

# 탠저블 디자인 시스템 개발 (No.1)

혼합현실(Mixed reality) 환경에서 가상 오브젝트의 축척 인지에 대한 실험

이우훈

한국과학기술원 산업디자인학과

Lee, Woohun

Dept. of Industrial Design, KAIST

남택진

한국과학기술원 산업디자인학과

Nam, Tek-Jin

Dept. of Information Design, KAIST

• Key words: 3D CAD system, Mixed reality, Scale perception

## 1. 서론

현재 디자인 과정에서 3차원 CAD 시스템 사용이 상당히 일반화되었는데 이 때 디자이너가 겪는 어려움 중 하나는 모델링한 오브젝트의 축척을 정확히 판단하기 어렵다는 것이다. 이런 문제점은 3차원 CAD 시스템에서의 모델링이 순수하게 가상공간 안에서 이루어지기 때문이다. 따라서 디자이너는 현실세계에서 참조가 되는 비교대상을 선정하여 자로 길이를 측정하고 이 값을 바탕으로 새로 디자인하는 오브젝트의 축척을 가능하여 컴퓨터에 입력하는 불편함을 감내해야만 한다.

본 연구는 혼합현실(Mixed reality) 기술을 이용하여 3차원 CAD 시스템에서 발생하는 현실세계와 가상세계 사이의 괴리 현상을 줄일 수 있을 방법을 제시하고자 하였다. 금번 연구에서는 컴퓨터 비전을 활용하는 혼합현실 개발 툴킷을 기반으로 3차원 CAD 오브젝트를 실시간으로 렌더링하고 CAD 사용자 관점의 현실영상과 합성하여 비디오 투시형(Video See-through) HMD나 LCD 모니터에 표시하게 하였다. 아울러 혼합현실 상황에서 가상 오브젝트의 축척 인지에 대한 기초실험을 통해 3차원 CAD 사용자가 혼합현실 환경에서 의미 있는 정확도를 갖는 축척 조정이 가능함을 확인할 수 있었다.

## 2. 디자인과정에서 형상과 축척의 문제

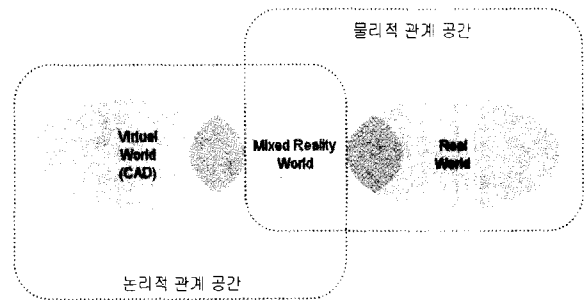
디자인 과정에서 형상과 축척은 유기적으로 결정되어 간다. 어떠한 경우에는 형상을 생각하고 나중에 축척을 검토하는 경우가 있고 또 어떤 때는 기준이 되는 축척을 바탕으로 형상을 생각하기도 한다. 일련의 디자인 과정에서 형상과 축척은 서로 영향을 주고받으며 결정되어지는 것이 일반적이라 할 수 있다.

CAD 시스템을 이용하여 디자인 작업을 수행할 경우 우리는 어떻게 사물의 형상과 축척을 결정해 가는가? CAD상에서의 물체의 크기는 기본적으로 2차원 디자인 도면, 자로 측정된 사물의 길이, 사물의 축척에 대한 CAD 유저의 경험 등을 근거로 입력된다. 따라서 상기한 3가지 근거가 불확실한 상황에서 새로운 형태의 물체를 CAD상 모델링 하는 경우 형상을 만드는 것은 용이하나 정확한 스케일링은 거의 불가능하다. 이런 문제점을 효과적으로 해결하기 위해 우리는 3차원 CAD 모델링과 쾌속조형기를 활용하거나 비교적 제작이 용이한 스터디 모델을 제작한다. 하지만 쾌속조형이나 스터디 모델로 다양한 축척으로 디자인 결과물을 제작하여 테스트해보는 것은 적지 않은 비용과 노력이 요구되는 작업이라 할 수 있다.

## 3. 디자인 과정에서 혼합현실의 이용가능성

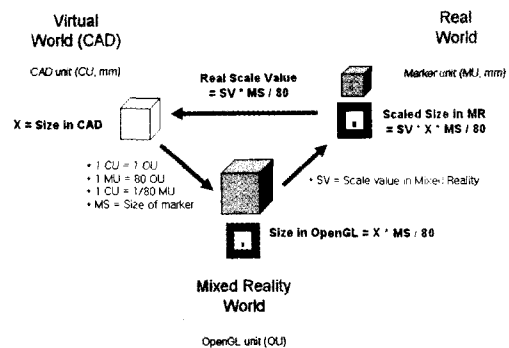
디자인과정에서 형상과 축척 결정을 위해 디자이너가 겪고 있는 문제점에 대한 해결방안을 제시하기 위해 본 연구에서는 혼합현실의 이용가능성을 검토해보고자 하였다. 혼합현실이란 가상세계와 현실세계를 통합하는 기술로 보통

그림1. 가상공간(CAD), 혼합현실, 실제세계 사이의 관계



실제세계의 영상에 가상 오브젝트를 합성하여 증강된 현실을 제시하는 것이다. 혼합현실은 CAD의 가상세계와 논리적인 대응 관계를 갖는 동시에 현실세계와 물리적 대응 관계를 형성한다. 이러한 특성을 활용할 경우 가상 오브젝트와 실제세계와의 물리적 대응 관계를 바탕으로 CAD 상의 가상 오브젝트에 대한 직관적인 스케일링이 가능해질 것이다. 본 연구는 이러한 관점에서 혼합현실을 활용한 CAD상의 가상 오브젝트에 대한 직관적인 스케일링 가능성을 검토해보고자 하였다.

그림 2. 스케일링의 관점에서 가상세계와 실제세계의 연결방법



#### 4. 실험계획

본 연구에서는 컴퓨터 비전 기반의 혼합현실 어플리케이션 개발용 툴킷인 ARToolKit을 활용하여 실험을 실시하였다. 혼합현실을 통한 가상공간과 현실공간과의 축척대응 관계는 그림 2에 표시되어 바와 같이 80mm 마커를 통해 현실세계의 사물이 가상세계의 오브젝트와 동일한 사이즈가 되도록 조정하였다.

실험요인으로는 스케일링 대상의 사이즈(50mm큐브/150mm큐브), 마커의 사이즈(80mm마커/160mm마커), 혼합현실 제시방법(HMD/LCD), 스케일링 대상 물체와 마커와의 거리(250mm/500mm)를 설정하였다.

특히 이번 실험에서 혼합현실 환경에서 얼마만큼 정확하고 일관성 있는 스케일링이 가능한지, 그리고 혼합현실 제시방법에 따라 스케일링의 정확성과 일관성에 차이는 없는지에 주안점을 두어 연구를 진행하였다.

그림 3. HMD를 이용한 실험

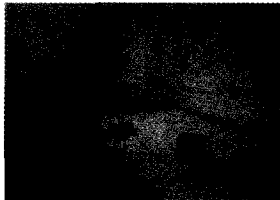


그림 4. LCD를 이용한 실험

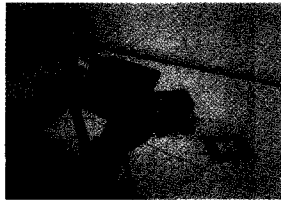


그림 5. 실제 사물과 마커

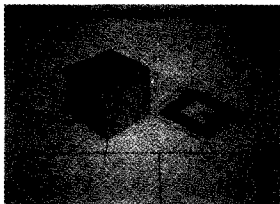


그림 6. 실제 사물과 가상 오브젝트



#### 5. 실험결과

피험자가 스케일링 값과 정답과의 차를 평균하여 얻어진 스케일링 오차의 평균값을 비교해 볼 때 160mm 마커에 비해 80mm 마커에서 대략 2배 가량의 스케일링 오차가 존재함을 알 수 있었다. 평균 표준편차를 통해 스케일링의 일관성 측면을 보았을 경우 역시 160mm 마커를 통한 실험에서 보다 일관성 있음을 알 수 있었다.

혼합현실 제시방식에서 볼 때 예상과는 달리 HMD보다는 LCD가 스케일링의 정확성과 일관성에서 우수함을 알 수 있었다. 혼합현실 환경에서 피험자는 가상의 오브젝트를 약간 크

표1. 마커 사이즈, 사물 사이즈, 혼합현실 제시방법에 따른 스케일링의 정확성과 일관성

	HMD		LCD	
	50mm Cube	150mm Cube	50mm Cube	150mm Cube
160mm Marker	0.0123 <u>0.0111</u>	0.0096 <u>0.0104</u>	0.0100 <u>0.0124</u>	0.0056 <u>0.0110</u>
80mm Marker	0.0308 <u>0.0527</u>	-0.0156 <u>0.0193</u>	0.0221 <u>0.0207</u>	-0.0126 <u>0.0158</u>

\* 상:평균 오차 / 하:평균표준편차

표2. 마커와 사물간의 거리에 따른 스케일링의 정확성과 일관성

	HMD	LCD
사물과 마커 거리 25cm	0.0096 <u>0.0104</u>	0.0056 <u>0.0110</u>
사물과 마커 거리 50cm	0.0134 <u>0.0201</u>	0.0128 <u>0.0114</u>

\* 상:평균 오차 / 하:평균표준편차

게 인식하는 경향이 있다는 사실도 발견할 수 있었다. 하지만 전반적으로 보았을 경우 100분의 1내지2가량의 스케일링 오차에 평균표준편차 0.01~0.02 가량의 일관성을 갖는 점으로 보아 혼합현실 상황에서 피험자는 상당히 정확하게 가상 오브젝트의 축척을 인지하고 스케일링하고 있음을 알 수 있었다. 스케일링 대상 사물과 마커와의 거리에 따라 스케일링의 정확성과 일관성을 비교하였을 경우 HMD에서는 거리가 멀어짐에 따라 스케일링의 정확성과 일관성이 떨어짐을 알 수 있었지만 LCD에서는 스케일링의 일관성에 별다른 변화가 없음을 알 수 있었다.

실험후 인터뷰에서 혼합현실 제시방식에 따라 가상 오브젝트에 대한 스케일링의 용이성을 5점 척도로 평가했는데 LCD를 용한 경우는 3.0, HMD는 2.6으로 LCD를 사용하는 경우 스케일링하기 약간 편했음을 알 수 있었다. LCD의 경우 HMD에 비해 몰입감은 떨어지지만 뷰포인트의 설정이 자유롭고 주변 환경에 대한 인지가 스케일링에 도움이 된다는 진술이 많았다.

#### 6. 결론

본 연구는 일련의 실험을 통해 혼합현실 환경에서 CAD를 통해 생성한 가상 오브젝트에 대한 직관적 스케일링 가능성을 탐색해 보았다. 실험을 통해 마커의 사이즈가 클 경우 스케일링의 정확성과 일관성이 증가함을 알 수 있었다. 아울러 혼합현실 제시방식이라는 측면에서 LCD의 효용성을 확인할 수 있었다. 특히 중요한 것은 대부분의 실험조건에서 상당히 정확성과 일관성 있는 스케일링이 가능하다는 사실이었다.

본 연구는 혼합현실기술을 활용한 탠저블 디자인 시스템 개발을 위한 기초 연구로서 진행되었다. 이번 실험결과를 바탕으로 그림2에 표시되어 있는 바와 같이 혼합현실을 매개로 사물의 축척이라는 측면에서 실제세계와 가상세계(CAD) 사이의 이음매 없는 대응(Seamless integration)이 가능함을 확인할 수 있었다.

#### 참고문헌

- Billingham, M. and Kato, H. (1999). "Collaborative Mixed Reality", In Proceedings of International Symposium on Mixed Reality (ISMR '99), pp. 261-284.
- Rekimoto, J. (1998) "Matrix: A Realtime Object Identification and Registration Method for Augmented Reality", APCHI'98, pp.15-17.