

무안경 입체 디스플레이를 위한 적응적 다시점 서브 픽셀 재배치 기법⁺⁺

홍종의* 심현보** 최유주*⁺

*한독미디어대학원대학교 입체영상미디어학과

** (주)포디비전

hongjongui@naver.com ceo@4dvision.co.kr yjchoi@kgit.ac.kr

Adaptive Multiview Subpixel Interlacing for Autostereoscopic Display

Jong-Ui Hong* Hyun-Bo Shim** Yoo-Joo Choi*⁺

*Korean German Institute of Technology

**4DVision

요약

본 논문에서는 렌티큘러 렌즈를 이용한 무안경 입체 디스플레이 환경에서 렌티큘러 렌즈의 속성과 디스플레이 장치의 속성의 변화에 따라 다중 시점에서 촬영한 영상으로부터 적응적으로 하나의 다시점 입체 합성 영상을 생성하는 방법을 제안한다. 제안 방법에서는 렌티큘러 렌즈의 기본 속성과 디스플레이 장치의 기본 속성값을 고려하여 다중 시점에서 획득된 영상의 서브 픽셀들의 가중 평균을 구하고 이를 다시점 입체 합성 영상의 서브 픽셀의 값으로 사용하도록 하였다. 여러 다시점 영상을 이용한 실험을 통하여, 렌티큘러 렌즈의 속성과 디스플레이 장치의 속성이 정확히 하드웨어적으로 일치 하지 않은 상황에서도 본 논문에서 제안하는 적응적 다시점 서브 픽셀 재배치 기법을 통하여 3D 입체감이 안정적으로 제공됨을 확인하였다.

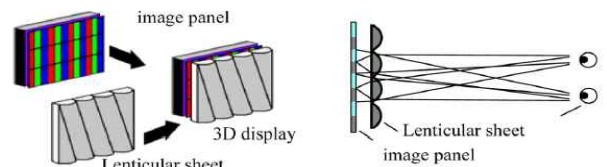
1. 서론

무안경 입체 디스플레이를 통하여 입체영상을 디스플레이 하기 위해서는 다시점 영상을 입력으로 하여 서브픽셀 재배치 방법으로 하나의 합성 영상을 생성하고 이를 디스플레이 하여야 한다. 각 입체 디스플레이 장비들은 개발 업체별로 고유의 렌즈 속성과 디스플레이 장치 속성을 가지고 있다. 이러한 속성들이 일치하지 않을 경우 입체감을 느낄 수 없다. 그렇기 때문에 무안경 디스플레이 제조업체들은 고유의 다시점 영상을 생성하는 소프트웨어를 개발하고, 디스플레이 하드웨어 제품과 함께 공급하고 있는 실정이다.

본 논문에서는 임의의 렌티큘러 렌즈와 디스플레이 패널을 사용 하더라도 렌즈와 디스플레이 속성을 고려하여 다시점 입체 영상 효과를 유지할 수 있는 적응적 다시점 서브픽셀 재배치법을 제안하고, 실험 영상을 통하여 하드웨어적 속성이 변경되더라도 다시점 영상의 입체 효과가 유지됨을 보인다.

2. 렌티큘러 렌즈 기반의 입체영상 디스플레이

패럴랙스 배리어 방식의 디스플레이 장치는 입체 영상을 제작할 때 디스플레이 표면에 막을 두어 양안의 시차를 만드는 방식이며, 배리어를 통해 관찰자가 입체감을 느끼게 해준다. 2D와 3D 모드간의 전환이 자유롭지만 밝기가 반감되는 문제와 체감 해상도가 줄어드는 문제점이 있다. 또한, 시역 간에 발생하는 크로스토크(Cross talk), 저해상도화로 인해 입체감이 떨어지는 문제점이 발생한다. (그림 1)은 렌티큘러 렌즈 기반의 입체 디스플레이 장치의 원리를 보여주고 있다[1]. 렌티큘러 렌즈 방식은 디스플레이 패널의 앞이나 뒤에 위치되어 관찰자가 바라보는 위치에 따라 서로 다른 픽셀들이 렌즈를 투과한 후 집합되어 관측하게 함으로써 서로 다른 시점의 영상을 볼 수 있도록 한다.



(그림 1) 렌티큘러 렌즈 기반의 입체 디스플레이 원리

기존의 단일 시점 비디오와 달리 하나의 영상 장면을 다수의 카메라를 통해 촬영한 후 3차원 입체 영상을 생성하기 위해서 다중시점 촬영 영상들을 서브픽셀 인터레이싱 방법을 통하여 하나의 영상으로 합성하여야 한다. 크로스토크를 제거하기 위하여 다양한 형태의 서브픽셀 인터레이싱 방법들[2,3,4]이 제안되었다, 그러나 제안된 방법들은 각기 패럴랙스 배리어나 혹은 렌티큘러 렌즈의 속성이 고정 된 경우가거나, 혹은 일부 속성만을 적응적으로 수정할 수 있는 방법들이다.

3. 무안경 입체 디스플레이를 위한 적응적 다시점 영상 생성

다시점 영상을 생성하기 위해 렌티큘러 렌즈의 속성인 LPI(Line Per Inch)와 렌즈의 기울기 값을 정의하고, 디스플레이 장치의 속성인 PPI(Pixel Per Inch), 해상도, 디스플레이 장치의 대각선 길이를 아래의 표1 와 같이 정의한다.

렌티큘러 렌즈와 디스플레이 장치의 속성이 달라짐에 따라 디스플레이 장치의 각 서브 픽셀의 값을 적응적으로 결정할지를 알고리즘적으로 표현하는 것이 본 연구의 목적이다. 입체 영상을 생성하기 위해 렌즈의 요소와 서브 픽셀의 요소를 동일하게 제작하는 것은 어려우며, 정확하게 정수 값으로 떨어지지 않아 렌즈를 통해 한 개 이상의 서브 픽셀들이 보여지는 경우가 있다.

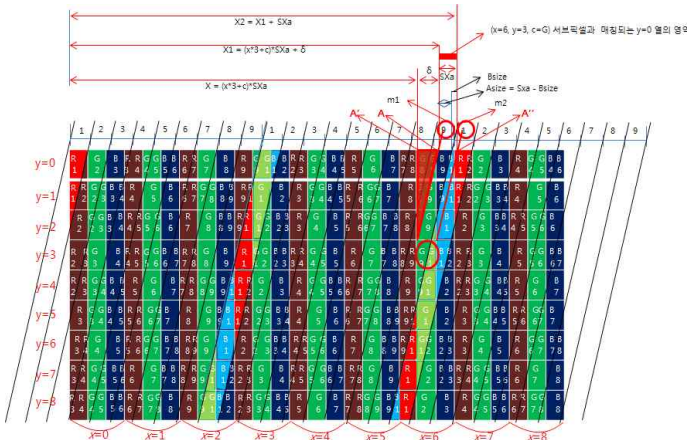
+ : 교신저자

++ : 본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2014년도 산업계 맞춤형 인력양성 지원사업과 2014 KGIT X-Program 지원에 의하여 수행되었음.

구분	속성
렌티큘러 렌즈 속성	LPI(Line Per Inch)
	렌즈의 기울기
디스플레이 장치의 속성	해상도(가로 x 세로 픽셀 수)
	대각선 길이 (Inch)
	PPI(Pixel Per Inch)
입력 영상의 특성	다시점 영상의 개수(시점)

(표 1) 적응적 다시점 영상 재배치를 위한 속성 정의

그렇기 때문에 중복되는 서브 픽셀의 값을 결정하기 위해 각 요소를 고려하고, 몇 번째 시점 영상의 서브 픽셀 값이 적용해야 하는지 가중치 혼합비율을 찾아 계산하여 최적의 서브 픽셀 값을 결정하여야 한다. (그림 2)를 통해 한 개의 서브 픽셀(x=6, y=3, Green)에 2개 이상의 시점 영상 픽셀 값이 가장 평균되어 매핑되는 상황을 보여주며, 최적 서브 픽셀 값을 위해 시점 $m1$, $m2$ 의 가중평균을 구하기 위해 서브 픽셀 가중치 α 와 β 를 구하는 과정을 보여주고 있다.



(그림 2) 렌티큘러렌즈 라인과 디스플레이 서브 픽셀의 폭

그림 2에서 SXa 는 디스플레이 디바이스의 한 개 서브픽셀의 절대적 크기를 의미하며, 이를 구하기 위해서는 우선, 디스플레이 장치의 해상도($w * h$)와 대각선 길이(i)를 통하여 PPI를 식 (1)과 같이 구한다. SXa 는 식(2)와 같다.

$$ppi = d/i, \quad d = \sqrt{w^2 + h^2} \quad (1)$$

$$SXa = (1/ppi)/3.0 \quad (2)$$

입력 다시점 영상의 시점의 개수를 Vn , 렌티큘러 렌즈의 기울기를 θ 라고 할 때, 렌티큘러 렌즈에 최적인 서브픽셀의 크기 SXv 는 식 (3)과 같이 구한다.

$$SXv = Wv/Vn, \quad Wv = (1/LPI)/\sin(90 - \theta) \quad (3)$$

(그림 2)에 표시된 $X2$ 를 이용하여 서브픽셀 값에 영향을 주는 시점 $m1$ 과 $m2$, 매칭되는 서브 픽셀의 좌표값 $x0$ 와 $y0$, 시점 $m1$, $m2$ 을 위한 가중치 α 와 β 는 아래식과 같이 구한다.

$$\alpha = (ASize)/SXa \quad (4)$$

$$\beta = 1.0 - \alpha \quad (5)$$

$$m1 = \text{Int}(X1/SXv)\%N \quad (6)$$

$$m2 = (m1 + 1)\%N \quad (7)$$

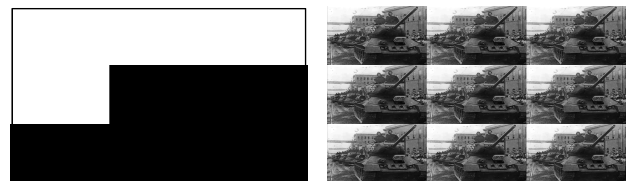
여기서, $B = X2/SXv - \text{Int}(X2/SXv)$, $BSize = SXv * B$, $ASize = SXa - BSize$ 이다. 다시점 입체 출력 영상 서브픽셀(x,y,c)의 값은 식 (8)과 같이 구한다.

$$(x,y,c) = \alpha * m1(x0,y0,c) + \beta * m2(x0,y0,c) \quad (8)$$

여기서 $x0 = \text{Int}((x*3+c)/N)$, $y0 = \text{Int}(y/3)$ 이다.

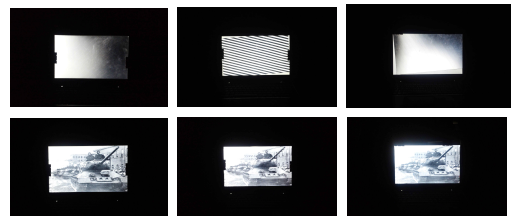
4 실험 및 결과

실험은 9개의 카메라로 촬영된 영상이며, 하나의 카메라로 획득한 영상의 크기는 640 x 360으로 설정했으며, 이 영상들을 3 x 3 배치 형태이고 전체 입력 영상의 해상도 1920 x 1080의 크기로 실험 데이터를 제작했으며 실험 하였다. 실험데이터 1과 실험 데이터 2는 (그림 3)과 같다.



(그림 3) 실험 입력 데이터.(좌) 실험데이터1, (우) 실험데이터 2

렌티큘러 렌즈의 설치 조건에 변화를 주기 위하여, 렌즈를 기울임 없이 설치한 경우와 기존 보다 5도정도 시계방향으로 기울여 영상을 디스플레이 하였다. 이때, 적응적 서브픽셀 재배치 방법을 적용 전 후 방법을 비교하였다. (그림 4)는 제안 방법 적용후에 입체감이 유지됨을 보여주고 있다.



(그림 4) 다시점 입체디스플레이 결과.(좌)최적 디스플레이 조건, 렌즈 기울기 조정 후, (중앙)적응적 서브픽셀 재배치 적용전, (우)적응적 서브픽셀 재배치 적용후

5 결론

본 논문에서는 임의의 속성을 가진 렌티큘러 렌즈를 사용해도 소프트웨어적으로 렌티큘러 렌즈 속성과 디스플레이 장치의 속성을 적응적으로 서브 픽셀 재배치를 수행하게 함으로써 편안한 입체 영상을 유지할 수 있도록 하였다. 향후 연구로서 다시점 영상 생성의 속도를 높이기 위한 GPU를 이용한 다시점 영상 생성 알고리즘을 적용하여 수행 속도를 향상시키고자 한다.

참고문헌

- [1] Li, Xiao-Fang, et al. "Image processing to eliminate crosstalk between neighboring view images in three-dimensional lenticular display." Journal of Display Technology 7.8 (2011): 443-447.
- [2] 정경부, 박종일, 최병욱. "사선형 시차 장벽 기반 입체 디스플레이 장치를 위한 다중 시점 영상 생성." 방송공학회논문지 17.3 (2012): 491-502.
- [3] Mashitani, Ken, Hideya Takahashi, and Tahito Aida. "Multi-view glass-less 3-D display by parallax barrier of step structure." Memoirs of the Faculty of Engineering Osaka City University 48 (2007): 1-8.
- [4] 허영수, 박광훈. "다시점 3 차원 비디오 재생 시스템 설계 및 구현." 방송공학회논문지 16.2 (2011): 258-273.