

컨버전스 포인트 조정기법의 주관평가 연구

하중수* · 반재훈**

*경남정보대학교 · **고신대학교

Study of Subjective Evaluation on Convergence Point Adjustment Methods

JongSoo Ha* · ChaeHoon Ban**

*Kyungnam College of Information & Technology

**Kosin University

E-mail : hajs@eagle.kit.ac.kr · chban@kosin.ac.kr

요 약

이안식 일체형 입체카메라는 줌인 시 고정된 컨버전스 포인트로 인해 촬영된 영상 시청할 때 어지러움을 유발하는 시각적 불편이 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이안식 일체형 입체카메라에서 줌인 시 발생하는 시각적 불편을 최소화하기 위해 컨버전스 포인트 조정기법을 제안한다. 그리고 거리와 케이스에 따라 각 기법을 적용한 입체영상을 제작하고 피실험자를 통해 주관평가를 실시한다. 이 결과를 통해 제안된 컨버전스 포인트 이동기법의 비교를 통해 제시된 기법의 우수성을 입증한다.

키워드

Dual Lens Stereoscopic Camera, Convergence Point, Visual Discomfort, Zoom, Binocular Disparity

I. 서 론

최근 3DTV의 저변확대와 이안식 일체형 입체카메라(Dual Lens Stereoscopic Camera)의 보급으로 인해 3D영상콘텐츠를 제작 할 기회가 증가하고 있다. 이안식 일체형 입체카메라는 쾌적한 시청을 위해 입체감을 조절하는 컨버전스포인트가 자동조절 되도록 되어 있다. 그러나 줌(Zoom)을 사용할 경우, 줌인을 하는 동안 컨버전스포인트(Convergence point)는 연동되어 움직이지 않고 피사체만 확대되어지게 된다. 이러한 줌인의 3D영상을 보게 될 경우 어지러움을 동반한 시각적 불편(Visual discomfort)이 발생하게 된다. 게다가 줌인 또는 컨버전스포인트의 이동에 따라 피사체의 도출감과 후퇴감이 바뀌어 지는 거리감의 변동(The change of visual distance)이 발생하는 경우도 있다.

본 논문에서는 컨버전스포인트 위치와 포커스, 피사체의 위치와 거리에 따른 108가지의 입체영상을 통해 주관평가를 실시한다. 그 결과를 통해 제안한 기법의 우수성을 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시각적 불편과 의미적 입체왜곡을 방지하는 컨버전스 포인트 조정 기법을 제안한다. 3장에서는 실제로 구현된 입체영상을 통해 주관평가의 실험을

실시한다. 이를 통해 각 기법 간의 성능 평가 및 우수성을 비교한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

II. 컨버전스 포인트의 조정기법

본 논문에서는 줌인에 의한 시각적 불편과 의미적 입체왜곡을 최소화하기 위해 아래와 같은 4가지 컨버전스 포인트 이동 기법을 제시한다. 그림 1과 같이 줌인 이전의 포커스(Fb), 피사체(ZO), 줌인 이전의 컨버전스 포인트(Cb)를 거리값 d()으로 나타낼 수 있다.

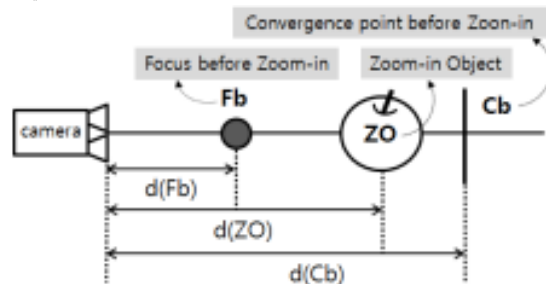


그림 1. 카메라로부터의 거리값

2.1 고정 컨버전스 포인트 기법 (Fixed Convergence Point Method (FCP기법))

고정 컨버전스 포인트 기법은 Cb가 줌인 이후에도 움직이지 않는 기법이다. 현재의 이안식 입체카메라의 원리이며 거리 값으로 표현하면 다음과 같다.

$$d(Cb) = d(Ca) \quad (1)$$

2.2 포커스-컨버전스 포인트 일치 기법 (Focus-Convergence Corresponding Method (FCC기법))

포커스-컨버전스 포인트 일치 기법은 Cb가 줌인과 함께 포커스 되는 ZO로 이동하는 기법을 말한다.

$$d(Ca) = d(ZO) \quad (2)$$

2.3 포커스-컨버전스 포인트 연동 기법 (Coupled Focus-Convergence Method (CFC기법))

포커스-컨버전스 포인트 연동 기법은 Cb가 줌인과 함께 포커스의 이동거리만큼 포커스 방향으로 이동하는 방법이다.

$$\begin{aligned} d(ZO) - d(Fb) &= d(Ca) - d(Cb) \\ \therefore d(Ca) &= d(Cb) + (d(ZO) - d(Fb)) \end{aligned} \quad (3)$$

2.4 입체쾌적 임계값 기반 컨버전스 포인트 이동 기법 (Convergence Comfort Threshold Method (CCT기법))

입체쾌적 임계값 기반 컨버전스 포인트 이동 기법은 Cb가 줌인과 함께 포커스의 이동거리만큼 포커스 방향으로 이동하지만 임계값 범위내에서 이동하는 방법이다. 이는 시각적 불편함이 발생하지 않는 경우와 발생하는 경우로 나누어 이동 거리를 결정한다. 식(4)에서 $d(\theta)$ 는 시각적 불편함을 발생시키지 않는 최대거리이다.

$$\begin{aligned} d(Cb) + (d(ZO) - d(Fb)) &\leq |d(\theta)| \text{ 이면} \\ d(Ca) &= d(Cb) + (d(ZO) - d(Fb)), \\ d(Cb) + (d(ZO) - d(Fb)) &> |d(\theta)| \text{ 이면} \\ d(Ca) &= d(\theta) \end{aligned} \quad (4)$$

여기서 $d(\theta)$ 의 값은 아래와 같다.

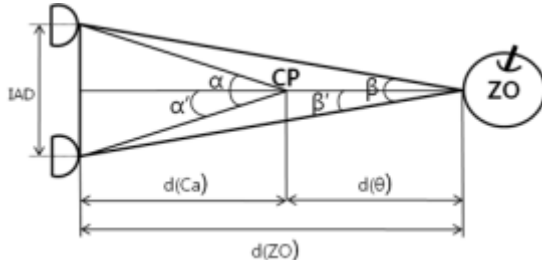


그림 2. IAD를 통한 거리값

[1]에 의하면 시차각은 $|\alpha - \beta|$ 이며, 쾌적 시차영역을 위해 1° 의 양안시차를 권유하고 있다. 렌즈간의 간격을 IAD(Inter Axial Distance)라 하며 α, β 는 폭주각을 의미한다.

$$\begin{aligned} |\alpha - \beta| &= 1^\circ \\ |\alpha' - \beta'| &= 0.5^\circ \\ \tan \beta' &= \frac{IAD}{2} / d(ZO) \\ \beta' &= \tan^{-1} \left(\frac{IAD}{2d(ZO)} \right) \text{ rad} \\ 0.5^\circ &= 0.008722 \text{ rad} \\ \alpha' &= \tan^{-1} \left(\frac{IAD}{2d(ZO)} \right) + 0.008722 \text{ rad} \\ \tan \alpha' &= \frac{IAD}{2} / d(Ca) \\ d(Ca) &= \frac{IAD}{2} / \tan \alpha' \\ &= \frac{IAD}{2(\tan(\tan^{-1}(\frac{IAD}{2d(ZO)}) + 0.008722))} \\ d(\theta) &= |d(ZO) - d(Ca)| \end{aligned} \quad (5)$$

$$= \left| d(ZO) - \frac{IAD}{2 \times \tan(\tan^{-1}(\frac{IAD}{2d(ZO)}) + 0.008722)} \right|$$

III. 실험 및 성능평가

본 논문에서는 제안된 기법의 우수성을 검증하기 위해 기법을 적용한 입체영상을 제작한다. 또한 48명의 주관평가를 통해 기법간의 성능평가를 실시한다.

3.1 실험환경

실험실은 비교적 소음이 적고 22~24도의 온도를 유지하고 있는 밀폐된 공간이며, 디스플레이는 55인치 3DTV(LG TV 55LA6950)를 사용, 편광필터안경을 착용하고 실험을 실시한다. 표준시청거리는 화면의 높이(68.5cm)의 3배의 떨어진 거리이기에 시청거리는 화면에서 205.5cm 떨어진 곳에서 시청하고 평가를 한다.

3.2 실험영상

실험영상은 9종류의 케이스를 네 가지의 거리로 분류하고, 여기에 실제 촬영이 불가능한 Coupled Focus-Convergence point method를 제외한 세 가지 기법을 적용하여 총 108개의 영상을 제시한다.

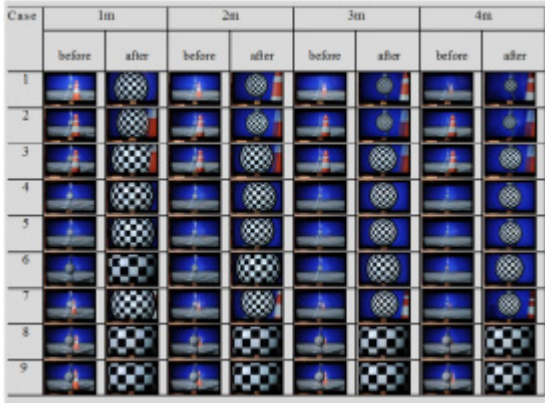


그림 3. 케이스와 거리에 의한 줌인영상

3.3 실험대상

실험대상은 20~40대(평균23.2세)의 남녀48명을 대상으로 실시했다. 남녀의 비율은 남자가 64.6%이고 여자는 35.4%이다. 실험대상자 모두가 3D영화는 감상한 경험이 있지만 3D TV시청의 경험은 없었다.

3.4 실험방법

실험방법은 앙케이트에 의한 주관평가가 실시된다. 앙케이트 내용은 시각적 불편함과 거리감의 변동이 발생하는 빈도를 보기 위해 집계를 실시한다. 입체영상이 매우 보기 편할 경우 최고득점을 5점으로 하고 5단계로 각 1점씩 평가한다.

3.5 실험결과

3.5.1 시각적 편안함 측정 실험

4가지 거리, 9가지 케이스에 3가지의 기법을 적용하여 주관평가를 실시한 결과 모든 케이스에서 유의한 결과가 나왔다. 기법별 성능테스트에서 시각적 쾌적함은 그림 4와 같이 전체적으로 FCP기법이 가장 낮은 점수를 얻었으며 CCT기법이 높은 점수를 받았다. 케이스별 비교를 보아도 전반적으로 CCT기법의 평균치가 높았으며 FCP기법의 평가가 가장 낮고 나타났다. 특히 케이스 2, 3, 5를 제외한 나머지는 컨버전스포인트의 차이 즉, 양안시차가 매우 크게 나타나는 경우였고, 시각적으로 불편한 영상을 유발하여 낮은 점수의 평가가 나왔다고 예측할 수 있다. 또한 거리에 따른 기법별 평가의 결과는 기법별로 차이가 많이 나지 않는 것을 알 수가 있다. 이는 거리보다는 기법에 영향을 많이 받는다고 평가할 수 있다.

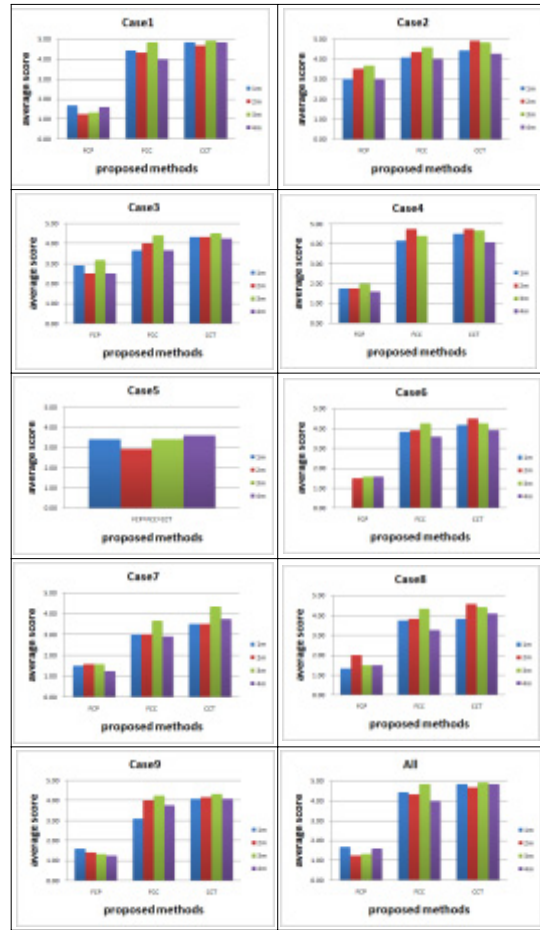
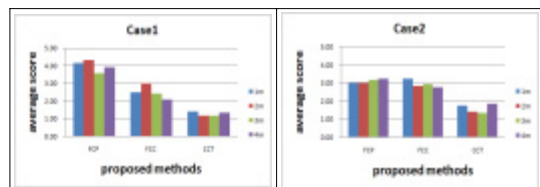


그림 4. 거리별 시각적 편안함의 평균치

3.5.2 거리감의 변동값 측정 실험

기법별 성능테스트에서 거리감의 변동값은 그림 5와 같이 전체적으로 FCP기법이 가장 높은 점수를 얻었으며 CCT기법이 낮은 점수를 받았다. 케이스 1, 7, 8, 9와 같이 컨버전스포인트의 움직임이 클수록 높은 점수의 평가가 나온 것을 알 수 있다. 시각적 편안함의 측정 실험과 마찬가지로 거리에 따른 기법의 차이보다는 기법에 따른 차이에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.



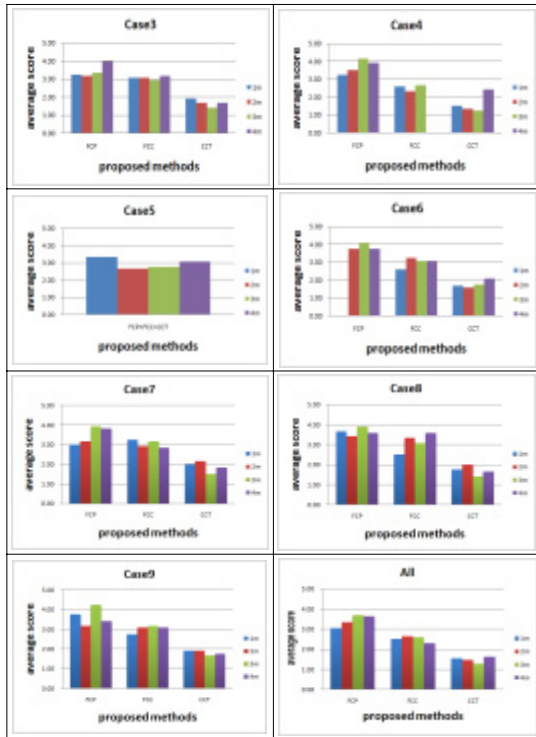


그림 5. 거리별 시각적 편안함의 평균치

IV. 결 론

본 논문에서는 이안식 일체형 입체카메라에서 줌사용시 발생하는 시각적 불편의 문제를 해결하기 위해 줌인 이전의 포커스와 피사체 및 컨버전스포인트의 위치에 따른 관계모델을 토대로 컨버전스포인트를 조정하여 시각적 불편을 최소화 하는 기법의 설계 및 구현하였다. 또한 주관적 검증을 위해 피실험자를 통한 입체영상의 주관평가를 실시하여 제안된 기법의 우수성을 입증하게 되었다.

이러한 연구는 손쉽게 입체영상을 촬영할 수 있는 카메라 제작의 기초 연구결과로 활용 될 수 있다.

참고문헌

[1] 3D Consortium, "3DC Safety Guidelines for Popularization of Human-friendly 3D,"in3D Consortium, 2010.

[2] Jongsoo Ha, Cheahoon Ban, Daewoong Kim, TatsuroIshii, "An Adjustment Method of a Convergence Point for Zoom-In on a Dual Lens Stereoscopic Camera", Lecture Notes in Electrical Engineering, Springer, Vol 235, pp 349-357, 2013

[3] 하종수, 반재훈, 김대웅, 김치훈, "줌인에 따른 시각적 불편을 최소화하기 위한 컨버전스 포인트 조정 기법의 설계", 한국정보통신학회 논문지 17권 3호, 2013.3

[4] S. Yano, M. Emoto, T. Mitsuhashi, "Two Factors in visual fatigue caused by stereoscopic HD TV images," inProceeding of Displays, Vol 25, pp.141-150, 2004.

[5] T. Motoki, H. Isono, and I. Yuyama, "Present status of three dimensional television reserch,"in Proceeding of the IEEE, Vol83, pp 1009-1021, 1995.

[6] H. Ujike, "Estimation of Visually Induced Motion Sickness from Velocity Component of Moving Image," inVirtual and Mixed Reality, LNCS, vol. 5622, pp.136-142, 2009

[7] S. Knorr, K. Ide, M. Kunter and T. Sikora, "The Avoidance of Visual Discomfort and Basic Rules for Producing Good 3D Pictures," in SMPTE, Vol 7, pp 72-79, 2012.

[8] Takashi Shibata, Joohwan Kim, David M. Hoffman and Martin S. Banks, "The zone of comfort: Predicting visual discomfort with stereo displays," in Journal of Vision, Vol 11, pp 1-29, 2011.