

VR 기법을 적용한 자동차 HMI Usability Test simulator 설계에 관한 연구

유승동, 정 윤, 박 범

아주대학교 기계 및 산업공학부

ABSTRACT

현대 사회는 사용자의 Needs 가 중요시 되는 사회이다. 따라서 모든 생산 활동은 사용자의 욕구와 감성에 부합하는 제품의 생산에 초점이 맞춰져 있다. 특히, 자동차 분야에서는 사용자의 욕구와 인간 공학적인 측면을 얼마나 잘 반영하는 차를 만들어 내는가가 점차 중요한 요소로서 부각되어지고 있다. 하지만 이들에 대한 Usability test 를 위해 실제 Prototyping 을 하는데는 많은 액수의 비용이 들게 된다. 본 논문에서는 이러한 비용적 측면과 재사용성 측면을 고려하여, 사용자의 감성에 부합하는 자동차를 만들기 위해 필요한 Usability test 를 위해 Virtual reality 기법을 적용한 Simulator(VISVEC : Virtual Simulator for VEhicle Cockpit)를 설계하였다. 그 중, 본 Simulator 상에서 Instrument panel 을 중심으로 HMD 를 이용한 display 시 보다 정확한 Interaction 을 위해 Virtual Environment 내에서 보다 빠른 Display 화면 갱신과 사용자의 Object 인지에 영향을 끼치는 Level of detail 의 설계에 관해 연구하였다.

1. 서론

현재 감성 공학과 사용성 평가(Usability Test) 를 통한 사용자의 감성에 맞는 자동차 개발에 많은 관심이 쏟아지고 있다. 따라서, 감성 공학과 사용성 평가를 위한 시뮬레이터들이 많이 개발되어지고 있다. 또한 가상 현실은 전통적인 디자인 방법의 한계를 극복할 수 있는 효과적인 제품 디자인과 평가 도구로서 여겨지고 있다[8]. 따라서

요즈음에는 이러한 시뮬레이터를 구현하는데 있어서 가상 현실 기법을 많이 적용하고 있다. 윤정선 등은 자동차 운전석 디자인을 위한 가상 현실 적용 평가 시스템을 구현하였고[15], Akinori Horiguchi 등은 감성 공학을 적용한 운전자/자동차 시뮬레이터 시스템을[1], 그리고 윤정선 등은 가상현실 기술을 이용한 자동차 주행 환경에 대한 시뮬레이터를 제작하였다[16].

하지만, 가상 현실 기법을 적용하는데 있어서

기존의 대다수의 저가(Low cost)형 시뮬레이터 시스템상에서 미처 검증하지 못한 여러 가지 문제점들로 인해 그 시뮬레이터의 수행도를 정확하게 측정할 수 없었다. 특히 대부분의 자동차의 내장과 사용성 평가를 위한 저가형 가상 현실 기법 적용 시뮬레이터 시스템들은 사용자의 시야(field of view)에 따른 LOD(Level of detail)을 고려하지 않고 시뮬레이터를 설계하여 전반적인 시스템의 수행도를 최적화 시키지 못하였다고 보여진다. 따라서, 본 논문에서는 자동차의 내장 디자인(Interior design)을 위한 사용성 평가용 가상 현실 시뮬레이터(VISVEC :Virtual Simulator for VEhicle Cockpit)를 설계하고, 본 시스템의 IP(Instrument Panel)를 중심으로 이에 대한 LOD의 설계에 대하여 연구하고자 한다.

2. LOD(Level Of Detail)

가상 현실을 사용하는 시뮬레이터 내의 가상 세계(Virtual World)와 객체(Object)들은 Polygon으로 표시된다. 이 Polygon의 수에 따라서 가상 세계와 객체들의 Level이 결정된다고 볼 수 있다. Polygon의 수가 많을 수록 보다 현실감 있고 사실적인 World의 표현이 가능해 지지만 이는 렌더링 속도와 반비례 관계를 가진다. 저가형 가상 현실 시스템에서는 아직 충분히 많은 수의 Polygon을 표현하면서 실시간으로 렌더링 할 수 있는 장치는 가격적인 면에서 사용하기가 곤란하다. 따라서 이를 효과적으로 해결할 수 있는 방법이 요구되어 지는데 LOD가 이 방법들 중의 하나이다.

많은 양의 데이터에 대해 여러 상세도의 단계를 두어 데이터를 효율적으로 관리하는 방법을 LOD(Level Of Detail)이라고 하고, 특히 실시간 렌더링에 있어서 많이 이용되고 있다. 따라서, 실시간 영상의 표현을 중요시하는 가상 현실 시스템

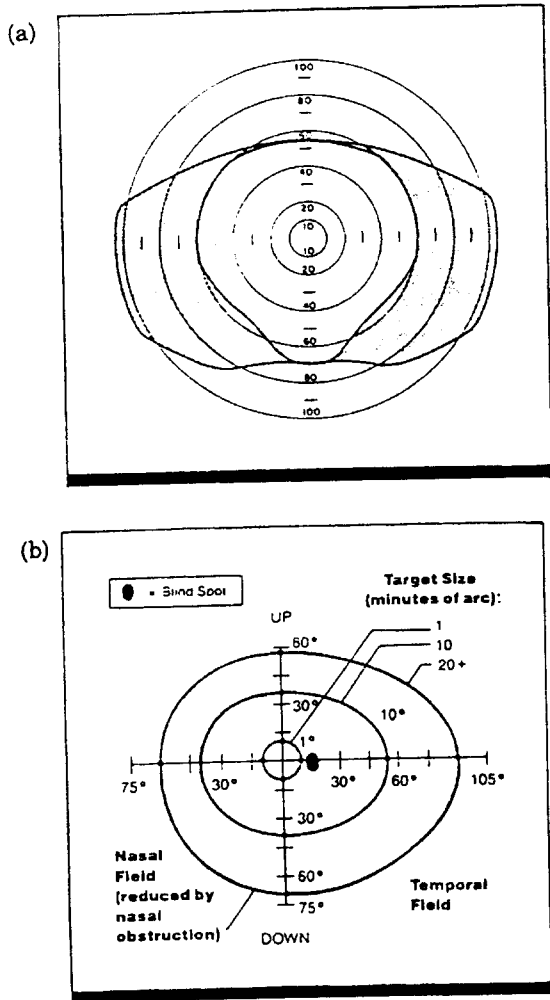
에 매우 중요한 요인이라고 볼 수 있다.

실시간 렌더링을 위한 LOD system은 두 부분으로 나누어 생각할 수 있다. 그 하나는 multiresolution data를 생성하는 것이고, 다른 하나는 생성된 multiresolution data를 실시간 렌더링 조건에 맞출 수 있도록 선택 사용하는 것이다. 일반적으로 LOD model은 크게 Hierarchical geometry model [2] [3] [4] [5] [6] [7] [9] [12] [13] [14] 과, 적절한 레벨을 선택하여 렌더링하는 방식[2] [11] [13]의 두 부분으로 나누어질 수 있다.

3. 운전자의 시각적 특성

인간의 감각은 생각보다 매우 예민하며 또한 매우 다양한 종류의 정보를 처리하므로 이에 대한 정확한 이해가 필요하다. 예를 들어 가장 중요한 감각기관인 시각에 실제감을 주기 위해서는 인위적인 영상의 제공이 필요한데, 영상의 질이나 크기 내용 등을 결정하기 위해서는 인간 시각계의 특성과 주어진 임무에서 요구되는 시각적 암시(visual cue)특성을 이해하여야 한다[10].

우리의 눈은 10^3 cd/m^2 의 밝기에서 $1.0 - 2.0 \text{ acrmin}^{-1}$ 의 시력(즉 시각 0.5-1 min의 물체구분)을 가지고 있으며 300 cd/m^2 의 밝기에서는 0.02의 대비까지 구별할 수 있다. 또한 시야의 중심 2° 범위에서는 1.0-2.0의 시력을 보이거나(중심시), 그 주변 20° 범위에서는 0.3으로 떨어진다(주변시). 또한 시야는 상하 120° , 좌우 200° 가까이 된다 [그림 1][17].

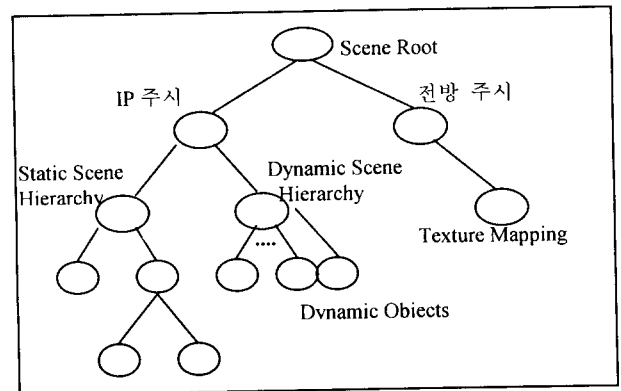


[그림 1] (a)양안의 시야범위 (b)중심시와 주변시

4. 제안 방법

운전자는 보통 운전 중 전방을 주시한다. 따라서 보통 운전 중에는 IP를 주의 깊게 주시하지 않는다. 즉, 이 경우 IP는 운전자의 주 시야각의 밖에 위치하게 되므로 운전자는 단지 IP가 어느 정도 위치에 있다는 정도만 인식하게 된다. 따라서 운전 중의 IP는 상세한 level로 표시할 필요가 없다. 그러므로 이 상태에서는 IP의 상세도를 굳이 모두 자세하게 표시할 필요 없이 하나로 보고 Texture mapping으로 표시함으로써 전체적인 Real time rendering 속도를 증가시킬 수가 있다.

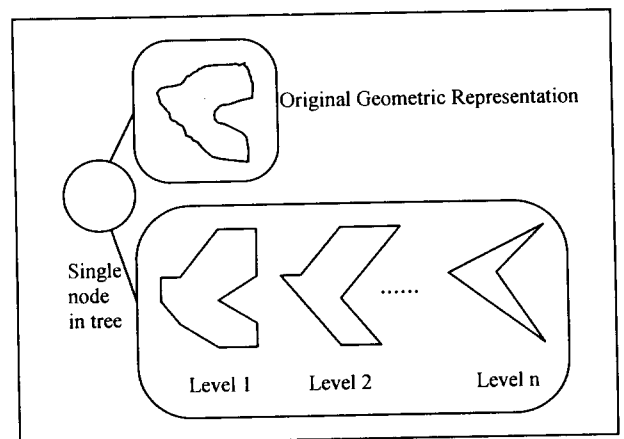
또한 운전 중 IP를 조작할 경우, 운전자의 task가 수행되어지는 object를 중심으로 주 시야각 안쪽에 있는 object들에게만 운전자의 신경이 집중되므로 주 시야각 밖에 있는 object들은 상세하게 표현할 필요가 없다. 따라서 이 경우 중심시를 중심으로 LOD의 정도를 Dynamic하게 낮춰 표현할 수 있다. 이를 표현하기 위해 Hierarchy model을 적용하면 [그림 2]와 같은 Object를 가진 Hierarchy가 표현된다.



[그림 2] Hierarchy Model

본 논문의 IP 중심의 Scene에서는 Dynamic하게 자율성을 가지고 동작하는 Object들이 존재하지 않으므로 이는 고려하지 않았다.

각 Level들의 단위 Node의 구성은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 단위 Node의 구성

표현하고자 하는 Detail 의 level(L)을 Output 으로 하면, 이에 요구되는 Input 값들은 사용자의 눈과 IP 상의 주시 Object 간의 거리 d , 시선(0 : 전방 주시 혹은 1 : IP 주시) v , 주시 object o , 중심시(각도) θ , 주변시(각도) θ' , 그리고 실제 거리와 화면상의 거리의 Scale 보정 계수인 S 가 있다. v 값이 0 일 경우 IP 는 Texture mapping 으로 표현되므로 $L=0$ 이 되며, v 값이 1 인 경우는 운전자의 시야에 따라 표시될 수 있다. 여기서 사용자의 시야를 표시하는데 있어서, 연산의 처리속도를 향상 시키기 위하여 운전자의 시야를 원으로 가정하고, 화면상의 경계는 이 원이 내접하는 정사각형으로 표시한다. L 은 다음과 같은 식으로 표시될 수 있다.

$$L(v, o) = v \cdot R((2D(o) \cdot \tan \theta)^2 \cdot S)$$

$L(v, o)$: v 와 o 를 입력 변수로 갖는 LOD 함수

$R()$: 영역 함수

$D(o)$: 운전자의 눈과 o 간의 거리

θ : 운전자의 시야각

v 값이 1 인 경우(IP 주시)에 $R()$ 의 값이 운전자의 중심시 내에 있으면 LOD 값은 Level 1 을 가리키며, $R()$ 값이 운전자의 중심시 밖에 있고 주변시 내부에 있으면 Level 2 를 가리키게 된다. 또한 $R()$ 값이 주변시 밖에 있으면 그 이하의 Level 을 가리키게 된다.

5. 향후 연구 방향

본 논문에서는 현재 개발하고 있는 저가형 Interior usability test simulator 인 VISVEC 의 IP 를 중심으로, 사용자의 시야에 따른 Dynamic 한 LOD 의 설계에 대하여 연구하였다. 향후 본 논문에서 제시된 방법에 대해 운전자의 인지적 관점에서의 검증이 필요하다고 보여진다. 또한 본

논문에서 제시된 LOD 방법에 대한 연구와 함께, 이를 사용한 IP 의 구현시 실시간 렌더링을 위한 LOD management 에 관한 연구도 필요하다고 여겨진다.

참고문헌

- [1] Akinori, Horiguchi., Takamasa, Suetomi., "A Kansei engineering approach to a driver/vehicle system", International Journal of industrial ergonomics 15, pp.25-37, 1995.
- [2] E.Y.Koh, "Automatic synthesis of simplified 3d models from detailed data", Dissertation MS-CIS-94-25, GRAPHICS LAB 62, University of pennsylvania, May 1994.
- [3] Gerg Turk, "Re-tiling polygonal surfaces", in ACM SIGGRAPH'92, pp. 55-64, 1992.
- [4] Hugues Hoppe, Tony DeRose, Tom Duchamp, John McDonald, and Werner Stetzle, "Mesh optimization", in ACM SIGGRAPH'93, pp.19-25, 1993.
- [5] Hugues Hoppe, Tony DeRose, Tom Duchamp, Mark Halstead, hubert Jin, John McDonald, Jean Schweitzer, and Werner Stetzle, "Piecewise smooth surface reconstruction", in ACM SIGGRAPH'94, pp.295-302, 1994.
- [6] James H. Clark, "Hierarchical geometric models for visible surface algorithms", Communications of ACM, vol.19, no. 10, pp. 547-554, 1976.
- [7] John M. Airey, John M. Rohlf, and Frederick P. Jr. Brooks, "Towards image realism with interactive update rates in complex virtual building environments", in ACM SIGGRAPH special issue on 1990 Symposium on Interactive 3D Graphics, pp. 41-50, 1990.

- [8] **Kalawsky, R.S.**, The science of virtual reality and virtual environments, Addison-Wesley, Workingham, 1993.
- [9] **Ned Greene, Michael Kass, and Gavin Miller**, "Hierarchical z-buffer visibility", in ACM SIGGRAPH'93, pp.231-238, 1993.
- [10] **Padmos, P., Milders, M.V.**, "Quality criteria for simulator images: a literature review", Human Factors, 34(6), pp.724-748, 1992.
- [11] **Peter Astheimer and Maria-Luise Poche**, "Level-of-detail generation and its application in virtual reality", in Proceeding of VRST'94, pp. 299-309, 1994.
- [12] **Robert Webb and Mike Gigante**, "Using dynamic bounding volume hierarchies to improve efficiency of rigid body simulations", in Visual Computing(Kunii, ed.), pp.825-842, Springer Verlag, 1992.
- [13] **Thomas A. Funkhouser and Carlo H. Sequin**, "Adaptive display algorithm for interactive frame rates during visualization of complex virtual environments", in ACM SIGGRAPH'93, pp.247-254, 1993.
- [14] **William Schroeder, Jonathan Zarge, and William Lorensen**, "Decimation of triangle meshes", in ACM SIGGRAPH'92, pp.65-70, 1992.
- [15] **윤정선 외 2인**, "인공현실감을 이용한 승용차 운전석 디자인 평가 시스템", 대한인간공학회지, 제 14 권, 제 1 호, pp.83-90, 1995.6.
- [16] **윤정선 외 3인**, "인공현실감 기술을 이용한 자동차 주행환경의 개발", 1996년 춘계인간공학회 학술논문집, pp.270-275.
- [17] **한국표준과학연구원**, VR 기술동향 및 산업정책에 관한 연구, KRISS-93-078-IR, pp.101-103, 1993.