

카메라를 이용한 3D 증강현실 제어

최한용*, 김병기, 고영웅
한림대학교 컴퓨터공학과

e-mail:{wizard, bkkim, yuko}@hallym.ac.kr

3D Augmented Reality Control using Camera Device

Han-Yong Choi*, Byung-Ki Kim, Young-Woong Ko
Dept of Computer Engineering, Hallym University

요 약

증강 현실 기술이 발전함에 따라서 사용자의 편의성을 위한 객체의 제어 방식에 대한 요구 사항이 증가하고 있다. 본 논문에서는 마커가 붙어 있는 손가락의 움직임의 특징을 카메라로 포착하여 그 동작과 맞는 적절한 이벤트를 실행함으로써 증강 현실 시스템을 보조해주는 기술을 제안하고 있다. 제안하는 방식의 가장 큰 장점은 카메라가 인식할 수 있는 정도까지의 근거리에서 3D 객체나 웹 화면을 사용자가 원하는 대로 제어하는 작업을 수행할 수 있도록 한 것이다. 핵심적인 프로토타입을 구현하여 손가락 움직임에 대하여 객체 제어가 되는지 실험을 하였으며 저속으로 움직이는 경우에 대부분 처리가 가능함을 알 수 있었다. 손가락의 모양이 빠르게 변화하는 경우에는 이벤트 처리에 오류가 많이 발생하였다.

1. 서론

증강현실[1,2] 기술의 발달로 다양한 분야에서 증강현실 기술을 적용하는 사례가 등장하고 있다. 예를 들어, 박물관 전시되어 있는 유물은 손으로 만져볼 수 없고, 몇몇의 유물은 단지 일부 조각만 전시되어서 전체 외형을 확인 할 수 없다. 만약에 증강 현실 기술을 이용한다면 적절한 입력을 받아 유물의 모습을 디스플레이를 하여 유물을 확대, 축소, 회전을 시키며 자세하게 관찰해 볼 수 있을 것이다. 이처럼 증강 현실 기술은 다양한 분야에서 널리 활용될 수 있는 가능성이 있다. 최근에는 쇼핑물의 상품들, 심지어 사람에 가상의 꼬리표를 달아서 증강 현실의 객체로 사용하는 연구도 진행되고 있다.

현재 증강 현실 기술에서 객체 위치를 효과적으로 처리할 수 있는 인터페이스 기술은 터치스크린을 이용하는 것이다. 터치스크린의 경우 직접 손가락이나 펜으로 화면을 눌러 제어를 해야 하고, 디스플레이의 크기가 커짐에 따라서 가격이 상승하게 되는 단점이 있다.

본 연구에서는 기존에 널리 사용되는 카메라 방식을 개선하여 효율적으로 사용자의 움직임을 처리하는 방식을 제시하고 있다. 주된 아이디어는 카메라와 손가락에 부착

된 마커를 이용하여 증강 현실로 구현된 화면에서 3D 이미지를 제어하는 시스템이다. 제안하는 방식은 마커가 붙어 있는 손가락의 움직임의 특징을 시스템이 포착하여 사용자가 객체와 상호 작용하여 현실감을 줄 수 있게 하였다.

2. 관련 연구

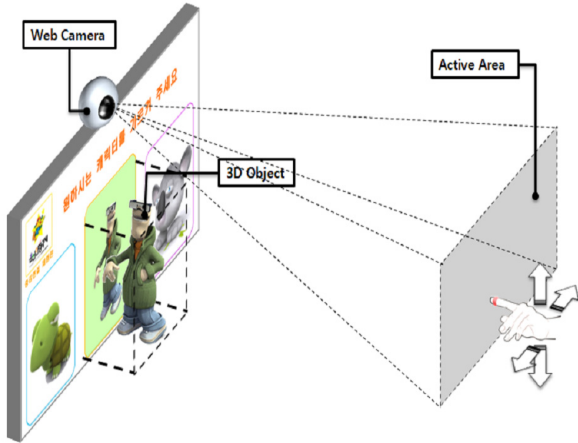
MARS (Mobile Augmented Reality Systems)[3]는 증강 현실과 모바일 컴퓨팅에서 사용된 사용자 인터페이스의 장점을 접목한 시스템이다. 서로 다른 디스플레이 장치들을 복합적으로 사용하여 모바일 사용자에게 적합한 재사용 가능한 사용자 인터페이스를 개발하였다. AR-PDA[4]는 증강 현실 콘텐츠와 사용자 상호 작용을 지원하기 위해 오브젝트 인식과 Markerless 추적(Tracking) 기술을 이용한 PDA기반의 모바일 증강 현실 시스템이다. 전체 동작 형태는 서버-클라이언트 방식이며, 별도의 추적 장치를 사용하지 않고 카메라 영상으로부터 2차원 특징 점을 추출하여 객체를 추적한다. AR Phone[5]은 증강 현실의 인터페이스 역할을 수행하는 역할을 수행한다. 서버-클라이언트 구조를 가지고 있으며, 폰에서 수행되는 인터페이스 애플리케이션과 다양한 환경에 분산되어 있는 무선 AP, 그리고 중앙의 서버 모듈로 구성된다. 영상 처리와 같이 부하가 큰 작업은 AR 서버에

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업의 지원을 받아 연구되었음

서 진행하고, 단말기에서는 AR 서버의 뷰어 역할만을 담당하도록 하였다.

3. 시스템 설계

3.1 시스템 개요



(그림 1) 시스템 구성도

(그림 1)과 같이 사용자는 웹 화면이나 프리젠테이션 안에 가상의 3D 객체와 상호작용한다. 카메라는 화면 상단에서 손가락에 부착된 마커를 인식하여 위치를 파악하여 손의 움직임에 따라 객체와 상호작용한다. 증강현실에서 중요한 현실감 있는 인터페이스를 위하여 손에 마커를 부착하여 손이 3D 객체를 실제로 만져보고 돌려 보는 것 같은 느낌이 들 수 있도록 하였다. 장치의 착용 및 물리적 제약을 최소화하기 위해 종이에 소형의 마커를 출력하여 사용자의 손가락에 부착한다. 기존에 터치 패드를 이용한 기술은 직접 펜이나 손가락을 화면에 접촉해야 한다는 물리적 제약이 따른다. 이는 3D 객체를 2D로 상호작용을 하게 되므로 현실감이 떨어지고, 고정된 자세에서 한정된 공간에서만 상호 작용이 일어나므로 사용에 불편함이 있다. 본 논문에서 제안하는 방법은 마커가 부착된 손의 동작을 카메라가 인식하여 객체와 상호작용하는 방식으로 사용자가 원하는 방향으로 손을 움직이면 3D 가상 객체를 회전, 확대, 그리고 축소 등의 상호작용을 할 수 있다. 이러한 기술을 이용하면 객체를 자세하게 관찰하고 사용자가 객체를 실제로 만지고 있다는 느낌을 받게 할 수 있어 현실감을 증가시킬 수 있다.

3.2 카메라의 마커 인식

본 논문은 HIT Lab에서 개발한 ARToolKit application [6]을 이용하여 카메라로 마커를 추적하고 인식 하였다. 마커의 형태를 추적 하여 인식하는 순서는 (그림2)와 같다.

카메라는 인식된 디지털 영상을 검정색과 흰색의 두 값으로만 표현하여 적절한 임계치를 적용하여 경계값에 위

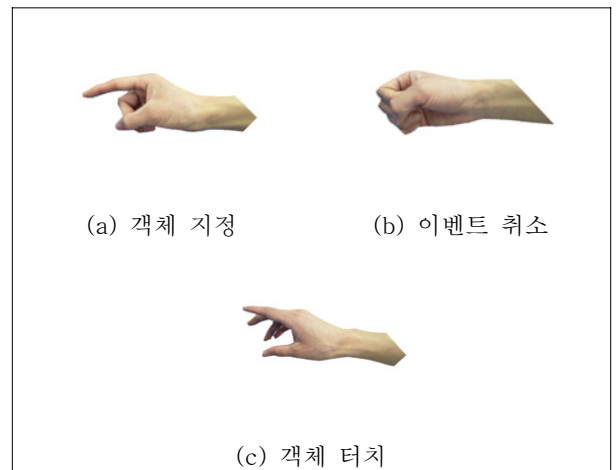
치를 알아낸다. 경계값이 처리 되면 연결된 컴포넌트의 위치를 파악한 후에 윤곽선을 확인하여 마커 테두리와 모서리를 추출한다. 추출된 마커는 마커안에 문자를 정확히 인식 할 수 있도록 시정 변환한다. 변환된 마커는 일반적으로 문자만을 인식하여 문자의 형태를 인식한다. 인식된 문자는 시스템에 저장된 마커 이미지와 비교하여 찾는다. 찾아낸 마커는 모니터 화면에 3D 오브젝트를 보여 준다. 카메라가 마커에 정확한 위치를 추적하기 위해서는 두 개 이상의 카메라를 이용하여 삼각측량으로 위치를 계산하였다. 하지만 본 논문은 마커 추적시 마커 테두리와 모서리 추출시 계산된 마커의 크기를 인식한 후 손의 움직임에 따른 마커의 크기 변화와 움직임을 추적하여 객체와 상호 작용한다. 마커가 인식되면 화면 중앙에 손의 상대적인 위치를 나타내는 표시점을 보여준다.



(그림 2) 마커 추적 및 인식

3.3 손 동작 인식

손의 움직임을 이용한 응용분야로는 청각장애인을 위한 수화 시스템을 예로 들 수 있는데 본 연구에서는 수화를 카메라가 포착하여 수화의 변화[7]에 따라 객체와 상호 작용하는 것이 아니라 마커가 붙어 있는 손의 움직임의 변화를 시스템이 포착하여 그 변화에 맞는 이벤트를 발생한다. 초기 마커의 크기를 저장한 값을 이용하여 손이 상하좌우로 이동할 때 변화하는 마커의 크기 및 위치를 분석하여 해당 이벤트를 발생 할 수 있는 인터페이스로 사용할 수 있다.



(그림3) 객체 제어시의 손 움직임

(그림 3)은 상호작용을 위한 손의 움직임을 나타낸 것이다. (그림3-a)는 특정 객체를 선택할 때 사용되는 모양으로 일반적으로 사람들이 특정 방향을 가리킬 때와 같이 주먹을 쥔 상태에서 검지를 펴서 특정 객체를 가리키게 되면 손가락의 위치와 이벤트를 이용하여 특정 객체를 선택한다. 객체를 선택하고 사용자가 객체를 원하는 방향으로 이동하고자 하면, 간단히 손을 움직여 상호작용으로 객체를 함께 움직일 수 있다. 또한 손의 움직임 패턴을 인식하여 다양한 이벤트를 발생한다. 이는 정해진 시간안에서 손의 위치 변화를 인식하여 발생하도록 하였다. 그 예로, 손을 앞과 뒤로 두 번 움직여 객체를 선택하거나 화면안에 다른 이벤트를 발생 시키도록 하였다. 마커의 초기 크기와 현재 마커 크기를 비교하여 손의 깊이 위치를 인식한다. (그림 3-b)는 이벤트를 취소할 때 움직임으로 사용자는 잠깐 동안 손을 주먹을 쥐어 카메라가 잠시 마커를 인식하지 못하게 한뒤 손가락을 다시 펴어 마커가 다시 인식이 되면 이전 이벤트를 취소하고 다시 사용자가 원하는 객체로 이동 할 수 있도록 한다.

(그림 3-c)는 객체를 직접 만져 보며 살펴 볼 때 움직임일 수 있도록 실생활에서 물건을 만져 보는 것 같이 손을 핀 상태로 객체와 상호작용한다. 사용자는 객체를 확대 혹은 축소하고 싶거나 객체를 다른 방향으로 돌려 볼 수 있다. 사용자가 손을 카메라로 이동하면 초기 마커의 크기와 비교하여 마커가 작아 진 것을 인식하여 객체를 확대한다. 반대로 손이 카메라와 멀어지면 마커가 초기 마커 크기보다 작아지는 것을 인식하여 객체의 크기를 축소시킨다. 또한 사용자가 객체에 보고 싶은 방향으로 손을 움직이면 객체가 회전하여 볼 수 있도록 객체와 상호작용한다. 마치, 사용자가 직접 객체를 손에 쥐고 움직이는 것 같은 기분을 들게 한다.

4. 시스템 구현 및 실험

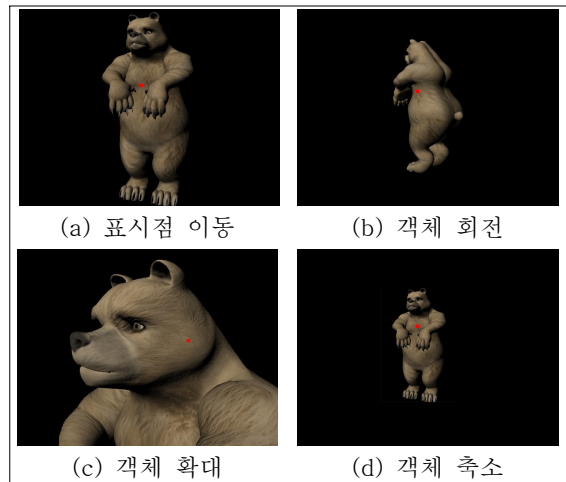
운영체제	Windows XP
사 양	Intel(R) Core(TM)2 2.13Ghz
	로지텍 pro 5000
	160 cm X 120 cm 스크린
	프로젝터

(표 1) 실험 환경



(그림 4) 실험환경

본 연구에서는 마커를 부착한 손의 움직임에 따라 객체와 상호 작용하여 사용자의 요구대로 객체를 움직여 사용자가 객체를 직접 만져 보는 것 같은 현실감을 가지고 객체를 움직이거나 확대 그리고 축소하는 실험을 하였다.



(그림 5) 사용자 손가락 움직임에 따른 객체 제어

(그림 5-a)는 사용자가 표시점을 이동하여 자신의 원하는 객체를 선택한 모습이다.

(그림 5-b)는 사용자가 객체에 앞면이 아닌 다른 부분을 보기 위해서 객체를 회전 시킨 모습이다. 사용자의 손 움직임의 변화로 객체를 회전 혹은 이동 시킬 수 있다.

(그림 5-c)는 객체를 확대한 모습이다. 태그와 스크린의 거리가 가까워지면 카메라는 태그의 크기를 초기 태그 크기보다 더 크게 인식하고 객체를 확대 시킨다.

(그림 5-d)는 (그림 5-c)와는 반대로 객체를 축소시킨 모습이다. 태그가 스크린과 멀어지면 카메라는 초기 태그 크기와 비교해 태그의 크기가 작아지는 것을 인식한다. 태그 크기가 작아지면 객체의 크기를 축소한다.

5. 결론

본 논문에서는 설치가 쉽고 저가의 장비인 웹캠을 이용하여 컴퓨터와의 상호작용 방법을 제안하고 구현하였다. 제안하는 방식은 사용자가 3D 객체를 제어하는데 있어서 편의성을 더욱 높일 수 있다. 이 기술은 사용자가 원거리에서 컴퓨터를 사용하는 경우에 유용하며, 터치스크린이나 마우스와 비교하여 사용자로 하여금 편리한 인터페이스를 제공할 수 있다. 제안한 방식의 가장 큰 장점은 카메라가 인식할 수 있는 정도까지의 근거리에서 3D 객체나 웹 화면을 사용자가 원하는 대로 제어하는 작업을 수행할 수 있도록 한 것이다. 이로 인해 현재 연구되고 있는 증감 현실을 구현하는데 기초적인 인터페이스로 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

간편하고 편리하며 화면의 근거리에서 제어 할 수 있는 이 기술은 마케팅이나 교육과 같은 프리젠테이션 상황에서 사용될 수 있으며 게임과 같은 다양한 환경에서 사용될 수 있을 것이라 기대한다. 향후 과제는 카메라 인식물의 문제로 빠른 움직임에 제대로 반응하지 못했던 문제가 있었는데 카메라 이외에 다양한 센서를 덧붙여서 더욱 정확한 위치와 움직임을 파악할 수 있도록 하며, 현재는 1개의 마커를 이용하여 객체를 제어하였지만, 향후 다중으로 마커를 인식하여 더 다양하게 객체를 제어하도록 연구할 계획이다.

참고문헌

- [1] Ronald Azuma, Yohan Baillet, Reinhold Behringer, Steven Feiner, Simon Julier, Blair MacIntyre, "Recent Advances in Augmented Reality", IEEE Computer Graphics and Applications, 21(6):34-47, November/December 2001.
- [2] Mark Billinghurst, Ivan Poupyrev, Hirokazu Kato, and Richard May, "Mixing Realities in Shared Space: An Augmented Reality Interface for Collaborative Computing," SIGGRAPH 2001 Course Notes. 2001.
- [3] T. Höllerer, S. Feiner, T. Terauchi, G. Rashid, D. Hallaway, Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System, Computers and Graphics, 23(6), Elsevier Publishers, Dec. 1999, 779-785
- [4] C. Geiger, B. Kleinjohann, C. Reimann, and D. Stichling, "Mobile AR4ALL," IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality 2001, pp.181-182, 2001.
- [5] M. Assad, D. J. Carmichael, D. Cutting, and A. Hudson, "A Demonstration of Mobile Augmented Reality," In OzCHI Demo Section, 2003.

[6] ARToolKit. AR, Website, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

[7] Morteza, Zahehi, Daniel Keyzers, and Hermann Ney, "Appearance-Based Recognition of Words in American Sign Language", Pattern Recognition and Image Analysis, 2005