

핸드 트래킹을 이용한 Markerless 시스템

반경진* · 김중찬* · 김경옥* · 김응곤*

*순천대학교 컴퓨터과학과

Markless System of Using Hand Tracking

Kyeong-Jin Ban* · Jong-Chan Kim* · Kyeong-Og Kim* · Eung-Kon Kim*

*Dept. of Computer Science, Suncheon National University

E-mail : multwave@suncheon.ac.kr

요 약

사용자가 눈으로 보는 현실세계에 가상 물체를 겹쳐 보여주는 기술이 증강현실이다. 증강현실 시스템에서 손동작을 이용하여 효과적인 의사전달 표현방법을 연구 중이다. 손동작은 인간의 의사소통을 위해 글이나 음성과 함께 매우 중요한 수단으로 사용되고 있다. 증강현실에서 가상의 정보를 얻기 위하여 마커를 사용한 공간 배치 기술과 핸드 트래킹 기술에 관하여 상당한 제약이 따른다. 본 논문에서는 핸드 트래킹 기법을 이용하여 핸드 영역을 트래킹하여 추적영역 위에 객체를 증강시킨다. 증강된 객체는 핸드 위치에 따라서 뷰포인트 변화에 따라서 입체감과 몰입감이 향상된다.

ABSTRACT

Augmented reality is a technology for showing virtual objects overlapped with the real world as seen from the eyes of users. Studies are being conducted on effective communication methods using hand movements in augmented reality. Hand movements are an important means of human communication along with writing and voice. Space arrangement technology and hand tracking technology using markers to acquire virtual information in augmented reality have many limitations. This paper proposes tracking hand area for augmented object. The augmented objects change viewpoints by hand positions which improves the sense of three dimensions and immersion.

키워드

증강현실, 정규화 큐브, 기하변환, 핸드 추출

1. 서 론

증강현실은 사용자가 눈으로 보는 현실세계에 가상 물체를 겹쳐 보여주는 기술이다. 현실세계에 실시간으로 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주므로 혼합현실(Mixed Reality, MR)이라고도 한다. 증강현실 구현을 위해서는 카메라, 즉 사용자의 위치 및 방향정보를 계산하여야 하는데 이를 위해 트래킹이라는 기술이 사용된다. 트래킹 방법은 주로 여러개의 (3개 혹은 4개 이상의) 마커를 이미지에서 찾아내어 그 마커들의 이미지 상에서의 2차원 위치를 기초로 계산한다. 따라서 그 중에서 하나라도 마커의 위

치를 잘못 계산하면 잘못된 카메라의 위치를 얻게된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 Markerless를 이용한 증강에 대한 연구가 활발하다.

증강현실은 마커를 이용한 비몰입형 상호작용이 주로 연구 되었고, 증강현실을 이용한 사용자와 시스템간의 상호 작용에 있어 몰입감을 저하하는 요소가 존재하였다. 증강현실은 몰입 및 상호작용 효과를 증가시키기 위하여 가상 객체와 사용자 간의 효율적인 상호작용 기술개발이 필요하다.

본 논문에서는 핸드 영역과 증강 객체간의 2차원 투영 변환 관계를 계산하고, 핸드 객체 회전을

통하여 2차원 투영객체에 입체감을 향상시키는 방법을 제안한다. 이러한 방법은 3D가속을 지원하지 않는 다양한 모바일 환경에 적용이 가능하다.

II. 관련연구

2. 객체 기하변환

기하 관계 계산의 대표적인 방법은 동차좌표계(Homogeneous)이다. 2 차원 투영 변환을 표현하기 위해서는 최소 8 개의 파라미터가 필요하다. 2 차원 기하 관계를 표현하기 위해서 식(1)의 행렬을 사용했다. 대응점 좌표를 이용하는 방법으로 객체 기하변환 관계를 계산하였다.

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{00} & h_{01} & h_{02} \\ h_{10} & h_{11} & h_{12} \\ h_{20} & h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad \text{식(1)}$$

Homogeneous 방법을 이용하여 식(1)을 풀면,

$$\begin{aligned} h_{00}x + h_{01}y + h_{02} - u \cdot h_{20}x - u \cdot h_{21}y - u \cdot h_{22} &= 0 \\ h_{10}x + h_{11}y + h_{12} - v \cdot h_{20}x - v \cdot h_{21}y - v \cdot h_{22} &= 0 \end{aligned}$$

을 얻을 수 있고 이를 행렬로 정리하여

$$Bh = 0$$

로 표현한다.

SVD (singular value decomposition) 를 이용하여 $h \neq 0$ 인 해를 구할 수 있다.

III. 핸드 트래킹 기법

Skin-Color를 통해 추출한 객체 영역에 대해 YCbCr 컬러 공간과 비교하여 Skin-Color 영역만을 지속적으로 추출한다. 또한 이동 배경에 대한 추적을 용이하도록 하기 위하여 칼만필터를 이용하여 핸드영역의 추적을 실시하였다. 칼만필터는 이동 물체의 움직임에 대한 정보가 칼만필터의 상태 인수들에 누적되어 저장될 수 있기 때문에 이동 물체의 추적에 많이 이용된다. 본 논문에서는 칼만필터를 Skin-Color 모델의 갱신과 영역 분리를 위한 탐색영역의 제한에 사용하였다. 칼만필터는 시스템의 상태의 최적 예측인 선형 최소 오차(LMV: Linear Minimum Variance of error) 예측을 위한 순차적이면서 재귀적인 알고리즘을 제공한다. 먼저 상태 모델이 선형이라고 가정하고 식(2)와 같이 정의한다.

$$x(t) = \Phi(\Delta t)x(t - \Delta t) + w(t - \Delta t) \quad \text{식(2)}$$

여기서 $x(t)$ 는 시점 t 에서의 시스템 상태를 나타내고 $\Phi(\Delta t)$ 는 상태 전이 행렬을 나타낸다.

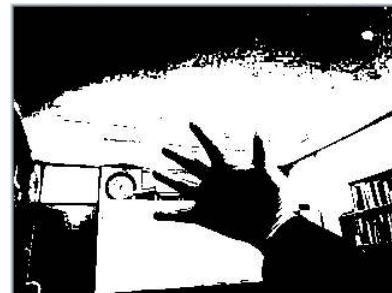
이때 침식과 팽창 연산을 통해 핸드의 내부 영

역을 채우고 노이즈를 제거하게 된다.

[그림 1]은 이진화 데이터 영상을 이용하여 침식과 팽창 연산을 통해 핸드 내부 영역을 채우고 노이즈를 제거한 그림이다.



(a) 원영상



(b) Gray 이진화 영상



(c) YCbCr 이진화 영상



(d) 노이즈 제거 영상

[그림 1] 이진화 데이터 영상 및 핸드 내부 영역 노이즈 제거 영상

IV. 핸드 움직임에 따른 객체 표현 기법

가상 객체 증강에 있어 6개의 4각형을 사용했다. 사각형은 전,후,상,하,좌,우를 의미하고 사각형 가상 큐브형태로 조합된다. 이러한 가상 큐브로 조합된 사각형 집합들은 핸드위에 증강된다. 그리고 각각의 꼭지점 좌표를 계산하여 입체감을 형성한다. 가상 큐브를 핸드 위치에 따라 기하변환하기 위해서는 반드시 z축 좌표가 있어야한다. 3차원을 배제하고, 2차원 투영 좌표상에 기하변환 계산을 위해 가상큐브에 정규화 매핑이 필요하다.

4.1 정규화 큐브를 이용한 객체 표현 시스템

정규화 큐브를 이용한 객체 표현 과정은 다음과 같다.

1. 핸드 영역 추출
2. 핸드영역 위에 가상 큐브형 객체 생성
3. 생성한 큐브영역 정규화
4. 2차원 투영 좌표계에서의 변환 데이터(회전, 확대 축소) 생성
5. 정규화 큐브 영역에 변환데이터 매핑

[그림 2]는 정규화 큐브를 이용한 객체 표현 시스템의 구성도이다.

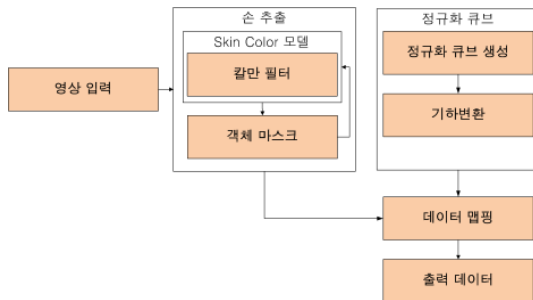


그림 2 정규화 큐브를 이용한 객체 표현 시스템 구성도

V. 결론 및 향후과제

핸드 트래킹을 이용한 증강현실 시스템은 사용자와 시스템간의 상호 작용에 있어 기타 도구를 사용하는 등의 몰입감을 저하하는 요소가 제거하였다. 본 논문에서는 핸드 영역과 증강 객체간의 2차원 투영 변환 관계를 계산하고, 핸드 객체 회전을 통하여 2차원 투영객체에 입체감을 향상시키는 방법을 제안한다. 이러한 방법은 3D가속을 지원하지 않는 다양한 모바일 기기나 유비쿼터스 환경에 적용이 가능하다. 핸드 트래킹 기법은 영역을 트래킹하여 추적영역 위에 객체를 증강시킨다.

감사의 글

"본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2010-C1090-1021-0012)

참고문헌

- [1] TEICHRIEB, V. et al. "A survey of online monocular markerless augmented reality." International Journal of Modeling and Simulation for the Petroleum Industry, v. 1, n. 1, p. 1 7, August 2007.
- [2] Taehee Lee, Tobias Höllerer. "Handy AR: Markerless Inspection of Augmented Reality Objects Using Fingertip Tracking."In Proc. IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC), Boston, MA, Oct. 2007
- [3] Huang, T., "Vision-based hand gesture tracking and recognition.," ISSCS 2005. pp.403-404 July, 2005.
- [4]A. Yilmaz, O. Javed, and M. Shah, "Object tracking; A survey", ACM Journal of Computing Surveys, Vol. 38, No. 4, 2006.
- [5]Azuma, Ronald T., 1997. A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Aug.4, 1997. Vol.6,355-385.