손을 이용한 실감형 보드게임

김기락, 정기철
숭실대학교, 정보과학대학, 미디어학과
e-mail : {raks,kcjung}@ssu.ac.kr

Augmented Reality Board Game using a Hand

Kirak Kim, Keechul Jung
School of Media, College of Information Science, Soongsil University

요 약

컴퓨터 환경의 급속한 발전과 더불어 게임 산업도 발전하고 있다. 또한 보다 현실감 있는 컴퓨터 게임 환경과 인터페이스에 관한 연구도 많이 진행되고 있다. 이를 위한 환경으로는 증강현실과 가상현실이 있으며, 사용하는 인터페이스로는 사이버글러브, 데이터글러브, 전자펜, 마커 등과 같은 하드웨어 장비가 있다. 이러한 장비를 이용하면 현실감이 떨어지고 사용자에게 많은 경제적 부담감을 주며, 복잡한 기술이 필요하다는 단점이 있다. 본 논문은 추가적인 장비의 도움 없이 손만을 사용하여 실감형 오델로 게임을 할 수 있는 기술과 방법을 제안한다. 우리는 손을 찾기 위하여 스킨칼라 모델을 사용하고, 원하는 위치에 돌을 놓기 위하여 손의 좌표와 마커 좌표간의 켈리브레이션을 수행하여 좌표변환을 하였다. 본 논문에서 제안된 방법은 오델로 게임뿐만 아니라 다른 증강현실 보드게임에 적용될 때 사용자에게 보다 현실감 있는 환경을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

컴퓨터 환경의 급속한 발전과 보급으로 많은 사람들이 컴퓨터를 이용한 작업에 친숙해지고 있다. 컴퓨터 게임도 그러한 시대적 배경으로 인하여 많은 사람들이 즐기고 있다. 컴퓨터 게임은 단순히 게임에 그치지 않고 취미생활로 생각될 만큼 누구나가 즐기는 사회적 문화활동으로 발전해 가고 있다. 그러나 이런 컴퓨터 게임은 인터페이스가 어려워 컴퓨터 환경에 잘 적응하지 못하는 중·장년층에게는 인기가 없다. 몇몇 컴퓨터 게임 업체에서는 중·장년층도 쉽게 즐길 수 있는 고전적인 보드 게임인 장기, 바둑, 마작게임 등을 서비스하고 있지만, 이 게임 역시 인터페이스로 마우스나 키보드를 이용한다. 이러한 기계장비들을 이용한 컴퓨터 게임은 현실감이 없고 장비 사용에 대한 적응 시간이 필요하다. 특히 젊은 층보다 기계장비에 둔감한 중·장년층에서는 이러한 장비의 숙달이 쉽지 않다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 가상현실(Virtual Reality: VR)과 증강현실(Augmented Reality: AR)을 적용한 새로운 게임환경에 대한 연구가 진행되고 있다[1-7]. 그 외에 사용자에게 편의성과 현실감을 주기 위하여 키보드나 마우스를 이용하지 않고 사이버글러브, 데이터글러브, 전자펜 등과 같은 새로운 입력 인터페이스 기술을 적용한 게임도 많이 연구된다[4-7].

AR·VR환경에서 하드웨어 장비를 이용한 게임으로는 이재진[4] 등의 VR 바둑과 Szalavari[5] 등의 AR 마작게임, Kiyokawa[6] 등의 VLEGO가 있다. VLEGO와 AR 마작게임, VR 바둑은 가상의 오브젝트를 트래킹 하기 위하여 고가의 전자펜, 3D 커서, 사이버글러브를 사용하였다. 이러한 하드웨어 장비는 고가의 제품이라 일반적인 가정집에서 구입해서 사용하기 어렵고, 사이버글러브와 같은 장비는 장시간 착용시 불편하다는 문제점이 있다. 또한 이러한 장비를 제어하기 위해서는 복잡한 기술이 필요하다는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 AR 테트리스[7]는 고가의 장비 대신 마커를 사용하였다. 하지만 이 때 사용하는 마커펜 역시 사용자에게 실제 물체를 제어한다는 느낌을 주기에는 많이 부족하다.

본 논문에서는 사용자에게 현실감을 주기 위하여 손만을 사용하여 실감형 오델로 게임을 할 수 있는 기술과 방법을 제안한다. 실감형 오델로 게임은 컴퓨터 상에서 하는 게임과는 다르게 현실감을 주기 위해서 AR 기술을 사용하고, 부가적인 하드웨어 장비의 도움 없이 손만을 사용하기 위하여 스킨칼라 모델을 사용하여 손의 영역을 검출하였고, 손의 정확한 트래

킹을 위하여 손의 좌표와 마커 좌표간의 카메라 켈리브레이션을 수행하여 좌표변환을 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 AR 오델로 게임환경과 게임 구성도, 오델로 게임에 대하여 서술하고, 3장에서는 오델로 게임 구현에 필요한 기본적인 기술에 대하여 서술하고, 4장에서는 본 게임에 대한 장점과 단점을 논하며 결론을 맺는다.

2. AR 오델로 게임

본 장에서는 실감형 오델로 게임을 하기 위한 기본적인 게임환경과 게임 구성도, 오델로 게임에 대하여 설명한다.

2.1 게임환경

AR 시스템은 3가지 특성을 가진다[8]. 첫째, 현실세계에 가상의 객체를 접목 시켜야 한다. 둘째, 가상의 객체가 3차원으로 접목되어야 한다. 셋째, 실시간으로 상호작용이 있어야 한다. 본 시스템에서는 첫번째와 두번째 특성을 해결하기 위하여 AR 분야에서 널리 알려진 ARToolKit 라이브러리를 이용하였다[9]. 그리고 세번째를 해결하기 위하여 손을 사용한 상호작용 방법을 사용한다.

본 시스템은 누구나 현실감 있는 게임을 즐길 수 있도록 하기 위하여 일반적인 컴퓨터 환경에서 오델로 게임을 구현 했다. 그림 1은 카메라, 컴퓨터, 모니터, 마커판으로 구성된 AR 오델로 게임 환경을 보여준다.

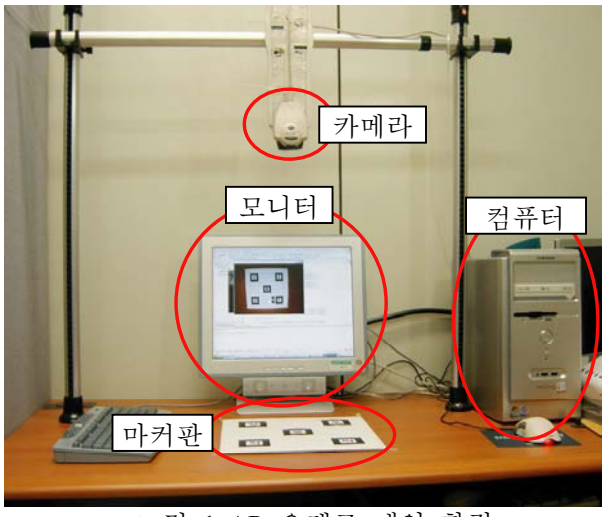


그림 1. AR 오델로 게임 환경.

2.2 게임 구성도

마커판 위에서 오델로 게임을 하기 위한 구성은 다음과 같다.

카메라를 이용하여 마커판과 손영상을 ARToolKit 라이브러리와 AR 오델로 게임 시스템으로 입력한다. ARToolKit 라이브러리에서는 마커의 위치과 기울기를 계산하여 Viewing 시스템으로 보내고, AR 오델로 게임 시스템에서는 입력 받은 손 영상을 이용하여 게임에 사용될 게임 정보와 손의 위치 정보를 Viewing 시스템으로 보내게 된다. Viewing 시스템에서는 입력 받은 마커, 손, 게임의 정보를 이용하여 사용자가 게임을 할 수 있도록 가상의 오델로 게임을 마커판 위에 증강시켜 준다.

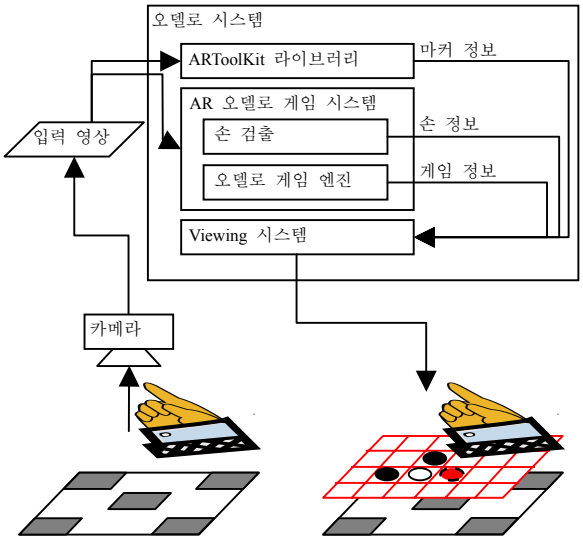
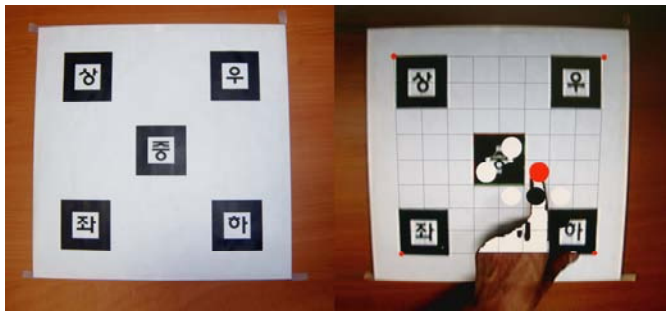


그림 2. 게임 구성도.

사용자는 AR 오델로 게임을 현실감 있게 하기 위하여 마커 위에서 손을 사용하여 가상의 오델로 돌을 제어하게 된다. 하지만 카메라를 이용한 AR에서는 마커를 가리게 되면 증강된 오브젝트가 사라지는 단점이 있다. 그래서 우리는 이런 단점을 해결하기 위해서 5개의 마커가 그려진 마커판을 사용한다. 손에 의해 마커가 가려지면, 가려지지 않은 다른 마커가 AR 오델로를 증강시킨다. 그림 3은 마커판과 가상의 오델로가 증강된 마커판이다.



(a) (b)

그림 3. 마커판: (a) 마커판, (b) 객체가 증강된 마커.

2.3 AR 오델로 게임

오델로 게임은 바둑(상대의 돌을 둘러싸면 돌을 빼앗는)과는 달리 가로, 세로, 대각선 방향으로 상대 돌을 가두어서 자신의 돌로 바꾸는 게임으로 5분정도의 시간만 투자하면 누구나 쉽게 배울 수 있다. 또한 국제적으로 많은 대회가 개최될 정도로 가정에 보급이 많이 된 보드게임의 하나이다.

오델로 게임에서 상대의 돌을 자신의 돌로 바꾸기

위해서는 일일이 손을 사용해야 하는 불편함이 있다. 하지만 AR 오델로 게임은 컴퓨터가 자동으로 돌을 뒤집어 주고, 점수확인이 쉽다는 장점을 가진다. 그림 4는 AR 오델로 게임을 하는 장면이다.

그림 4. AR 오델로 게임 실행 장면.

3. 게임 구현 기술

AR 오델로 게임을 하기 위해서는 손끝의 트래킹 기술과, 트래킹 된 손끝과 증강된 가상의 오델로 돌과의 정확한 좌표 일치가 필요하다. 증강된 오델로판 위에 돌을 놓기 위해 마커판을 오델로판과 같이 64개의 영역으로 나눈다(그림 5(b)). 그 후 손끝이 64개의 영역 중 어디에 위치하는지 확인하여 오델로판 위에 오델로 돌을 그려준다(그림 5(c,d)).

본 장에서는 손과 손끝의 검출과 각각의 좌표 일치를 위한 기술에 대하여 설명한다.

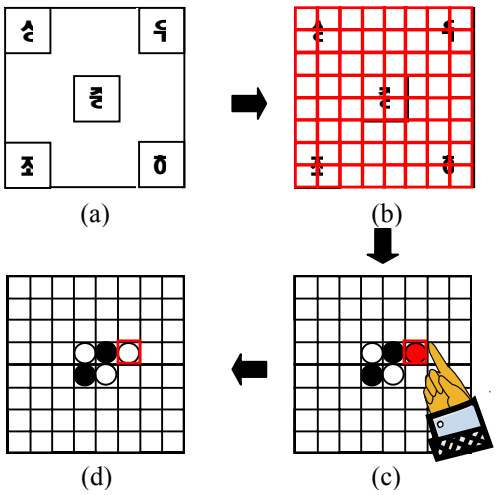


그림 5. 오델로 돌 놓기: (a) 마커판, (b) 64개의 마커판 영역, (c) 손가락 트래킹, (d) 오델로판에 돌 놓기.

3.1 손 · 손끝 찾기

AR 오델로 게임은 카메라를 통해 입력 받은 영상에서 손 영상을 찾아 상호작용을 수행한다. 손을 찾는 방법에는 많은 알고리즘이 있지만 본 게임에서는 간단히 피부색만을 이용하여 손을 찾는 스킨칼라 모델을 이용한다[10].

피부색과 조명에 민감하지 않는 스킨칼라 모델은, 여러 샘플에서 얻어진 사람의 피부색 영역 중에서 각각의 RGB 칼라 데이터를 조명의 영향을 덜 받는 채색 공간으로 변환하면 가우시안(gaussian) 분포로 근사화되고, 이를 이용하여 얻을 수 있다[10].

각 픽셀의 칼라 값은 R,G,B 의 조합으로 표현되며, 밝기 값은 $I=R+G+B$ 로 표현된다. 스킨칼라는 밝기 값에 민감하므로, 각 픽셀을 채색 공간으로 변형해야 하며, 다음과 같은 정규화된 RGB 모델(normalized RGB)을 이용한다.

$$r=R/I, g=G/I, b=B/I \tag{1}$$

여기서 r 과 g 값만을 이용하고, 채색 공간 (r,g) 에서 다양한 조명, 다양한 피부색을 가진 사람들의 스킨 칼라 분포는 서로 비슷한 가우시안 분포를 가지며, 다음과 같이 2D 가우시안 분포 $G(x,y)$ 로 표현된다.

$$m=(m_r,m_g), m_r=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} r_i, m_g=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} g_i \tag{2}$$

$$\sigma_r=\frac{\sum_{i=1}^{N}(r_i-m_r)}{N}, \sigma_g=\frac{\sum_{i=1}^{N}(r_i-m_g)}{N} \tag{3}$$

$$G(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma_r\sigma_g}e^{-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{r(x,y)-m_r}{\sigma_r}\right)^2+\left(\frac{g(x,y)-m_g}{\sigma_g}\right)^2\right]} \tag{4}$$

$r(x,y), g(x,y)$ 는 x,y 좌표에서의 r,g 값이며, m_r, m_g 는 미리 정한 스킨칼라 영역의 r,g 평균을 나타내며, σ_r, σ_g 는 분산을 나타낸다. 본 실험에서는 m_r, m_g 는 각각 0.463705, 0.267740, σ_r, σ_g 는 각각 0.002883, 0.001239 값을 사용하였다. 입력 영상의 (r,g) 를 모델링 된 가우시안 분포(식(4))를 이용하여 스킨칼라와 비-스킨칼라를 구분한다. 그림 6은 손과 손끝[1] 검출 결과를 보여준다.

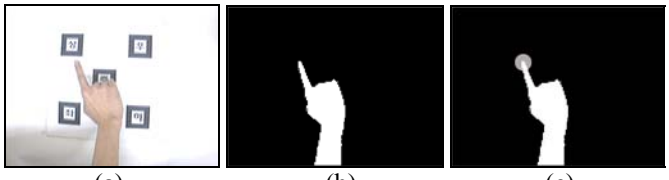


그림 6. 손과 손끝 검출 결과: (a) 입력 영상, (b) 손 검출 결과, (c) 손끝 검출 결과.

[1] 검출된 손영역 중 가장 상위의 픽셀을 손끝이라 가정한다.

3.2 카메라 켈리브레이션

가상의 오델로판에 돌을 놓기 위해서는 컴퓨터 이미지영상에서의 2차원 손끝좌표를 마커상의 3차원의 오델로돌 좌표와 일치시켜야 한다. 하지만 좌표를 2차원에서 3차원으로 옮기기는 쉽지 않다. 그래서 우리는 마커 좌표를 컴퓨터 이미지 좌표로 옮겨 두 좌표를 비교하여 손끝과 오델로돌을 일치 시켰다. 본 게임에서는 마커 좌표를 카메라 좌표로 옮기고 나서 다시 카메라 이미지 좌표로 옮기기 위하여 카메라 켈리브레이션을 수행하였다[11]. 마커 좌표를 카메라 좌표로 옮기기 위해서는 변환 메트릭스를 이용한다. T_{CM} 은 마커와 카메라 사이의 기울기(R_{ij})와 이동(T_i)을 나타낸 메트릭스이다.

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} = T_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

변환 메트릭스를 이용하여 카메라 좌표계의 점 (X_c, Y_c, Z_c)을 얻을 수 있다. 카메라 좌표의 3차원 정보를 다시 2차원의 컴퓨터 이미지 좌표로 옮기기 위해서는 카메라 파라미터를 이용하여 원근 투영을 하게 된다. 이 때 카메라 파라미터를 이용하여 3차원의 카메라 좌표계의 점 (X_c, Y_c, Z_c)을 2차원 컴퓨터 이미지 좌표계의 점 (X_i, Y_i)으로 옮길 수 있다. 그림 7은 좌표변화를 보여주는 좌표 시스템 구조이다.

$$\begin{bmatrix} hX_i \\ hY_i \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sf_x & 0 & x_c & 0 \\ 0 & sf_y & y_c & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

C : 카메라 파라미터, s : 배율(scale factor),
f_x, f_y : 초점거리(focal length), x_c, y_c : 중심좌표

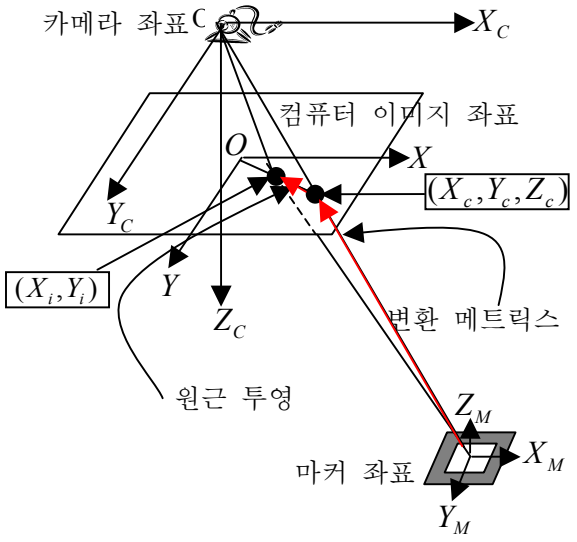


그림 7. 좌표 시스템.

4. 결론

본 논문에서는 오델로 게임을 위해 기존의 실감형 게임에서 사용한 전자펜, 데이터글러브 등의 비싼 고급장비를 사용하지 않으며, 마커 등의 추가적인 입력 인터페이스의 도움 없이 손만을 사용한 새로운 입력 인터페이스 방법을 제시하였다. 또한 손만을 이용하여 오델로 게임을 하기 위한 기술로 마커 좌표계를 컴퓨터 이미지 좌표계로 변환하여 손끝의 좌표와 일치시키는 기술에 대하여 서술하였다. 손을 이용한 기술은 단순히 오델로 게임만을 위한 것이 아니고, 더욱 나아가서는 다른 보드게임인 바둑, 마작, 장기 등에 적용할 수 있다.

게임 중에 가상의 오델로 돌을 놓기 위해서는 마커판 위에 오랜 시간 손끝을 대고 있어야 한다. 이 방법은 직관적이지 않다는 문제점이 있다. 다음 과제로 게임의 직관성을 높여주기 위하여 손의 제스쳐를 이용할 예정이며, 보다 현실감을 주기 위하여 Head Mount Display(HMD)나 DigitalDesk[3]를 이용한 게임환경을 연구하고 있다.

참고문헌

[1] M. Lee, M. Chun and D. Park, “A Non-immersive 2D Virtual Reality System Using CCD Camera and Beam Projector,” Proceedings of the Korea Information Science Society Spring Conference, Vol. 30, No. 1, 2003.

[2] J. Chung, H. Yang, T. Yun, D. Lee and M. Song, “Physical Interactive Game on the DigitalDesk,” Proceedings of Korea Game Society Winter Conference, pp. 399-402, 2005.

[3] K. Hong and K. Jung, “Foreground Object Detection using Color Calibration and Stereo Information in Projection Display,” Proceedings of The KISS Spring Conference, Vol. 31, No. 1, pp. 784-786, 2004.

[4] J. Lee, J. Kim and S. Choi, “A Usability Evaluation of VR Go-Game using CyberGlove,” Proceedings of the Korea Information Processing Society Spring Conference, Vol.11, No.1, pp.0819-0822, 2004.

[5] Z. szalavari, E. Eckstein and M. Gervautz, “Collaborative Gaming in Augmented Reality,” Proceedings of ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp. 195-204, Nov. 1998.

[6] K. Kiyokawa, H. Takemura and Y. Katayama, “SeamlessDesign for 3D Object Creation,” Proceedings of IEEE Transactions on Multimedia Computing and Systems, Vol 7, pp. 22-33 Jan.-March 2000.

[7] R. Wichert, “Collaborative Gaming in a Mobile Augmented Reality Environment,” Proceedings of SIACG 2002 1st Ibero-American Symposium in Computer Graphics, pp. 31-37, 2002.

[8] R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier and B. MaxIntyre, “Recent Advances in Augmented Reality,” Proceedings of IEEE Computer Graphics and Applications, Vol 21, pp. 34-47, 2001.

[9] http//www.hitl.washington.edu/ HIT Lab.

[10] J. Yang and A. Waibel, “A Real-Time Face Tracker,” Proceedings of IEEE Workshop Applications of Computer Vision, pp. 2-4, Dec. 1996.

[11] H. Kato and M. Billinghurst, “Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System,” Proceedings of IEEE and ACM International Workshop on, 20-21, pp 85-94, 1999