

입체영상의 줌사용시 컨버전스 포인트 조정에 관한 연구

하중수* · 김동현** · 김대웅***

*경남정보대학교 · 동서대학교** · 일본 큐슈대학교***

Study on the adjustment of convergence point for zooming technique in stereoscopic camera

Jong-soo Ha* · DongHyun Kim** · Dae-woong Kim***

*Subdivision of Broadcasting & Image, Kyungnam College of Information & Technology

**Division of Computer and Information Engineering, Dongseo University

***Faculty of Design, Department of Contents Creative Design Kyushu National University

E-mail : hajs@eagle.kit.ac.kr · pusrover@dongseo.ac.kr · dwkim@design.kyushu-u.ac.jp

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 방지하기 위해 제안된 컨버전스 포인트를 조정하는 기법을 실사로 촬영하고 각 기법 및 케이스별로 스테레오 분석을 실시한다. 이를 위해 포커스, 피사체 및 컨버전스 포인트의 위치에 따른 케이스와 각각의 간격 거리, 그리고 4가지 기법을 적용한 영상을 제작하여 스테레오 분석을 실시한다. 이로써 컨버전스 포인트를 조정하여 시각적 불편을 최소화하는 기법을 제안하고 제시한 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 기호가 증가하고 있다. 이안식 일체형 입체카메라는 쾌적한 시청을 위해 입체감을 조절하는 컨버전스 포인트가 자동조절 되도록 되어 있다. 그러나 줌(Zoom)을 사용할 경우, 줌인을 하는 동안 컨버전스 포인트(Convergence point)는 연동되어 움직이지 않고 피사체만 확대되어지게 된다. 이러한 줌인의 3D영상을 보게 될 경우 어지럽거나 시각적 불편(Visual discomfort)이 발생하게 된다. 게다가 줌인 또는 컨버전스 포인트의 이동에 따라 피사체의 도출감과 후퇴감이 바뀌어 지는 의미적 입체왜곡(Semantic stereoscopic distortion)이 발생하는 경우도 있다.

본 논문에서는 이안식 일체형 입체카메라에서 줌인시 발생하는 시각적 불편의 문제를 해결하기

위해 [2],[3]에서 제시한 9가지 모델과 4가지의 컨버전스 포인트 조정기법을 활용하여 실제 실험영상을 촬영한다. 여기에 피사체, 포커스, 그리고 컨버전스 포인트의 간격을 4가지로 나누어 경우의 수를 확대하여 제작한다. 이로 인해 제작된 144가지의 결과를 9가지 케이스별로 분류하고 비교하여 제안한 기법의 우수성을 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대하여 기술하며 3장에서는 시각적 불편과 의미적 입체왜곡을 방지하는 컨버전스 포인트 조정 기법을 제안한다. 4장에서는 실사실험을 통해 각 방법을 구현하고 비교한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

II. 관련연구

[1]3D컨소시엄의 「3DC 안전 가이드라인」에서는 3D영상콘텐츠 제작자를 위해 쾌적 시청영역(Comfort zone)의 조건으로 1°(화면 폭의 3%이

내)의 양안시차를 권고하고 있다. 그러나 줌에 의한 초점거리가 변화에 따른 시차 값에 대한 분석이 되어져 있지 않기에 추가적인 연구가 필요로 한다.

[2],[3]에서는 줌인 피사체를 ZO라 표기하고, 줌인 이전의 포커스를 Fb라 하여 ZO를 기준으로 Fb의 위치에 따라 크게 세 가지로 분류하였다. 첫 번째는 Fb가 ZO보다 카메라에 가까이 놓여 있을 때이며, 두 번째는 Fb가 ZO와 같을 때이다. 마지막으로 Fb가 ZO보다 멀리 있을 때로 분류하였다. 또한 줌인 이전의 컨버전스 포인트의 위치를 Cb로 표기하여 Cb가 위치 할 수 있는 영역을 크게 세 영역으로 분류하고 이를 Fb의 위치에 따라 세 분류로 나누어 총 9가지로 포커스와 컨버전스 포인트 간의 관계를 정의하였다. 또한 줌인으로 인해 특정 피사체의 입체 위치가 바뀌는 의미적 입체왜곡과 시각적 불편함이 발생하지 않기 위한 컨버전스 포인트 유효범위의 최대 또는 최소값인 입체쾌적 임계값을 제시하기 위해 4가지 컨버전스 포인트 조정기법을 제시하였다. 하지만 실제로 촬영된 입체영상을 바탕으로 구현된 실험이지 않기에 주관적 평가가 어렵다.

위의 관련연구에서와 같이 쾌적한 입체감을 구현하기 위해 줌 사용 시 발생하는 과도한 양안시차를 조정하는 방법에 관한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 실사 촬영을 바탕으로 한 실험을 토대로 하여 줌 사용 시 쾌적한 시차영역을 유지할 수 있는 컨버전스 포인트 조정 방법을 제시한다.

III. 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 거리 값 d()로 나타낼 수 있다.

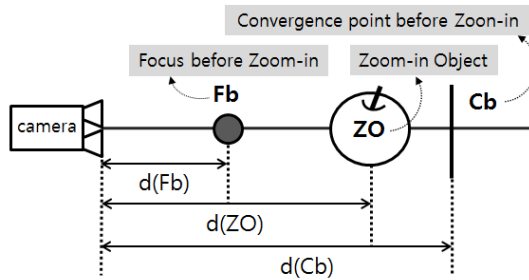


그림 1. 카메라로부터의 거리값

3.1 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.

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

3.2 포커스-컨버전스 포인트 일치 기법 (Focus-Convergence Corresponding Method (FCC 기법))

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

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

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

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

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

3.4 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.

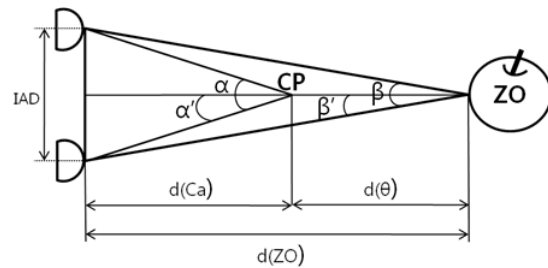


그림 2. IAD를 통한 거리값

[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.

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

IV. 실사실험에 의한 검증

실험환경 및 방법은 다음과 같다. 이안식 일체형 입체카메라(SONY PMW TD-300)를 이용하여 40-280mm로 7배 줌인을 10초 동안 실시한다.

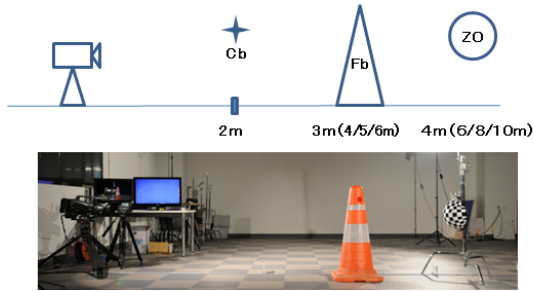


그림 3. 실험환경(케이스1의 예)

피사체(ZO)는 양안시차의 차를 쉽게 확인하기 위해 흑백으로 된 모자이크 원구를 사용한다. 그리고 줌인 이전의 포커스(Fb)는 오렌지색 콘을 사용하여 포커를 맞춘다. 그림과 같이 카메라에서 2m 떨어진 곳에서부터 Fb, ZO, Cb를 9가지 케이스에서 세분화된 모델을 1m, 2m, 3m, 4m 간격으로 두고 촬영을 한다. 따라서 9가지 케이스별 4가지 기법과 4가지 간격으로 촬영하여 전부 144개의 영상을 제작한다. 촬영된 144개의 영상은 그림과 같이 SONY 3D BOX(MPES-3D01)를 사용하여 피사체의 양안 시차의 집계를 실시한다. 그림의

빨간 점선은 피사체의 가까운 곳과 먼 곳의 양안 시차를 제시한 것으로써 [1]에서 제시한 ±3%를 넘지 않는 것이 시각적 불편함이 발생하지 않게 된다. 초록색 점선은 ±3%의 영역을 지정할 수 있는 곳이 된다.

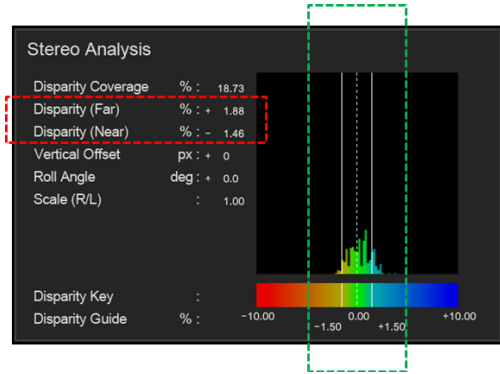


그림 4. MPES-3D01 스테레오 분석의 예

그림은 케이스 6의 촬영결과를 표로 나타낸 것이다. 각 단계의 위의 이미지는 실사로 보여 지는 이미지이며, 아래의 이미지는 실사의 스테레오분석의 이미지와 값이다. 그림과 같이 케이스별로 4가지의 기법을 1, 2, 3, 4m간의 간격으로 촬영하여, ±3%를 넘는 경우, 즉 시각적 불편함이 발생하는 경우에는 빨간 테두리로 표시하고 의미적 입체왜곡이 발생하는 수치에는 노란색 테두리로 표시했다. 또한 시각적 불편과 의미적 입체왜곡이 동시에 일어나는 것에는 두 색이 겹쳐지게 테두리로 표시했다. 그림과 같이 케이스별로 총 9개의 표로 정리하였다.

Case6	before	FCP	FCC	CFC	CCT
1m					
2m					
3m					
4m					

그림 5. 케이스별 촬영이미지(케이스6의 예)

위와 같은 촬영데이터로 스테레오 분석값을 총 9가지 케이스별로 분류하였다. 그림은 케이스 4의 예로써 줌인 이전의 데이터에서 4가지 기법과 4가지 거리를 각각 표시한 표이다. 푸른색의 영역이 [1]에서 권고하는 ±3%의 쾌적 시차영역이다. 이 영역을 벗어나는 데이터는 시각적 불편을 초래한다. 빨간 점선으로 된 영역은 의미적 입체왜곡이 발생 가능한 영역을 나타낸다.

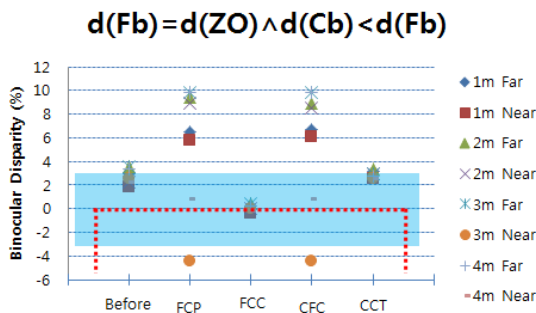


그림 6. 스테레오분석 결과(케이스4의 예)

총 9가지 케이스별로 도표로 분석하여 각 기법에 대한 시각적 불편과 의미적 입체왜곡이 발생 여부를 표 1에 정리하였다. 컨버전스 포인트가 움직이지 않는 고정 컨버전스 포인트 기법(FCP)과 포커스-컨버전스 포인트 연동기법(CFC)은 시각적 불편과 의미적 입체왜곡 모두가 발생할 수 있다. 포커스-컨버전스 포인트 일치기법(FCC)은 시각적 불편은 발생하지 않으나 의미적 입체왜곡이 발생할 수 있다. 입체왜곡 기반 컨버전스 포인트 기법은 시각적 불편과 의미적 입체왜곡이 발생하지 않는다는 것을 알 수 있다.

		FCP 기법	FCC 기법	CFC 기법	CCT 기법
case1	시각적불편	o	x	x	x
	입체왜곡	x	o	x	x
case2	시각적불편	x	x	x	x
	입체왜곡	x	o	o	x
case3	시각적불편	x	x	o	x
	입체왜곡	x	o	x	x
case4	시각적불편	o	x	o	x
	입체왜곡	o	o	o	x
case5	시각적불편	x	x	x	x
	입체왜곡	x	x	x	x
case6	시각적불편	o	x	o	x
	입체왜곡	x	o	x	x
case7	시각적불편	o	x	o	x
	입체왜곡	o	o	o	x
case8	시각적불편	o	x	o	x
	입체왜곡	o	o	o	x
case9	시각적불편	o	x	o	x
	입체왜곡	o	o	x	x

O : 발생가능 X : 발생없음

표 1. 줌과 컨버전스 포인트 연동기법 비교

V. 결 론

본 논문에서는 이안식 일체형 입체카메라에서 줌 사용 시 발생하는 시각적 불편의 문제를 해결하기 위해 줌 이전의 포커스와 피사체 및 컨버

전스 포인트의 위치에 따른 관계모델을 토대로 컨버전스 포인트를 조정하여 시각적 불편을 최소화하는 기법의 설계 및 구현하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안된 기법의 입체감 범위를 객관적으로 검증하기 위해 인체공학 실험 등 객관적 평가를 통한 성능평가를 할 것이다. 이러한 연구는 손쉽게 입체영상을 촬영할 수 있는 카메라제작에 기초연구 결과로 활용될 수 있다.

참고문헌

- [1] http://www.3dc.gr.jp/jp/scmt_wg_rep/3dc_guideJ_20111031.pdf (2011年10月31日発行) 2013.7취득
- [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 시각적불편을 최소화하기 위한 컨버전스 포인트 조정 기법의 설계", 한국정보통신학회 논문지 17권 3호, 2013.