

약하게 결합된 혼합현실

Loosely Coupled Mixed Reality

이명호, Myungho Lee, 이명희, Myunghee Lee, 권은, Eun Kwon, 김정현, Gerard J. Kim
고려대학교 정보통신대학 디지털체험 연구실

요약 본 논문은 혼합현실(Mixed reality)에 대한 새로운 접근법을 제시한다. 혼합현실은 실제환경(Real environment)과 가상환경(Virtual environment)이 융합된 가상현실로서 기존의 혼합현실 연구자들은 두 환경을 가능한 정확하게 정합(Registration)시키고자 노력하였다. 이러한 노력은 때때로 복잡한 계산과정이나 부가적인 장치를 요하기도 한다. 부가적인 장치의 사용은 사용성문제를 유발할 뿐만 아니라 추가적인 비용도 요구한다. 우리가 제시하는 접근법은 이러한 노력들과는 반대로 많은 부분을 사용자의 인지력과 상상력에 의지한다. 즉, 사용자의 인지력으로 두 환경 간의 오차를 보정하며 심지어는 사용자에게 의해 두 환경 간의 결합이 머릿속에서 이루어진다. 우리는 이러한 접근 방법을 Loosely Coupled Mixed Reality(LMR)라고 부른다. 본 논문에서는 혼합현실에 대한 새로운 접근법인 LMR에 대해 설명하고 LMR이 갖는 여러 가지 쟁점을 짚어보았다. 또한 LMR의 효과를 검증하기 위해 만든 골프 게임을 설명 하도록 하겠다.

핵심어: Loosely coupled Mixed Reality, Mixed Reality, Virtual Reality, Handheld VR, Game, HCI

1. 서론

혼합현실(Mixed reality)이란 실제 환경(Real environment)과 가상환경(Virtual environment)이 융합된 가상현실이다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 혼합현실은 어디에 기반을 두느냐에 따라 증강현실(Augmented reality)과 증강가상현실(Augmented virtuality)로 나뉜다.[1] 지금까지의 연구들은 두 경우 모두 융합에 있어 부자연스러움을 최소화하고자 노력해 왔다.

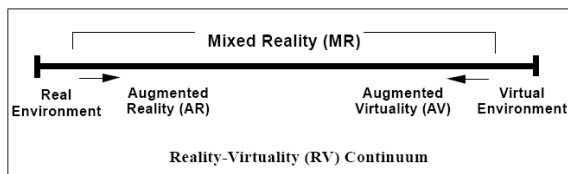


그림 1. Reality-Virtuality Continuum

실제 환경과 가상환경을 융합하는 과정을 정합(Registration)이라고 한다. 정합에는 기하학적 정합(Geometric registration), 광학적 정합들이 일치되도록 하는 기하학적 정합(Geometric registration), 광학적 정합들이 일치되도록 하는 광학적 정합(Photometric registration), 사용자 시점의 변화 등으로 발생하는 시간차를 해결하는 시간적 정합(Temporal registration)이 있으며, 이 외에도 지각되는 감각을 일치시키려 하는 감각적 정합(Perceptual registration)등도 있다.

연구자들은 이러한 정합이 가능한 정확하게 이뤄지도록 다양한 시도를 해왔다. 대형 스크린, HMD, 스테레오 모니터, 초음파 트래커, 자기장 트래커 등 다양한 기기를 사용하였고, 센서의 측정 속도나 정밀도를 향상 시키려 노력해왔다. 또한 다양한 영상처리 기법, 보정기법을 사용하였다.

이상적인 정합을 통해서 실제 환경과 가상환경을 결합한다면 이를 통해서 얻어진 환경은 일관성 있는 혼합 환경이 될 것이다. 그리고 모든 인터랙션(Interaction)은 그 일관성 있는 혼합 환경 위에서 이루어지게 될 것이다.

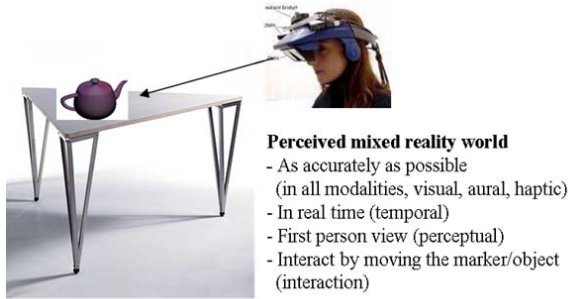


그림 2. 기존의 강하게 결합된 혼합현실. 모든 결합은 되도록 정확하게 이뤄지며, 인터랙션은 결합에 의해 생성된 일관성 있는 혼합현실 위에서 정의되고 수행된다.

그림 2는 기존의 강하게 결합된 혼합현실을 나타내고 있다. 모든 정합이 정확히 이루어졌고, 실시간으로 동작하며, 1인칭 시점을 갖고 있다. 사용자는 정확한 정합에 의해 얻어진 일관성 있는 혼합현실 위에서 인터랙션을 하게 된다.

그러므로 우리는 결합의 정도(Degree of association)가 혼합현실의 사용성에 중요한 요소임을 추측할 수 있다. 예를 들어, 데스크 탑 증강현실 시스템(Desktop augmented reality system)에서 두 환경간의 시점의 불일치는 결합을 약화시키는 요인이 되었고, 데스크 탑 증강현실 시스템의 연구자들은 그로인해 인터랙션의 효율성 측면에서 작업 수행의 능률이 떨어짐을 지적하였다.[2] 하지만 시점의 불일치를 해소하기 위해 HMD를 사용하거나 특별한 센서를 사용하면, 아이로니컬하게도 그것의 착용으로 인한 새로운 사용성 문제가 발생할 것이다. 게다가 특별한 기기의 사용은 추가적인 비용을 발생시키고, 때로는 복잡한 계산과정을 요구하기도 한다. 이는 비단 데스크 탑 증강현실 시스템만의 문제가 아니라, 좀 더 정확하게 정합시키고자 하는 모든 혼합현실 시스템의 문제이다.

지금까지 대부분의 혼합현실에 관련된 연구들은 시스템 단계에서 실제 환경과 가상환경을 가능한 정확하게 결합시키려고 노력해왔다. 하지만 우리는 이 논문에서 그와는 다른 방법을 제안하고자 한다. 기존의 방법이 두 개의 환경을 융합해 하나의 새로운 환경을 만들고자 노력했다면, 우리가 제안하는 방법은 공간적으로 분리된 두 개의 환경을 그대로 유지하는 것이다. 다만 두 공간 사이에 최소한으로 명시된 결합만을 유지하며, 사용자로 하여금 그 두 공간을 하나로 합치도록 한다. 공간의 융합은 사용자의 머릿속에서 이루어지며 이는 사용자의 인지에 큰 짐이 될 가능성이 있다. 그렇기 때문에 두 공간 사이에 직관적이고 비유적인 연결이 필수적이다.

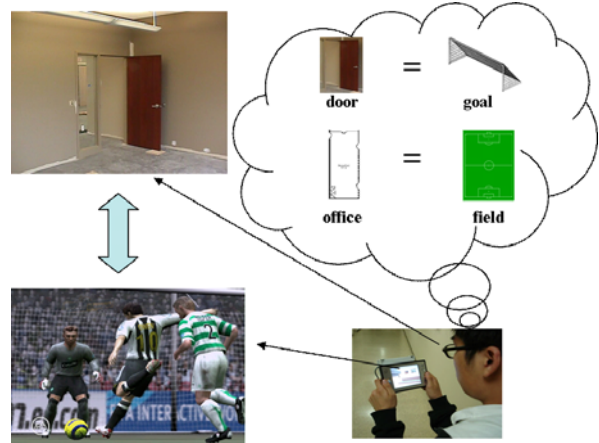


그림 3. Loosely Coupled Mixed Reality. 사용자는 두 개의 공간적으로 분리된 환경을 유지하며 상상으로 그것을 융합시킨다.

2. Loosely Coupled Mixed Reality

우리가 이 논문에서 제안하는 혼합현실에 대한 새로운 접근법은 기존의 방법에 비해 결합이 약하게 이루어졌다고 하여 Loosely Coupled Mixed Reality(LMR)라고 부른다.

2.1 개념 설명

그림 3은 LMR의 개념을 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 사용자는 두 개의 공간적으로 분리된 현실을 갖는다. 하나는 사용자가 위치해 있는 사무실의 공간이며, 다른 하나는 Hand-held 모바일 기기 상의 가상의 축구 게임 공간이다. 두 공간사이에는 간단한 맵핑(Mapping)이 성립되어 있다. 이 맵핑은 사용자의 인지에 부하를 주지 않기 위해 적은 수이며, 직관적이고 은유적이다. 예를 들어 실제공간인 사무실의 문은 가상공간인 게임 속의 골대와 결합되며, 사무실의 공간은 축구게임의 필드로 연결된다. 사용자는 이러한 맵핑에 점차 익숙해 질 것이며, 만약 자연스러운 은유관계가 존재한다면 더욱 쉽게 두 공간을 머릿속에서 결합시킬 수 있을 것이다. 이것은 일반 인터랙션 디자인에서도 필요한 요소이다.

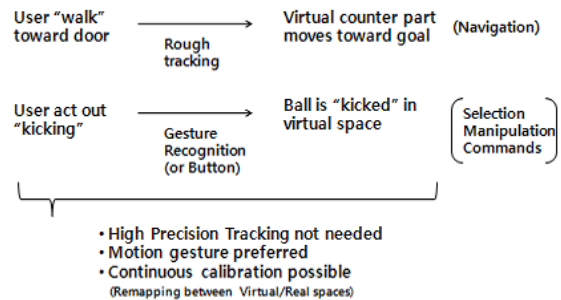


그림 4. Motion based Interface.

위의 예시에서 실제공간과 가상공간의 결합이 의미를 갖기 위해서는, 생성된 혼합현실에서의 인터랙션이 모션기반(Motion based)이어야 한다. 모션기반 인터페이스는 이동, 선택, 그리고 조작 등의 상호작용을 사용자의 팔과 다리를 이용해 실제 움직여 수행하는 것으로, 상호작용은 실제공간과 가상공간 모두에서 이뤄진다.[3] 앞서 언급한 축구게임에서 골을 넣는 상황을 통해 모션기반 인터랙션의 필요성에 대해 알아보자. 이미 사무실과 가상의 축구장을 맵핑한 상태라고 가정할 때, 사용자는 골을 넣기 위해 가상의 골대로 맵핑된 사무실의 문 근처로 이동하여야 하며, 동시에 버튼 등의 조작을 통해 가상의 축구선수를 골대로 이동시켜야 한다. 이와 같이 두 가지 인터랙션 모델을 유지하는 것은 사용자에게 부담을 줄 것이다. 그렇기 때문에 우리는 모션기반 인터랙션 하나만을 선택하였다. 모션기반 인터랙션을 선택함으로써 사용자는 골을 넣기 위해 단순히 골대로 맵핑된 사무실의 문 근처로 이동하기만 하면 된다. 이와 같이 모션기반 인터랙션은 단순한 인터랙션을 넘어 가상공간과 실제공간을 잇는 역할까지 하게 되었다. 우리는 앞서 설명한 새로운 혼합현실에 대한 패러다임을 "약하게 결합된 혼합현실(Loosely Coupled Mixed Reality)"이라고 부른다.

2.2 LMR의 장점

2.2.1 사실적인 묘사와 융합

LMR에서의 결합은 기존의 혼합현실과 지향하는 바가 다르다. 정확한 정합에 의해 하나의 공간이 생성되는 것이 아니라 정합이 이루어진 후에도 여전히 두 개의 분리된 공간을 갖고 사용자의 머릿속에서 이 둘을 하나로 융합함으로써 사용자마다 각기 다른 즐거움이나 경험을 생성하게 된다. 즉, LMR을 통해 사용자에게 지각되는 혼합현실은 사용자에 의해 생성된다고 볼 수 있다.[4]

이와 같이 사용자의 인지력에 의지하는 융합은 문제를 갖고 있다. 그 중 하나가 융합된 공간이 사실적이지 않으며 상상에 의지하고 있어 불안전하다는 것이다. 만약 융합하려는 두 공간이 굉장히 복잡한 공간이고 세세한 부분을 다 맵핑하려 한다면 사용자는 두 개의 사실적이고 복잡한 공간을 머릿속에서 융합하는데 부담을 느끼게 되고 제대로 융합할 수 없을 것이다. 그렇기 때문에 융합될 공간은 가능한 단순한 것이 좋다. 사용자의 머릿속에서 두 공간을 하나로 융합할 수 있을 정도의 연결이면 충분하다. 예를 들어 실제 공간의 두 개의 물체(문, 창문)에 양쪽 축구 골대를 맵핑시키는 것이 복잡한 사무실에 큰 스타디움을 세세하게 맵핑시키는 것보다 좋다. 물론 단순한 연결은 복잡한 연결보다 사실적인 느낌을 주지는 못할 것이다. 하지만 복잡한 연결로 인해 두 공간의 융합을 잃는 것 보다는 나은 것이다.

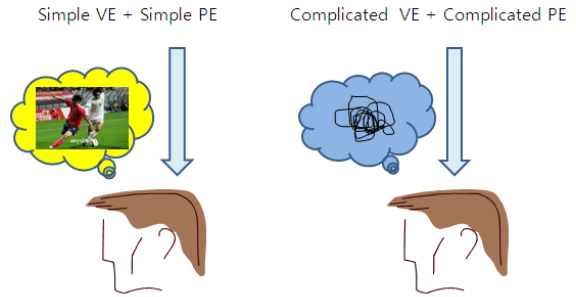


그림 5. 단순한 가상환경과 단순한 실제환경은 사용자의 머릿속에서 쉽게 융합되어 질 것이다. 반면, 복잡한 가상환경과 복잡한 실제환경을 머릿속에서 융합하는 것은 어려울 것이다.

2.2.2 개인화된 경험

사용자의 인지력에 기반을 둔 융합은 사용자마다 각자의 경험을 할 수 있다고 앞서 설명하였다. 그러므로 충분한 인지력과 경험을 갖춘 사용자는 자기만의 독특한 인터랙션을 생성할 수 있을 것이다. 이는 "Dance Dance Revolution"이라는 게임을 통해 확인할 수 있다. 이 게임의 인터페이스는 단순한 발판이 전부다. 음악과 함께 화면에 나타나는 화살표와 그것과 같은 모양의 발판을 적절한 순간에 눌러서 게임을 진행하게 된다. 초보자들은 단순히 화면을 보고 맞는 발판을 누르기만 하지만, 숙련된 사람들은 이러한 인터랙션 위에 자신만의 개성을 나타낼 수 있는 춤 동작을 개발하기도 한다. LMR 또한 이와 같이 숙련에 의해 개인화된 경험을 도출해 낼 수 있을 것이다. 이것은 사용자로 하여금 새로운 재미요소를 찾도록 한다.



그림 6. Dance Dance Revolution. 숙련된 사용자는 기본 인터랙션 위에 자신만의 개성을 나타낼 수 있는 춤동작을 개발하여 즐긴다.[5]

2.2.3 초기 맵핑

실용적인 측면에서 약하게 결합된 혼합현실(LMR)이 잘 동작하려면 두 공간사이에 초기 맵핑(Initial mapping)과 비율조정(Scaling)과정이 필요하다. 예를 들어 사무실의 “문”을 축구 게임의 “골대”로 하고, 사무실의 5미터를 Hand-held 모바일 기기 화면상의 5픽셀로 정의하는 과정이 필요하다. 이것은 혼합현실 공간의 설계자에 의해 제공될 수도 있고, 사용자에게 의해 설정 되어 질 수도 있다.

2.2.4 두 개의 공간에서의 인터랙션

Hand-held 형태의 모바일 기기를 이용한 모션기반 인터랙션은 움직임이 일어나는 기기위에 화면이 위치하기 때문에 동작의 제한이 발생하게 된다. 사용자가 무슨 동작을 하든지 사용자의 시야에 모바일 기기의 화면이 보여야하기 때문이다. 그러나 LMR에서는 사용자가 두 개의 공간을 머릿속에서 유지하기 때문에 두 공간 사이를 이동하며 인터랙션 할 수 있다. 즉, 동작의 제한이 없게 된다. 사용자가 큰 동작을 하여 잠시 시야에서 화면이 사라졌다면 사용자는 잠시 현실공간에 기반을 둔 인터랙션을 하게 되고, 다시 화면이 보이게 되면 가상환경과 실제 환경을 적절히 융합하여 인터랙션 하게 될 것이다. 이것은 그림 7과 같은 상황을 가능하게 한다. 그림에서와 같이 실제 공간의 쓰레기통과 가상공간의 골대가 맵핑된 혼합현실을 갖고 있는 사용자는 공을 쏘는 동안 Hand-held 모바일 기기에서 눈을 떼고 쓰레기통을 골로 생각하여 공을 던지는 인터랙션을 할 수 있다.



그림 7. 사용자는 실제 공간에서 쓰레기통을 향해 Hand-held 모바일 기기를 던지는 동작을 하지만 머릿속으로는 공을 골대로 던진다고 생각한다. 이것은 사용자가 가상환경과 실제환경을 적절히 머릿속으로 적절히 융합했기 때문에 가능하다.

2.2.5 멀티 유저

지금까지 본 논문에서 설명한 LMR은 네트워크로 연결된 멀티 유저 시스템으로 확장 될 수 있다. 그림 8에는 두 명의 사용자가 연결된 상황이 묘사되어 있다. 두 사용자는 각각의 실제 공간을 갖고 있으며, 하나의 가상공간을 공유하게 된다. 가상공간과 각각의 실제 공간 사이에는 앞서 설명한 것과 같은 방식으로 간단한 맵핑이 설정되어있다. 한 사용자

는 “문”과 “골”을 맵핑하였고, “사무실”과 “필드”를 맵핑하였다. 다른 사용자는 “창문”과 “골”을, “방”과 “필드”를 맵핑하였다. 두 사용자의 하나의 가상공간에서 인터랙션 할 수 있도록 중간에 Agent가 필요하다.

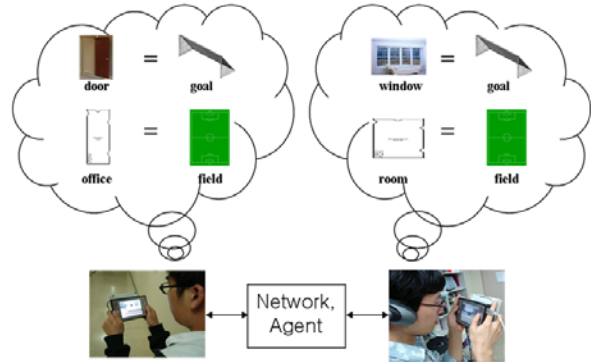


그림 8. 네트워크로 연결된 멀티 유저 LMR, 두 사용자가 하나의 가상공간에서 인터랙션 하기 위해 중간에 Agent가 필요하다.

3. 골프 게임

우리는 LMR의 실효성을 검증해보고 새로운 문제점에 대해 알아보고자 LMR을 이용한 간단한 골프 게임을 제작해보았다.

3.1 시스템 구성

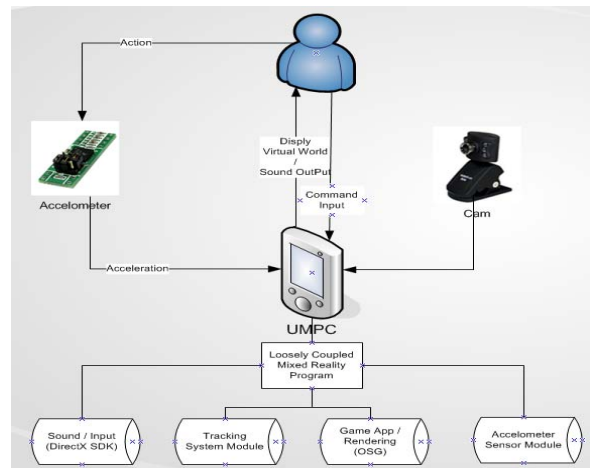


그림 9. 시스템 구성. Ultra Mobile PC에서 동작하는 골프 게임은 크게 트래킹 모듈과, 게임 모듈로 나뉘지며 모션 기반 인터랙션을 위해 카메라와 가속도센서가 사용된다.

골프 게임은 Hand-held 모바일 기기로 Ultra Mobile PC를 사용하며, 가속도 센서(Accelerometer)와 카메라(Cam)가 부착되어 있다. 카메라는 Hand-held 모바일 기기

의 위치 트래킹을 위해 사용하였으며, 가속도 센서는 특수한 인터랙션을 위해 사용하였다. 사운드 출력과 키 입력을 위하여 DirectX SDK를 사용하였으며, 가상의 게임 환경을 구성하고, 오브젝트를 렌더링 하기 위하여 Open Scene Graph(v1.2)를 사용하였다.



그림 10. 골프 게임의 시작화면과 게임 진행 화면 스크린 샷.

3.2 인터랙션

인터랙션은 크게 두 가지로 나누었다. 실제 환경에서 사용자의 위치이동이 게임에 반영되는 인터랙션과 tit을 할 때 모바일 기기를 실제 스윙하듯 휘두르는 인터랙션이 있다. 위치 이동은 카메라를 통해 들어오는 영상정보로 계산되어지며, 다양한 방법이 있겠지만 비교적 간단하며 널리 사용되는 ARToolKit을 이용하여 모바일 기기의 위치를 측정하였다. 그림 11에서처럼 다중 마커를 만들어서 게임을 진행하게 될 공간 바닥에 깔고 게임을 진행하게 된다. LMR의 실효성을 검증하기 위한 게임이기 때문에 간단히 마커를 사용하여 인터랙션 공간이 제한되는 단점이 생겼지만, 이후에 개발될 응용프로그램들은 마커를 사용하지 않고 모바일 기기의 위치를 트래킹 할 것이다. GPS, Visual SLAM, 또는 관성센서의 조합 등을 통해 해결 할 수 있을 것이다. 스윙 인터랙션은 스윙의 강도를 측정하기위해 가속도센서의 한 축 값을 사용한다.

게임은 우선 시작 위치와 홀을 정하는 과정으로 시작된다. 이 두 지점을 이용해서 그림 12와 같이 실제공간과 가상공간을 결합 시킨다. 이후에는 실제공간에서의 사용자의 움직임이 게임 속 캐릭터의 위치이동으로 나타나게 된다.

사용자가 공의 근처로 이동하면, 공을 칠 수 있는 상태가 되고, 사용자는 모바일 기기를 스윙하듯 휘두름으로써 공을 칠 수 있다. 휘두르는 세기 정도에 따라 공의 이동 거리가 결정된다.

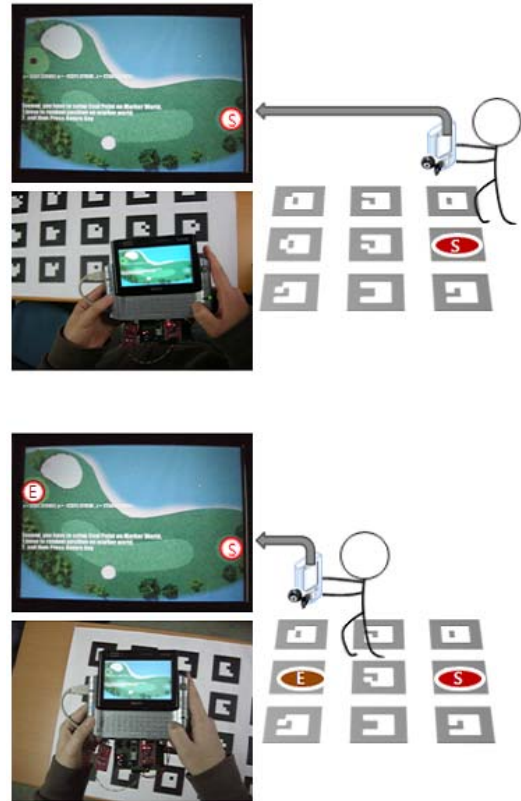


그림 11. 위의 그림은 초기 맵핑 과정이다. 사용자는 시작 위치를 설정 한 다음 홀의 위치를 설정한다. 사용자에게 의해 설정된 이 두 지점을 이용하여 가상공간과 실제공간을 맵핑하게 된다. 초기 맵핑 과정이 이뤄지고 나면 실제공간에서의 사용자 움직임이 가상공간에서의 캐릭터 움직임으로 나타난다.



그림 12. 사용자는 Hand-held 모바일 기기를 골프채처럼 휘두르는 모션 기반 인터랙션을 통해 공을 친다. 이때 휘두르는 강도에 의해 공의 이동 거리가 결정된다.



그림 13. 공을 치고 난 뒤, 사용자는 떨어진 공의 위치로 이동한다. 이때 사용자의 실제 공간에서의 위치 이동이 가상공간에서 캐릭터의 위치 이동으로 나타난다. 왼쪽의 세 그림은 위에서 아래의 순서로 캐릭터의 이동을 나타내고 있다.



4. 결론

우리는 이 논문을 통해 혼합현실에 대한 새로운 접근 방법을 제시하였다. 그것은 기존의 연구들이 시스템 단계에서 가능한 정확하게 정합하여 일관성 있는 혼합현실 공간을 만들려고 노력했던데 반하여, 실제공간과 가상공간을 두 개의 분리된 공간으로 유지하고 사용자의 인지력에 의해 그 둘을 융합하는 방법이다. 우리는 이 방법의 실효성을 검증하기 위해 LMR 패러다임을 이용하여 골프 게임을 개발하였고 실연하였다. 그 결과 LMR은 기존의 혼합현실과는 다른 경험을

사용자에게 제공함을 알 수 있었고, LMR에 관한 흥미로운 쟁점들을 발견할 수 있었다. 또한 Hand-held 모바일 기기에 다양하게 적용될 수 있는 가능성을 엿볼 수 있었다.

LMR 착안의 동기가 되었던 트래킹의 정확도 문제는 기존의 혼합현실 기술들과 마찬가지로 LMR에서도 문제가 되었다. 하지만 트래킹의 오차로 인해 발생하는 오류에는 기존의 혼합현실 기술에 비해 상당히 덜 민감함을 볼 수 있었다. 이는 두 공간을 유지하면서 혼합현실감은 사용자의 인지력에 의지하였기 때문이라고 생각된다.

참고문헌

- [1] Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., and Kishino, F., "Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum," SPIE Vol. 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies, 1994
- [2] Jeon, S. and Kim, G., "Mosaicing a Wide Field of View for Desktop Augmented Reality," To appear in Proc. of Intl. Symp. On Mixed and Augmented Reality (Poster), 2007
- [3] Hwang, J. and Kim, G., "Hand-held Virtual Reality: A Feasibility Study," Proc. of ACM Virtual Reality Software and Technology, 2006
- [4] Smith, E. and Kosslyn, S., Cognitive Psychology: Mind and Brain, Prentice Hall, 2006
- [5] Webpage: www.konami.com, 2007