영상물 검색 상황은 정보기관에서 특정 인물의 사진이나 감시 카메라(Surveillance Camera)의 캡처 화면을 입수한 뒤 그 이미지 데이터를 데이터베이스의 비디오 데이터의 섬네일과 육안으로 대조하며 검색하는 상황을 가정하였다. 이러한 이유는 멀티미디어 검색 상황 중에서도 현재 미국 방위 산업체에서 실제 상황에 필요로 하는 검색활동 상황에 초점을 맞추어 현장에서 응용 가능한 멀티미디어 검색환경을 제시하고자 함이다.

첫 번째 실험은 가상현실 CAVE환경과 데스크탑(Desktop)환경을 기반으로 데스크탑 인터페이스용으로 히스토리메이커와 CAVE 인터페이스용으로 히스토리메이커의 새 버전인 “이노비디아(InnoVidea)”를 개발하고, 이들 소프트웨어를 사용하여 두 검색 환경을 비교 평가한 후 방대한 양의 비디오 데이터 검색 시 CAVE형 가상현실 공간 인터페이스의 사용의 적합성을 검토하였다.

두 번째 실험은 CAVE형 가상현실 인터페이스를 사용자가 편리하게 탐색할 수 있도록 지원해주고 사용자 검색 활동의 효율성을 높일 수 있는 제스처 입력시스템으로 링 마우스(Ring mouse), 멀티터치 태블릿(Multi-touch tablet), 아이폰(iPhone)을 제안하고 이들 입력시스템들을 비교하여 사용자가 멀티미디어 가상현실 공간을 사용하는 데 가장 효율을 높일 수 있는 입력시스템에 대해 검토해 보았다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 히스토리메이커(HistoryMaker)

본 연구의 선행연구로 사용된 인포미디어(Informedia)

프로젝트는[4] 방대한 양의 영상 데이터를 디지털 비디오 라이브러리(DVL)에서 검색, 요약, 시각화하는 기계 이해 시스템에 관한 연구이다. 이 프로젝트에서 사용한 영상 데이터베이스들 중 하나인 히스토리메이커(HistoryMakers)는 북미 흑인 400명을 대상으로 인터뷰 한, 수천 개의 비디오 기록물을 담은 영상 데이터베이스로 총 18,254개의 인터뷰 내용이 전체 913시간 분량으로 구성되어 있다. 히스토리메이커의 구성은 91,463개의 지역 태그가 연결되어 있으며, 그 중 85,120개는 미국을 대상 지역으로 다루고 있다.

이 규모는 흑인들을 대상으로 한 구두로 이루어진 콘텐츠로서는 세계 최대에 해당하는 것이며, 그 내용에는 미국사의 주요한 단체 및 인물에 대한 기록이 담겨 있다.

히스토리메이커 데이터베이스에는 인포미디어 프로젝트에서 개발한 오디오 및 비디오 라이브러리 자동 색인 시스템, 분할 시스템 그리고 사용자의 필요에 따라 명확하게 색출된 검색결과를 효과적으로 보여주는 구현기술이 모두 적용되었다. 그리고 사용자가 원하는 멀티미디어 정보를 효율적으로 탐색하며 접근할 수 있게 설계하여 보다 흥미롭고 교육적인 멀티미디어 정보 검색을 가능 하게 하였다. 그러나 멀티미디어 색출 작업 시, 좁고 갑갑한 모니터 디스플레이 환경 및 조작 도구를 기반으로 한 탐색 환경의 불편함으로 인해 사용자의 만족도를 높이는 데에는 한계를 나타냈다. 이에 본 연구에서는 기존의 인포미디어 프로젝트에서 보여준 평면적 인터페이스 공간에서의 검색활동의 한계를 극복하고, 한 단계 높은 사용자 만족도를 실현 할 수 있는 멀티미디어 검색 환경을 검토하고자 한다.

## 2.2 방위산업체 상황실의 인물 검색 활동

현대 사회에서 각국의 군부대와 경찰은 대테러, 효과적인 전쟁수행 등의 목적을 위해 무인정찰기, 무선 카메라, CCTV 등으로 매일 수천시간 분량의 영상 자료를 촬영하여 데이터베이스에 축적 하는데, 이렇게 축적된 방대한 양의 데이터에서 어떻게

하면 원하는 자료를 효과적으로 검색하거나 브라우징할 수 있는지가 해결해야 될 문제로 떠오르게 되었다. 록히드 마틴(Lockheed Martin)과 같은 세계적인 방위산업체는 이러한 문제를 해결하기 위해서 Audacity[11]와 같은 솔루션을 개발해서 군부대와 경찰에 판매하고 있는데, 이 솔루션은 방대한 영상 데이터베이스 내의 비디오 자료들을 검색이 용이하도록 수직 구조화 시키고 카탈로그화 시키는 것으로 검색 효율성 제고를 시도하였다. 또한 Audacity의 사용자들은 각 데이터에 주석, 아이콘 등의 표식을 남기는 식으로 커스터마이징(Customize)을 할 수 있는데 이런 식으로 수많은 데이터 속에서 양질의 데이터가 구별되도록 하여 모든 사용자들이 참조할 수 있도록 한 것 또한 이 솔루션의 장점이라고 할 수 있다. 그러나 이 솔루션 역시 방대한 양의 비디오 썸네일들을 브라우징하는 데 있어서 모니터 디스플레이 환경 및 조작 도구가 가지는 한계를 극복하는 새로운 디스플레이 환경이나 조작 도구를 제시하지는 못하였다.

따라서 본 프로젝트는 특히 군부대나 경찰 내의 정보 분석관들이 데이터베이스 내의 방대한 양의 비디오 썸네일 들을 외부에서 입수한 자료와 육안으로 대조해보 면서 일치하는 비디오 데이터를 찾아내는 사용 예 (Use case)에 초점을 맞춰 디자인과 개발을 진행하는 동시에 기존의 모니터 디스플레이와 입력 장치의 한계를 극복하는 새로운 방식의 인터페이스와 입력 장치를 제시하는 데 중점을 두었다.

## 2.3 CAVE형 가상현실 공간 인터페이스

앞서 언급한 히스토리메이커 연구의 한계가 시시하듯 다량의 멀티미디어 콘텐츠 검색 시 좁고 갑갑한 일반 모니터보다는 대형 스크린화면 및 HMD와 같이 한눈에 정보를 확인할 수 있는 디스플레이 환경이 사용자 검색활동에 더욱 효과적이라 볼 수 있다. 그 예로 최근에 발표된 가상환경 연구를 들 수 있는데 기억력 공정이 요구되는 복잡한 작업 상황에서 CAVE와 데스크톱을 비교하여 어

면 환경이 사용자의 업무처리에 효율적인지를 측정하였고, 그 결과 CAVE 환경에서 작업을 할 경우 높은 몰입감을 유도하여 업무의 실행력 및 오류발생률을 현저히 낮추었다고 발표하였다. 특히 복잡성이 요구되는 업무 처리 상황에서 CAVE 가상환경이 제공하는 공간성은 사용자에게 정확한 인식도(Mental map)를 제공하여 사고형 집중력을 높이고 사용자의 몰입을 향상시켰다고 주장하였다[5].

또 다른 실험의 예로 48명의 사용자를 대상으로 가상현실 공간에서의 사용자의 작업효율성을 HMD와 데스크톱을 비교하여 발표한 논문에서는 사용자에게 가상공간 환경에서 170개의 알파벳 글자들 중 실험에서 제시한 글자를 검색하게 하였으며, 그 결과 일반 데스크톱의 환경보다 HMD와 같은 가상공간에서 피험자의 수행능력이 더 빨랐다. 이 같은 결과는 가상현실 공간이 일반 컴퓨터의 모니터와 비교해 볼 때 HMD 가상공간과 같이 3차원의 입체적인 환경이 사용자가 눈앞에 보이는 듯한 "현장감"을 높여주어 몰입감과 수행 능력을 더욱 향상시킨다는 것을 보여주었다[2].

또한 테마파크를 가상현실 공간에서 재현하는 작업을 HMD와 모니터 그리고 CAVE형 대형스크린 환경에서 비교한 연구에서는 대형스크린을 사용하여 작업했을 때의 오류발생률이 다른 두 모니터와 HMD에 비하여 가장 낮았다. 그리고 CAVE형 대형스크린을 사용하여 작업할 경우 작업의 실행력이 HMD를 사용할 경우와 비교해 높거나 같다는 결과가 나왔다[7]. 특히, CAVE형 대형 스크린의 경우 더 사실적으로 인지되기 때문에 보다 정확한 판단을 바탕으로 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 본 실험에 사용될 디스플레이 시스템으로는 사용자의 만족도가 높은 CAVE형 가상현실 공간 인터페이스를 기반으로 하였다.

## 2.4 CAVE형 가상현실 공간 인터페이스의 제스처 입력시스템의 활용

CAVE형 가상현실 공간 인터페이스의 입력시스템의 사용성 연구는 사용자의 만족도 측정을 중심

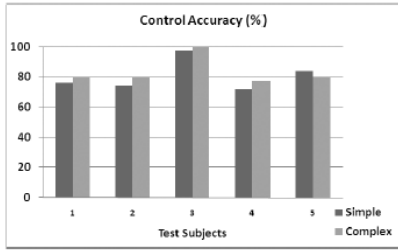
으로 이루어졌다. 전통적인 인간-컴퓨터 상호작용(Human-Computer Interaction; HCI) 측정 표준으로 효과성(effectiveness), 효율성(eficiency) 및 만족도(satisfaction)를 준거하는데 이번 연구에서는 사용자의 효율성과 만족도를 중심으로 입력시스템의 사용성을 검토하였다. 현재 가상현실 인터페이스의 입력시스템에 대한 연구들은 활발히 이루어지고 있는데, 일반적으로 마우스를 대신해 인간의 신체동작에 자연스럽게 맞추어 상호작용하는 입력시스템은 매우 직관적이어서 이러한 입력시스템을 사용하는 사용자들의 선호도와 만족도에 대한 연구가 비교적 다양한 관점에서 시도되고 있다[8].

특히, CAVE형 가상공간 환경 속 조작시스템에 대한 연구는 주로 키보드, 마우스, 조이스틱(Joytick), 펜 타블렛(Pen-tablet)과 같이 손동작을 이용한 조작행위에 관한 연구가 주류를 이룬다. 또한 최근에는 애플(Apple)사의 아이폰(iPhone) 혹은 아이팟 터치(iPod touch)와 같이 멀티터치(Multi-touch) 제스처 입력시스템을 사용한 가상공간의 사용자 경험에 대한 연구들이 실행되고 있다[9].



[그림 1] 아이팟 터치 탐색 실험

[그림 1]과 같이 CAVE 환경에서 피험자가 손가락을 사용해 미로와 같은 공간을 이동하면서 지정한 목표물을 선택하는 연구를 실행하였다. 실험 결과 피험자가 목표물을 선택하는 정확도가 80.8%로 가상공간에서 아이팟 터치와 같은 멀티터치 제스처 입력시스템을 사용할 경우 피험자는 [그림 2]와 같이 비교적 정밀한 결과를 얻을 수 있다고 주장하였다[10].



[그림 2] 아이팟 터치 조작 시스템의 정확도 분석

하지만 이 실험은 단순히 지정한 사물을 탐색하며 선택하는 실험으로 사용자의 가상현실 공간 인터페이스 활용에 대한 명확한 결과를 제시했다고는 보기 어려우며, 다량의 멀티미디어 정보 속출 작업과 같이 집중도와 정밀성을 요구하는 작업 수행시 필요한 입력시스템의 사용자 만족도 및 효율성에 초점을 둔 연구는 거의 찾아보기 어렵다.

## 2.5 제스처 입력 시스템

가상현실 공간 인터페이스의 제스처 입력 시스템들에 대한 실험을 위해 인간의 자연스러운 신체 동작에 초점을 맞춘 도구를 선별하여 검토해 보았다. 이렇게 선택된 입력 장치로는 힐 크레스트(Hillcrest Labs)의 링마우스, 와콤(Wacom)사의 뱀부 펜 터치(Bamboo Pen and Touch), 애플사의 아이폰이 있다.

Hillcrest Labs의 링마우스 [그림 3](a)는 4개의 버튼과 중앙의 스크롤(Scroll) 핸들로 구성되어 있으며, 내부 가속계가 장착되어 있는데 이 가속계는 닌텐도사의 위모트(Wiimote)와 마찬가지로 손과 신체를 사용하고, 사용자의 손동작을 탐지하여 커서(cursor)가 화면에서 미끄러지듯 움직이게 해주어 CAVE형 환경과 같이 공간을 인터페이스로 활용하는 환경에서 사용하기 용이하다.



(a) 링마우스 (b) 멀티터치 태블릿  
[그림 3] 입력 시스템

Wacom사의 Bamboo Pen and Touch [그림 3](b)는 사각의 표면에 두드리기(tab), 모으기, 뒤집기와 같은 손동작의 멀티터치(multi-touch) 제스처를 사용하여 CAVE형 환경에서도 쉽게 조작이 가능하다.

[그림 4]의 Apple사의 iPhone은 터치패드처럼 사용이 가능하며, 가볍고 휴대성 역시 우수해 특히 넓은 공간을 인터페이스로 사용하는 CAVE형 환경에 적합하다고 할 수 있다.



[그림 4]는 iPhone 터치패드

그 외 입력시스템으로는 일반적으로 잘 알려진 터치스크린인 3M사의 MicroTouch와 Logitech사의 무선마우스(MX Air)를 검토하였으나, CAVE 환경에는 적합하지 않기 때문에 실험에서 제외하였다.

[그림 5](a) MicroTouch의 경우 CAVE형 환경에 적용시켜 사용할 경우 마우스 대신 사용하는 MicroTouch의 터치화면 인식영역 및 위치가 CAVE형 대형 스크린 화면과 일치하지 않는 문제점을 발견했다. CAVE 속 대형화면의 끝으로 이동하고 싶어도 커서가 한 번에 대형 디스플레이 화면 끝까지 닿지 않아 3면이나 되는 대형 디스플레이 화면을 자유롭게 이동하는 것이 매우 어려워 실험에 사용하기 부적합하다고 판단하였다.

(b) MX AIR는 링 마우스와 유사한 기능으로 테이블 혹은 데스크톱이 아닌 공중에 모션을 통해 일반 마우스를 사용하듯 마우스 커서를 조작하고, 클릭 혹은 포인트 이동과 같은 기능들을 자유롭게 사용하도록 디자인되어있다. 하지만 CAVE 공간에서의 4차례 테스트 결과 마우스 움직임의 정확도가 다른 조작시스템에 비해 현저히 떨어져 실험에서 제외하였다.



(a) MicroTouch  
MX AIR (b) Air mouse

[그림 5] 입력 시스템

### 3. CAVE환경 기반 실험용 콘텐츠 InnoVidea 개발

#### 3.1 인터페이스의 설계

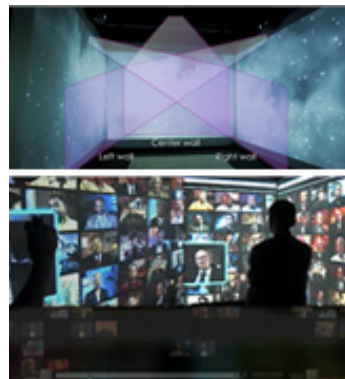
##### 3.1.1 InnoVidea의 시스템

본 연구에서 개발된 소프트웨어, 이노비디아(InnoVidea)는 플렉스(Flex)를 활용하여 제작되었는데, Flex는 Adobe사의 액션스크립(ActionScript) 3.0 프로그래밍 언어를 위한 어플리케이션 개발 툴로서 이 프로그램을 사용해 사용자에게 보다 친숙한 UI 제공과 빠른 화면 처리가 가능한 인터페이스를 디자인할 수 있었다. 또한 InnoVidea는 선행 프로젝트인 인포미디어(Informedia) 프로젝트와 마찬가지로 HistoryMaker의 데이터베이스를 사용하였는데, [그림 9]와 같이 프로젝트를 통해 생성된 방대한 양의 메타 데이터(meta-data) 데이터베이스에 동시에 연결된 쿼리 서버(query server)를 데스크톱 컴퓨터로 접속하여 인터뷰 주제, 인터뷰 참

가자의 출신 지역, 직업 등 다양한 종류의 Meta-data의 카테고리 항목에 해당하는 비디오 목록을 열람하거나 사용자가 원하는 검색어를 직접 텍스트로 입력할 수 있는 구조로 제작하였다.

#### 3.1.2 인터페이스의 디스플레이 시스템 및 입력 장치 시스템

실험에 사용된 디스플레이 시스템은 BenQ사의 BenQ MP522ST를 사용하여 데스크톱 PC와 연결된 CAVE형 플랫폼을 구축하였다. [그림 6]과 같이 3면의 대형스크린에 배치된 3개의 BenQ MP522ST 프로젝터를 사용하여 실험을 위해 준비한 히스토리메이커 콘텐츠의 검색과 열람, 비디오 재생 화면이 투영되도록 하였다. 각 프로젝션 스크린의 화면 크기는 가로 10ft 세로 7ft의 크기로, 세면의 벽면을 가득 채우도록 하였다.



[그림 6] CAVE 환경

제스처 인터페이스의 입력시스템으로는 링마우스, 아이폰 그리고 멀티터치 타블렛을 사용했다. 링마우스는 USB 동글(dongle)을 사용하여 앞서 구축한 CAVE 환경의 데스크톱 PC에 연결하여 사용하였다. 링마우스와 함께 배포된 드라이브를 설치하면 일반 마우스와 마찬가지로 드래그, 줌인, 줌아웃 등의 조작활동이 가능하다. 또한 내장된 휠(Wheel)로 줌인과 줌아웃이 가능하며, 좌우 클릭 기능 역시 Wheel의 좌우에 장착된 버튼을 사용해

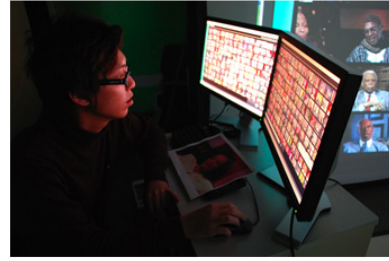
조작 가능하다.

아이폰은 3G 혹은 3GS 이상의 버전이 필요하며, Itap이라는 애플리케이션 프로그램을 PC와 아이폰에 각각 설치해 사용한다. Itap을 아이폰에 설치하면 아이폰을 터치패드처럼 사용할 수 있도록 구현함으로써 CAVE 스크린에서 마우스커서를 움직여 조절 가능하게 해준다. 또한 엄지와 검지 손가락을 사용해 화면에서 움직이면 줌인, 줌아웃의 기능이 구현되고, 내장된 가상 키보드는 엄지와 집게 그리고 새끼손가락을 사용해 열거나 닫을 수 있다. 왼쪽 클릭의 경우 타블렛을 두 번 두드리면 된다. 또한 화면을 두 손가락으로 문지르면서 사용하는 스크롤 기능이 있다. 세 손가락을 두드리면 내장된 가상 키보드가 활성화되어 검색활동 시 단어를 입력하는 데 편리하다.

멀티터치 타블렛으로는 Wacom사의 Bamboo Pen and Touch를 사용하였으며 프로그램의 드라이버를 CAVE와 연결된 데스크톱 PC에 설치한 후 타블렛을 PC에 연결하여 사용하였다. 두 손가락을 모았다 벌렸다 하는 동작으로 줌인과 줌아웃을 할 수 있고 왼쪽 클릭은 타블렛 표면을 두 번 두드리면 된다.

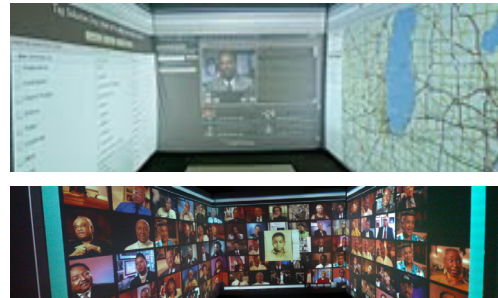
### 3.2 콘텐츠의 구현

본 프로젝트에서 구현된 소프트웨어인 이노비디아(InnoVidea)가 쓰이는 환경은 군부대, 경찰, 보안 부서의 상황실로 가정되었으며 그곳에서 일하는 정보 분석관들이 폐쇄 회로 TV(Closed Circuit TV, 세계 각국의 뉴스등 등 방대한 비디오 데이터베이스의 썸네일들을 브라우징 할 때 어떻게 하면 사용자의 만족도와 검색의 효율성을 높일 수 있는지에 대해 중점을 두었다. 실험에 사용된 데이터베이스는 앞서 언급한 히스토리메이커 연구에서 쓰인 기존 웹 콘텐츠의 인터페이스 속 이미지와 정보 데이터 그리고 소스 코드를 바탕으로 데스크톱 인터페이스와 가상현실 공간 인터페이스에 맞추어 새롭게 제작하였다.



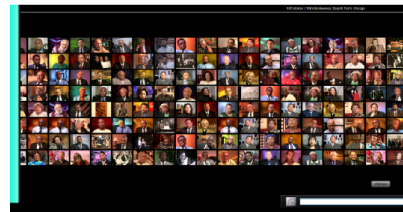
[그림 7] 평면 모니터의 히스토리메이커 데이터베이스

따라서 [그림 7]과 같이 평면 모니터 화면에서 사용가능한 소프트웨어와 [그림 8]의 3면의 대형 디스플레이화면 벽면으로 구성된 Cave형 환경에 최적화된 소프트웨어 두 종류를 제작하여 실험에 사용하도록 하였다.

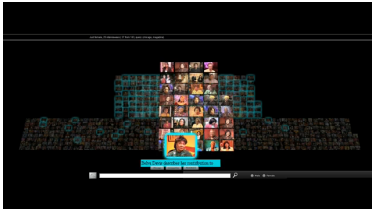


[그림 8]

실험에서 피험자는 [그림 6]과 같이 설치된 CAVE형 방에 입장하여 히스토리메이커 콘텐츠를 선택하고 검색 인물의 제시어가 주어지면 해당 인물에 관련된 검색어를 입력하고 검색을 시작한다. 처음 검색결과는 [그림 9](a) 같이 평면적 레이아웃으로 나타난다.



(a)



(b)

[그림 9] 평면 레이아웃 이미지와 3D 입체패널

사용자가 선택 가능한 검색결과 이미지모드는 3 가지 옵션이 주어지며, 첫 번째 옵션은 초기 상태 인 평면적인 레이아웃 이미지, 두 번째 옵션은 입체적 디스플레이 모드인 3D 입체패널, 세 번째 옵션은 부가 설명이 첨부된 평면적인 레이아웃 이미지의 세 가지 모드로 구성되어 나타난다. 이때 3D 입체패널 모드를 선택하면 [그림 9](b)와 같이 검색 결과를 중앙 화면에 정렬한 상태로 확인이 가능하며, 두 번째 검색 결과의 레이어를 한 화면에서 확인할 수 있다. 사용자가 원하는 결과를 선택하면 앞뒤로 레이어간의 이동이 가능하다. 평면적 레이아웃 이미지 모드를 선택할 경우 이전 검색 결과가 최근 검색 결과로 교체된다.

이 평면 레이아웃 이미지 모드는 (b)의 3D 입체패널과 같은 레이어 기능이 없으므로 검색에서 선택된 화면만을 교체하여 보여준다. 반면 3D 입체패널은 [그림 9]와 같이 이전 검색들을 입체적으로 나열하여 볼 수 있는 특징이 있다. 따라서 복잡한 검색활동 시 검색 시간을 단축시키는 장점이 있다.

## 4. 인터페이스의 사용성 평가

### 4.1 분석대상

실험에 앞서 사전 설문을 통해 실험참가자의 프로필을 조사하였다. 첫 번째 실험의 참여자는 미국 동부에 거주하는 20대와 30대로 총 10명으로 남성 7명 여성 3명이며, 이들 중 CAVE형 가상현실 시스템을 사용해 본 경험이 있는 참여자 1명과 없는

참여자 9명이 있다. 두 번째 입력시스템 실험에는 남성 14명과 여성 6명을 대상으로 설문조사 하였다. 이들 중 CAVE형 가상현실 시스템을 사용해 본 경험이 있는 참여자 2명과 없는 참여자 18명이 있다.

### 4.2 실험절차 및 과제

본 실험에서는 사용자가 주어진 과제를 처리하는 효율성을 보다 정확하게 평가하기 위해 다소 복잡한 검색을 제시하였다. 실험참가자는 CAVE형 방에 입장하여 실험을 위해 준비한 그림 속의 인물을 검색하는 활동을 시작하며, 보다 명확한 검색 활동의 실험을 위해 각 과제당 총 16명의 인물을 검색하게 하였다. 사용자는 사전 정보가 없는 사진 속 인물을 검색하며, 피험자의 검색 소요시간에 따라 첫 번째 연관 키워드 검색, 두 번째 연관 키워드 검색, 3번째 연관 키워드 검색을 실행하였다. 실험에서 정해진 첫 번째 검색 소요시간은 ( $0\text{sec} < \text{time} \leq 20\text{sec}$ ), 두 번째 검색 소요시간은 ( $20\text{sec} < \text{time} \leq 30\text{sec}$ ), 3번째 검색 소요시간은 ( $30\text{sec} < \text{time}$ ) 순으로 각 차례 당 검색 시간이 초과될 경우, 연관된 키워드의 검색어를 순차적으로 제시하여 검색 범위를 좁혀 나가도록 유도하였다. [그림 10]에서 보는 바와 같이 실험에 제공된 이미지의 인물을 육안으로 확인 한 후 제시한 키워드에 따라 3차례 검색을 통해 검색 범위를 좁혀 나간다. 예를 들어 [표 1]의 첫 번째 항목에서처럼 피험자가 Chicago라는 초기 키워드로 검색을 실행한 후 500개의 동영상 결과가 화면에 배열되었고, 제공된 멀티미디어 자료들에서 원하는 결과를 찾지 못한 20초 후, 두 번째 검색 키워드인 Northwestern가 제시되었다. 두 번째 키워드 제시 후, 검색 결과가 104개의 동영상으로 좁혀지게 되었으며 소요시간 10초 후 더욱 세분화된 마지막 제시 키워드로, 여성과 남성을 분류하는 키워드 (Gender Filter)성별 필터를 통해 28명으로 좁혀져 가는 것을 볼 수 있다. 이렇게 피험자 1인당 16명의 인물을 색출해 내는 작업은 총 30분의 실험의



소요시간에 실험을 마칠 수 있게 유도하였다.

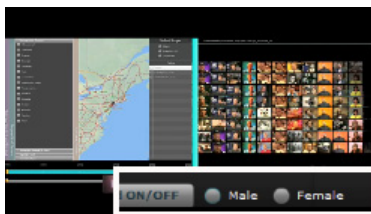


[그림 10] 키워드 검색

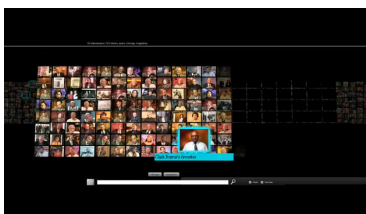
[표 1] 피험자1의 키워드 검색 활동 결과

(User 1)		
First Keyword (Number of Results)	Second Keyword (Number of Results)	Gender filter (Number of Results)
Chicago (500)	Northeastern (104)	Female (25)
Chicago (500)	magazine (163)	Male (126)
Chicago (500)	Gary (69)	Male (53)
5 (325)	university (69)	Male (58)
5 (325)	morning (72)	Male (59)
5 (325)	video (13)	Male (10)
6 (239)	news (24)	Male (13)
6 (239)	change (55)	Female (13)
6 (239)	church (38)	Female (13)
law (500)	Ohio (60)	Male (51)
law (500)	Atlanta (77)	Female (12)
law (500)	Betty (12)	Female (10)
church (500)	Carol (16)	Female (8)
church (500)	Atlanta (157)	Female (40)
church (500)	trouble (82)	Female (21)
fight (500)	money (256)	Female (59)
fight (500)	Texas (30)	Male (24)
fight (500)	concern (117)	Female (25)

또한 사용자의 검색활동을 돕는 부가기능으로 키워드에 의한 텍스트 서치 이외에 [그림 11](a)의 남성 여성을 분류하는 메타 필터와 (b)는 카테고리 별, 지역별, 그리고 시대별로 분류하는 타임라인 검색기능을 제공하여 검색의 효율을 도왔다.



(a)



(b)

[그림 11] 타임라인 검색

[표 2]의 본 논문의 문항은 첫 번째 실험에서 주어진 두 과제, A. CAVE와 B. 데스크톱의 편리성 및 재미 그리고 만족도에 대한 주관식 평가질문이다. 피험자는 질문에 대한 답으로 1. CAVE, 2. DESKTOP, 3. 무관함, 4. 기타 중 선택하여 답하도록 하였다. 이 실험에 관한 설문평가는 보다 정확한 평가를 위해 1차 파일럿 테스트와 2차 사용성 실험을 2차례 거쳐 실행 하였으며 1차 2차 테스트에서 사용한 입력장치는 두 과제 모두 링 마우스를 사용하여 실험하였다.

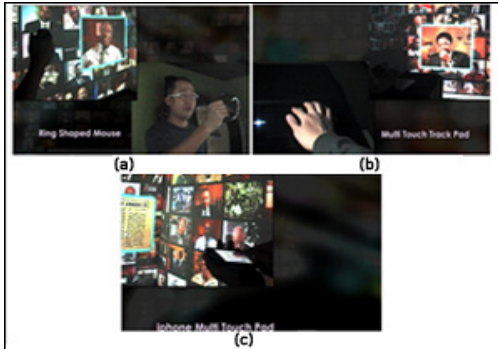
[표 2] CAVE와 데스크톱 비교 평가 문항

분류	질문 1-4	선호도
1	어떤 플랫폼이 사용이 더 쉬웠나?	편리성
2	어떤 플랫폼의 사용이 재미있었나?	재미, 흥미도
3	어떤 플랫폼을 앞으로도 계속 사용할 것인가?	만족도

두 번째 실행된 실험의 과제는 [그림 12]와 같이 A(링 마우스), B(멀티 터치 타블렛), C(IPshone)의 3가지 조작시스템을 사용하였다. 피험자는 각각의 할당된 과제를 ABC, ACB, BAC, BCA, CAB등의 6단계 순으로 진행하였다.

또한 빠른 시간 안에 원하는 결과를 얻을 수 있는지에 대한 효율성 측정은 첫 번째, 두 번째 실험 모두 검색 인물 검색 1명당 걸리는 총 검색 소요시간을 측정해서 비교하였다. 따라서 각 입력시스템의 과제별 검색 수행 시간을 측정하고 검색시간이 짧을수록 효율성이 높다 평가하였다.

마지막으로 피험자가 주어진 3가지 과제들을 사용하여 검색을 모두 마친 후, 선호하는 입력시스템을 A. Ring mouse, B. multi-touch tablet, C. iPhone중 선택하도록 하였다.

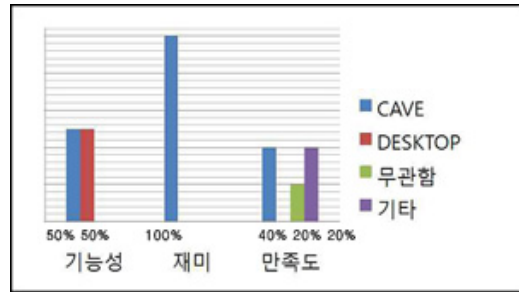


[그림 12] 과제 A Ring mouse, 과제 B multi-touch tablet, 과제 C iPhone

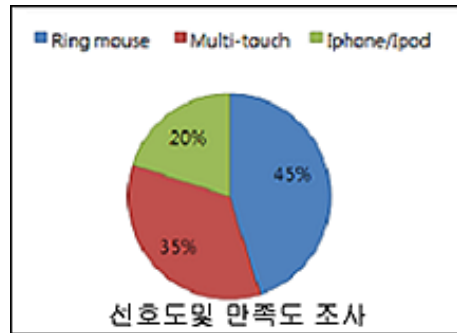
### 4.3 실험결과

첫 번째 실험에서 1차 파일럿 테스트 평가결과는 참여자중 35.71%가 데스크톱을 사용하기 더 쉽다고 의견을 주었으며 21.42%는 CAVE가 더 편리하다고 답하였다. 흥미도 평가는 CAVE가 71.42%로 데스크톱 7.14%에 비하여 매우 높게 나타났다. 만족도 평가는 데스크톱이 35.71%로 CAVE 21.42%보다 높게 평가되었다. 실험순서는 데스크톱을 먼저 사용한 후 CAVE를 사용한 피험자의 경우 CAVE를 선호하는 경향을 보였으며, CAVE를 먼저 사용한 후 데스크톱을 사용한 피험자의 경우 데스크톱을 선호하는 경향을 보였다. 두 과제의 검색 소요시간은 CAVE가 31.87초, 데스크톱이 33초로 CAVE사용의 효율성이 조금 더 높게 나타났다. 파일럿테스트 결과를 바탕으로 두 과제를 수정 보완 하여 2차 실험을 실행하였다. 2차 실험에서는 [표 3]과 같이 플랫폼의 편리성 평가에서는 CAVE와 데스크톱이 유사한 결과를 얻었으며, 재미 및 흥미도 평가에서는 CAVE에 대한 만족도가 매우 높게 나타났다. 만족도에 대한 평가는 CAVE에 대한 평가가 높게 나타났으며 멀티미디어 검색 환경에서는 데스크톱이 아닌 다른 플랫폼 사용에 관심을 나타내었다.

[표 3] 입력장치 별 사용성 조사

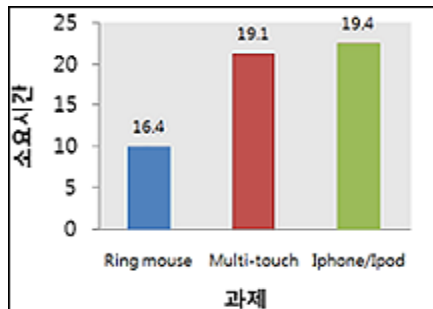


[표 4] 입력장치 별 사용성 조사



2번째 실험의 가상현실 공간 인터페이스의 입력장치에 대한 만족도 평가에서 [표 4]와 같이 전체 참여자중 45%가 링 마우스를 가장 선호하는 것으로 나타났다. 또한 16명의 인물 검색활동에 소요된 시간은 [표 5]와 같이 3과제 중 링 마우스가 평균 16.4초로 가장 짧은 시간 내에 원하는 검색결과를 찾아내는 것으로 나타났다. 아이폰과 멀티터치의 경우 검색 소요 시간이 평균 19초로 비슷한 결과를 얻었다.

[표 5] 입력장치 별 선호도 및 만족도 조사



## 5. 결 론

본 연구는 멀티미디어 검색의 효율성을 높여주는 환경 연구 중에서도 특히 방위산업체와 같이 특수 기관의 인물 검색활동을 돕는 가상현실 공간 인터페이스의 검색 환경에 대한 연구이며 두 차례 실험을 통해 인터페이스의 사용성을 평가하였다. 데스크톱과 CAVE형 공간 인터페이스를 비교 평가하는 첫 번째 실험에서는 설문결과 CAVE환경이 편리성, 흥미도, 만족도면에서 데스크톱보다 활용도가 높다고 평가되었으며 검색에 걸린 소요시간 역시 데스크톱 환경보다 빠르게 측정되어 효율 면에서 높다 나타났다.

두 번째 실험에서는 사용자 설문 결과, CAVE형 가상현실 환경에서는 링마우스를 이용한 검색활동이 가장 효율성 및 만족도가 높은 것으로 나타났다. 피험자들은 링마우스를 쉽고 재미있게 사용할 수 있어 CAVE형 환경에서의 몰입감을 높여준다 평가했다. 이러한 결과는 CAVE형 대형 디스플레이가 설치된 넓은 공간에서 상호작용할 때에는 운목을 사용한 조작활동이 더욱 자연스럽게 직관적이기 때문에 제스처 입력 시스템 중에서도 링마우스와 같이 인간의 손동작을 사용하는 조작 장치가 자칫 지루하고 복잡할 수 있는 검색활동을 흥미롭고 효율적으로 만들기 때문이라 할 수 있겠다. 다만 장시간 검색 활동을 수행할 경우 손과 팔의 움직임으로 인한 피로가 생기는 것을 단점으로 추정했다.

또한 피험자들이 모두 대학원에 재학 중인 학생 들이기 때문에 처음 접하는 CAVE형 가상현실 공간 인터페이스에 적응력이 일반인에 비해 빨라 가상현실 공간과 제스처 입력 시스템을 사용하는 것에 어려움을 느끼지 않았을 가능성이 있다. 따라서 다양한 연령대의 피험자들로 구성된 실험을 통해 추가적인 사용성 검토를 실시할 필요가 있다.

마지막으로 최근 출시된 마이크로소프트사의 Kinect를 입력 시스템으로 사용하여 검색의 사용성 및 효율을 실험해 볼 예정이다. 무선 마우스와

같이 도구를 사용하여 컨트롤하는 것이 아닌 인간의 신체 활동만을 이용한 조작활동이 CAVE형 가상현실 인터페이스의 검색에 미치는 영향을 분석하여 향후 미국 방위산업체 현장에서 사용가능한 실용적인 멀티미디어 검색 환경을 제시해 보고자 한다.

## 감사의 글

본 연구를 수행하는 데 있어서 지도 교수이신 Carnegie Mellon University Entertainment Technology Center의 Mike Christel, Scott Stevens, 팀원으로 수고해주신 김한수(Hansoo Kim), Madhuri Koushik, Bing-huan Wu에게 이 지면을 빌어 감사드립니다.

## 참고문헌

- [1] D. Ponceleon, S. Srinivasan, A. Amir D.Petkovic, "Key to Effective Video Retrieval: Effective Cataloging and Browsing", In Proceedings of the 6th ACM international conference on Multimedia, 1998.
- [2] A. van Dam et al., "Immersive VR for Scientific Visualization: A Progress Report," IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 20, no. 6, pp. 26-52, 2000.
- [3] Christel, M.G., Richardson J, and Wactlar, H.D. Facilitating access to large digital oral history archives through Informedia technologies", Proceedings JCDL, pp.194 - 195. 2006.
- [4] Michael Christel, "Automated Metadata in Multimedia Information Systems: Creation, Refinement, Use in Surrogates, and Evaluation", Morgan & Claypool Publishers, 2009.
- [5] Sowndararajan, A., Wang, R., and Bowman, D. A, "Quantifying the Benefits of Immersion for Procedural Training", In: Proceedings of

the 2008 Workshop on Immersive Projection Technologies/Emerging Display Technologies, ACM, pp. 1-4, 2008.

- [6] Pausch, R., D. Proffitt, and G. Williams, "Quantifying Immersion in Virtual Reality," Proc. of SIGGRAPH 97, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, pp. 13-18. 1997.
- [7] Patrick, E., D. Cosgrove, A. Slavkovic, J. Rode, T. Verratti, and G. Chiselko. "Using a large projection screen as an alternative to Head-Mounted Displays for Virtual Environments", CHI, pp. 478-485, 2000.
- [8] R.J.K. Jacob, "User Interface," in Encyclopedia of Computer Science, Nature Publishing Group, pp. 1821-1826, 2000.
- [9] D. Wigdor, J. Fletcher, and G. Morrison, "Designing user interfaces for multi-touch and gesture devices", in Proc. CHI Extended Abstracts, pp.2755-2758. 2009.
- [10] Ji-Sun Kim, Denis Gracanin, Kresimir Matkovic, Francis Quek, "Phone/iPod Touch as Input Devices for Navigation in Immersive Virtual Environments", IEEE Virtual Reality Conference, pp261-262, 2009.
- [11] <http://www.lockheedmartin.com/products/audacity/index.html>



김 나 영 (Nayoung Kim)

2007년 MMORPG 게임, Lineage2 개발 참여  
2009년 Carnegie Mellon University 엔터테인먼트 공학 석사  
2009년 디즈니 테마파크 지역 기반 엔터테인먼트 개발 참여  
2010년 THQ 차세대 MMORPG 게임 개발 참여  
현 재 홍익 대학교 게임 학부 전임강사

관심분야 : 게임 기획, 인터랙션 디자인, HCI, 게임학



이 종 호 (Chongho Lee)

2003년 연세대학교 영어영문학과 학사  
2008년 일렉트로닉 아츠 코리아(EA Korea) 한글화팀 프로듀서  
2010년 Carnegie Mellon University 엔터테인먼트 공학 석사  
현 재 카네기 멜론 대학 인터랙션 디자인학과 석사과정

관심분야 : 인터랙션 디자인, HCI, 게임 기획