

양선형 보간법을 이용한 입체영상의 키스톤 왜곡 보정

A Correction of the Keystone Distortion in Stereoscopic Images using the Bilinear Interpolation Method

이승우, 김 남, 송영준, 박태형, 권오욱

충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

swlee@osp.chungbuk.ac.kr

급속한 정보화 사회의 발달로 각종 분야에서 획기적인 내용의 기술이 개발되고 있으며, 디스플레이 분야도 기존의 CRT 시스템에서 LCD, PDP, OLED 등의 시스템으로 이미 전환되었고, 현재 3차원 입체 영상, FED(Field Emission Display), Flexible Display 등이 차세대 디스플레이 분야로 각광받고 있다. 특히 3차원 입체영상 분야는 꾸준한 관심과 새로운 방식의 개발로 점차 시장이 확대되고 있다.⁽¹⁾

입체카메라를 사용하여 입체영상을 획득하기 위한 방법에는 교차식, 평행식, 수평이동식 등의 다양한 방법이 있지만, 본 연구에서는 사람의 양안과 비슷한 원리로 구성된 교차식 방법을 사용하였다. 이 방법은 물체에 따라 카메라가 안쪽으로 회전하여 영상을 획득하기 때문에 실험실에서 주로 사용되며, 설치 및 영상 획득이 용이하다. 하지만 구조의 특성상 여러 가지 왜곡이 발생하게 되는데, 키스톤 왜곡(Keystone Distortion)과 볼록 왜곡(Depth-plane Curvature Distortion)이 가장 쉽게 발생하며 두드러진 왜곡이다.⁽²⁾ 이러한 왜곡은 CCD 카메라나 렌즈로부터 발생하므로 광학용 장비 등으로 왜곡을 보정하거나 제거할 수 있지만, 방법의 난이성과 고가의 장비 등의 이유로 쉽지 않은 일이다. 그래서 본 논문에서는 입체 영상을 구현하기 전에, 2차원 영상에서 발생한 왜곡을 프로그램을 통하여 보정 및 제거가 이루어진다.

다음의 그림 1은 교차식 시스템의 구조이며, 그림 2는 실제 구성된 시스템을 보여주고 있다.

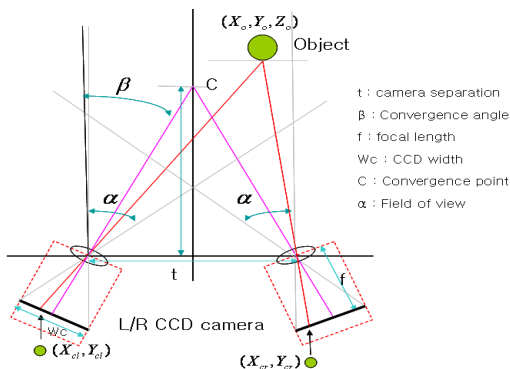


그림 1. 입체영상 카메라 시스템

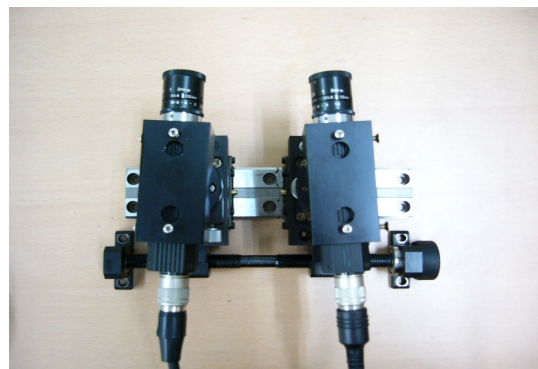


그림 2. 교차식 카메라 구조

공간상에 물체가 (X_o, Y_o, Z_o) 좌표에 위치해 있을 경우, 좌측 CCD 카메라에서 획득된 영상의 좌표 (X_{cl}, Y_{cl}) 와 우측 CCD 카메라에서 획득된 영상의 좌표 (X_{cr}, Y_{cr}) 는 식 1로 표현할 수 있다.⁽³⁾

$$X_{cl} = f \tan\left(\tan^{-1}\left(\frac{t+2X_o}{2Z_o}\right) - \beta\right), Y_{cl} = \frac{Y_o f}{Z_o \cos \beta + (X_o + \frac{t}{2}) \sin \beta} \quad X_{cr} = -f \tan\left(\tan^{-1}\left(\frac{t-2X_o}{2Z_o}\right) - \beta\right), Y_{cr} = \frac{Y_o f}{Z_o \cos \beta - (X_o - \frac{t}{2}) \sin \beta} \quad (1)$$

앞에서 언급했듯이 교차식에서 발생하는 가장 두드러진 왜곡은 키스톤 왜곡과 볼록 왜곡이 있다. 키스톤 왜곡은 카메라의 좌우 CCD에서 획득한 영상이 틀어짐 현상으로 다른 평면에 위치해 있을 때, 입체 영상의 수직 수차(vertical aberration)에 의해서 발생한다. 또한 볼록 왜곡은 대상물체가 평면인데도 불구하고 볼록한 형태로 나타나는 현상을 말한다. 볼록 왜곡이 생기게 되면 직사면체 등의 사각형이 원기둥으로 보일 수도 있다. 이러한 왜곡이 획득된 영상에서 발생할 경우, 좌우 카메라에서 획득된 좌표점에 변화가 생기게 된다. 왜곡을 보정하거나 제거하는 방법은 다양하지만, 본 논문에서는 키스톤 왜곡을 제거하기 위해서 양선형 보간법을 사용하였다. 식 2는 양선형 보간법에 대한 원리를 수식으로 보여주고 있고, 그림 3은 이러한 수식을 통하여 정규화된 사각형 모양을 가지게 되는 것을 보여준다.

$$\begin{aligned}
 u_{01} &= u_0 + dx(u_1 - u_0), & v_{03} &= v_0 + dy(v_3 - v_0) \\
 u_{32} &= u_3 + dx(u_2 - u_3), & v_{12} &= v_1 + dy(v_2 - v_1) \\
 u &= u_{01} + dy(u_{32} - u_{01}), & v &= v_{03} + dx(v_{12} - v_{03})
 \end{aligned} \tag{2}$$

그림 3. 양선형 보간법에 의한 변환
여기에서, dx, dy는 정규화된 사각형의 변위값이고, u, v는 x, y에 대응되는 대상물체에 대한 최종 후보 영역의 사각형 좌표이다.⁽⁴⁾

실험은 양안 입체 카메라를 사용하여 입체 영상을 획득하고 visual c++ 프로그램을 사용하여 영상의 왜곡을 보정시켰다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 입체 카메라를 통하여 획득된 영상에서 키스톤 왜곡이 발생한 것을 확인하였고, 양선형 보간법을 사용하여 왜곡을 보정한 결과는 그림 5에서 볼 수 있다.



(a)좌영상



(b)우영상

그림 4. 입체 카메라에서 획득한 좌우 영상



(a)좌영상



(b)우영상

그림 5. 양선형 변환 후 좌우 영상

실험결과에서 볼 수 있듯이, 키스톤 왜곡이 현저히 보정된 것을 확인할 수 있었다. 물론 광학적인 장치나 다른 방법으로 왜곡을 보정하거나 제거하면 더 선명한 영상을 획득 할 수 있지만, 시간 단축이나 사용상의 편리성 등의 관점에서는 아주 효과적인 방법이라고 보겠다. 앞으로 영상 획득시 발생하는 다양한 왜곡을 보정하는 연구가 지속되어야 한다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업의 지원에 의하여 연구되었음

참고문헌

1. L. Seungwoo, K. Nam, "A Method for Orechise Depth Detection in Stereoscopic Display," Journal of the optical society of korea, Vol.10, No.1, 37-41 (2006)
2. 이승우, 송영준, 김남, "3차원 입체영상에서 양선형 보간법을 이용한 키스톤 왜곡 보정입체 영상으로부터 정확한 깊이 정보 추출 방법," 한국콘텐츠학회 2006 추계종합학술대회 논문집, Vol.4, No.2, 524-527 (2006)
3. A. Woods, "Image Distortions in Stereoscopic Video Systems", Stereoscopic Displays and Applications IV, Proc. SPIE, Vol. 1915, 36-48 (1993)
4. 문성원, 장언동, 송영준, "기울어진 차량 번호판 영역의 검출," 한국콘텐츠학회논문지, 4권, 3호, 125-130 (2004)