

3D 디스플레이에서의 시각안전영역을 고려한 3D 사용자 인터페이스 구현

⁺추현곤, *김동현, *손광훈, 최진수, 김진웅
 한국전자통신연구원, *연세대학교
⁺hyongonchoo@etri.re.kr

3D UI considering visual safe zone of 3D display

Hyon-Gon Choo, *Donghyun Kim *Kwanghoon Sohn, Jinsu Choi, and Jinwoong Kim
 ETRI, *Yonsei University

요 약

최근 3D 입체 영화 및 3D 방송 기술의 개발과 더불어, 사용자의 몰입감을 극대화하기 위하여, 3D 입체영상과 사용자의 인터랙션 효과를 융합하는 3D Interaction 기술이 개발되고 있다. 본 논문에서는 3D 디스플레이에서의 시각안전영역을 고려한 3D 사용자 인터페이스의 구현 방법에 대해서 소개한다. 사용자의 입력에 따라 객체의 변이 정보를 계산하고, 변이 정보가 사람의 시각안전영역 내에서 존재하도록 적응적으로 깊이를 조절하여, 사용자의 시각적 편안함과 3D 객체에 대한 조절 기능을 제공할 수 있다. 무안경 3D 디스플레이 상에서의 구현 결과를 통해 제안하는 기술의 효율성을 보여준다.

1. 서론

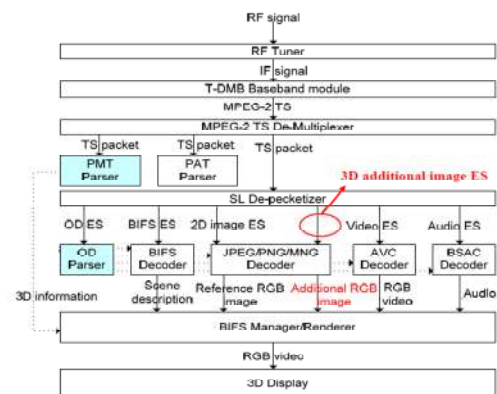
최근 3D 영화 및 3D 방송 기술의 개발과 더불어, 사용자의 몰입감을 극대화하기 위하여, 3D 입체영상의 시각적인 효과와 3D 영상을 손으로 만지며 조작할 수 있는 인터랙션 효과를 융합하는 3D Interaction 기술이 대두되고 있다. 특히 3D DMB 스테레오그래픽 서비스와 같이 작은 휴대용 단말기를 통해 제공되는 3D 객체의 경우, 작은 화면 크기로 인해 3D 효과를 높이기 위해 적절한 3D Interaction 이 요구되고 있다 [1].

3DTV, 3D 모바일 단말기 등에서 사용되는 3D 디스플레이는 두 눈이 받아들이는 영상에서의 차이, 양안 시차(Disparity)를 통해 입체의 깊이감이 크게 느껴지게 된다. 하지만, 양안 시차를 이용한 입체 디스플레이에서 깊이감에 따라 사람이 느끼는 불편함이 커질 수 있다는 단점도 가지고 있다. 이와 같은 이유로 3D 방송 촬영 및 편집의 경우에도, 3D 디스플레이를 통해 나타나는 영상에 대한 깊이감을 조절하도록 카메라와 화면 편집도구가 개발이 되고 있으며, 또, 3D 디스플레이 등에서는 사용자가 안경을 낀 상태에서 메뉴에서 사람이 Disparity 를 조절하여 좀 더 편안한 3D 영상을 조절하는 기능이 제공되고 있다[2]. 그러나, 현재 3D 디스플레이에서의 Disparity 조절의 기능은 3D 콘텐츠 전체의 Disparity 를 사람의 눈간의 거리에 따라 그 상대적인 비율을 제어하는 기능을 제공할 뿐이며, 3D 콘텐츠에서의 사용자 인터랙션이 요구되는 환경에서 고려한 2D 나 3D 콘텐츠가 재생되는 환경에서의 내부의 일부 3D 콘텐츠에 대한 Disparity 를 제어하는 기능은 제공되지 않고 있다.

본 논문에서는 3D DMB 스테레오그래픽 서비스 환경의 3D 디스플레이에서 시각안전영역을 고려한 3D 사용자 인터페이스의 구현 방법에 대해서 소개한다. 사용자의 입력에 따라 객체의 변이 정보를 계산하고, 변이 정보가 사람의 시각안전영역 내에서 존재하도록 적응적으로 깊이를 조절하여, 사용자의 시각적 편안함과 3D 객체에 대한 조절 기능을 제공할 수 있다.

2. DMB 스테레오스코픽 데이터서비스

DMB 비디오 연동형 스테레오스코픽 데이터 서비스는 MPEG-4 BIFS 를 사용하여 스테레오스코픽 데이터를 기존 모노스코픽 비디오와 연동하여 제공하는 입체 서비스이다 [1].



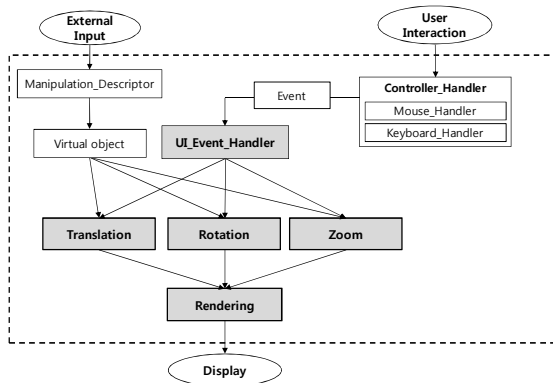
<그림 1> DMB 스테레오스코픽 데이터 서비스의 구조

DMB 스테레오스코픽 데이터 서비스는 스테레오스코픽 데이터를 기존 모노스코픽 비디오 화면 위에 동기화하여 렌더링함으로써 입체감을 제공하며 기존 DMB 비디오 연동형 모노스코픽 데이터 서비스 수신기와 호환성을 유지하며, DMB 스테레오스코픽 데이터 서비스 수신기를 통하여 기존 DMB 방송을 시청하도록 하면서 모노스코픽 비디오와 연동된 스테레오스코픽 데이터 서비스를 제공함으로써 해당 프로그램의 시청효과를 극대화할 수 있는 장점을 갖는다.

3. 시각안전영역을 고려한 3D UI

3.1 3D 디스플레이 상에서의 User Interaction

3D 디스플레이 상에서 사용자의 입력에 따른 3D 객체 조작 기술에는 크게 이동 (translation), 회전, 줌인/아웃 (zoom-in/out)으로 정의할 수 있다. 이동 (translation)은 3D 물체 사이에 가림 등을 제거하기 위해 물체를 수평방향으로 이동시키는 기술이며, 회전 (rotation)은 물체의 뒷면의 정보를 보기 위해 다른 각도의 정보를 보이도록 조작하는 기술이며, 줌 인/아웃 (zoom-in/out)은 원하는 물체를 자세히 보기 위해 확대 또는 축소하여 보여주는 행위이다. 그림 2는 3D 데이터 서비스 UI 알고리즘의 구조이다. 3D 객체가 입력되었을 때 사용자는 마우스 혹은 키보드 입력을 통하여 객체를 조작을 한다. 기본적인 조작 기능은 이동(translation), 회전(rotation), 줌인/줌아웃(zoom-in/out)이 있다.



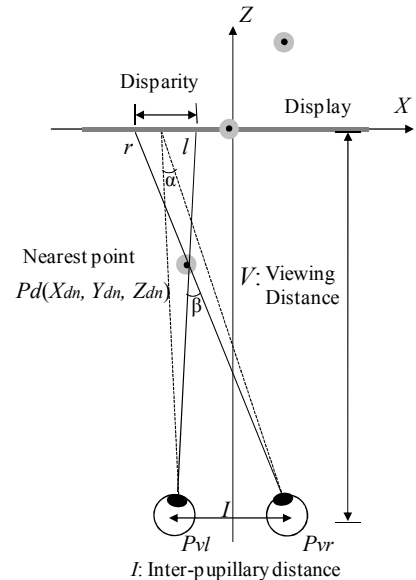
<그림 2> 3D data service UI structure

사용자의 입력에 따라 3D 객체를 제어하는 경우, 지나치게 크게 확대가 되거나, 이동이 잘못되는 경우, 3D 효과가 깨지거나, 어지러움 등을 유발할 수 있다. 본 논문에서는 3D UI 를 이용하여 객체 조작한 결과가 디스플레이를 통해 사용자에게 출력되기 전에, 영상과 디스플레이의 크기에 적응적으로 깊이 값을 조절하고 프레임 효과를 제거함으로써 사용자의 시각적 편안함을 보장한다

3.2 영상과 디스플레이 크기에 적응적인 깊이 값 조절

사용자의 입력에 따라 3D 객체를 확대하거나 돌려

보는 경우, 각도변이를 크게 주면 깊이감을 크게 줄 수 있지만, 지나친 깊이감을 주게 되는 경우, 3D 영상에 대해서 불편감을 주거나, 3D로 보이지 않도록 하게 된다. 이를 위해서, 현재 배경의 변이 정보를 기준으로 변형되는 객체의 변이 정보의 조절이 필요하다. 그림 3은 변이 정보를 위한 스테레오스코픽 시스템에서의 기하학적 구조를 나타낸다.



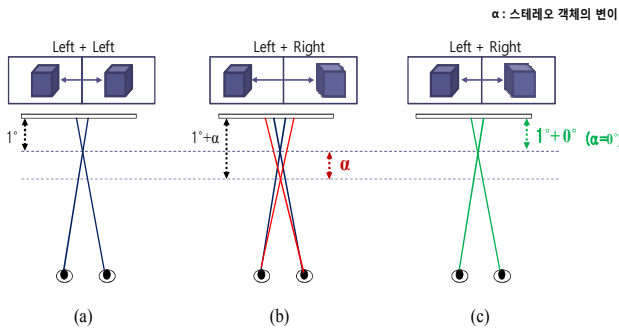
<그림 3> 스테레오스코픽 디스플레이에서의 기하학적 구조

그림 3에서 각도 변이는 3D 객체에 대한 폭주각(β)과 디스플레이에 대한 폭주각(α)의 차이로써 α 와 β 의 차이로 구할 수 있으며, 각도 변이는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 Disp_a &= \beta - \alpha \\
 &= 2 \times \left(\arctan\left(\frac{I/2}{V - Z_d}\right) - \arctan\left(\frac{I/2}{V}\right) \right) \quad (1) \\
 \text{where } Z_d &= \frac{Disp_m \times V}{Disp_m - I}, \quad Disp_m = \frac{X_m}{X_c} \times Disp_c
 \end{aligned}$$

여기서 $Disp_a$ 는 각도변이, I 동공 간 거리 (평균 65mm), V 는 시청거리, Z_d 객체와 디스플레이 사이의 거리, $Disp_m$ 디스플레이 상의 변이(cm), $Disp_c$ 영상에서의 픽셀 변이(pixel), X_m 는 디스플레이의 수평 방향의 크기(cm), X_c 는 영상의 수평 방향의 크기(pixel)이다.

따라서 사용자에게 UI에 의해서 변형되는 3D 객체에 대한 변이 정보가 Comfort Zone 내에 머물도록 제어 해주어야 한다 [4]. 본 논문에서는 실험적으로 사람이 편안함을 느끼는 각도 변이를 측정하여 수식(1)의 각도 변이가 1도 이내를 머물도록 하여 객체가 Comfort Zone 내 존재하도록 하였다. 그림 4는 각도 변이를 고려하여 객체의 Disparity를 조절하는 예를 보여준다.



<그림 4> 스테레오스코픽 객체의 변이를 고려한 깊이 조절

3.2 프레임 효과의 제거

사용자의 입력에 따라 3D 객체를 조절하는 경우 발생 가능한 또 한가지 문제로 프레임 효과가 있다. 이는 3 차원 객체가 3D 영상의 경계선에 걸치는 경우, 3 차원 효과가 사라지는 것을 나타낸다. 따라서 3D 물체를 이동 또는 확대하는 경우, 객체가 이 경계선을 넘지 않도록 조절이 필요하다. 본 논문에 구현에서는 이동하는 객체의 경계 정보를 계산하고, 이 정보가 현재 좌우 프레임을 넘어서지 않도록 UI의 입력을 제한하는 방식으로 프레임 효과를 제거하였다.

3. 구현 결과

제안하는 UI 알고리즘에 대해서 무안경 3D 디스플레이가 장착된 UMPC 에서 구현하였다. 본 논문의 구현에 있어서는 3D DMB 스테레오스코픽 데이터 서비스에서 사용되는 것과 같이 2 차원 비디오 상에 3 차원 객체가 별도로 제공되는 환경으로 제한하였다. 입력 UI 의 인터페이스는 마우스와 키보드로 한정하였으며, 키입력에 따라 회전, 줌인/아웃, 객체의 이동을 구현하였다.



<그림 5> 3D data service UI 구현의 예

그림 5 는 제안하는 알고리즘에 대한 구현 예를 보여준다. 그림 5 의 결과를 통해, 3 차원 효과가

유지되면서도 사람의 원하는 바에 따라 3D 객체를 조절해서 볼 수 있는 서비스가 제공되는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 3D 디스플레이를 통해 볼 수 있는 3D 객체에 대하여 user interaction 함으로써 객체를 이동, 회전, 줌인/줌아웃 하여 3D 객체를 실감나게 조작하는 알고리즘을 구현하였다. 제안하는 방법은 3D 객체 조작시 발생할 수 있는 문제인 영상 및 디스플레이 크기에 적응적인 깊이 값 결정하기 위해 각도변이를 기반으로 한 변이 조절 및 프레임 효과를 처리가능한 알고리즘을 통해, 3D 디스플레이에서의 시각적 피로도를 최소화 하고 사용하기 편한 사용자 인터페이스를 구현할 수 있다. UMPC 상의 구현결과를 통해 2 차원 비디오 상에서 3 차원 객체의 처리가 소형 모바일 기기를 통해 쉽게 지원되는 것을 확인할 수 있었다.

차후 3 차원 비디오 상에서의 객체에 대한 처리 기술의 개발을 통해 3 차원 중강방송 등에 대한 다양한 적용방안 등의 연구를 진행할 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부와 ETRI 의 IT R&D 프로그램(11ZI1130, 3DTV 방송을 위한 Depth Map 획득 및 적용기술 개발)의 지원으로 진행되었습니다

참고문헌

- [1] "디지털멀티미디어방송(DMB) 비디오 연동형 스테레오스코픽 데이터 서비스", 정보통신단체표준, TTAK.KO-07.0064, 2008 년 12 월 19 일.
- [2] Bernard Mendiburu, 3D Movie Making, Focal Press, 2009.
- [3] "3DC Safety Guidelines for Popularization of Human-friendly 3D," 3D Consortium. 2006.
- [4] M. Lambooij and W. Ijsselsteijn, "Visual Discomfort and Visual Fatigue of Stereoscopic Displays: A Review," Journal of Imaging Science and Technology, 53(3), 030201-030201-14, 2009.