

---

## 증강 현실에서의 부드러운 촉각 상호작용 방법

### Smooth Haptic Interaction Methods in Augmented Reality Haptics

이법찬, Beom-Chan Lee\*, 황선욱, Sun-Uk Hwang\*\*, 김현곤, Hyungon Kim\*\*,  
이용구, Yong-Gu Lee\*\*, 류제하, Jeha Ryu\*\*\*

---

본 연구는 2008년 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2008-C1090-0804-0002)

#### 요약

최근 연구들에서, 증강 현실(Augmented Reality; AR) 환경에서의 촉각 상호작용에 대한 가능성이 논의되었다. 비전 기반의 트래킹을 기초로 한 증강 현실 기술은 미리 정의된 2차원 마커(marker)를 이용하여, 카메라로부터 획득된 실시간 영상 위에 가상 물체를 증강한다. 그러나, 카메라로부터 획득된 데이터는 몇몇 오차 요인들, 예를 들어 마커의 위치를 인식하는데 나타나는 오차, 카메라 안에 존재하는 센서 잡음 등으로 인해서 마커 잡음(마커를 인식하면서 나타나는 잡음)이 불가결하게 발생하게 된다.

이러한 이유로 인해서, 사용자가 한 손에는 마커를, 다른 한 손으로는 촉감 장치를 이용하여, 마커에 증강된 물체를 만질 때, 마커 잡음은 힘의 떨림(force trembling)을 발생시킨다. 심지어, 이러한 현상은 정지된 마커에 증강된, 마커가 움직이지 않는 상황에서도 발생한다. 게다가, 마커 위에 증강된 물체가 약간 빠른 속도로 이동하게 될 경우, 측정된 이동 거리는 연속적인 프레임(frame)들 간의 불연속적일 수 있다. 만약 사용자가, 대략 30Hz로 위치와 방향이 갱신되는 가상 물체를 촉각적으로 상호작용하려 한다면, 계산되는 반력은 급작스런 힘의 변화를 생성하게 될 수도 있다. 이러한 현상을 극복하기 위해서, 마커 잡음을 최소화하기 위해서 정적 임계값(constant threshold)을 이용할 뿐만 아니라, 보간법을 같이 사용한 방법이 있었다. 하지만, 이러한 방법은 정적 임계값을 이용하고, 영상 프레임 갱신 속도와(video frame rate)와 촉각 프레임 갱신 속도가 일정하다는 가정을 사용하였기 때문에, 여전히 힘의 불연속적인 발생이 나타난다.

따라서, 이 논문에서는 두 가지 방법을 이용하여 증강 현실 내에서, 발생할 수 있는 힘의 불연속적인 변화를 보정하는 두 가지 방법, 잡음 제거를 위한 확장된 칼만 필터(Extend Kalman Filter)와 영상과 촉각 갱신 속도 차이에 따른 갑작스런 힘의 변화를 제거하기 위한 적응적 외삽법(Adaptive Extrapolation method)을 제안한다.

**핵심어:** 증강 현실(Augmented Reality), 촉각 상호작용(Haptic Interaction), Haptics