

양손을 이용한 사용자와 가상 객체간의 인터페이스

이은주 한세희 최준영 *박종일

한양대학교

{heckism, stella, hooeh}@mr.hanyang.ac.kr *jipark@hanyang.ac.kr

Two-hands-based Interface between Users and Virtual Objects

Eun Joo Rhee Seiheui Han Junyeong Choi *Jong-Il Park

Hanyang University

요약

본 논문에서는 사용자의 손바닥 위에 증강되는 가상 객체와의 자연스러운 상호 작용을 제공하는 혁신적인 손 기반 인터페이스를 제안한다. 본 인터페이스에서는 한 손바닥 위에 다른 쪽 손의 손가락으로 미리 정의된 패턴을 그린 후 그 패턴을 인식함으로써 가상 객체들이 용이하게 선택되도록 한다. 이렇게 선택된 가상 객체들은 계산된 손바닥 포즈를 이용해서 손바닥 위에 증강된다. 손가락으로 그려진 패턴을 효과적으로 검출하기 위해 손가락을 감쌀 수 있는 마커를 사용하여 손가락의 궤적을 추적한다. 넓은 범위의 손바닥 포즈를 계산하고 손가락의 움직임을 인식함으로써 사용자는 다양한 시각에서 손바닥 위의 증강된 가상 객체와 자연스럽게 상호 작용할 수 있다.

1. 서론

Myron Kruger의 책 *Artificial Reality*에 의하면[3], '목소리와 움직임은 상호 작용의 기본적인 도구이며, 특히 손의 움직임은 인간 상호 작용의 많은 응용 분야에 다양한 원천을 제공해 준다.'라는 내용이 있다. 이처럼 손은 오래전부터 사람에게 가장 중요한 상호 작용 및 소통의 도구 중 하나로 이용되어 왔다. 이에 본 논문에서는 현실 공간에서 증강된 가상 객체와의 자연스러운 상호 작용을 제공하기 위한 "손 움직임 기반의 인터페이스"를 구현하는데 초점을 두고 있다.

손을 이용해서 사용자와 가상 객체간의 상호 작용을 제공하는 많은 인터페이스들이 개발되어 왔다. 몇 년 전, 새로운 개념의 손을 이용한 비전 기반 인터페이스가 제안되었다[5]. 이 인터페이스는 몸에 장착할 수 있는 카메라를 통하여 손을 바라볼 수 있는 착용 가능한 컴퓨터 환경(wearable computing scenario)에서 동작한다. 손바닥 포즈를 계산하여 손바닥 위에 가상 객체를 증강시킴으로써, 손을 이용한 상호 작용을 제공한다. 하지만 이 인터페이스에서는 손바닥 포즈를 계산하기 위해 손가락 정보를 이용하기 때문에, 사용자는 가상 객체와 상호 작용을 하는 동안 손가락을 움직이면 안 된다는 단점이 있다. 최근, 손바닥 위에 증강된 가상 객체와의 손가락 기반 상호작용을 제공할 수 있는 보다 발전된 인터페이스가 제안되었다[1]. 사용자가 한 손에 UMPC를 들고 기기의 카메라를 통해서 다른 손의 손바닥을 바라볼 때, 손바닥 위에 가상 객체가 증강이 되고 사용자는 손가락을 움직여서 가상 객체



그림 1. 사용자의 손바닥 위에 증강된 가상 객체와의 자연스러운 상호 작용. (가) 마커를 감고 있는 손가락으로 그리는 미리 정의된 패턴, (나) 손바닥 포즈 계산에 기반 하여 손바닥 위에 가상 객체를 증강.

와 상호작용 할 수 있다. 그러나 이 인터페이스는 손바닥 포즈를 계산할 때 손목 위치 정보와 엄지와 검지 사이의 골 정보만을 이용하기 때문에 손바닥 포즈를 계산하는 것이 매우 제한적이다. 따라서 그들은 사용자가 피치(pitch)와 요(yaw) 한쪽 방향만이 가능하다고 가정한다.

본 논문에서는 손바닥의 가상 객체와 보다 자연스러운 상호 작용이 가능한 그림 1과 같은 혁신적인 손 기반 인터페이스를 제안한다. 자연스러운 가상 객체의 증강을 위해, 가상 객체는 한 손바닥 위에 다른 쪽 손의 손가락으로 그려진 패턴에 의해서 결정된다. 더불어, 이 인터페이스는 -60도에서 60도의 피치(pitch), -45도에서 60도의 요(yaw), -180도에서 180도의 롤(roll)의 범위를 보장함으로써 기존에 제안된 인터페이스보다 더 넓은 범위의 손바닥 포즈를 계산할 수 있다.

2. 방법

제안된 인터페이스를 구현하기 위해서 먼저, 카메라로 포착된 영상으로부터 마커를 검출한다. 마커는 손가락에 감쌀 수 있는 형태로 되어 있고, 마커를 감은 손가락으로 다른 손의 손바닥에 미리 정의된 패턴을 그리면서 손가락 궤적을 추적할 수 있다[4]. 영상 내에서 마커가 검출되는 동안에는 손가락 궤적 정보를 저장하고, 더 이상 마커가 검출

*교신저자: 박종일(jipark@hanyang.ac.kr)

감사의 글: 본 연구는 방송통신위원회, 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT 원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다. [과제관리번호: 2011-000-0000-1982, 과제명: 홀로그램 공간정보 정합 방법론에 관한 연구]

되지 않으면 사용자의 손을 검출한다. 손 검출을 위해서 먼저 손 영역을 영상으로부터 분리한 후 손목을 검출한다. 검출된 손을 이용하여 손가락 끝 궤적을 분석, 손바닥 포즈와 손가락 움직임 계산의 두 가지 일을 동시에 수행한다. 손가락 끝 분석으로부터 손바닥 위에 그려진, 미리 정의된 패턴을 인식하고 그 패턴과 연관된 가상 객체를 증강시킨다. 마지막으로 혁신적인 손 모양 인식 방법[2]이 적용된 손바닥 포즈 계산을 통해서 가상 객체를 손바닥 위에 증강시킨다. 제안된 방법은 손바닥 포즈와 손가락 움직임 모듈을 계산할 수 있기 때문에 사용자에게 손가락 기반의 상호 작용을 제공할 수 있다. 제안된 방법의 전체적인 흐름은 그림 2와 같다.

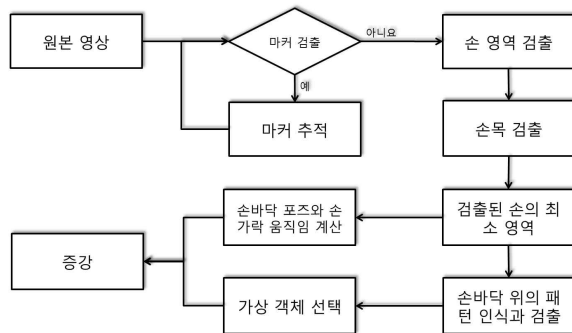


그림 2. 제안된 방법의 전체적인 흐름

2.1. 마커 검출

제안된 방법을 구현하기 위해 그림 3에 보여진 마커를 손가락에 감아서 손바닥 위에 그려지는 손가락 끝 궤적을 검출한다. 검출을 위해서, 포착된 카메라 영상의 RGB 값과 HSV 색 좌표계의 색상(hue) 값에 문턱치 기법(threshold method)을 적용한다. 영상에서 파란색 화소를 먼저 검출하고 파란색 화소 근처에 위치해 있는 빨간색과 초록색 화소를 찾는다. 만약 세 가지 색상의 화소 개수가 모두 비슷하다면 마커로 인식한다[4].

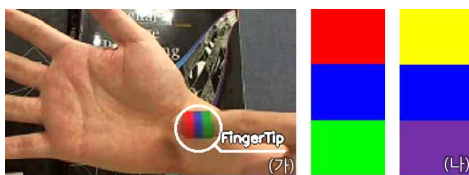


그림 3. 색깔 마커 검출. (가) 검출 결과, (나) 두 가지 종류의 색깔 마커.

2.2. 손 모양 인식

제안된 방법은 혁신적인 손 모양 인식 방법을 사용하여 손을 검출하고, 손바닥 포즈를 계산한 후, 손가락 움직임을 인식한다. 먼저, 색상 모델과 거리 변환을 이용해서 손을 검출한다. 그 후, 검출된 손과 데이터베이스 정보를 비교하면서 손바닥 포즈를 계산한다(그림 4-가). 마지막으로 모양 분해를 통해 손가락 움직임을 인식하는데, 정확한 인식을 위해 손바닥 계산에 기반 한 손의 정면 영상이 주어진다.

2.3. 패턴 인식

손바닥 위에 그려진, 미리 정의된 패턴을 인식하기 위해서 거리 변

환 기법이 비교 과정에 사용된다. 첫 번째로, 참조 영상에 거리 변환을 적용한다(그림4-바, -사). 두 번째로, 손으로부터 궤적 정보를 얻는다(그림4-라). 이 때, 시점 변화에 강인한 인식을 위해서 손 영역 위에 놓이는 궤적 정보의 정면 영상을 구한다(그림4-마). 이렇게 얻은 정면 영상은 비교 대상 영상이 된다. 세 번째로, 비교 대상 영상의 테두리 화소 숫자를 세고 참조 영상에 색 반전을 한다. 마지막으로, 참조 영상과 비교 대상 영상 사이의 유사성을 계산하기 위하여 컨벌루션을 수행하고 두 영상의 관련성을 찾는다. 조화 점수가 높을수록 두 영상은 서로 관련이 높다. 계산 과정은 식1과 2에 설명된다.

$$m_j = \frac{\sum_i ReferenceImage_j(i) \times TargetImage(i)}{Edge Pixel Count_{TargetImage}} \quad (1)$$

$$CorrelatedMarker = argmax(m_j) \quad (2)$$

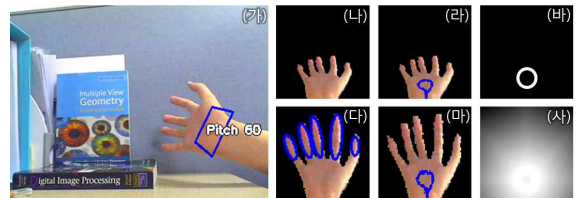


그림 4. 손바닥 포즈 계산과 손바닥 위에 그려진 패턴 인식. (가) 입력 영상으로부터 손바닥 포즈 계산, (나) 손 영역, (다) 손의 정면 영상으로부터 손가락 움직임 인식, (라) 손바닥 위의 궤적, (마) 손바닥 위의 궤적의 정면 영상, (바) 참조 영상, (사) 참조 영상의 거리 변환 결과.

3. 결론

본 논문에서는, 사용자와 가상 객체간의 혁신적인 인터페이스를 제안했다. 본 인터페이스에서는 사람의 가장 강력한 도구인 손을 이용하여, 한 손바닥 위에 다른 쪽 손의 손가락으로 미리 정의된 패턴을 그린 후 이를 인식함으로써 가상 객체를 선택하고 손바닥 위에 증강시키도록 한다. 이를 통해, 사용자와 가상 객체간의 자연스럽게 직관적인 상호작용이 가능하도록 하였다. 현재 사용자가 가상 객체와 더 넓은 손 범위에서 상호 작용할 수 있도록 인터페이스를 발전시키고 있다.

4. 참고 문헌

- [1] B.-K. Seo, J. Choi, H. Park, and J.-I. Park. 2008. "One handed interaction with augmented virtual objects on mobile devices." In *proceedings of VRCAI'08*, 2008.
- [2] J. Choi, H. Park, and J.-I. Park. 2011. "Hand shape recognition using distance transform and shape decomposition." In *proceedings of ICIP'11*, 2011.
- [3] M. W. Krueger. 1991. "Artificial Reality, Second Ed." Addison-Wesley, Redwood City, CA.
- [4] S. H. Lee, J. Choi, and J.-I. Park. 2009. "Interactive e-learning system using pattern recognition and augmented reality." In *proceedings of IEEE'09*, 2009.
- [5] T. Lee, and T. Höllerer. 2007. "Handy AR: Markerless inspection of augmented reality objects using fingertip tracking." In *proceedings of IEEE ISWC'07*, 2007.