DBpia

논문 13-38C-10-10

한국통신학회논문지(J-KICS) '13-10 Vol.38C No.10
http://dx.doi.org/10.7840/kics.2013.38C.10.903

시차장벽식 무안경 다시점 입체디스플레이 시스템에서 수평방향의 시점 수 저하 없이 깊이방향의 자유도를 증가시키기 위한 혁신적 방법

이 광 훈◆, 박 민 철°

Innovative Method to Expand a Degree of Freedom of Observation in the Depth Direction without Losses of the Horizontal Number of Views in Autostereoscopic Multi-Views 3D Display System

Kwang-Hoon Lee◆, Min-Chul Park°

요 약

무안경방식 스테레오스코픽 3D 디스플레이 시스템은 수평, 깊이방향에 대한 관찰자유도가 안경방식에 비해 매우 좁다. 본 논문에서는 분할된 3중의 기울어진 시차장벽(TS-SPB)을 사용하여 무안경방식에서 수평방향의 시점수를 유지하면서도 깊이방향의 시역폭을 증가시키는 혁신적인 방법을 제안한다. 본 논의의 당위성은 실제와 유사한 환경에서의 전산모사를 통하여 검증되었다. 결과적으로 색분산이 없는 수평방향의 가용 최대 시점수는 2^n이며, 깊이방향의 시역폭은 단일 시차장벽(SPB)의 경우와 비교하여 3.36배 증가하였다.

Key Words : triple segmented-slanted parallax barrier, superposed viewing zones, expanded viewing zone width, color dispersion compensation, autostereoscopic multi-view 3D display system

ABSTRACT

An autostereoscopic multi-view 3D display system has the narrower degrees of freedom in the observational directions, such as the horizontal and perpendicular directions to the display plane, than the glasses-on type of 3D display. In this paper, we propose an innovative method to expand the width of the viewing zone formed in the depth direction while maintaining the number of views in the horizontal direction by using a triple segmented-slanted parallax barrier (TS-SPB) in the glasses-off type of 3D display. The validity of the proposal was verified by an optical simulation based on an environment similar to an actual case. The maximum number of views that can be displayed in the horizontal direction is 2n, and the width of the viewing zone with depth increased up to a factor of 3.36 compared to the existing one-layered parallax barrier system.

※ 본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발 사업 [2010-10038745, 인체안전성을 위한 3D 기기/장비 중심의 휴먼팩터 연구]과 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 "초광역연계3D융합산업육성사업" 사업의 일환으로 수행하였음.
◆ First Author : 한국광기술원 3D융합연구센터, geniuspb@kopti.re.kr, 정회원
° Corresponding Author : 한국과학기술연구원 센서시스템연구센터, minchul@kist.re.kr, 정회원
논문번호 : KICS2013-07-303, 접수일자 : 2013년 7월 23일, 최종논문접수일자 : 2013년 10월 11일

www.dbpia.co.kr

Ⅰ. 서 론

안경방식의 스테레오스코픽 디스플레이 환경은 관찰위치에 대한 수평 및 깊이 방향에 대한 자유도가 넓다. 이유로는 입체안경을 통해 좌,우 눈으로 입사하는 각각의 영상정보는 관찰자 위치에 무관하게 독립적이기 때문이다[1-5]. 그러나 무안경방식은 해당 시점영상의 시역이 고정된 관찰 선상에서 점의 형태로 형성되도록 설계되기 때문에 관찰자는 설계된 시역의 중심에서 일정 시역범위 이내로 제한된 매우 좁은 관찰 자유도를 갖게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 많은 연구들이 진행되고 있고, 특히 접촉식 방식(contact type)에서는 디스플레이의 해상도 제한으로 인해 수평방향의 관찰 자유도만을 증가시키는 방법들이 제안되고 있다. 제안된 방법으로는 시점수를 증가시켜 수평방향으로의 최대 시청영역을 확보하는 방안과, 인접한 시역 중심과의 간격을 넓히는 방법이 대표적이다[6-8]. 이에 반해 깊이방향에 대한 관찰 자유도를 증가시키는 연구는 다소 덜 하다. 이유로는 깊이방향에 대한 시점수를 추가할 경우 해당 시점영상의 해상도는 더욱 낮아지므로 입체영상의 화질 및 깊이감의 분해능이 저하되기 때문이다[9-11]. 이에 본 논문은 접촉식 방식의 다시점 입체 디스플레이 시스템에서 수평방향의 시점수 및 관찰 자유도를 유지하면서도 깊이 방향의 관찰자유도를 증가시키는 혁신적인 방법을 제안한다. 제안된 방법으로는 매우 잘 알려진 기울어진 시차장벽의 멀티뷰 스테레오스코픽 디스플레이의 구성을 기본으로 시점수 증가에 따른 수평방향의 관찰자유도를 증가시키고, 각 시점영상의 단위화소 내에서 위치가 다른 R,G,B 서브픽셀의 크기와 대응하는 분할된 3중의 기울어진 시차장벽(Triple Segmented-Slanted Parallax Barrier ; TS-SPB)을 사용함으로써 각 R,G,B에 해당하는 시차장벽간 거리차에 의해 3개의 시역이 깊이방향으로 순차적으로 형성되고 이들의 시역간 중첩된 결과가 깊이방향의 시역을 확대시켜 최종적으로 깊이방향의 관찰자유도를 증가시키는 방법이다. 따라서 본 연구의 핵심기술은 다음과 같다. 첫째, 각 시점영상의 단위화소를 이루며 위치 차를 갖는 R,G,B 각각의 서브픽셀로부터 방사된 광속들이 TS-SPB의 개구를 투과하여 3개의 시역을 깊이방향으로 순차적으로 형성하고, 이들을 중첩시켜 깊이방향으로 시역을 확장하고 균일한 밝기분포를 갖도록 하는 기술이다. 둘째, 중첩되어 확장된 시역내에서 색분산이 발생하지 않도록 표시 가능한 다시점 영상의 수를 정의하여 맵핑하는 기술이다. 본 논문에서 제시한 방법의 논리적 타당성은 전산모사를 통하여 검증하였다.

Ⅱ. 본 론

본 논문에서 제시한 접촉식 방식의 무안경 방식 다시점 디스플레이 시스템은 디스플레이부, 시역형성광학계부 그리고 시역형성부로 구성된다. 디스플레이부는 수평방향으로 연속적으로 나열된 R,G,B 서브픽셀의 묶음을 기본 단위픽셀로 하는 평판 디스플레이를 기반으로 한다. 그림 1은 디스플레이부에서 수행된 기울어진 단위픽셀 및 각 시점영상의 맵핑(mapping) 결과를 나타낸다.

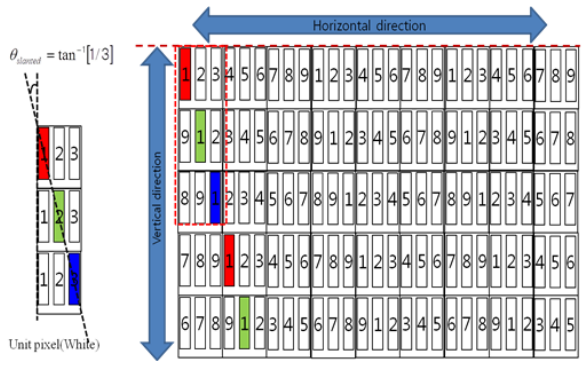


그림 1. 기울어진 단위픽셀의 구조 및 시점영상의 맵핑 모식도

Fig. 1. The scheme of the construction of slanted unit pixel and the mapped view image

시점영상의 단위화소에 대한 서브픽셀의 배열은 각 서브픽셀의 중심위치가 $\tan^{-1}(1/3)$의 기울기와 일치하고 R,G,B의 셋을 이루어 백색을 구현하도록 맵핑하였다. 따라서 시점수가 증가할수록 단위화소에 대한 영상의 위치지정(addressing)은 수평방향으로 순차적 배열된다.

시역형성광학계부는 분할되어 거리차를 갖는 TS-SPB으로 구성된다. 분할된 크기는 서브픽셀의 수직방향의 길이와 대응하며, 각각의 시차장벽과 디스플레이와의 거리($d_f, d_m d_n$)는 기울어진 단위픽셀 내 서브픽셀간의 중심위치($\Phi_{f,m,n}$)에 대응하여 정의된다. 그림 2는 TS-SPB의 $d_{f,m,n}$에 대하여 형성되는 각각의 시역과 이들의 중첩으로서 깊이방향의 관찰자유도가 증가되는 원리를 나타내는 모식도이다.

www.dbpia.co.kr

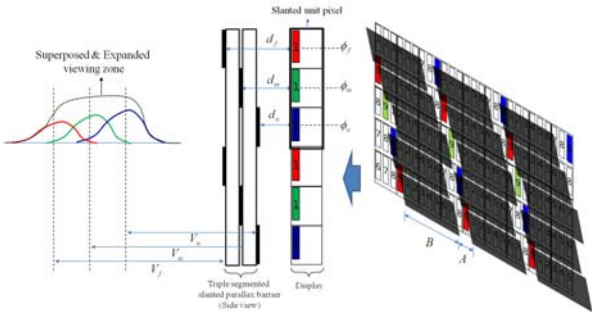


그림 2. TS-SPB 의 구성 및 위치차를 갖는 3개의 서브픽셀로부터 형성되는 시역이 깊이방향의 시역폭이 중첩되어 증가되는 결과를 나타내는 모식도

Fig. 2. The diagram show the TS-SPB structure and the result of increased width after superposed by triple viewing zones which formed from three sub-pixels having a vertical phase differences

따라서 중간 위치(Φ_m)의 서브픽셀에서 출사된 광은 에 대응하는 TS-SPB의 개구(A)를 지나 관찰거리(V_m)에서 시역을 형성하고, 이와 같은 수순으로 가장 큰 위치(Φ_f)의 서브픽셀은 V_m보다 먼 곳(V_f)에, 가장 작은 위치(Φ_n)의 서브픽셀은 V_m보다 가까운 곳(V_n)에 해당 시역을 형성한다. 결과적으로 3개의 시역이 깊이방향으로 나열되고, 나열된 시역들은 서로 중첩되어 하나의 확장된 시역을 형성한다. TS-SPB에서, 디스플레이면과 분할된 시차장벽과의 거리($d_{f,m,n}$)는 깊이방향으로 형성되는 3개의 시역중심의 위치($V_{f,m,n}$)를 결정하는 구속조건이 된다. 따라서 수평방향으로 연속되어 나열된 시역의 중심간 간격(G)와 서브픽셀의 폭(P) 그리고 $V_{f,m,n}$의 관계로부터 $d_{f,m,n}$을 정의할 수 있다.

$$d_{f,m,n} = \frac{V_{f,m,n}P}{G} \tag{1}$$

$$A = \frac{V_{f,m,n}P}{V_{f,m,n}+d_{f,m,n}} \tag{2}$$

$$B = \frac{V_{f,m,n}(P(N-1))}{(V_{f,m,n}+d_{f,m,n})} \tag{3}$$

식 (1)은 $d_{f,m,n}$을 정의하는 수식을 나타낸다. TS-SPB의 개구폭(A)은 각 시역의 밝기와 폭을 결정하는 구속조건이 되며, 시차장벽의 폭(B)은 개구의 주기를 결정하는 구속조건이 된다. 식 (2)와 식 (3)은 각각 A와 B를 정의하는 수식을 나타낸다. A와 B는 상수가 된다. 이유로는 $V_{f,m,n}$에 따른 $d_{f,m,n}$의 변화율이 같기 때문이다.

해당 시점영상내에서 $\Phi_{f,m,n}$에 위치한 3개의 서브픽셀로부터 출사된 광선들은 디스플레이 면으로부터 $\Phi_{f,m,n}$에 위치한 A를 투과한 후 $V_{f,m,n}$를 중심위치로 하는 3개의 시역을 형성한다. 이 때 형성되는 시역의 밝기분포는 식 (4)와 같이 정의될 수 있다[12,13].

$$E_{(X,Z)|f,m,n} = \sum_{-\Delta Z}^{+\Delta Z} L \frac{\left(\frac{P}{k}\right)\cos^2\left[\tan^{-1}\left[\frac{X_i}{(V_{f,m,n}+\Delta Z)+d_{f,m,n}}\right]\right]}{((V_{f,m,n}+\Delta Z)+d_{f,m,n})^2+X_i^2} \tag{4}$$

식 (4)에서 사용된 변수 및 밑지수의 의미는 다음과 같다. i는 해당 시점수를, k는 서브픽셀의 폭을 점광원으로 가정하였을 경우 최대 점광원 수를, L은 서브픽셀로부터 출사되는 광량을, X는 서브픽셀의 위치좌표를 그리고 $\pm\Delta Z$는 시역중심의 위치를 기준으로 전산모사 하고자 하는 깊이방향의 범위를 나타낸다.

시역형성부는 3개의 시역이 $V_{f,m,n}$의 위치에서 중첩되어 깊이방향으로 확장될 시 시역내 밝기 균일도 및 색분산의 특성을 담당한다. 시역내 밝기 균일도(Brightness Uniformity : BU)는 깊이방향으로 중첩된 시역내 밝기의 최고, 최저비로 정의된다. 최대 BU를 확보하기 위한 구속조건은 각 시역의 마름모(Lozenge) 영역[14]에 대한 깊이방향의 잘린 횡단면(Cross-section) 분포 및 $V_{f,m,n}$간 거리이며 이는 TS-SPB 내 $d_{f,m,n}$간 간격을 정의하는 중요 인자가 된다. 그림 3은 R,G,B 서브픽셀이 $\Phi_{f,m,n}$의 위치에 있을 경우, 형성된 3개의 시역에 대한 깊이방향의 횡단면을 나타낸 전산모사 그래프이며, 이를 정합한 결과를 나타낸다.

각 시역에 대한 밝기분포는 정규화분포 함수를 사용하였고, 마름모 영역에 대한 깊이방향의 횡단면 분포의 유효영역은 육안으로 밝기변화 차를 인지할 수 없는 범위, 즉 시역 내 최대밝기 대비 70% 영역까지로 가정하였다. 정합된 시역 내 밝기 분포의 최대 균일도 확보를 위해 각 시역의 중심값은 조절되며, 중심간 간격은 V_f를 기준으로 $\Delta V_{m,n}$과 $\Delta V_{m,f}$로 정의된다.

색분산은 정합된 시역에서 발생하는 색상 차를 의미하며, 이는 시점영상의 기울어진 단위화소 내 R,G,B의 배열이 원인이다. 그림 4는 임의의 한 시

www.dbpia.co.kr

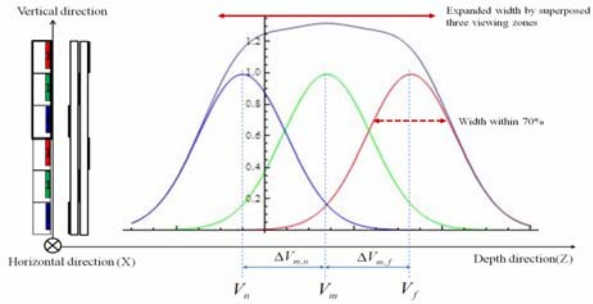


그림 3. 3개 시역에 대한 횡단면 그래프 및 정합되어 확장된 시역의 최대 밝기균일도 분포 그래프

Fig. 3. The cross-section graphs on depth direction in the triple viewing zones and the superposed them.

점영상에 대하여 단위화소 내 R,G,B 서브픽셀의 조합이 가능한 배열, 즉 R-G-B, G-B-R, B-R-G로 부터 형성되는 전체시역 중 마름모 영역을 중점적으로 나타낸 결과이고, 이들이 정합된 후의 색분산 결과를 나타낸다.

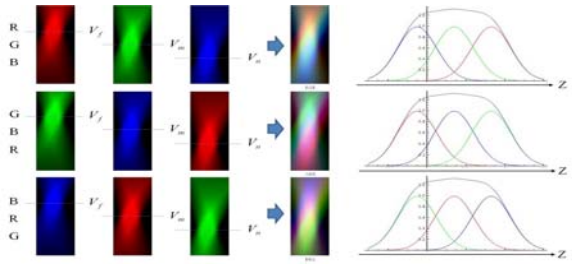


그림 4. 단위픽셀의 조합이 가능한 R,G,B 서브픽셀 배열에 의해 형성되는 시역의 마름모영역 및 이들이 정합되어 나타나는 색분산의 결과

Fig. 4. The regions near the center of each viewing zones show the color dispersion occurred by RGB combinations.

그림 4에서 알 수 있듯이, 중첩되어 시역이 확장되고, 밝기균일도 또한 유지된다 하더라도 R,G,B 배열에 따른 깊이방향의 색분산 문제가 발생한다. 이는 시점영상의 단위화소에 대한 R,G,B 시역의 중심이 깊이방향으로 서로 다르기 때문이다. 따라서 동일한 시점영상내 타 단위화소들에 대한 R,G,B 광이 V_f, V_m 그리고 V_n의 각 위치에서 R,G,B 조합을 이루어 백색의 시역을 형성한다면, $V_{f,m,n}$에서 형성된 3개의 시역은 모두 백색이 되므로 확장된 시역 또한 색분산이 없는 백색의 시역을 형성할 것이다. 이를 세부적으로 설명하면, 동일 시점영상내에 존재하는 R,G,B 서브픽셀이 동일 Φ_f를 갖고 d_f의 개구를 지나는 경우, V_f에 형성되는 시역은 R,G,B가 중첩된 백색을 나타낸다. 같은 원리로 $\Phi_{m,n}$에 위치한 R,G,B 서브픽셀의 경우 $V_{m,n}$에서 백색을 이루며 정합된다. 따라서 확장된 시역 전체는 모두 백색을 나타내므로 색분산의 문제는 해결된다. 이 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 '가용 시점수 구속조건'을 제안하였다. 가용 시점수 구속조건은 시점영상의 맵핑시, 디스플레이의 동일 행에 해당 시점영상의 R,G,B 모두가 존재하도록 위치지정 하는 것이며, 이를 만족하는 가용 시점수(N)는 2^n이 된다. 그림 5는 $N=4$인 경우의 시점영상의 맵핑 결과를 나타낸다.

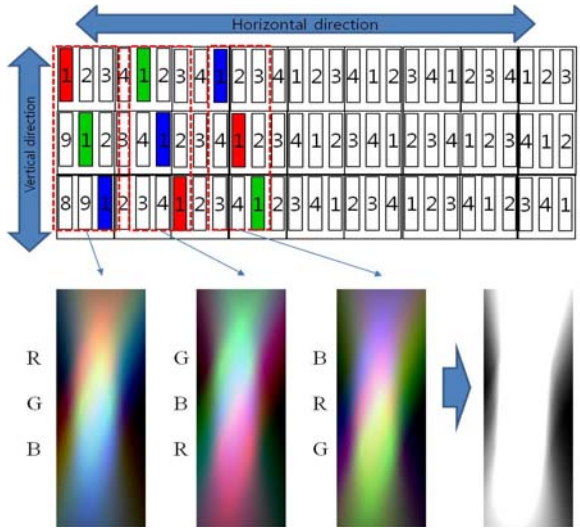


그림 5. 가용 시점수 $N=4$인 경우, 시점영상의 맵핑 및 색분산 정합 결과

Fig. 5. The simulation result after process of removing color dispersion under the condition $N=4$.

그림 5에서 보듯, 디스플레이에서 해당 시점영상은 수평방향으로 2^2의 주기를 갖고 맵핑되며, 이 때 같은 Φ에 해당하는 서브픽셀은 R,G,B 모두를 포함하여 주기적으로 배열됨을 알 수 있다. 이로써 가용 시점수 $N=2^n$은 수평방향의 최대 다시점 수가 되고, 시차장벽과 디스플레이간의 거리 $d_{f,m,n}$을 만족하는 TS-SPB로부터 형성되는 3개의 시역은 깊이방향으로 중첩되어 최대 밝기 균일도 유지 및 색분산 없는 확장된 시역을 형성한다.

Ⅲ. 실험 및 결과

TS-SPB로부터 형성되는 R,G,B의 시역분포를 실제의 경우와 유사한 상황으로 전산모사를 하기 위

www.dbpia.co.kr

하여 표 1과 같은 구속조건들을 정의하였다.

표 1. 삼중 시차장벽 시스템의 전산모사에 대한 주요변수
Table 1. The variables needed for optical simulation of TS-SPB system

[mm]	Display system	Φ_f	Φ_m	Φ_n
G	32.5			
Resolution	1920×1080 [N/A]			
Unit pixel width	0.3			
P		0.1	0.1	0.1
$\Delta\Phi$		0.3	0.3	0.3
A	0.0997			
B	0.6979			
Slanted angle	18.435 [deg]			
N	8 [N/A]			
$\pm\Delta Z$	±500			
d_f		2.462		
d_m			3.077	
d_n				3.692
V_f		800		
V_m			1000	
V_n				1200
$\Delta V_{m,n}$	-200			
$\Delta V_{m,f}$	200			
Extended width (EW)	605/180			
Ratio of EW	3.36 time			

깊이방향의 최대 관찰자유도는 정합된 시역내 깊이방향의 밝기균일도가 최대인 조건을 만족해야한다. 따라서 그림 3에서 나타낸 바와 같이 $\Delta V_{m,f}$과 $\Delta V_{m,n}$은 정합된 시역내 밝기균일도를 유지하며 깊이방향의 최대폭을 결정하는 구속조건이 된다. $\Delta V_{m,f}$과 $\Delta V_{m,n}$의 최대값을 구하기 위하여, 식 (4)로부터 $V_{f,m,n}$에 각각 형성되는 시역의 깊이방향에 대한 횡단면 밝기분포 특성을 추출하고, 이에 대한 맞춤곡선(fitting curve)를 구하였다. 그림 6은 표 (1)에서 V_m의 위치에서 형성된 시역의 깊이방향에 대한 횡단면 밝기분포 및 이를 맞춤한 그래프를 나타낸다. 식 (5)는 깊이방향 횡단면에 대한 fitting 함수를 나타낸다.

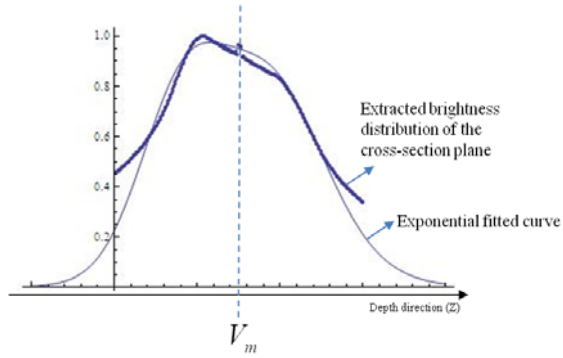


그림 6. V_m에서 형성된 깊이방향의 시역분포 및 fitting curve 그래프
Fig. 6. Graphs show the brightness distribution of the formed viewing zone at V_m and the fitted graph of it.

$$Normal\ Distribution\ Function(\mu,\sigma) = T\left(\frac{e^{-\frac{(X-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2}}}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_1}+\frac{e^{-\frac{(X-\mu_2)^2}{2\sigma_2^2}}}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_2}+\frac{e^{-\frac{(X-\mu_3)^2}{2\sigma_3^2}}}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_3}\right) \quad (5)$$

맞춤곡선은 중심 위치($\mu_{1,2,3}$) 및 반치폭($\sigma_{1,2,3}$)를 갖는 3개의 정규화분포함수를 조합하여 나타내었다. $\mu_1 = V_m - 70mm$, $\mu_2 = V_m + 20mm$, $\mu_3 = V_m + 40mm$이 적용되었고, $\sigma_1 = 50mm$, $\sigma_2 = 90mm$, $\sigma_3 = 60mm$이 적용되었다. T는 맞춤 함수의 세기를 나타내는 비례상수 값이고, 75.229가 적용되었다. 이와 같은 방법으로 $V_{f,n}$의 시역특성은 V_m과 유사하였고, 이에 $V_{f,n}$에 대한 깊이방향의 시역분포는 식 (5)와 동일한 특성의 맞춤곡선을 적용하였다. 다만, 식 (4)에서 나타낸 $E_{(X,Z)}$는 깊이방향의 거리에 대한 함수이므로 $V_{f,m,n}$에 대한 시역중심에서의 밝기비는 상대적으로 $0.98\ E(V_n) \rangle 0.89\ E(V_m) \rangle 0.78\ E(V_f)$를 적용하였다. 그림 7은 최대 밝기 균일도를 갖으며 3개의 시역이 정합된 확장된 시역분포의 전산모사 결과를 나타낸다. 결과 그래프에서 보듯, 정합된 시역의 밝기균일도는 시역중심간 거리차가 각각 $\Delta V_{m,f} = +200mm$, $\Delta V_{m,n} = -200mm$일 때 최대를 나타내었다.

www.dbpia.co.kr

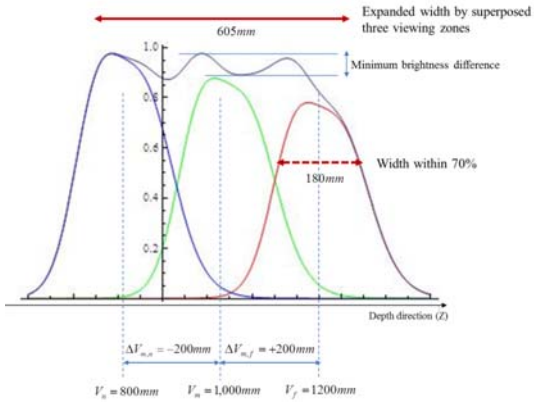
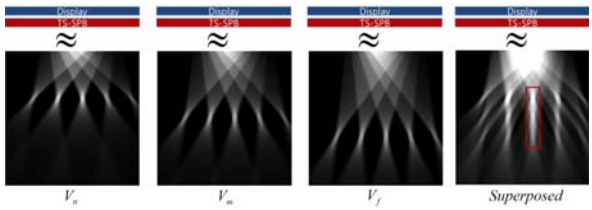


그림 7. 정합된 시역내 깊이방향의 최대 시역폭을 갖는 구속조건에 대한 전산모사 결과

Fig. 7. The simulation result for the constraint to have a maximum width in the superposed viewing zone.

결과적으로 TS-SPB로부터 형성된 확장시역내의 깊이방향의 최대 폭은 605mm로써 단일시차장벽으로부터 형성된 경우(180mm)보다 3.36배 증가하였다. 깊이방향의 시역폭의 기준은 최대 밝기 대비 70%까지의 영역으로 정의하였다. 따라서 깊이방향의 관찰자유도는 최대 3.36배 증가가 가능하다. 그림 8(a), 8(b), 8(c)는 각각 $V_{f,m,n}$에서 형성되는 전체 시역분포도를 나타내고, 그림 8(d)는 이를 정합한 확장된 시역을 나타낸다.



(a) (b) (c) (d)

그림 8. (a), (b), (c)는 각각 $V_{f,m,n}$에서 형성되는 시역분포도의 전산모사 결과, (d)는 중첩되어 정합된 최종시역의 시역분포도를 나타내는 전산모사 결과

Fig. 8. The results of optical simulations are shown that (a) is drawn by top-viewpoint of full range for the formed viewing zones at V_n, (b) and (c) show at V_m and V_f. And (d) shows the expanded viewing zone superposed by them.

그림 9는 가용 시점수 구속조건에 의해 색분산이 제거되는 결과를 그림 8(d)의 중심부 영역을 중심으로 전산모사한 결과이다. 전산모사 범위는 V_m을 기준으로 $\Delta Z = \pm 350mm$를 적용하였다.

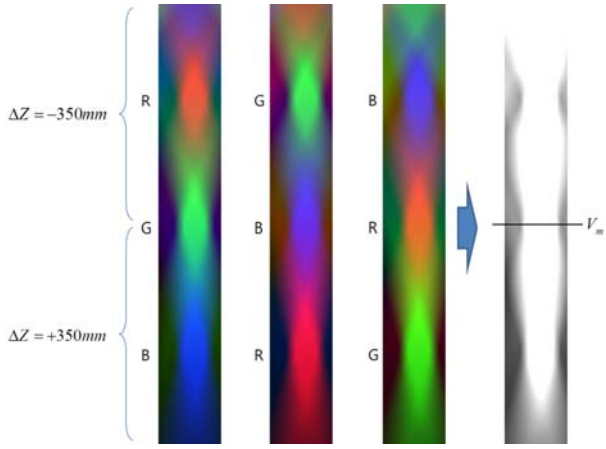


그림 9. 가용 시점수 구속조건에 의해 색분산이 제거되는 전산모사 결과

Fig. 9. The optical simulation result shows that three color dispersion in triple viewing zones is disappearing by the constraint that the available number of views $N=8$ is applied.

결과적으로 깊이방향의 시역폭은 그림 8(d)의 경우보다 줄었지만, 수평방향의 인접시역간 Cross-talk이 줄어들 것이라는 것을 쉽게 알 수 있다. 본 논문에서는 깊이방향에 대한 관찰자유도의 확장이 주요목적이므로, Trade-off간의 정량적 관계는 논의에서 제외하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 $V_{f,m,n}$ 시역과 대응하는 영상은 모두 동일 영상이지만, 이를 확장하여 초점이 다르고 심도가 얕은 3장의 영상으로 구성할 경우, 관찰자는 깊이방향으로 이동하며 임의로 초점조절이 된 영상의 인지가 가능하다. 따라서 3개의 초점면을 갖는 입체영상으로 시점영상이 맵핑될 경우, 의사(Pseudo) 초점조절 기능의 무안경방식의 입체 디스플레이의 구현이 가능하다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서 제시한 분할된 3중의 시차장벽을 이용한 깊이방향의 시역확장 방법은 수평방향의 다시점수를 유지하면서도 깊이방향의 관찰자유도를 증가시키는 혁신적인 방법이다. 뿐만 아니라 가용 시점수의 구속조건을 제시하여 기울어진 단위화소내 R,G,B 조합으로부터 발생하는 색분산 문제를 해결하였다. 본 논의의 당위성을 검증하기 위하여 실제와 유사한 환경에 대한 전산모사를 수행하였고, 결론적으로 3개의 시역으로부터 중첩된 최종 시역의 깊이방향에 대한 폭은 단일 시차장벽이 적용되

www.dbpia.co.kr

었을 때의 시역폭 보다 최대 3.36배 증가하며, 이는 상대적으로 깊이방향의 관찰자유도가 3.36배 증가 가능함을 나타낸다. 뿐만 아니라, 3개의 시역에 대응하는 시점영상을 초점이 다르고 심도가 얕은 3장의 영상으로 구성할 경우 '의사 초점조절 기능의 입체 디스플레이'의 구현이 가능하다. 결론적으로 본 연구 결과의 활용으로서, 깊이방향 관찰자유도의 증가가 요구되는 인터렉티브 방식의 무안경 방식의 다시점 입체 디스플레이 분야 및 초점조절이 가능한 자연스런 입체영상 구현 분야에 본 연구 결과의 적용이 기대된다.

References

[1] T. Okoshi, "Three-dimensional displays," *Proc. IEEE*, vol. 68, no. 5, pp. 548-564, May. 1980.

[2] C. T. Lee and H. Y. Lin, "Ultra-wide-view patterned polarizer type stereoscopic LCDs using patterned alignment," *Optics Express*, vol. 20, no. 2, pp. 1700-1705, Jan. 2012.

[3] N. S. Holliman, N. A. Dodgson, G. E. Favalor, and L. Pockett, "Three- dimensional display: a review and applications analysis," *IEEE Trans. Braodcast.*, vol. 57, no. 2, pp. 362-371, June 2011.

[4] J. Y. Son, V. V. Saveljev, Y. J. Choi, J. E. Bahn, and H. H. Choi, "Parameters for designing autostereoscopic imaging systems based on lenticular, parallax barrier and IP plates," *Optical Eng.*, vol. 42, no. 11, pp. 3326-3333, Nov. 2003.

[5] J. S. Hong, Y. M Kim, H. J. Choi, J. K. Hahn, J. H. Park, H. Kim, S. W. Min, N. Chen, and B. H Lee, "Three-dimensional display technologies of recent interest: principles, status, and issues," *Applied Optics*, vol. 50, no. 34, pp. H87-H112, Dec. 2011.

[6] N. A. Dodgson, "Autostereoscopic 3D displays," *Computer*, vol. 38, no. 8, pp. 31-36, Aug. 2005.

[7] J. Y. Son, V. V. Saveljev, J. S. Kim, K. D. Kwack, and S. K. Kim, "Multiview image acquisition and display," *IEEE/OSA J. Display Technol.*, vol 2, no. 4, pp. 359-363, Dec. 2006.

[8] J. Y. Son, "Autostereoscopic imaging system based on special optical plates," in *Three-dimensioanl television, video, and display technologies*, Springer, Chapter 2, pp. 41-64, Oct. 2008.

[9] T. Peterka, R. L. Kooima, D. J. Sandin, A. Johnson, J. Leigh, and T. A. DeFanti, "Advances in the Dynallax solid-state dynamic parallax barrier autostereoscopic visualization display system," *IEEE Trans. Visualization Comput. Graphics*, vol. 14. no. 3, pp. 487-499, May-June 2008.

[10] Y. Takaki, O. Yokoyama, and G. Hamagishi, "Flat-panel display with slanted pixel arrangement for 16-view display," *Proc. SPIE*, vol. 7237, pp. 08-1-08-8, Feb. 2009.

[11] Y. H. Tao, Q. H. Wang, J. Gu, W. X. Zhao, and D. H. Li, "Autostereoscopic three-dimensional projector based on two parallax barriers," *Optics Lett.*, vol. 34, no. 20, pp. 3220-3222, Oct. 2009.

[12] K. H. Lee, Y. S. Park, H. Lee, S. K. Yoon, and S. K. Kim, "Crosstalk reduction in auto-stereoscopic projection 3D display system," Optics Express, vol. 20, no. 18, pp. 19757-19768, Aug. 2012.

[13] H. D. Lee and M. C. Park, "Autostereoscopic display simulator for providing an optimal viewing zone," *J. Korean Inst. Commun, Inform Sci. (KICS)*, vol. 37A, no. 8, pp. 698-705, Aug. 2012.

[14] D. B. Diner and D. H. Fender, *Human Engineering in Stereoscopic Viewing Devices*, Platinum Press, 1991.

www.dbpia.co.kr

이 광 훈 (Kwang-Hoon Lee)

2000년 2월 순천향대학교 물리학과 학사
2002년 2월 순천향대학교 물리학과 석사
2012년 2월 건국대학교 신기술융합학과 이학박사
2012년 4월~현재 한국광기술원 3D융합연구센터 선임연구원
<관심분야> 무안경 방식 3D 디스플레이, 홀로그래픽 디스플레이, 3D휴먼팩터, 광학계설계

박 민 철 (Min-Chul Park)

2000년 3월 동경대학교 전자정보공학 박사
2005년 10월 동경이과대학 초청 교수
2009년 9월 퀄컴연구소 방문연구원
2001년 6월~현재 한국과학기술연구원 센서시스템연구센터 책임연구원
<관심분야> 3D 디스플레이 및 영상처리, 휴먼팩터

www.dbpia.co.kr