줌인을 위한 컨버전스포인트 조정 기법의 설계 및 구현

하종수* · 김대웅**

*경남정보대학교· **일본 큐슈대학교

Design and Implementation of Convergence Point Adjustment Method for Zoom-In

Jong-soo Ha* · Dae-woong Kim**

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

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

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

요 약

이안식 일체형 입체카메라는 줌인시 고정된 컨버전스포인트로 인해 촬영된 영상 시청시에 어지러움을 유발하는 시각적 불편이 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이안식 일체형 입체카메라에서 줌인시 발생되는 시각적 불편을 방지하기 위해 컨버전스 포인트를 조정하는 기법을 제시한다. 포커스, 피사체 및 컨버전스포인트의 위치에 따른 관계모델을 제시하고 각각에 따라 컨버전스포인트를 조정하여 시각적 불편을 최소화하는 기법을 제안한다. 또한 제안한 기법을 실제로 구현하여 제시한 방법의 우수성을 입증한다.

ABSTRACT

Even though a dual lens stereoscopic camera allows for convenient stereoscopic photography, the necessity for the research comes up, since the dual lens stereoscopic camera can cause visual discomfort during zoom-in due to the fixed convergence point. We propose a method based on which a convergence point can be adjusted to prevent visual discomfort during zoom-in for a dual lens stereoscopic camera. First, the relational model is classified into nine kinds and defined, depending on locations of focus, object, and convergence point. And then, the method to minimize visual discomfort is suggested by adjusting convergence point on the given model. We also implement the suggested methods with anaglyph computer graphic and demonstrate the superiority of them.

키워드

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

Ⅰ. 서 론

소형 이안식 일체형 입체카메라(Dual Lens Stereoscopic Camera)의 등장으로 일반대중이 3D 콘텐츠를 제작할 기회가 증가하고 있다. 그러나 편리한 촬영이 가능하지만 줌(Zoom)을 일반 핸디캠과 같은 방식으로 사용할 경우 3D 시청에 의한 어지럼증 및 시각적 불편함(Visual uncomfort)을 느낄 수 있다. 즉, 두 렌즈의 수렴점인 컨버전스 포인트(Convergence point)를 수동 또는 자동으로 조작하여 입체에 대한 깊이감을 설정할 수 있으나 비전문가에게는 촬영도중에 컨버전스포인트를 조정하는 것이 어려우며, 일반적으로 컨버전스포인트가 고정되어 있어 줌인을 할 경우에 피사체가 고배율로 확대되어 과도한 양안시차가 발생하고 이에 따른 시각적 불편이 발생한다.

본 논문에서는 이안식 일체형 입체카메라에서 줌인시 발생되는 시각적 불편의 문제를 해결하기 위해 [7]에서 제시한 줌인 이전의 포커스와 피사체 및 컨버전스포인트의 위치에 따른 관계모델을 바탕으로 컨버전스포인트를 조정하여 시각적 불편을 최소화하는 기법을 제안한다. 또한 제시한 기법의 대하여 현장에서 사용하고 있는 3D 카메라를 이용하여 구현하고 그 우수성을 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구 동향에 대하여 기술하며 3장에서는 본

논문에서 다룰 문제를 정의한다. 4장에서는 시각적 불편과 의미적 입체왜곡을 방지하는 컨버전스포인트 조정 기법을 제안하며 각 방법을 구현하고 비교한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

II. 관련연구

[1][2][3][5][6]에서는 인간의 두 눈이 받아들이는 영상의 차이를 양안시차라 정의했으며, 이 양안시차의 크기에 따라 깊이감은 비례하게 된다. 깊이감이 커짐에 따라 어지러움이 심해져서 시각적 불편을 느끼게 되는데 이때 나타나는 불편함은 두 눈이 주시하는 주시점과 눈의 초점거리가 불일치함에 의해 발생된다. 또한 쾌적 시차 영역(comfort zone) 조건으로 1°의 양안 시차를 권고한다.

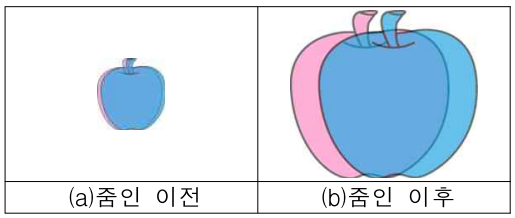
[7]에서는 줌인 피사체를 ZO라 표기하고, 줌인 이전의 포커스를 Fb라 하여 ZO를 기준으로 Fb의 위치에 따라 크게 세 가지로 분류하였다. 첫 번째는 Fb가 ZO보다 카메라에 가까이 놓여 있을 때이며, 두 번 째는 Fb가 ZO와 같을 때이다. 마지막으로 Fb가 ZO보다 멀리 있을 때로 분류하였다. 또한 줌인 이전의 컨버전스포인트의 위치를 Cb로 표기하여 Cb가 위치 할 수 있는 영역을 크게 세 영역으로 분류하고 이를 Fb의 위치에 따라 세 분류로 나누어 총 9가지로 포커스와 컨버전스포인트간의 관계를 정의하였다. 또한 줌인으로 인해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

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

III. 문제정의

이안식 일체형 입체카메라는 2D 카메라와 같이 간단하고 편리한 줌 기능장치가 두 렌즈에 정확하게 동기화되어 있어서 일반대중도 손쉽게 줌 기능을 사용할 수 있다. 하지만 현재의 이안식 입체카메라에서는 입체영역을 결정하는 컨버전스포인트가 줌과 연동되어 움직이지 않는다. 따라서 컨버전스포인트가 고정된 채 줌인을 할 경우 피사체만 고배율로 확대되어져 과도한 양안시차가 발생할 수 있다.

예를 들어 그림 1(a)와 같이 줌인 이전의 와이드 한 상태에서는 피사체보다 가까운 곳에 컨버전스포인트를 두어도 양안시차가 많이 발생하지 않는다. 하지만 그림 1(b)와 같이 줌인 이후에서는 피사체가 고배율로 확대됨에 따라 좌우영상의 차이가 커져 과도한 양안시차가 발생한다.



(a)줌인 이전 (b)줌인 이후

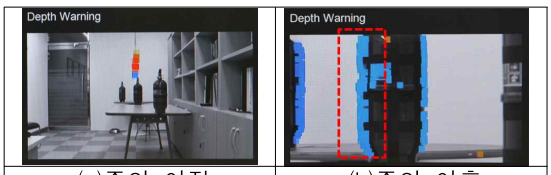
그림 1. 줌인에 의한 양안시차 증가

이와 같이 컨버전스포인트와 피사체간의 거리에 의해 발생되는 양안시차가 클수록 불편한 입체영상을 만들어 낼 수 있다. 이런 현상을 본 논문에서 줌에 의한 시각적 불편(Visual Uncomfort)이라 정의한다. 따라서 시각적 불편을 최소화하기 위해 줌 인에 따른 컨버전스포인트의 변경 또는 조정이 필요하다. 본 논문에서는 줌 인시 발생되는 시각적 불편의 문제를 해결하기 위하여 컨버전스포인트의 위치를 조정하는 기법을 제안하고 제시된 기법을 실제로 구현하여 그 우수성을 입증한다.

IV. 컨버전스포인트의 조정기법

본 논문에서는 줌인에 의한 시각적 불편과 의미적 입체왜곡을 최소화하기 위해 컨버전스포인트를 고정하는 고정 컨버전스포인트 기법, 포커스와 컨버전스포인트를 일치시키는 포커스-컨버전스포인트 일치 기법, 포커스가 움직인 거리만큼 연동되는 포커스-컨버전스포인트 연동 기법, 그리고 마지막으로 입체쾌적 임계값을 기반으로 하는 입체쾌적 임계값 기반 컨버전스포인트 이동 기법을 제시한다.

또한 이안식 일체형 입체카메라를 이용한 실사 촬영 환경에서 입체값 분석실험을 한다. 그림 2는 이안식 입체카메라로 줌인 이전과 이후의 데이터 이미지를 제시한 것으로 피사체가 도출되었을 때는 청색 점이, 후퇴되었을 때는 적색 점이 점선으로 된 네모와 같이 나타난다.



(a)줌인 이전 (b)줌인 이후

그림 2. 줌인에 의한 양안시차 증가

실험환경 및 방법은 다음과 같다. 카메라에서 1.5m 간격으로 세 개의 피사체가 놓여 있는 설정에서 SONY TD-300을 이용하여 가운데 피사체를

향하여 40-280mm로 7배 줌인을 10초 동안 실시한다. SONY TD-300과 연결된 SONY MPE-200을 이용하여 실사 데이터 이미지 검출과 분석그래프를 도출한다.

4.1 고정 컨버전스포인트 기법

고정 컨버전스포인트 기법은 Cb가 줌인 이후에도 움직이지 않는 기법이다. 현재의 이안식 입체카메라의 원리이며 거리값으로 표현하면 다음과 같다.

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

고정 컨버전스포인트 기법은 줌인 이전과 이후의 거리값을 고려하여 사전조절이 필요하다. 사전조절 없이 촬영할 경우에는 시각적으로 불편한 영상을 만들 수 있다. 그림 3은 Cb를 첫 번째 피사체에 둔 채로 줌인을 했을 때 줌인 이전에는 시각적 불편함이 없지만 줌인과 함께 컨버전스포인트의 움직임이 없어 양안시차가 크게 발생하는 것을 알 수 있다.

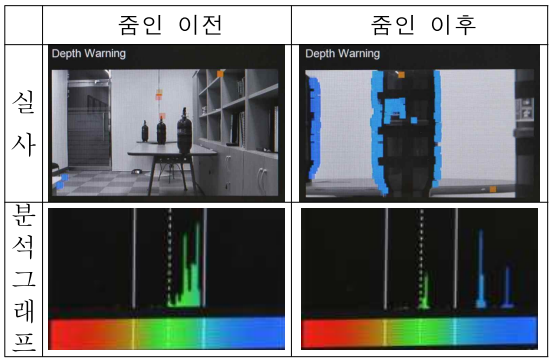


그림 3. 고정컨버전스기법 실험

4.2 포커스-컨버전스포인트 일치 기법

포커스-컨버전스포인트 일치 기법은 Cb가 줌인과 함께 포커스 되는 ZO로 이동하는 기법을 말한다. SONY사의 PMW-TD300 카메라의 원푸쉬(One-push) 오토기능과 유사한 원리이며 거리값으로 표현하면 다음과 같다.

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

포커스-컨버전스포인트 일치 기법은 교차점인 스크린 면을 피사체로 이동하기 때문에 줌인 이전과 줌인 이후에도 시각적으로 아무런 불편이 없는 입체영상을 만들어 낸다. 예를 들어 그림 4와 같이 줌인 이전에는 첫 번째 피사체에 컨버전스포인트가 맞추어져 가운데 피사체는 후퇴이지만 줌인 이후에는 피사체가 스크린 면에 위치하여 의미적 입체왜곡이 발생한다.

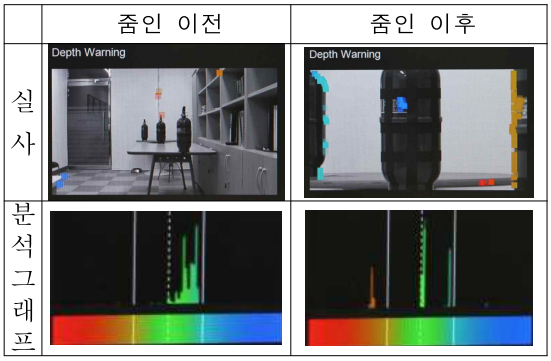


그림 4. 포커스-컨버전스포인트 일치 기법 실험

4.3 포커스-컨버전스포인트 연동 기법

포커스-컨버전스포인트 연동 기법은 Cb가 줌인과 함께 포커스의 이동거리만큼 포커스 방향으로 이동하는 방법이다. 포커스-컨버전스포인트 일치 기법에서 일어 날 수 있는 의미적 입체왜곡을 최소화하기 위해 포커스의 이동방향으로 포커스 이동거리만큼의 컨버전스포인트가 이동하는 것으로 거리값을 표현하면 다음과 같다.

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

즉, 컨버전스포인트의 이동거리는 원래의 컨버전스포인트의 거리에 줌으로 인해 포커스가 이동한 거리를 합한 거리이다. 그러나 과다한 컨버전스포인트의 이동은 의미적 입체왜곡을 발생 시킬 수 있다. 예를 들어 그림 5와 같이 줌인 이전에 컨버전스포인트가 가운데 피사체보다 앞쪽에 위치하여 후퇴이지만 줌인 이후에 컨버전스포인트가 가운데 피사체 뒤로 이동하여 피사체가 도출하는 의미적 입체왜곡이 발생한다.

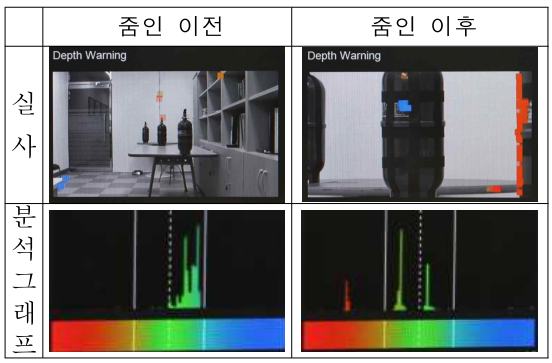


그림 5. 포커스-컨버전스포인트 연동 기법 실험

4.4 입체쾌적 임계값 기반 컨버전스포인트 이동 기법

입체쾌적 임계값 기반 컨버전스포인트 이동 기법은 Cb가 줌인과 함께 포커스의 이동거리만큼 포커스 방향으로 이동하지만 임계값 범위내에서 이동하는 방법이다. 이는 포커스-컨버전스 일치

및 연동기법에서 일어 날 수 있는 의미적 입체왜곡을 방지하기 위한 방법으로 시각적 불편함이 발생하지 않는 경우와 발생하는 경우로 나누어 이동 거리를 결정한다. 식(4)에서 d(θ)는 시각적 불편함을 발생시키지 않는 최대거리이다.

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

예를 들어 그림 6과 같이 줌인 이전에는 첫 번째 피사체에 컨버전스포인트가 맞추어져 가운데 피사체가 후퇴이다. 줌인과 함께 컨버전스포인트를 임계값 내까지만 이동하여 가운데 피사체의 후퇴를 유지하여 의미적 입체왜곡을 방지한다.

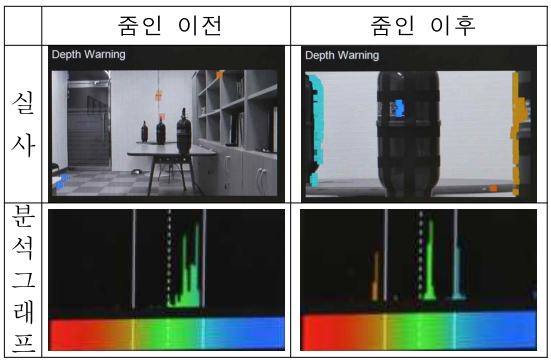


그림 6. 입체쾌적 임계값 기반 컨버전스포인트 이동 기법 실험

표 1에서 포커스와 연동된 컨버전스포인트의 움직임에 대한 방법을 비교하였다. 컨버전스포인트가 움직이지 않는 고정 컨버전스포인트기법은 시각적 불편과 의미적 입체왜곡이 발생할 수 있다. 포커스-컨버전스포인트 일치 및 연동기법은 시각적 불편은 발생하지 않으나 의미적 입체왜곡이 발생할 수 있다. 입체쾌적 임계값 기반 컨버전스포인트 기법은 시각적 불편과 의미적 입체왜곡이 발생하지 않는다.

표 1. 줌과 컨버전스포인트 연동기법 비교

조정 방법	의미적 입체왜곡	시각적 불편
고정 컨버전스포인트기법	O	O
포커스-컨버전스포인트 일치 기법	O	X
포커스-컨버전스포인트 연동 기법	O	X
입체쾌적 임계값 기반 컨버전스 이동 기법	X	X

O : 발생가능　　X : 발생없음

V. 결 론

본 논문에서는 이안식 일체형 입체카메라에서 줌 사용시 발생되는 시각적 불편의 문제를 해결하기 위해 줌인 이전의 포커스와 피사체 및 컨버전스포인트의 위치에 따른 관계모델을 토대로 컨버전스포인트를 조정하여 시각적 불편을 최소화하는 기법의 설계 및 구현하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안된 기법의 임계값 범위를 객관적으로 검증하기 위해 컨버전스포인트 조정기법의 구현 및 객관적 평가를 통한 성능평가를 할 것이다. 이러한 연구는 손쉽게 입체영상을 촬영할 수 있는 카메라제작에 기초연구 결과로 활용될 수 있다.

참고문헌

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

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

[3] 3D Consortium, "3DC Safety Guidelines for Popularization of Human-friendly 3D", 3D Consortium, 2006.

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

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

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

[7] 하종수, 반재훈, 김대웅, 김치훈, “줌인에 따른 시각적불편을 최소화하기 위한 컨버전스포인트 조정 기법의 설계", 한국정보통신학회 논문지 17권 3호, 2013.3