

프로젝션 기반 증강현실 인터랙티브 스케치 프레임워크

구민재, 김성환

서울시립대학교 컴퓨터과학부

e-mail : cqkmj@uos.ac.kr and swkim7@uos.ac.kr

A projection-based augmented reality framework for interactive sketch

Min-Jae Koo and Seong-Whan Kim
School of Computer Science, University of Seoul

요 약

본 논문은 프로젝션 기반 증강현실 기술과 디지털 펜 기술을 결합하여 사용자에게 새로운 스케치를 체험할 수 있는 시스템이다. 기존 증강현실의 상호작용은 마커 기반으로 제안되어 많은 제약이 따르고, 이에 사용자에게 더욱 자유롭고 창의적 상호작용 환경을 더해 편의를 제공하는 기술이다. 기존 증강현실의 HMD, 데스크톱 없이 모바일 프로젝션을 사용된 기술에 개발과 논문이 미흡하다. 최근 고화질, 경량의 프로젝터의 일반화와 함께 프로젝션 기반 디스플레이의 응용분야가 많이 증가하고 있고, 디지털 펜 기술이 발전함에 따라 기술에 대한 요구는 많이 증가할 것이다. 본 논문에서는 프로젝션 기반의 증강현실과 디지털 펜을 사용한 상호작용 구조를 구현하기 위한 기술적 과제들을 제안하고 프로젝션 기반의 증강현실 상호작용 필요성 및 가능성을 제시하고자 한다.

1. 서론

증강현실(Augmented Reality)은 현실 세계와 부가 정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주는 가상현실의 하나이다. 주로 가상현실에서 사용자의 몰입감을 높여주고 유용한 정보를 효율적으로 제공하기 위해서 사용된다. 증강현실에 관한 기술은 1990년대 후반부터 논문되기 시작했으며 특히 근래에는 프로젝션 기반의 증강현실 기술이 활발히 논문되고 있다. 따라서 이를 이용한 다양한 응용사례들이 제시되었고 그 필요성과 가능성이 주목 받고 있다 [1][2]. 프로젝션 기반의 가상현실 시스템이 주목된 이유는 부가적인 디스플레이 장치를 거치지 않고 사용자에게 직접 정보를 제공함으로써 몰입감을 극대화시키고 편의를 제공하는 데 있다. 프로젝션 기반 시스템이 기술적으로 극복해야 할 문제는 투사되는 대상 고유의 색상과 모양 때문에 발생하는 왜곡현상을 보정에 대한 논문이 현재는 그 기술적 과제가 어느

정도 해결된 상황이다. 하지만 상호작용과 사용자 정보 제공에 대한 논문이 필요하다. 디지털 펜을 이용한 상호작용은 즉시 정보 확인이 불가능하고 부가 매체가 필요로 하여, 직접적인 상호작용이 어렵다. 따라서 본 논문을 통하여 디지털 펜과 프로젝션 기반 증강현실을 시스템을 구현하기 위한 절차 및 방법을 제안하고 그 가능성을 제시하고자 한다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장에서는 관련 논문에 대해서 설명하고, 3 장에서는 시스템 설계 및 구성 제안 4 장에서는 결론을 제시한다.

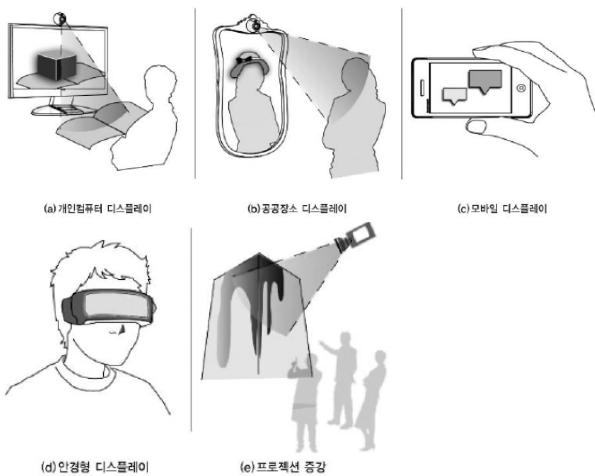
2. 관련논문

증강현실 기술이 사용자의 실제 환경에 녹아 들어가는 방식은 크게 세 가지가 있다. 첫째, 고정형 디스플레이에 카메라가 디스플레이 상단에 고정된 데스크톱 형태이다. 둘째, 스마트폰 혹은 웨어러블과 같이 손으로 들고 다니거나 몸에 착용할 수 있는 모바일 형태

이다. 셋째, 사전에 설치된 프로젝터로 대상물체에 영상을 쏘아 실제 공간에 증강하는 설치형태가 있다

2.1. 증강현실의 현재

현재까지 등장한 증강현실 시스템의 형태로는 데스크톱 형태의 고정형, 스마트폰이나 웨어러블 형태의 모바일형, 프로젝터로 쏘아 증강하는 설치형으로 분류할 수 있다. 개인 컴퓨터 디스플레이나 공공장소에 설치된 디스플레이에 증강되는 시스템의 경우 시점의 오류가 발생한다. 조작하려는 물리적인 객체는 책상 위에 있는데 처리되어 증강된 모습은 모니터 디스플레이에 표현되기 때문에 물리적 객체와 증강된 객체 간에는 시점의 차이가 발생한다. 반면 모바일 디스플레이나 안경형 디스플레이, 프로젝션 AR의 경우에는 사용자가 바라보는 방향과 증강된 물체가 표현되는 디스플레이가 일치하여 시점의 오류가 발생하지 않는다(그림 1).



(그림 1) 디스플레이 형태에 따른 유형 분리

기존의 증강현실 시스템에서는 간단한 형태의 상호작용만 제공되어왔고 센서정보 또한 위치, 기울기, 방향 등 간단하게 사용되어졌으나 좀 더 풍부한 오감 정보 제공을 위해 시청각 센서를 모두 활용하고, 깊이 카메라를 이용하여 좀 더 자연스럽게 다양한 상호작용을 사용하고, 단순하게 정보는 보여주는 데서 그치지 않고 사용자의 맥락정보와 사회적 관계정보를 이용 SNS를 활용하여 개인화된 정보를 보여주는 방향으로 발전하고 있다 [2-3].

2.2. 데스크탑 증강현실

데스크톱 증강현실 중 손쉽게 접할 수 있는 형태의 증강현실 시스템으로서 개인 컴퓨터 1대와 웹캠 1대, 증강현실 소프트웨어와 평면의 대상물체로 구성된다. 가장 먼저 상용화되어 시중에 선보였으나 널리 보급되지는 못하였다. 손쉽게 설치하고 인쇄된 매체를 이용하여 증강현실 서비스를 즐길 수 있어 기업 홍보나 멀티미디어책 등으로 이용되고 있다. 단점으로는 현실공간에서 대상을 조작하고 이를 모니터 디스플레이로 보아야 하므로 증강된 물체와 실제 공간의 시점의 오차가 있어 보여주는 용도 이외에 조작하거나 몰입감을 증대시키기에는 다소 어색함이 있다. 대표적으로 '공룡이 살아있다'가 있다 (그림 2).

공공장소에서 볼 수 있는 증강현실 시스템의 형태로서 공공장소에 DID(Digital Information Display)가 설치되어 있고 카메라는 주로 상단 프레임 부분에 내장되어있는 형태다. 사용자는 디스플레이 앞에서 본인의 전신 모습을 보면서 터치, 얼굴인식, 몸동작, 또는 마커 등을 이용하여 상호작용한다. 마치 거울 앞에서 증강현실 서비스를 사용하는 형태이다. 대표적인 예로는 매직미러 (Magic Mirror), 가상드레스룸 (Virtual Dress room)이 있다 (그림 2).



(그림 2) 공룡이 살아있다와 가상 드레스룸

2.3. 프로젝션 증강현실

프로젝션 증강은 건물 외벽에 프로젝터로 영상을 쏘아서 비주얼적인 연출을 하는 미디어아트의 한 분야이다. 건물 외벽에 프로젝터로 영상을 쏘아 특정시점에서 보면 마치 벽이 튀어 오르거나 색깔이 칠해지고 무너지기도 하는 비주얼을 볼 수 있다. 사전 설치에 비용이나 시간이 많이 들지만, 한번 설치하고 나면 사용자에게 아무런 장비 없이도 많은 관중이 같은 시간 같은 증강현실을 체험할 수 있다 (그림 3).



(그림 3) 프로젝션 기반 증강 현실

2.4. 상호작용 기술

증강현실에서는 상호작용 기술은 가상공간과 현실생활에서 습득한 상호작용 방식을 그대로 확장하여 사용해야 유기적이고 자연스러운 상호작용을 할 수 있다. 이는 현실기반의 정의와 유지적 인터페이스(Organic User Interface)의 혼합한 개념이다[5]. 현실기반 유기적 인터페이스는 현실에서 습득한 상호작용 방식이나 사용자 경험에 의한 상호작용 방식을 그대로 확장하여 사용하는 인터페이스를 의미하며 (1) 입출력 통합형 유기적 인터페이스, (2) 기능 적응형 유기적 인터페이스이며, (3) 상황 적응형 인터페이스의 요소를 갖추고 있다.

(1) 입출력 통합형 유기적 AR 인터페이스: 입력하는 대상과 출력되는 대상이 하나로 통합된 인터페이스를 의미한다. 주로 터치스크린 형태의 인터페이스들이 이에 해당한다.

(2) 기능 적응형 유기적 AR 인터페이스: 조작하려는 대상의 기능에 따라 입력할 수 있는 형태가 유기적으로 변화하는 인터페이스이다. 조작하려는 대상을 인식하고 대상의 기능에 따라 입력하는 형태를 유기적으로 재구성하는 인터페이스이다. 따라서 매우 직관적인 조작을 할 수 있으며 증강현실 콘텐츠 내 가상의 객체와 상호 작용 시 오랜 연습 시간이나 사용에의 어려움 없이 쉽게 선택/조작이 가능하게 된다.

(3) 상황 적응형 유기적 AR 인터페이스: 상황적응형은 사용자의 상황이나 화면의 크기, 기울기에 따라 형태가 바뀌는 상황 적응형 인터페이스이다. 상호작용 기술에는 영상정보와 각종 센서정보를 적극적으로 활용하여 자연스러우면서도 상황에 적합한 인터페이스를 제공해야 하여 자연스럽게 쉽게 이용할 수 있는 수준이어야 한다. 현실공간의 책상 위를 비추고 영역을 설정하면 설정된 영역은 멀티터치 패드로 동작한

다 (그림 7). 현실공간의 물체를 입력 인터페이스로 사용했다는 점에서 현실기반 유기적 인터페이스로 적합하다.



(그림 7) Multitouch pad on any surface

깊이정보를 이용하여 현실공간에 있는 사용자가 가상공간과 자연스럽게 상호작용하기 위한 다양한 인터페이스들이 개발되고 있다[6]. 가장 널리 알려진 형태는 원거리에서 손을 검출하고 추적하여 손동작으로 스마트 TV 를 제어하는 형태의 인터페이스가 있다 (그림 8). 현실공간에서의 사용자의 손은 깊이 카메라로 받아 3D 좌표로 인식되어 가상공간에 연동되고 연동된 좌표로 가상공간의 객체와 상호작용한다.



(그림 8) 3D 깊이정보 기반의 손 동작 인터랙션

2.5. 디지털 펜

디지털 펜은 원래 실제 종이에 사용자의 필기 내용을 디지털화하기 위해 설계 되었다. 그러나 디지털 펜을 사용하여, 사용자의 별도의 디스플레이가 아닌 사용자 디스플레이에 증강된 정보를 확인할 수 있다. 디지털 펜은 다음과 같은 특징을 가진다. 일반 펜 형태 및 사용 감각에서는 충전 및 교체형 배터리를 갖춘 일반 펜 형태의 디지털 펜이다. 실시간 데이터 전송으로 인식된 데이터는 블루투스 기술을 통해 실시간으로 컴퓨터 또는 모바일 기기 등에 전송되거나 USB 케이블을 통해 컴퓨터로 동기화 가능하다. 정확한 위치 인식으로 모든 종류의 표면에서 정확한 위치 인식이 가능하며, 펜 각도와 압력, 시차에 구애받지 않고 데이터 인식할 수 있다. 모든 표면에 필기 가능으로

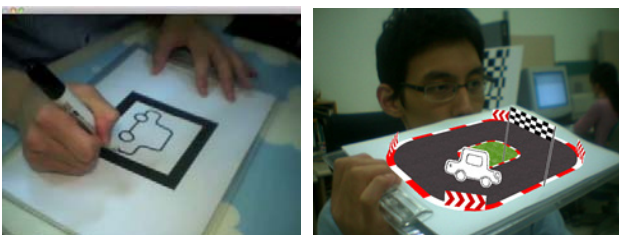
필기인식용 필름이 부착된 모든 표면에 필기 가능, 다양한 표면에 맞는 팁과 잉크 펜을 위한 보충용 잉크 카트리지를 제공한다. 디지털 펜은 원래 실제 종이에 사용자의 필기 내용을 실제 종이에 디지털화하기 위해 설계되었다. 그러나 디지털 펜을 사용하여, 사용자의 별도의 디스플레이가 아닌 사용자 디스플레이에 증강된 정보를 확인할 수 있다.



(그림 8) 디지털 펜 상호작용[7]

2.6 증강현실 스케치

스케치 인식 기반 가상물체 생성을 통한 증강현실이 있다. 증강현실은 카메라로부터 취득된 실사 영상에 가상의 객체를 정합시켜 새로운 컴퓨팅 환경을 구현하고자 하는 기술이다. 기존의 증강현실 구현을 위한 가장 일반적인 방법은 사전에 미리 정의된 특정한 형태 및 패턴을 보이는 별도의 마커(Marker)를 이용하여 정해진 가상 물체를 증강한다. 하지만 이 방법은 사용자가 임의의 다양한 패턴과 가상의 객체를 이용할 수 없다는 점이 문제시된다. 사용자가 마커를 직접 설계하고 그 그림을 3 차원으로 변형하여 사용자의 마커에 증강하는 방법을 제안하였다. 그려진 그림은 어떠한 그림인지 알 수 있도록 인식 과정을 거친다. 인식을 위해 그림의 특징을 정의할 수 있는 형태 문맥(Shape Context)을 이용한다. 이후 여러 형태의 문맥으로 SVM(Support Vector Machine)을 통해 훈련 데이터를 얻어 예측하는데 사용 인식 과정을 통해 예측된 결과를 바탕으로 그림에 해당하는 3 차원 환경을 조정하여 증강현실을 구현한다 [8].



(그림 9) 증강현실 스케치

3. 시스템 설계 및 구성

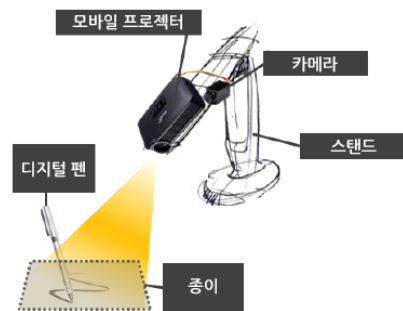
시스템의 특징은 (그림 10)과 같이 사용자가 일반 종이 위에 스케치하고 프로젝션으로 증강된 이미지를 디스플레이 전환 없이 사용할 수 있다. 시스템은 하드웨어 구성 측면과 시스템 설계 및 구성으로 나누어 제안한다.



(그림 10) 시스템 사용 예시 화면

3.1. 하드웨어 구성

하드웨어 구성은 모바일 프로젝터와 사용자의 화면을 입력받을 카메라, 그리고 이를 지탱해줄 스탠드로 구성되어 있다. 기존의 종이에 그려진 내용이 아닌 사용자의 스케치를 인식하기 위한 디지털 펜으로 구성되었다 (그림 11).



(그림 11) 시스템 하드웨어 구성

3.2.1. 콘텐츠 설계

콘텐츠 설계 과정을 거친다. 콘텐츠의 고려사항은 프로젝션 화면은 종이 기반의 인터페이스이고, 디지털 펜은 원래 실제 종이에 사용자의 필기 내용을 디지털화하기 위해 설계기 때문에 가상을 배합하는 방법을 고려하여 설계 과정을 거친다. 디지털 펜을 통해 사과를 스케치하면 사과 이미지를 프로젝션 증강한다.

3.2.2. 프레임워크

본 논문에서 필요한 기술은 증강, 그림 추출 및 인식, 표현으로 나눌 수 있다. 증강기술의 프레임워크는 ARToolkit 을 사용한다. 스케치 추출 및 인식 OpenCV 사용한다. 스케치 검출은 SVM(Support Vector Machine)에 사용한다. 그래픽 표현 방법은 유니티 엔진을 사용한다.

(1) 스케치 인식: 디지털 펜을 통하여 스케치 된 디지털 이미지를 확보 한다. (2) 스케치 외곽선 추출: 외곽선 추출은 OpenCV API 중 Contour Find Finding 방법을 사용한다. (3) 스케치 형태 문맥: 중심점 기준 형태 문맥 분석 및 스케치 중심점을 기준으로 한 형태 문맥을 분석한다. (4) 스케치 인식: 스케치가 어떠한 종류의 이미지인지 판단하면 기준이 있어야 한다. 이를 위해 다수의 이미지 데이터를 수집해야 한다. 이미지 데이터를 수집하고, SVM(Support Vector Machine)을 통해 카테고리별 기준을 세운다. (5) 스케치 데이터 수집, 스케치는 어떠한 이미지인지 알 수 있으려면 판단 기준이 되는 스케치가 필요하다. (6) 스케치 데이터 트레이닝: 수집된 이미지 데이터는 각각의 형태 문맥을 계산하여 SVM 을 통해 트레이닝을 한다. (7) 스케치 쿼리 데이터 인식: SVM 에 넣으면 쿼리 데이터가 속하는 분류를 알아낼 수 있다.

3.2.4. 스케치에 표현 및 증강

프로젝션 기반의 증강 영상은 프로젝트 방향에 따라 기울어짐(skewness)과 스크린 기하에 따른 왜곡이 발생할 수 있다. 프로젝트된 화면의 기하학적 왜곡을 보정하기 위해서는 캘리브레이션(calibration)된 프로젝트와 카메라를 이용하여 스크린에 대한 기하 정보를 알아낸다. 알아낸 스크린 정보를 이용하여 보정 영상을 계산해 내는 것이다 [9]. ARToolkit 을 통해 사용자의 마커를 실시간으로 트래킹하여, 스케치된 이미지 위에 프로젝트로 보정되고 수집된 이미지를 증강한다.

4. 결론

증강현실 스케치북, 프로젝트 기반 증강현실 인터랙

티브 스케치 프레임워크 시스템을 제안하였다. 증강현실 스케치북은 프로젝트 기반 증강현실로 기존 아날로그 종이에 디지털 펜으로 사용자가 원하는 결과물을 얻을 수 있도록 도와주는 시스템으로 제안되었다. 시스템의 장점으로 기존 아날로그 종이에 그리는 익숙한 상호작용을 들 수 있으며, 아날로그 스케치에서 제공하지 못하는 디지털의 장점이 있으며, 다양한 상호작용을 제공한다. 반면, 제안된 시스템은 많은 논문 과제가 요구된다. 첫째, 디지털 펜으로 입력 받은 이미지를 프로젝트하여 정합에 요소가 있다. 둘째, 디지털 펜으로부터의 입력이 아닌 상호작용을 위한 증강현실 제스처 인터페이스 요소가 있다. 마지막으로, 제안된 시스템에 대한 사용성 평가가 이루어져야 한다.

참고문헌

- [1] 오지현, 이문현, 박한훈, 김재수, 박종일, "휴대형 프로젝트 기반의 멀티미디어 디스플레이 시스템," 한국방송공학회 추계학술대회 논문집, pp.265-268, 2006.
- [2] 강갑철, 박종일, 김영수, 최가열, 전해림, 김상준, "지능형 수술을 위한 직접 투사형 증강현실," 의공학 체공학회, 2004.
- [3] 장영균, 우운택, 김동철, 신춘성 "모바일 증강현실 기술동향", 개방형컴퓨터통신논문회, 제 38 권 1 호, pp. 44-52, 2010.
- [4] 이형묵, 김동철, 우운택 "가상 객체 조작을 위한 차세대 증강현실 인터페이스 기술 및 전망", 정보처리학회지, 제 17 권 제 5 호, 2010. 9.
- [5] Roel Vertegaal, Ivan Poupyrev, "Organic UserInterfaces", p26, ACM Communications 2008.
- [6] Hand Gesture Interaction Kimote, (<http://www.kimote.com>)
- [7] CHUNYUAN LIAO and FRANC, OIS GUIMBRETIE`RE. PapierCraft: A Gesture-Based Command System for Interactive Paper (2008), 18:3.
- [8] 한주현, AR Sketchbook 드로잉 인식 기반 가상물체 생성을 통한 증강현실, 서강대학교 영상대학원, 2010
- [9] 김재수, 증강현실 기반 휴대형 프로젝트 시스템 구현 및 사용성 평가, 한양대학교대학원 전자컴퓨터통신 공학과, 2010