

수평이동방식 입체카메라 주시각 및 이격 제어

Control of Vergence and Optical Base Distance for Horizontal-Moving Stereoscopic Camera

임영태, 김 남, 전석희*, 권기철**

충북대학교 정보통신공학과, *인천대학교 전자공학과, **(주)프리즘 테크

ytlim@osp.chungbuk.ac.kr

양안 입체영상 카메라 방식은 가장 간단한 구조의 평행 방식과 물체의 거리에 따라 주시각의 제어가 가능한 방식으로 교차방식과 수평이동방식이 있다⁽¹⁾. 눈의 피로를 줄이기 위한 많은 방법 중 두 대의 카메라를 인간의 시각기능에 충실한 형태로 배치하기 위해 카메라 배치 구조의 특성을 실험을 통해 얻어낸 후 피조체의 거리에 따라 적절한 카메라 구조의 배치를 통해 피로를 줄일 수 있는 입체시의 영상을 얻기 위한 실험을 하였다. 우선 양안 입체영상 카메라의 개발을 위한 선행연구로서 수평이동방식 입체영상 카메라의 주시각 제어를 위한 기하학적 구조를 분석하고, 실험을 통한 특성을 확인하였다. 수평이동방식 입체영상 카메라는 관심물체의 거리에 따라 주시각을 제어하기 위해 좌, 우 카메라 각각의 렌즈와 CCD센서를 분리하여 렌즈를 CCD센서에 대하여 수평으로 이동하여 주시각을 조절하도록한 방식이다. 그림 1과 같이 입체영상 카메라의 좌, 우 렌즈를 CCD센서 면에 대하여 서로 대칭적으로 이동시킴으로써 입체영상의 시차를 조절할 수 있다.

수평이동방식 입체영상 카메라의 관심물체의 거리에 따른 주시각 제어 방법은 렌즈를 중심으로한 CCD 센서의 수평이동량 h 를 조절하는 것이다. 렌즈의 초점거리를 f 라 하고, 렌즈로부터 물체까지의 거리를 p , 그리고 좌, 우 카메라 사이의 간격 s 의 1/2을 t 라 하면 관심물체의 거리에 따른 CCD센서의 수평이동량은

$$dl - dr = 2h - \frac{ft}{2h} \quad (1)$$

$$\text{if}(\text{disparity} = 0), p = \frac{ft}{2h} \quad (2)$$

$$\text{if} f \ll p, h = ft/p \quad (3)$$

와 같이 표현된다. 렌즈의 초점거리 f 가 관심물체의 거리 p 와 비교하여 무시할 정도로 작다고 가정하면 수평이동방식 입체영상 카메라의 주시각 제어는 관심물체의 거리에 다른 좌, 우 CCD센서의 수평이동량 h 을 서로 대칭적으로 조절함으로써 이루어진다. 이때 관심물체 중심점의 양안시차 값은 0이 된다. 만약 수평이동방식 입체영상카메라의 제작에 있어 좌, 우 카메라의 위치가 정확하게 보정되어 있다면 주시각 제어에 있어 항상 수평방향의 운동만이 존재하기 때문에 수직방향의 시차는 항상 0이된다^(2,3).

수직방향의 시차가 0이 되었을 경우 좌, 우 CCD센서의 주시각은 고정된다. 이러한 위치에서 CCD로부터 관심물체까지의 거리를 다시 고려해야 한다. 인간이 시각적으로 입체감을 가장 잘 느끼는 거리를 기준으로 하여 카메라 이격거리를 측정한다. 우선 가정으로 좌, 우 CCD센서로부터 관심물체까지의 거리 p 를 5m로 설정한 후 좌, 우 CCD센서의 이격거리를 인간의 눈 사이의 거리와 같은 64mm로 고정하였다. 이 때 좌, 우 CCD카메라의 주시각을 기하학적 구조로 간단하게 분석하면 0.7248° 이다. 주시각을 고

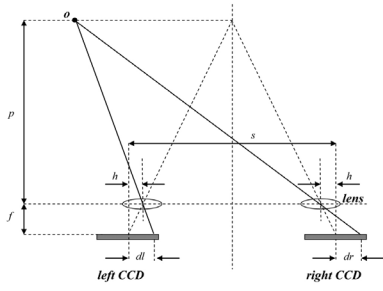


그림 1. 수평이동방식 입체영상 카메라의 개념도

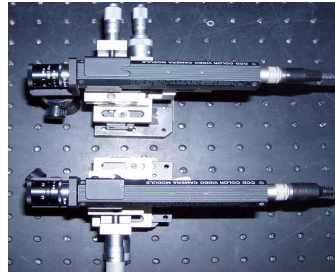


그림 2. 수평이동방식 입체영상 카메라

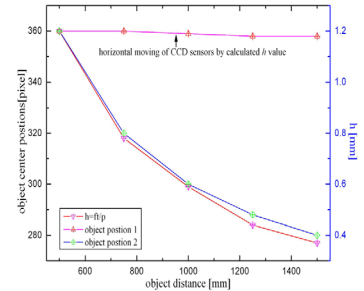


그림 3. 실험결과 그래프

정한체로 기준이 되는 좌, 우 CCD센서의 이격 거리가 관심물체가 멀어짐에 따라 어떻게 변하는지를 측정하였다. 먼저 이론적으로 계산한 값과 실험값과 같은지 그림 2.과 같은 실험장치를 이용하여 이격거리를 측정하였다. 주시각이 고정된 후 관심물체까지의 거리가 멀어질 수록 이에 따라 좌, 우 CCD센서의 이격도 넓어지게 된다. 좌, 우 CCD센서의 간격을 100 mm로 설치하였고, 사용렌즈의 초점거리는 12 mm 이고, CCD센서는 1/2 “ 크기의 칼라 CCD를 사용하였다. 렌즈와 CCD 센서는 분리 되어 있으며, 렌즈를 고정시키고 CCD센서 부분을 마이크로미터를 사용해 수평으로 이동할 수 있도록 장착하였다. 수평이동방식 입체영상 카메라에 있어서 관심물체의 거리에 따른 주시각 제어를 위한 CCD센서의 수평이동량의 변화에 대한 특성을 확인하기 위해 좌, 우 카메라의 중심으로부터 0.5m에서 1.5m까지의 거리에 물체의 영상을 획득하고 물체거리에 따른 중심점의 위치이동량을 측정하였다. 640×480 크기의 획득된 영상에서 물체중심의 수평위치를 측정값으로 하여, 식(3)을 통해 계산된 값과의 관계를 비교하였다. 여기서 dh/dp 는 렌즈로부터 물체까지의 거리 p 의 변화에 따른 주시각 제어를 위한 CCD센서의 수평이동량 h 의 변화량을 의미한다.

물체거리에 따라 획득된 각각의 영상에서의 물체의 중심위치와 주시각 제어를 위한 CCD센서의 수평이동량 h 의 계산 값을 비교했을 때 그림 3의 그래프와 같이 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 계산된 h 값만큼 마이크로미터를 이용하여 CCD센서를 수평으로 움직였을 때 물체의 중심은 항상 동일한 위치에 있음을 확인할 수 있었다. 이는 관심물체의 거리 p 혹은 CCD센서의 수평이동량 h 의 조절로써 입체 카메라의 주시각을 제어할 수 있음을 의미한다.

참고문헌

1. A. Woods, T. Docherty, and R. Koch, "Image distortions in stereoscopic video systems," Stereoscopic Display and Applications IV, Proc. of SPIE, vol. 1915, pp. 36-48, 1993.
2. K. C. Kwon, J. K. Choi, and N. Kim, "Automatic control of horizontal-moving stereoscopic camera by disparity compensation," Journal of OSK, vol. 6, no. 4, pp. 150-155, 2002.
3. S. Y. Park, Y. B. Lee, and S. I. Chien, "Linear relation for vergence control of parallel stereo camera," IEE Electronics Letters, vol. 34, no 3, pp. 254-256, 1998.

“이 논문은 2006년도 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업의 지원에 의하여 연구되었음.”