

논문 2011-48SP-6-8

이중 계층 패렐랙스 배리어 기반의 무안경식 3D 디스플레이

(Autostereoscopic Display based on Dual Layer Parallax Barrier)

이 현*, 이 응 돈*, 엄 기 문*, 정 원 식*, 이 성 중**

(Hyun Lee, Eung-Don Lee, Gi-Mun Um, Won-Sik Cheong, and Sung Jung Lee)

요 약

본 논문에서는 기존 무안경식 3D 디스플레이의 제한된 시야각으로 인한 3D 시청에서의 불편함을 해소하기 위해 새로운 패렐랙스 배리어 방식을 제안한다. 제안된 방식은 기존 패렐랙스 배리어의 TN-LCD 구조에서 LC를 공유하는 이중 계층의 ITO 쌍을 추가하였으며, 시선 추적 장치에 의해 시청자의 위치를 감지하여 자동으로 3D 시야각을 시청자의 위치에 맞도록 변화시킬 수 있는 이중 계층의 패렐랙스 구조를 갖는다. 제안한 이중 계층 패렐랙스 배리어 방식을 시제품으로 구현하고 실험한 결과, 제안한 방식의 유효성을 확인할 수 있었다.

Abstract

We introduce a parallax barrier type autostereoscopic display in order to overcome the limited viewing angle of the conventional parallax barrier type displays. The proposed method adopts a special structure of double pairs of ITO that have a common TN-LC at the core of the conventional parallax barrier. Compared with the conventional parallax barrier type displays, the proposed display uses moving parallax barriers and eye tracking system to make stereoscopic view images adapted to the movement of viewer. We implemented a prototype of the proposed dual layer parallax barrier system, and verified that the proposed autostereoscopic display maintains seamless 3D views even when a viewer's head is moving.

Keywords : parallax barrier, autostereoscopic display, 3D

I. 서 론

무안경식 3D 디스플레이(Autostereoscopic Display) 연구의 궁극적인 목표는 시청자에게 자연스러운 입체영상을 특수한 안경을 쓰는 불편함이 없이 자유롭게 시청할 수 있게 하는 것이다. 무안경식 3D 디스플레이 방식에서 제안되고 상용화된 방식은 패렐랙스 배리어

(Parallax Barrier) 방식과 렌티큘러 렌즈(Lenticular Lens) 방식이 주류를 이룬다^[1]. 안경없이 3D 시청을 하기 위한 원리는 공간적으로 다중화된 양안 시차(Binocular Disparity)를 이용하기 때문에, 빛의 차단 특성을 이용하는 패렐랙스 배리어 방식이나 빛의 굴절 특성을 이용하는 렌티큘러 렌즈 방식 모두 제한된 영역의 3D 시청 영역(Viewing Zone)이 필수적으로 존재한다. 따라서 시청자가 무안경 3D 디스플레이를 시청할 경우에는 시청 영역에 양안이 존재하여야만 제대로 된 3D 영상을 시청할 수 있으며 시청 영역 밖에 양안이 존재할 경우에는 불안정한 좌우 영상에 대한 공간 다중화를 유발 시키는 크로스토크(Crosstalk)가 발생하기 때문에 입체 영상이 2장으로 겹쳐 보이는 고스트 현상 등이 발생한다.

제한된 시청 영역의 문제를 해결하기 위하여, 시선 추적(Head-Tracking) 장치와 결합하여 세그먼트 패렐랙

* 정회원, 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 (Broadcasting system research department, Electronics and Telecommunications Research Institute)

** 정회원, (주) 파버나인코리아 (Pavonine Korea, Inc.)

※ 본 연구는 한국방송통신위원회 한국방송통신전파진흥원의 한국전자통신연구원 연구개발지원사업인 “무안경 다시점 3D 지원 UHD TV 방송 기술 개발” (과제번호: KCA-2011-11921-02001) 과제의 연구결과로 수행되었음

접수일자: 2011년9월8일, 수정완료일: 2011년10월5일

스 배리어 방식이 제안되었다^[2]. 본 방식은 패렐랙스 배리어 피치를 다수의 세그먼트로 분할하고, 분할된 세그먼트를 몇 개의 그룹으로 나누어 미세한 패렐랙스 배리어의 전기적 스위칭을 통하여 특정 세그먼트 그룹을 선택함으로써 시청 영역을 시청자 위치에 맞도록 움직이는 방식이다. 미세한 시청 영역 조종이 가능하나, 세그먼트 사이의 틈에서 발생하는 빛 누설이 크로스토크를 유발할 수 있는 단점이 있다. 또한, TFT-LCD(Thin Film Transistor-LCD)를 여러 개 겹쳐서 3D를 구현하는 방식^[3]과 OLED(Organic Light-Emitting Diode)를 여러 개 겹쳐서 3D를 구현하는 방식^[4]이 제안되고 있다.

본 논문에서는 무안경식 3D 디스플레이의 제한된 시청 영역을 해결하기 위한 시선 추적 장치를 포함한 이중 계층 패렐랙스 배리어(DLPB: Dual Layer Parallax Barrier) 방식을 제안한다. 제안된 방식은 패렐랙스 배리어의 기존 TN-LCD(Twisted Nematic-LCD) 구조에서 공통된 LC를 공용으로 하는 이중 계층의 ITO(Indium Tin Oxide) 쌍을 추가하였으며, 시선 추적 장치와 결합하여 시청자의 위치가 3D 시야각을 시청자의 위치에 맞도록 변화시킬 수 있는 이중 계층의 패렐랙스 구조를 갖는다. 본 논문에서 제안된 방식은 기존에 제안된 방식에서 발생하는 세그먼트 사이의 틈에서 발생하는 빛 누설을 없애는 동시에 간단한 스위칭 회로로 동작이 가능한 장점을 가진다. 최종적으로 본 논문에서 제안된 방식에 따라서, 44 시점을 지원하는 이중 계층 패렐랙스 배리어 프로토타입 시스템을 구현하였으며, 이를 통해 시청 영역에 자유로운 무안경식 3D 디스플레이의 실질적인 구현 가능성을 제시한다.

II. 이중 계층 패렐랙스 배리어

그림 1은 기존 방식인 단일 계층 패렐랙스 배리어(SLPB: Single Layer Parallax Barrier) 기반의 기존 무안경 입체 디스플레이의 구조와 동작원리를 나타낸 것이다. 그림 1(a)는 전압을 인가하지 않은 정상 상태에서 백색 모드로 동작하는 SLPB의 구조를 나타내고 있으며, 이와 같은 백색 모드 동작에 따라 서로 마주보고 있는 ITO에 AC 전압을 인가하느냐 하지 않느냐에 의해 빛의 차단과 투과가 제어된다. 서로 마주보고 있는 ITO의 겹친 영역 내의 TN-LC에 인가된 전계는 TN-LC의 구조적 배열을 평행이 되도록 만들기 때문에 수직 편광

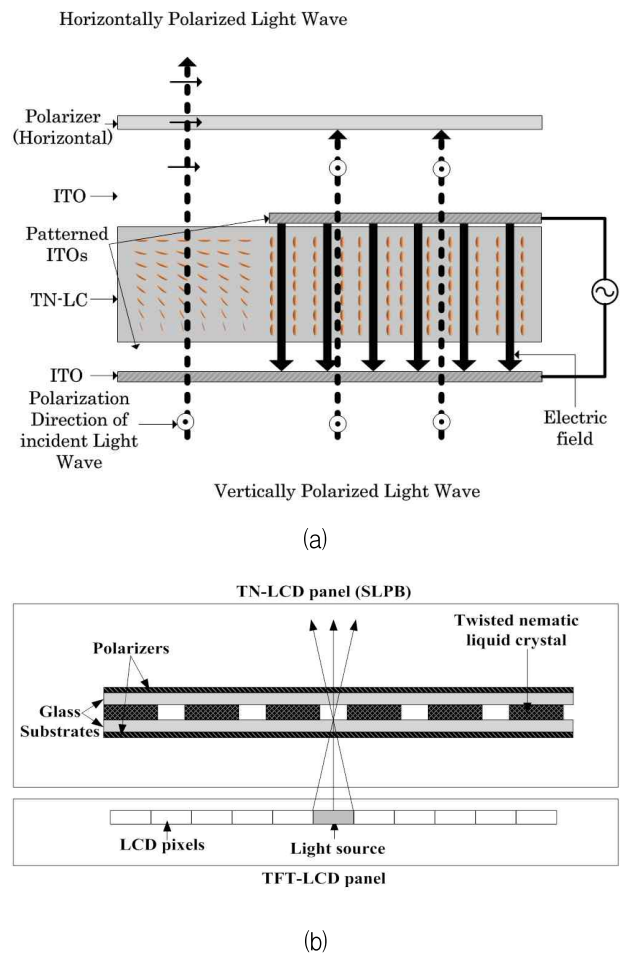


그림 1. SLPB의 구조와 동작원리
Fig. 1. Structure and principle of the SLPB.

된 입사 광파는 TN-LC를 지나면서 편광이 그대로 유지되어 수평 편광 필터에 의해 차단된다. 이와는 반대로 서로 마주보고 있는 ITO의 겹친 영역 외의 TN-LC에 인가된 전계는 0이 되어 TN-LC의 구조적 배열을 수직이 되도록 만들기 때문에 결과적으로 수직 편광된 입사 광파는 90° 틀어져 수평 편광 필터를 통과하게 된다. 이러한 방식으로 그림 1(b)에 나타난 바와 같이 TFT-LCD 패널의 광원으로부터 방출된 빛은 TN-LCD 패널에 의해 형성된 패렐랙스 배리어의 틈을 통과한다. 입체 시청 영역은 패렐랙스 배리어 틈의 폭과 TFT-LCD 픽셀 폭 및 TFT-LCD와 TN-LCD 간 거리의 기하학적 관계에 의해 만들어 지는데, SLPB에서는 TN-LCD 패널에 의해 형성된 패렐랙스 배리어 구조가 고정되므로 입체 시청 영역도 바뀌지 않는다.

1. 제안된 방식의 구조 및 동작원리

그림 2와 그림 3은 제안된 이중 계층 패렐랙스 배리

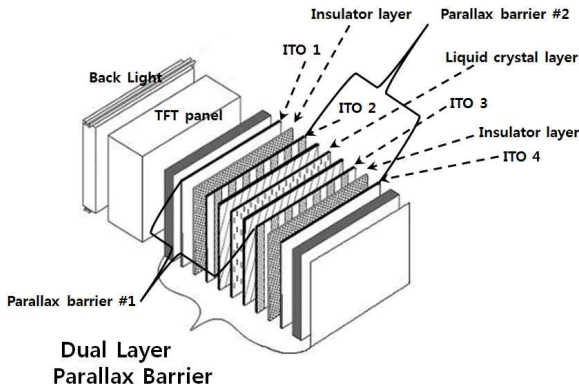
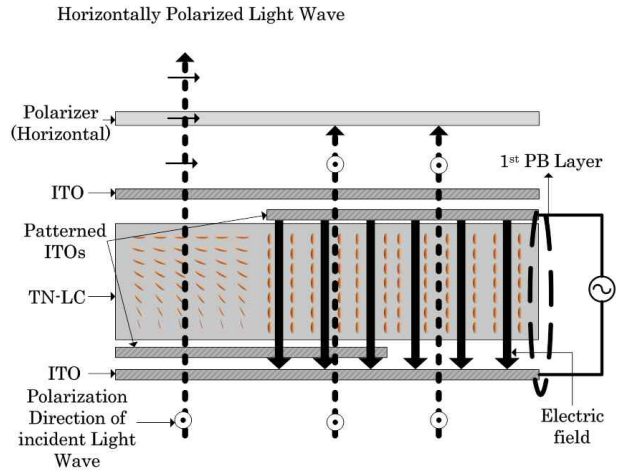


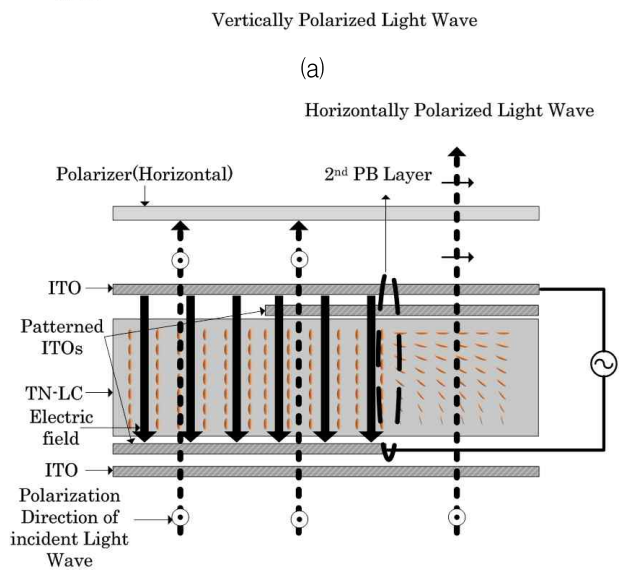
그림 2. 이중 계층 패렐렉스 배리어 구조
Fig. 2. Structure of the DLPB.

어(DLPB) 기반의 무안경 입체 디스플레이의 구조와 동작원리를 나타낸 것이다. 그림 2는 DLPB의 물리적 구조를 나타낸 것으로서 DLPB의 중심부인 공통된 TN-LC를 중심으로 서로 다른 이중의 ITO 쌍이 위치하는 독특한 구조를 띄고 있다. 서로 다른 ITO 쌍에 AC 전압을 교번시켜 인가하면 패렐렉스 배리어의 틈의 위치가 바뀌게 된다. 그림 3(a)와 3(b)를 살펴보면 아래 위의 ITO 쌍에 전압을 인가함으로써 좌우측 틈으로 수직 편광된 입사 광파가 통과됨을 알 수 있다. 이러한 효과로 인하여 전자적인 스위칭에 의해 서로 다른 빔 형성 영역을 가변시키는 이중 계층 패렐렉스 배리어가 생성된다. 따라서 그림 3(c)에 나타난 바와 같이 DLPB 방식은 실선과 점선으로 표시된 두 개의 광선 중 하나는 존재하게 되며 전자적인 스위칭에 의해 제어가 가능하므로 결과적으로 TN-LC에 의해 형성된 패렐렉스 배리어 슬릿의 위치를 바꿀 수 있다. 이것은 시청자의 위치에 따라 시청 영역을 제어할 수 있는 것을 의미한다.

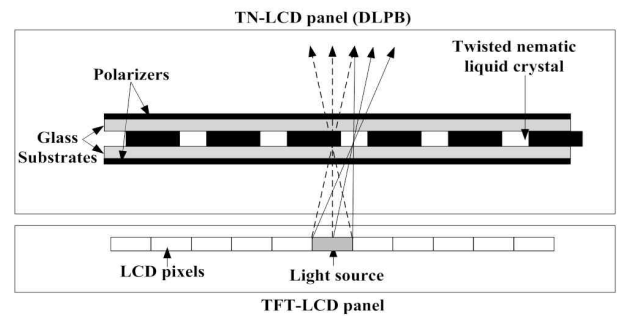
TN-LC에 의해 형성된 패렐렉스 배리어의 슬릿을 물리적으로 이동시키는 방법 외에도 시청 영역을 이동시키는 간단한 방법으로는 좌우 영상을 반전시켜 렌더링하는 방법이 있다. 즉, 두 눈이 반대의 영상을 바라보는(좌안은 우영상을 바라보고 우안은 좌영상을 바라보는) 입체 영역 또는 위체(pseudoscopic) 영역에서 우선(右先) 인터레이스 영상 렌더링 또는 좌선(左先) 인터레이스 영상 렌더링을 사용한다. 만약 시청자의 시선이 위체 영역에 위치하면 좌우 반전 렌더링에 의해 좌우 반전된 영상이 다시 좌우 반전되어 원래대로 좌우 영상을 볼 수 있게 된다. 이러한 방식으로 렌더링 순서를 제어함으로써 시청 영역이 움직이는 효과를 쉽게 얻을 수 있다. DLPB를 스위칭하는 두 가지 경우와 렌더링 순서



(a)



(b)



(c)

그림 3. DLPB의 동작원리
Fig. 3. Principle of the DLPB.

의 두 가지 경우를 결합함으로써 그림 4와 같이 4 개의 서로 다른 시청 영역을 생성하는 4 개의 서로 다른 빔 형성 상태(Beam Forming State)를 만들 수 있다. 표 1에 빔 형성 상태에 따른 영상 렌더링 순서와 DLPB 스

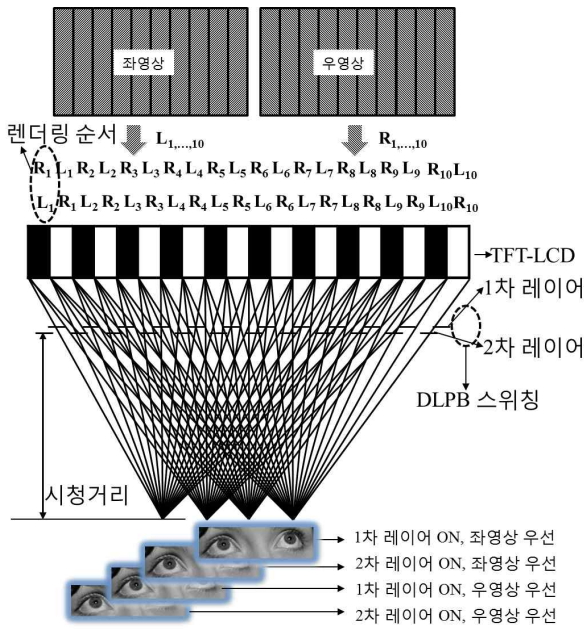


그림 4. DLPB의 동작
Fig. 4. Operation of the DLPB.

표 1. 빔 형성 상태에 따른 영상 렌더링 순서 및 DLPB 스위칭

Table 1. Image rendering order and DLPB switching according to beam forming states.

빔 형성 상태	렌더링 순서	DLPB 스위칭	
		1 st 계층	2 nd 계층
1	좌영상 우선	ON	OFF
2	좌영상 우선	OFF	ON
3	우영상 우선	ON	OFF
4	우영상 우선	OFF	ON

위치를 간략하게 정리하였다. 빔 형성 상태는 주기성을 갖기 때문에 동일한 시청 거리에서 시청자가 수평 방향을 따라 왼쪽으로 움직일 때는 1 번 빔 형성 상태의 다음 상태는 4 번 빔 형성 상태가 되고, 시청자가 오른쪽으로 움직일 때는 4 번 빔 형성 상태의 다음 상태는 1 번 빔 형성 상태가 된다. DLPB의 핵심 개념은 4 개의 빔 형성 상태의 주기적인 특성으로 인해 자연스럽게 변화될 수 있는 시청 영역을 제공할 수 있다는 것이다.

2. 설계

그림 5는 2 개의 ITO 쌍을 갖고 이중 계층 패렐렉스 배리어를 형성하는 제안된 DLPB의 구조와 설계 파라미터를 나타낸 것이다. 설계 파라미터는 PB 계층 간의 오프셋 변위인 w_{offset} 을 제외하고는 기존의 패렐렉스 배리어의 파라미터와 동일하다. 시청 영역 간 동일한 간

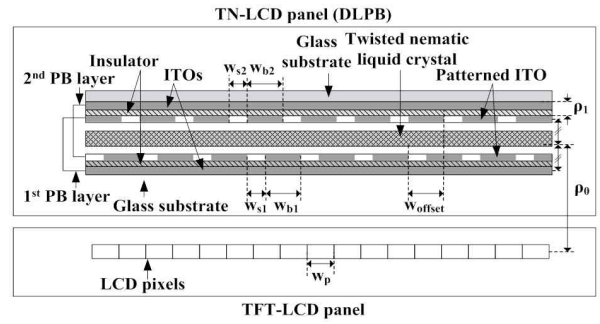


그림 5. DLPB 구조와 설계 파라미터
Fig. 5. Structure of the DLPB with design parameters.

격을 유지하기 위해 w_{offset} 은 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

$$w_{offset} \approx \frac{w_{b1} + w_{s1}}{4} \quad r \gg \rho_0 \gg \rho_1, \quad (1)$$

여기서 $w_{b1}, w_{s1}, w_b, r, \rho_0, \rho_1$ 은 각각 첫 번째 PB 계층의 차단 폭, 첫 번째 PB 계층의 슬릿 폭, 시청 거리, TFT-LCD와 첫 번째 PB 계층 간 거리, 첫 번째 PB 계층과 두 번째 PB 계층 간 거리를 나타낸다. 그리고, 그림 5에서 w_b, w_{b2}, w_{s2} 는 각각 LCD 픽셀위치, 두 번째 PB 계층의 차단폭, 두 번째 PB 계층의 슬릿폭을 나타낸다.

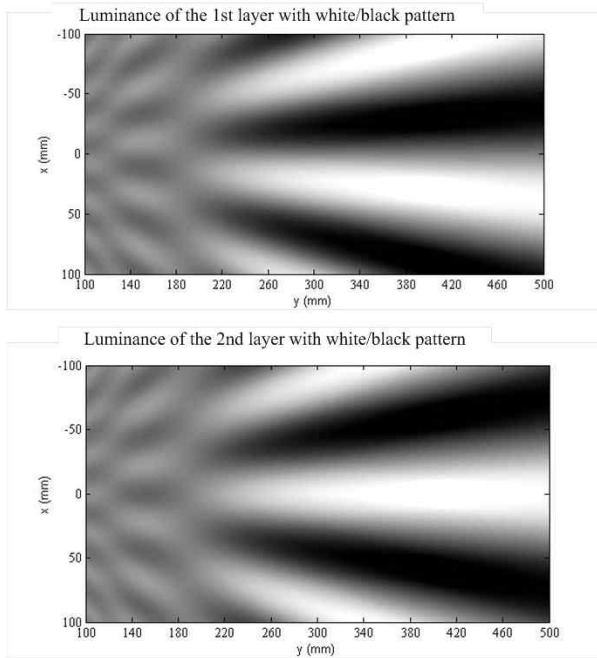
III. 실험

1. 모의실험 결과

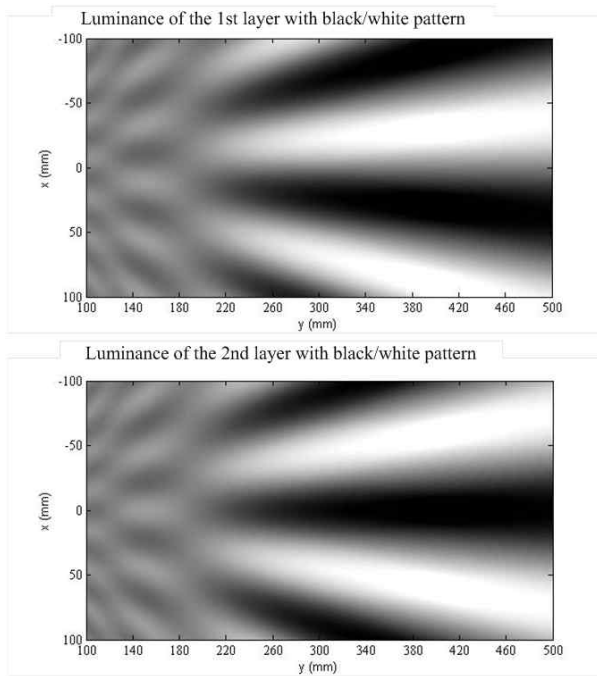
본 절에서는 제안된 방식인 DLPB의 유효성을 컴퓨터 모의실험을 통하여 검증하기 위해 표 2와 같은 설계

표 2. DLPB 시스템의 설계 파라미터
Table 2. Design parameters used for the prototype DLPB system.

	설계 파라미터	수치 (mm)
TFT-LCD (Samsung LMS480KF01)	w_p	0.12975
1stPBlayer	w_{s1}	0.08632
	w_{b1}	0.17262
	ρ_0	0.86300
2ndPBlayer	w_{s2}	0.08632
	w_{b2}	0.17262
	ρ_1	0.00700
DLPB	w_{offset}	0.06474



(a)



(b)

그림 6. DLPB의 모의실험 결과
Fig. 6. Simulation results of the DLPB.

파라미터를 적용하였다. 모의실험 방법은 기존의 패렐렉스 배리어 방식의 모의실험을 위하여 Montgomery가 제안한 Soft Edge Barrier Fresnel(SEBF) 모델을 적용하였다^[5~6].

그림 6은 제안한 DLPB 방식의 4가지 빔 형성 상태

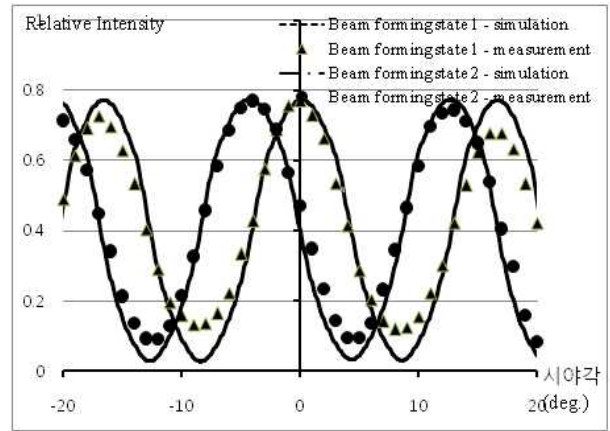


그림 7. DLPB의 모의 실험 결과와 측정 결과의 비교
Fig. 7. Comparison with simulation result and experimental result.

에 대한 모의실험 결과를 보여준다. 그림 6(a)는 좌영상을 백색으로 우영상을 흑색으로 구성 하였을 경우에 백색인 좌영상이 DLPB를 통하여 확산되는 빛의 패턴에 대한 모의실험 결과이다. 그림 6(b)는 좌영상을 흑색으로 우영상을 백색으로 구성 하였을 경우에 백색인 우영상이 DLPB를 통하여 확산되는 빛의 패턴에 대한 모의 실험 결과이다. 그림 6의 모의실험 결과에서 보듯이 좌우 영상에 대한 빔 형상이 4가지 경우에 대하여 이동하는 것을 확인할 수 있었다. 그림 7은 시청 거리 40 cm에서의 DLPB의 모의실험 결과와 측정 결과를 비교한 것이며, 상대적인 광도에 대하여는 오차를 가지지만 시야각 이동에 따르는 광도의 주기는 모의실험 결과와 일치함을 확인할 수 있었다.

2. 이중 계층 패렐렉스 배리어 구현 결과

DLPB 방식의 유효성을 검증하기 위하여 스위칭이 가능한 이중 계층의 TN-LCD와 시선 추적기로 구성된 프로토타입의 DLPB 시스템을 구현하였다. 그림 8에서 보듯이 시선 추적기는 영상을 획득하기 위해 비디오 카메라를 이용하며, 시선이 응시하는 방향과 디스플레이 패널에 투영된 방향 사이의 각을 계산하는데 사용된다. 시선 추적기의 제어 신호에 따라 이중 계층 TN-LCD는 전기적인 아날로그 스위치에 의해 빔 형성 상태를 적절하게 변경하여 시청 영역을 바꿀 수 있다. 그림 9에 나타난 바와 같이 프로토타입 DLPB 시스템은 4.8인치 스크린을 7개의 시청 영역으로 나누어 WVGA 해상도를 갖는 44개 시점의 콘텐츠를 하나의 시청 영역 당 6-7개의 시점 콘텐츠를 재현하여 29.394°의 수평 시

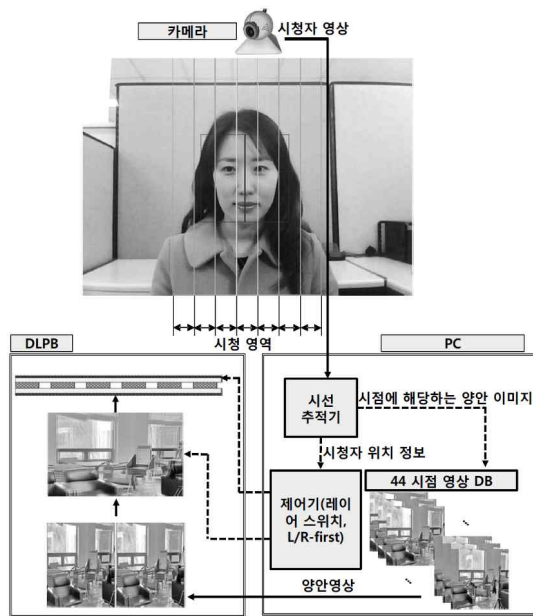
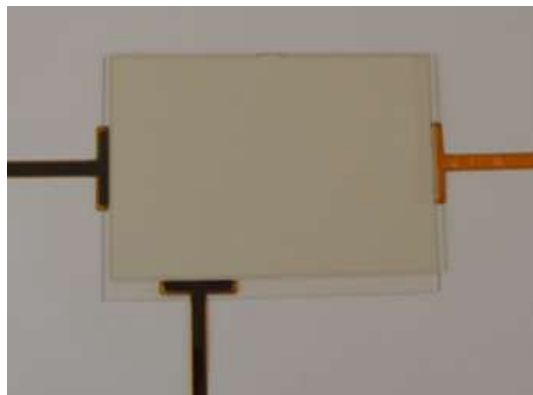


그림 8. DLPB 시스템의 구성도
 Fig. 8. Block diagram of the prototype of the DLPB system.



(a) DLPB 샘플



(b) DLPB 시스템 구성

그림 9. 구현된 프로토타입 DLPB 시스템
 Fig. 9. An implemented prototype of the DLPB system.

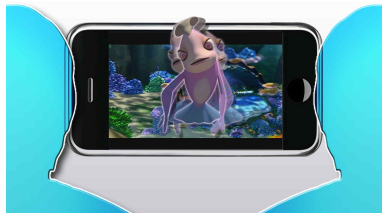
야각을 갖는다. 빔 형상 상태에 따른 시청 영역 경계의 문턱값은 각각 -14.697° , -10.611° , -6.413° , -2.146° , 2.146° , 6.413° , 10.611° , 14.697° 이며 이러한 문턱값은 제 어기가 시청 영역을 결정하는데 중요한 정보가 된다. 따라서 제안된 방식에 의해 29.394°의 시야각 범위 내의 임의의 위치에서 자유롭게 입체 영상을 시청할 수 있게 된다. 하지만 구현된 DLPB 시스템에서는 0.55°의 낮은 CM(Continuity Margin) 값으로 인하여 허용 한계가 충분하지 못하므로 시선 추적기 오류와 시스템 지연에 의해 시청 영역 경계에서 화면이 깜박이는 현상이 발생하였다. 따라서 향후에는 화면의 깜박이는 현상을 줄이기 위하여 종횡비 조정과 시선 추적 알고리즘 최적화 및 시스템 인터페이스 향상 기술에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

IV. 응용분야

본 논문에서는 이중 계층 패렐랙스 배리어 3D 디스플레이를 제안하였다. 제안된 방식의 디스플레이는 3D 휴대폰, 3D 태블릿 PC를 이용한 게임, 3D 비디오 서비스 등 다양한 개인형 3D 콘텐츠 서비스에 응용될 수 있다. 특히 사용자는 시선 추적 기술에 의해 자신의 움직임에 연동되어 여러 시점의 3D 입체 콘텐츠를 실시간으로 감상할 수 있으므로, 기존의 무안경 3D 디스플레이에 비해 시청 위치의 제약을 받지 않고 보다 자연스럽게 3D 콘텐츠를 즐길 수 있는 장점이 있다. 이러한 3D 콘텐츠의 실시간 렌더링을 구현하기 위한 기술에는 여러 가지가 있을 수 있으나, 본 논문에서는 게임 개발에 많이 사용되는 게임 엔진을 이용한 기법에 대해 설명하기로 한다.

게임 엔진은 게임 개발을 위해 설계된 미들웨어로서 2D/3D 그래픽 렌더러, 충돌 검출기, 장면 그래프 등과 같이 게임 개발을 위한 공통 요소들을 포함하고 있다. 게임 엔진을 사용하면, 3D 효과를 제공하는 게임의 고화질 실시간 렌더링이 가능하고, 게임 개발에 있어서의 편의성이 제공되며, OpenGL ES나 Direct X^[7]와 같은 하위 레벨(low level) API(Application Programming Interface)를 사용할 때보다 개발한 게임을 다중 플랫폼(platform)에서 사용할 수 있는 측면에서 유리하다.

널리 쓰이는 상용 게임 엔진으로는 Epic Games 사의 Unreal 엔진^[8]과 Unit Technology사의 Unity3D^[9]엔진이 대표적이다. 먼저 Unreal 엔진은 고품질의 PC 기반



(a)



(b)

그림 10. 이중 계층 패렐렉스 배리어의 응용 예 (a) 시청자 위치에 따른 시점이 다른 스테레오 3D 영상 렌더링 (b) 동작인식 모듈에 의한 3D 확대/축소 (출처: LG 옵티머스 3D 홍보 동영상¹⁰⁾)

Fig. 10. Application examples of DLPB (a) Rendering different stereoscopic views (b) Zoom in/out of 3D contents on mobile 3D devices (Images are captured from LG optimus 3D promotion video).

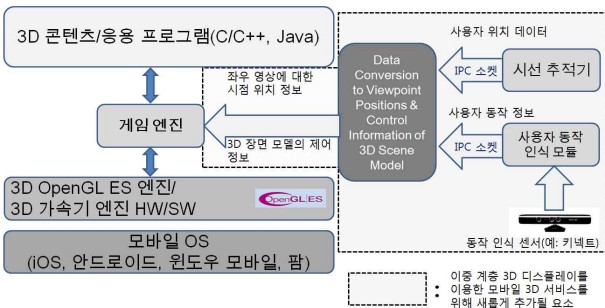


그림 11. 게임 엔진 기반 모바일 3D 그래픽 플랫폼 및 제안된 이중 계층 모바일 3D 서비스 시스템의 구조

Fig. 11. Architecture of game engine-based mobile 3D graphic platform and structure of DLPB-based stereoscopic 3D contents service system.

게임 엔진 수준으로 모바일 단말에서 고품질의 3D 그래픽 품질을 제공하며, Apple 사의 iOS 및 Google 사의 Android 플랫폼을 모두 지원한다. 이밖에도 무상으로 Unreal Development Kit(UDK)를 제공하여 PC 플랫폼에서 모바일 플랫폼으로의 이식을 쉽게 해준다. 다만, 이 엔진의 단점은 좋은 성능을 위해서는 고사양의 모바일 플랫폼을 요구한다는 것이다.

다음으로 Unity3D 엔진은 Unreal 엔진에 비해 상대

적으로 저렴한 가격에 고품질의 3D 그래픽 렌더링을 제공하며, 통합 편집기를 통해 하나의 소스를 다양한 플랫폼에 적용 가능하도록 해준다. 따라서 Unity3D 엔진이 Unreal 엔진에 비해 상대적으로 저렴한 가격으로 거의 동등한 수준의 3D 그래픽 품질을 제공할 수 있으므로, 중소기업이나 개인 개발자들에게 선호되고 있다.

이렇게 게임 엔진이 선택되면, 이를 기반으로 시청자의 시선 추적기와 게임 엔진 간 인터페이스를 통해 시청자의 추적된 위치데이터는 렌더링할 3D 모델의 좌우 시점 위치로 변환된다. 이렇게 함으로써 그림 10(a)와 같이 시청자의 위치에 맞는 스테레오 영상을 시청자에게 제공할 수 있게 된다.

또 다른 확장으로는 MS 사의 Kinect 카메라와 같은 사용자의 동작(Gesture) 인식 장치와 연동한 3D 콘텐츠의 조작 인터페이스를 들 수 있다. 예를 들어 시청자가 손으로 3D 영상을 앞으로 끌어내는 동작이나, 손가락으로 확대하는 동작을 취하면 그림 10(b)와 같이 동작인식 모듈은 시청자의 동작을 인식하고, 인식된 동작에 따른 3D 영상의 확대 동작을 수행하게 된다. 그림 11은 이러한 동작을 수행하는 게임 엔진 기반 모바일 3D 그래픽 플랫폼 및 제안된 이중 계층 모바일 3D 서비스 시스템의 구조를 나타내고 있다.

이러한 확장에 의해 제안된 이중 계층 패렐렉스 배리어 모바일 3D 디스플레이는 대화형(Interactive) 3D 게임, 대화형 3D 광고, 대화형 3D 가상현실 등의 응용에 활용될 수 있을 것이다. 따라서 모바일 3D 서비스에 있어서 기존 서비스와 차별되는, 시청자의 인터랙션이 추가된 새로운 모바일 3D 서비스의 제공이 가능할 것이다.

V. 결 론

본 논문에서는 무안경식 3D 디스플레이의 제한된 시청 영역을 해결하기 위한 시선 추적 장치를 포함한 이중 계층 패렐렉스 배리어 방식을 제안하였다. 제안된 방식은 패렐렉스 배리어의 기존 TN-LCD 구조에서 공통된 LC를 공용으로 하는 이중 계층의 ITO 쌍을 추가하였으며, 시점 추적 장치와 결합하여 시청자의 위치가 3D 시야각 범위에 존재하지 않아도 자동으로 3D 시야각을 시청자의 위치에 맞도록 변화 시킬 수 있는 이중 계층의 패렐렉스 구조를 갖는다. 제안된 방식에 대한 모의실험 및 실측을 통하여 기본 동작에 대하여 검증

하였다. 또한, 44 시점을 지원하는 이중 계층 패럴랙스 배리어 프로토타입 시스템을 구현하였으며, 이를 통해 시청 영역에 자유로운 무안경식 3D 디스플레이의 실질적인 구현 가능성을 제시하였다. 또한, 제안된 이중 계층 패럴랙스 배리어 방식의 응용 분야로 게임 엔진 기반 모바일 3D 그래픽 플랫폼을 부가적으로 소개하였다.

참 고 문 헌

- [1] L. Hill, and A. Jacobs, "3-D Liquid Crystal Displays and Their Applications," *Proceedings of the IEEE*, vol. 94, pp. 575-590 (2006).
- [2] S. Yi, H. Chae, and S. Lee, "Moving Parallax Barrier Design for Eye-Tracking Auto-stereoscopic Displays," in *2008 Proc. 3DTV Conf.*, pp. 165-168 (2008).
- [3] H. Gotoda, "A multiplayer liquid crystal display for autostereoscopic 3D viewing," *Proc. of SPIE-IS&T Electronic Imaging*, SPIE Vol. 7524, 75240P (2010).
- [4] <http://www.oled-display.net/apple-multilayer-3d-transparent-oled-patent-published>
- [5] GJ Woodgate, J. Harrold, AMS Javobs, RR Moseley, D Ezra, "Flat Panel Autostereoscopic Display-Characterisation and enhancement," *Proc. SPIE*, vol. 3957 (2000).
- [6] D. J. Montgomery, G. J. Woodgate, A. Jacobs, J. Harrold, D. Ezra, "Analysis of the performance of a flat panel display system convertible between 2D and autostereoscopic 3D modes," *Proc. SPIE*, vol. 4297 (2001).
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Game_engine
- [8] [http://www.thisisgame.com/board/view.php?id=105939 & category=115](http://www.thisisgame.com/board/view.php?id=105939&category=115)
- [9] http://unity3dschool.com/engine/engine_01.php?sub_page=1
- [10] <http://www.youtube.com/watch?v=nuFqhbnCrgc>

저 자 소 개



이 현(정회원)
 1993년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1996년 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과 석사 졸업.
 1999년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 <주관심분야 : 3D 신호 처리, 무안경 3D 디스플레이>



이 응 돈(정회원)
 1994년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1996년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업.
 2009년 충남대학교 정보통신공학과 박사 졸업.
 1999년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 <주관심분야 : 실감 방송 시스템 기술, 다시점 디스플레이 시역확장 기술>



엄 기 문(정회원)
 1991년 서강대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1993년 서강대학교 전자공학과 석사 졸업.
 1998년 서강대학교 전자공학과 박사 졸업.
 2000년~현재 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원
 2001년~2002년 캐나다 CRC(Communications Research Center) 방문연구원
 <주관심분야 : 다시점 3DTV, 휴먼팩터, 컴퓨터 비전>



정 원 식(정회원)
 1992년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1994년 경북대학교 대학원 전자공학과 석사 졸업.
 2000년 경북대학교 대학원 전자공학과 박사 졸업.
 2000년 5월~현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부실감방송시스템연구팀장/책임연구원
 <주관심분야 : 3DTV 방송시스템, 모바일 방송, 영상처리 및 압축, MPEG 등>



이 성 중(정회원)
 1980년 충북대학교 물리교육과 학사 졸업.
 1981년~1988년 삼성전자 종합연구소, 삼성종합기술원 레이저 응용연구 개발.
 2003년~현재 파버나인코리아 연구소장.
 <주관심분야 : 3D 디스플레이, 레이저 응용연구, 광학 설계>