

초다시점(SMV) 3D 디스플레이의 소개

김성규

한국과학기술연구원

요약

현재 3D 디스플레이는 입체 영화의 흥행 성공으로 안경식 3DTV 및 3D 모니터 등으로 국내 디스플레이 대기업들이 세계적으로 선도하는 상황에 있다. 그러나 안경 착용의 불편함 그리고 눈의 피로현상 등의 문제로 진정한 3D 디스플레이의 대중적 상용화를 위한 기술 발전이 더 필요한 상황이다. 본 고에서는 이러한 핵심 문제점들을 최소화할 가능성을 갖는 초다시점 기술에 대하여 그 기술의 개념 및 발전과 현재 상황 그리고 핵심 연구 주제 등에 대하여 기술한다.

I. 서론

특수 안경 착용의 불편함을 해결할 수 있는 방식이 무안경식 3D 표시 기술이며, 무안경식 3D 디스플레이는 크게 현재 상용화가 다수 시도되고 있는 다시점 방식과 다시점 방식의 문제점을 개선할 수 있는 집적 영상 기술 그리고 초다시점 방식 등이 있고, 더 나아가서는 궁극적 3D 디스플레이라 볼 수 있는 홀로그래피 방식의 3D 디스플레이가 있다.

우선 다시점 3D 디스플레이의 경우 상용화에 가장 많이 사용되는 방식이 시차 장벽 방식과 렌티큘라 방식이 있다. 이러한 다시점 방식의 경우 주로 고해상도 평판 디스플레이에 광학판을 부착하는 방법을 사용하지만 시점 수에 따른 해상도 저하, 시점간 크로스토크 발생으로 인한 3D 화질 저하, 해상도 문제에 따른 시점 수 제한으로 발생하는 좁은 시역의 문제 그리고 안경식과 동일하게 눈의 피로현상 문제 등이 있다. 이러한 문제들 중에 최근 들어 눈의 피로현상 문제를 제외한 다른 문제들을 관찰자 추적 방식을 적용함으로써 1인용 목적에 한해서는 근본적 문제 해결 방법들이 개발되고 있다. 그러나 다수가 사용하는 환경 및 눈의 피로현상과 같은 문제는 여전히 해결하기 어려운 문제로 남고 있다. 이러한 추가 문제들은 시점수를 증가 시키고 동공내에 다수의 시차영상을 제공하는 방법을 고안함으로써 해

결할 수 있는 가능성이 있다. 일본 TAO에서 이러한 제안을 하였고 그 후에 여러 연구가 진행되었다. TAO에서 제안한 방식은 초다안(超多眼) 또는 초다시점(SMV; Super Multi-View)로 명명되었다. 이 기술은 이후 동경농공대의 Takai 교수팀에서 추가적인 기술의 발전을 진행하였고 한국의 KIST에서 초다시점 조건에 대한 연구를 진행하고 있다. 초다시점은 아니지만 다시점에 비하여 많은 시점수를 제공함으로써 다수인에게 적용가능하고 자연스러운 운동시차를 제공할 수 있는 무안경 기술들이 개발되어 오고 있다.

기본적으로 초다시점 기술은 다시점 방식과 많은 부분 유사한 특성을 갖고 있으므로 다시점의 광학적 중요 문제들이 초다시점에서도 존재한다. 따라서 우선적으로 다시점의 광학적 문제를 살펴보고 초다시점에서의 경우를 추가적으로 검토한다.

본 고에서는 초다시점의 기본 개념과 간략한 개발 이력과 현재의 연구 동향을 소개하고, 초다시점 3D 기술의 개발에 있어서 핵심 문제로 파악되고 있는 내용에 대하여 언급한다.

II. 초다시점의 개념 및 연구 동향

1. 초다시점의 개념 [1~4]

초다시점은 명칭상으로는 다시점의 개념에서 시점수를 증가시키는 의미를 내포한다. 초다시점에서 이루고자 하는 것이 크게 두 가지가 있다고 보여진다. 그 첫 목적은 초다시점 명칭대로 시점수를 증가시켜 3D 관찰 시역을 증가시키거나 시점간 간격을 좁게하여 자연스러운 운동시차를 제공하는 것으로 두 효과를 모두 보여주기 위해서는 보다 많은 시점수를 제공할 필요가 있다. 이러한 첫 목적은 다시점의 단순 확장 개념으로도 이해할 수 있다. 두 번째 목적은 다시점 개념과는 다소 다른 의미를 갖는다. <그림 1>에서와 같이 동공의 직경이내에 두 개 이상의 시점 영상을 제공할 수 있도록 광학적 시역을 형성하는 것이다. 이러한 조건을 만족시키면 상기 첫 번째 목적을 자연스럽게 어느정도 만족시킴과 동시에 단안의 초점 조절에 대한 정보를 제

공할 수 있다는 것이다. 이러한 단안 조절 정보 제공의 가능성은 3차원 디스플레이의 근본적 문제인 눈의 피로현상을 최소화시킬 수 있을 것으로 기대된다.

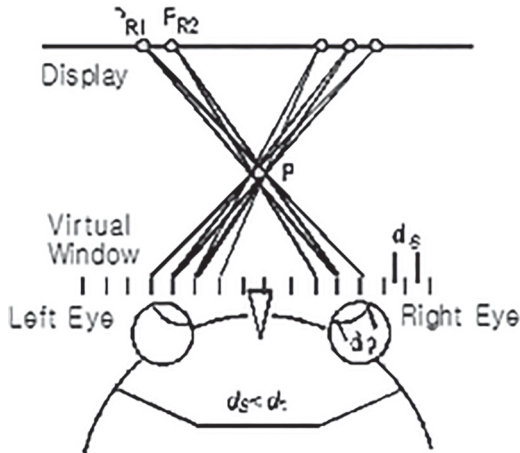


그림 1. 초다시점의 개념

이러한 개념은 일본 TAO(Telecommunication Advancement Organization)에서 진행된 2nd 3D Project에서 고안된 개념이다. 상기 프로젝트는 Advanced 3D Television Project의 명칭으로 1997년 10월부터 2002년 9월에 이르기까지 5년에 걸쳐 10억엔(약 100억원)을 연구비로 사용하였다.

인간의 눈의 동공 경은 2 ~ 8mm 정도인 관계로, 초다시점 조건을 만족하기 위하여는, 좁은 간격에 많은 시차 영상을 표시할 필요가 있다. 예를 들어, 좌우로의 이동 가능한 범위(시역)를 200mm라 하고, 영상을 5mm 간격으로 제시하는 경우, 전체로 보면 40 시점의 시차 영상을 표시하지 않으면 안 된다. 이것의 실현을 위하여 FLA 초다시점 영상 표시 장치를 개발되었다. 우선, 소형 광원으로부터 나온 빛을 좁은 광속으로 정형한다. 그 다음에 다수의 광속을 원호의 위에 나열하고, 전체의 광속이 동일한 한곳에 집중하도록 배치한다. 이런 광원의 어레이(array)를 집속화 광원열(Focused Light Array)이라 부른다.

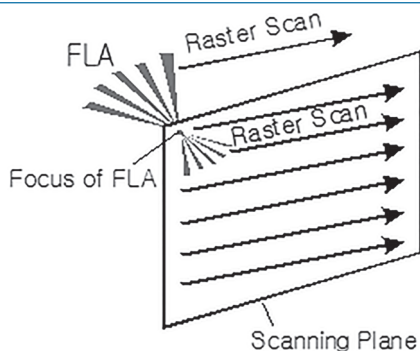


그림 2. FLA를 적용함에 따른 초다시점의 생성

〈그림 2〉에 표시한 것처럼, 이러한 광속들이 CRT의 전자 빔처럼, 고속으로 레스터 주사를 해가면서 각각의 광원의 강도를 조절하여 영상을 묘사한다. 이런 구성의 경우, 광원에 반도체 레이저 등의 소형 광원을 이용하여, 초다시점 조건(즉 좁은 간격에 많은 시차 영상을 표시하는 것)의 만족이 가능하다.

〈그림 3〉은 제작한 FLA 방식의 입체 디스플레이 외관이고, 〈표 1〉은 그 사양이다. 적색의 가시 반도체 레이저를 0.5도 간격으로 45개를 배열하여 전체적으로 22.5도의 FLA를 구성하여, 이것을 매초 30 프레임의 속도로 레스터 주사를 하면서 45 시점의 입체 영상을 표시하였다. 이러한 디스플레이는 입체 안경 등이 없이도, 다수의 시청자가 동시에 볼 수 있고, 부드러운 운동 시차 등과 같은 초다시점의 특징을 실증하였다. 0.5도 간격의 경우 600mm 거리에서 초다시점 영상을 볼 경우 시점간 거리가 약 5mm 정도로 초다시점 영역의 시차영상을 제공할 수 있다.

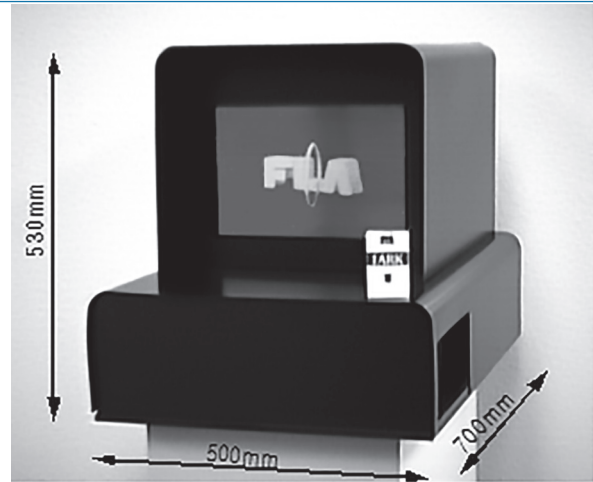


그림 3. 제작된 FLA 단색 초다시점 3차원 영상표시장치

표 1 FLA 초다시점 3차원 표시 장치의 주요 사양

3차원영상의크기	185mm x 125mm x 200mm (X x Y x Z)
시차를제공하는 화소수	400(horizontal) x 400(vertical) x 45(parallax)
화면 갱신률	30 Hz
시차영상간의간격	0.5 도
시역	수평 22.5 도
색상 (wavelength)	적색 (630nm)
시스템 크기	500mm x 530mm x 750mm (X x Y x Z)

일반적 안경식 3D 디스플레이와 다시점 방식의 무안경식 3D 디스플레이에서는 〈그림 4〉에서와 같이 양안으로 공간상의 깊이점(B)를 주시하고자 할 때 양안이 B점을 중심으로 회전하고 (Vergence) 또한 B점을 선명하게 보기위하여 양안 각각의 안구의 수정체 렌즈의 두께를 변화시켜 안구의 망막상에 선명한 상

을 만들고자 하지만 실제로 입체상을 표시하는 빛은 실제 화면의 A점에서 출발하여 실질적으로 망막상에서는 오히려 흐려지는 상을 형성한다. 이러한 문제를 수렴-조절모순 (Vergence-Accommodation Inconsistency Hypothesis)이라 한다. 이는 기존의 입체 표시장치 특유의 강한 시각 피로의 원인이 되고 있음을 시사한다.

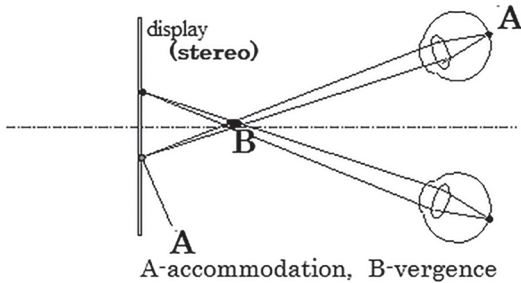


그림 4. 수렴-조절 모순의 상황

TAO 프로젝트에서 개발한 FLA 방식의 초다시점 시스템을 이용하여 상기 수렴-조절 모순에 대한 피험자 실험을 실시하였다. 아래 <그림 5>에서의 중앙 그림인 45개의 시점 영상에 좌안용과 우안용으로 두 개의 영상만을 제공하는 조건과 우측 그림인 45개의 시점 각각에 대하여 45개의 해당 시점 영상을 제공하는 초다시점 조건을 이용하여 단안의 조절 반응을 측정하였다.

Parallax conditions

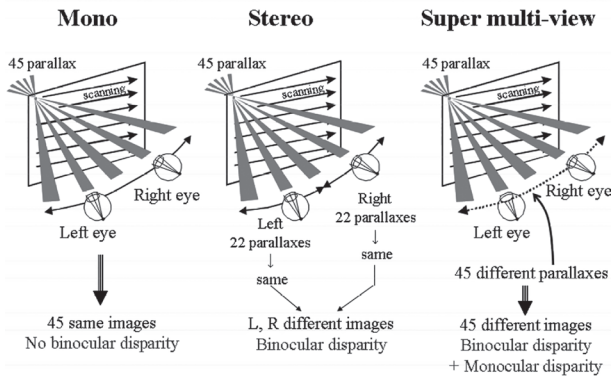


그림 5. 초다시점 시스템에서의 실험 조건

이러한 실험에서 <표 2>에서와 같은 의미 있는 결과를 얻었다. 표에서와 같이 스테레오 영상을 제시한 경우 제시한 깊이와 단안 조절 깊이 측정 값과 의미있는 유사성을 갖는 경우가 1번 이고 초다시점 영상을 제시한 경우 4번으로 보다 그 효과가 좋음을 알 수 있었다. 이러한 결과로부터 초다시점의 조건의 수렴-조절 모순 해결의 가능성이 있음을 부여할 수 있다.

표 2. 스테레오 및 FLA 초다시점 조건에 대한 조절 반응 실험 결과

Stimuli	Session	Distance	Stereo	SMV
Pattern1	Session 1	Near	X	X
		Far	X	○
	Session 2	Near	X	○
		Far	X	○
Pattern2	Session 1	Near	X	X
		Far	○	X
	Session 2	Near	X	X
		Far	X	○

2. 일본에서의 초다시점 기술 연구 동향 [5~8]

초다시점 3D 디스플레이 분야는 일본 동경농공대의 Takaki 교수팀에서 지속적으로 연구를 진행하고 있다. 초기에는 지향성 화상 방식으로 렌즈의 초점평면에 영상을 제공할 광원을 배치하는 방법으로 초다시점을 구현하였다. 그 초기 구현 개념도를 <그림 6>에 두었다.

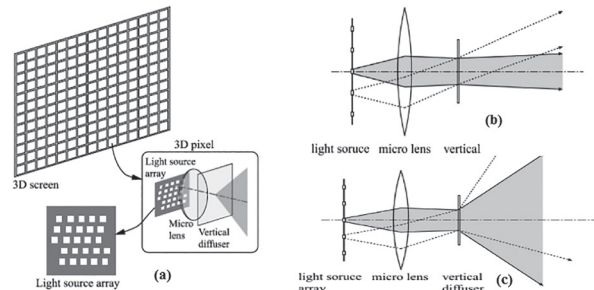


그림 6. 지향성 화상 초다시점 3차원 영상 표시 장치의 기본 원리

<그림 6>의 방식은 고해상도 평판 디스플레이에 적용하여 초다시점을 구현한 예이고, 별도의 투사광학계 128개의 모듈을

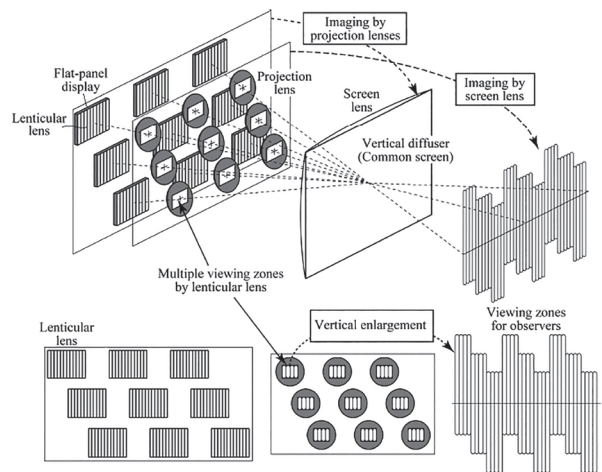


그림 7. 다시점 패널들의 다중 투사를 이용한 초다시점 구현 원리

사용하여 투사광학계 방식의 초다시점을 구현한바가 있다. 더 나아가 2010년에는 <그림 7>에서와 같이 다수의 다시점 패널을 투사하여 시점들이 중첩되게 함으로써 256시점의 초다시점을 구현하였다.

그 다음해에 이르러서는 동공 추적 기술을 적용한다는 전제 하에 평판 패널을 사용하여 16시점을 구현하고 시점간 간격을 2.6mm로 설계하여 동적 초다시점의 기본 원리를 검증하였다. 이러한 초다시점 구현 방식으로 <그림 8>에서와 같이 초다시점의 수평방향 의 깊이별 조절과 초점화 현상을 실험하였다. 그 결과가 패널 기준 앞/뒤로 40mm 정도여서 큰 영역은 아니지만 그 조절의 가능성을 확인할 수 있는 결과이다.

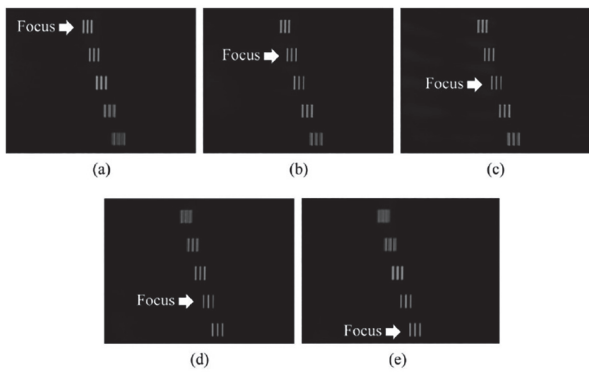


그림 8. 스크린 앞/뒤의 깊이에 대한 초점 조절 결과 (a)-40mm, (b)-20mm, (c)0mm, (d)+20mm, (e)+40mm

3. 한국 KIST에서의 초다시점 관련 연구 동향

3.1 다초점 3D 디스플레이 [9~11]

초다시점의 초기 개념에서 단안의 초점 조절 정보를 제공하는 목적이 있다. 이러한 목적의 가능성을 확인하기 위하여 TAO 프로젝트 및 동경농공대에서 그 가능성을 확인해 왔다. 그러나 일반적 사람의 조절 영역인 약 2m거리까지 조절 정보를 제공한 수준에는 이르지 못하였다. KIST에서는 단안의 초점 조절 정보를 2m거리까지 이르기까지 만족시킬 수 있는 다초점(Multi-Focus) 디스플레이 개념을 개발하였다. 이러한 다초점 조건을 만족하기 위하여는 각각의 시점을 형성하는 영상의 광의 확산 분포각이 큰 영향을 미친다. 이러한 이유로 아래의 <그림 9>에서와 같이 TAO에서 개발한 FLA 방식과 동경농공대의 지향성 초다시점 방식과 고전적 스테레오 디스플레이 그리고 다초점 방식에서 발생할 수 있는 동공에서의 비초점화 현상을 검증하였다. 그 결과로 초다시점이라 할지라도 광학적 영상의 발산각에 따라 그 비초점화 현상이 크게 발생할 수 있음을 확인하였고, 다초점 방식에서는 어떤 조건에서도 사람의 망

막상의 시세포중 가장 작은 직경을 갖는 녹색 원추세포(직경이 1.5micrometer 부근)의 직경보다 작은 1 μ m이하의 비초점화 현상이 발생하였다.

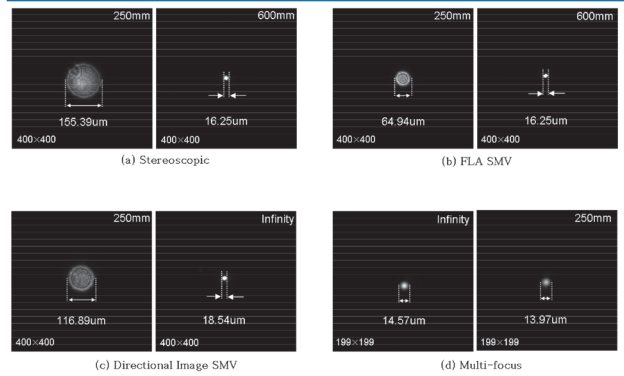


그림 9. 3D 디스플레이 조건별 비초점화 현상

이러한 조건은 좀 더 깊은 연구가 필요하며, 안구의 조절 방향은 수평과 수직 모두 발생하므로 완전시차의 조절 정보가 필요하다. 이러한 완전시차를 제공하는 다초점 3D 디스플레이를 개발하여 안구별로 4시점 또는 2시점의 시점 영상만으로 1.8m까지의 영역까지 다양한 깊이에 조절 정보를 제공할 수 있음을 아래의 <그림 10>과 같이 확인하였다. 이러한 실험을 위한 광학적 조건은 HMD 형태를 적용하였으나 향후 평판 디스플레이 개념까지 확대하여 일반적 영역까지 확대하는 추가 연구가 필요하다.

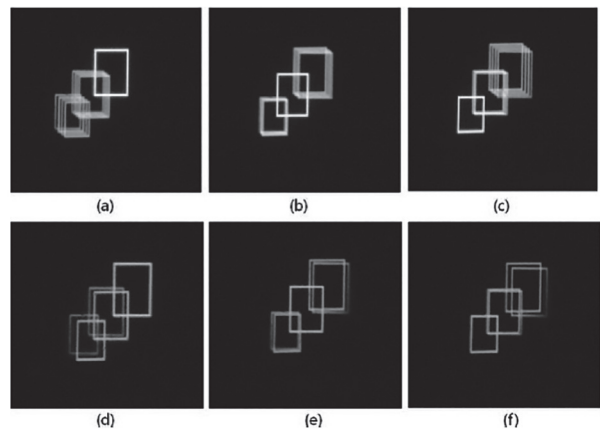


그림 10. 완전시차 다초점 3D 디스플레이 실험결과
4시점 (a)0.25m, (b)0.6m, (c)1.8m 초점 영상
2시점 (d)0.25m, (e)0.6m, (f)1.8m 초점영상

3.2 반응형 초다시점 3D 디스플레이 개발

동경농공대에서 안구추적 기술적용을 전제로 해상도 저하를 최소화시킨 초다시점 기술을 앞에서 소개하였다. KIST에서도 2010년부터 5년간의 계획으로 현재 산업부 산업원천과제로 반

응형 초다시점 기술을 개발하고 있다. 이러한 초다시점 구현 방식도 평판 디스플레이를 적용하여 초다시점 조건을 만족시키지만 해상도 저하를 최소화하기 위하여 30인치 가로방향 2560 해상도의 패널을 적용한 상태에서 단위 40시점 및 단위시점간 4.06mm의 초다시점 조건에서 반응형 동적 조건에서 120시점 이상에 이르기까지 구현할 수 있음을 검증하였다. 이러한 검증 시스템에는 관찰자 얼굴 중심을 추적하는 방식을 사용하였으며 실시간 추적 정보를 반영한 40시점의 실시간 렌더링을 접목한 그 실험적 시스템의 제작 모델을 <그림 11>에 보였다. 이러한 산업원천 과제에서의 반응형 초다시점 3D 디스플레이의 전체 구동 시스템은 2015년 5차년도 과제 종료시까지 단위 시점간 간격 3mm 조건의 동적 200시점 이상의 반응형 초다시점 시스템의 개발을 완료할 계획으로 현재 연구가 진행 중에 있다.

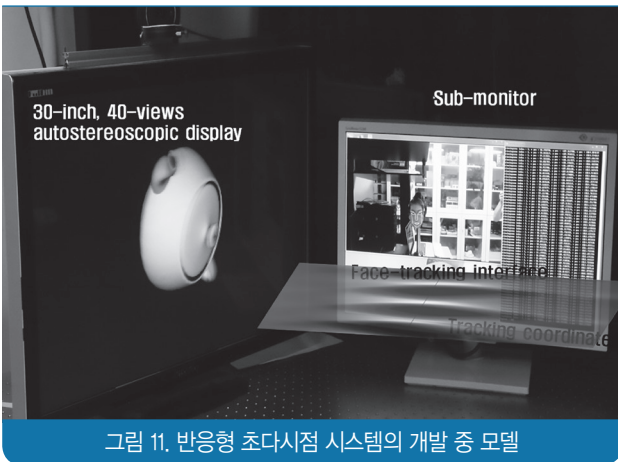


그림 11. 반응형 초다시점 시스템의 개발 중 모델

III. 초다시점의 핵심 문제 및 연구 과제

상기 초다시점의 구현은 여러 가지 방법으로 개발된적이 있고 현재 개발되고 있다. 그러나 이러한 시점의 구현만으로는 초다시점이 초기 목표한 목적을 만족시키기 어렵다. 그 가장 중요한 문제들은 다시점의 문제와 유사하며 더 나아가 초다시점만의 추가 문제들을 해결할 필요가 있다. 따라서 다시점에서 발생하는 핵심 문제를 점검하고 더 나아가 초다시점에서의 핵심 해결 문제 및 연구의 과제를 언급하도록 한다.

1. 다시점 3D 디스플레이에서의 문제 [12]

무안경 방식에서 중요하게 발생하는 문제는

- (1) Crosstalk 및 입체 효과에 노이즈로 작용하는 광학적 현상
- (2) 시점간 이동에 따른 시차 영상의 양자화 현상

- (3) 3D영상을 관찰할 수 있는 시역의 제한 및 시점수 증가에 따른 해상도 저하
- (4) 관찰자 위치 자유도의 제한
- (5) 다수의 관찰자에 대한 고려
- (6) 휴먼팩터 관련 문제들

- 양안 영상 각각의 광학적 특성 차이
- 3차원 영상에서 발생하는 왜곡
- 입체 효과를 높이기 위한 과도한 시차량
- 눈의 조절 정보 미제공에 따른 눈의 피로

등으로 분류할 수 있다. 이러한 분류에 대한 각각의 정의와 의미는 참고논문 [12]에 구체적으로 기술되어 있다.

본 고에서는 3D 영상의 기본적 제공에 가장 큰 문제로 작용되는 Crosstalk 및 입체 효과에 노이즈로 작용하는 광학적 현상과 눈의 피로현상과 관련하여 조절 작용과 관련된 사항만을 언급한다. 다시점의 경우에 한해서 어느 시점의 어느 위치에 해당 시점 영상 이외의 다른 영상이 들어오는 것을 “3차원 영상 노이즈”라 정의한다. 이러한 노이즈는 다시점의 최적 위치에서도 일반적으로 일반적으로 수십%의 노이즈가 발생한다. 그러나 보다 더 중요한 문제는 일반적으로 다시점의 관찰 상황에서는 상기한 바와 같은 최적 위치에 있을 수 없음으로 해서 이보다 큰 노이즈가 발생할 수밖에 없다는 문제이다. 더구나 관찰자 눈의 위치가 이웃하는 두 시점 사이에 존재할 경우 어느 시점을 기준으로 하든 100% 이상의 노이즈가 발생한다. 또한 시차장벽이나 렌티큘라와 같은 주기성 광학판을 이용한 다시점 시역형성의 경우 주시역 이외에 부시역 또한 형성되며 이러한 주시역의 끝 시점과 부시역의 시점 사이에 양안이 존재하면 이러한 상황의 3차원 영상 노이즈는 이전에 기술한 노이즈(Crosstalk)과 다른 차원의 노이즈로 작용한다. 즉, 둘 사이에 영상 섞임 노이즈(Crosstalk)이 전혀 없다고 하여도 시차의 좌우가 바뀌어진 역

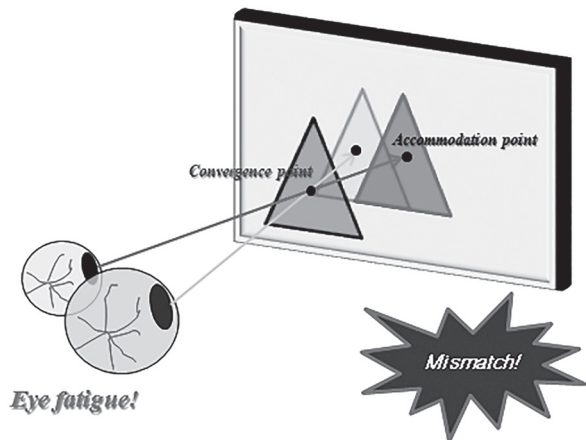


그림 12. 양안 수렴과 단안 조절의 불일치

입체를 보게되어 이 또한 3차원 영상 노이즈로 분류할 필요가 있다. 이러한 상기 3종류의 3차원 영상 노이즈가 있으며 이러한 3종류의 노이즈를 모두 안경 방식 수준으로 낮추어야 상용화를 고려할 수 있게 된다.

눈의 피로현상과 관련하여 가장 중요한 원인으로 분석되고 있는 것이 단안의 조절 자극 부재로 인한 양안 수렴 및 단안 조절 기능 불일치 현상으로 파악되고 있다. 이러한 상황을 <그림 12>에 표시하였다. 이 경우 양안의 수렴과 단안의 깊이 최적 위치의 불일치 문제를 보여준다. 이러한 불일치 현상이 3차원 디스플레이 영상의 눈의 피로현상의 주요 원인으로 파악되고 있다.

앞서 기술한 바와 같이 무안경식 다시점 3D 디스플레이의 경우 다양한 문제를 해결하여야 상용화 수준의 성능을 나타낼 수 있으나, 우선적으로 Crosstalk과 같은 시점영상의 광학적 노이즈 문제와 눈의 피로현상을 극복해야 진정한 대중적 상용화가 시작될 것으로 보여진다.

2. 초다시점 3D 디스플레이에서의 문제

상기 다시점 3D 디스플레이에서 갖는 광학적 노이즈 문제는 초다시점에서도 중요한 문제로 작용하며 각각의 시점 영상이 어느 시점 영역까지 영향을 주느냐와 그 영향의 크기로 인하여 초다시점 3D 영상의 화질을 저하시킬 수 있다. 아래 그림에서와 같이 각각의 시점에 해당하는 광의 분포가 (a)에서와 같이 이웃하는 시점의 외부지역까지만 영향을 주게 하면 초다시점 영상이 선명하게 볼 수 있다. 그러나 (b)에서와 같이 각각의 시점의 광분포가 넓게 퍼짐으로써 다수의 시점에 걸치게 되면 그 크로스토크의 영향으로 3D화질의 저하를 발생시킨다.

또한 동일한 크로스토크 발생을 안구의 초점 조절 입장에서

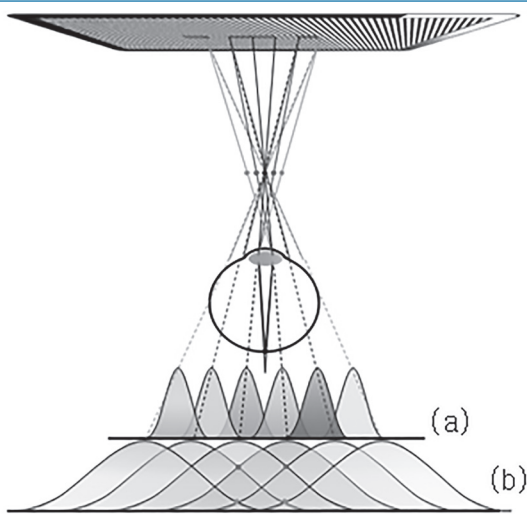


그림 13. 시점영상의 광학적 노이즈(크로스토크)에 의한 재생 3D 점의 흐려짐 현상

검토하면 상기 <그림 13 (a)>에서와 같은 경우에는 수평방향의 경우 각각의 영상이 서로 영향을 주지 않으므로써 깊이 조절이 가능할 수 있는 상황이 될 수 있다. 하지만 <그림 13 (b)>에서와 같이 크로스토크가 넓게 발생하면 해당하지 않는 시점의 영상이 안구에 들어옴으로써 초점 조절 깊이가 부정확해짐으로써 정확한 초점 조절이 불가능해진다.

이러한 문제를 상기 <그림 13 (a)>에서와 같은 시점의 광분포로 어느정도 해결을 할 수 있으나 근본적 문제의 해결을 할 수 없다. 디스플레이면에서 출발하는 초다시점 영상이 안구에 도착할 때 어느정도의 폭을 갖게 되며 그 시점 영상의 퍼짐 각도에 의하여 고유의 초점 깊이를 갖게됨으로써 관찰자 의도에 따른 초점 조절이 어려워 질 수 있다. 이러한 문제는 앞서 기술한 다초점 조건과 TAO의 FLA 방식과 동경농공대의 지향성 조건의 비교에서와 같이 시점 영상을 형성하는 광의 특성에 따라 비초점화 현상이 심각하게 발생할 수 있음을 확인하였다. 따라서 추가로 각각의 시점 영상 및 각 시점 영상의 단위화소별 광학적 특성과 비초점화 조건에 대한 연구가 필요하다. 이러한 기본적 문제들을 해결하여야 상용화를 고려해볼 수 있는 초다시점 3D 디스플레이를 개발 할 수 있다.

IV. 결론 및 고찰

안경식 3차원 디스플레이는 현재 상당부분 상용화되었으며 TV의 고급 모델에서는 기본적으로 3D 기능을 포함하고 있다. 그러나 안경착용의 불편함으로 진정한 상용화는 무안경식 방식의 발전이 있어야 가능할 것으로 보여지며 무안경 다시점 방식으로 특수 목적의 영역에서 당분간 상용화가 진행될 것으로 예상된다. 그러나 광학적 노이즈 문제 및 눈의 피로현상등의 핵심 문제해결을 위하여는 다시점 이상의 새로운 광학적 특성을 제공하는 기술의 개발이 필요하며 그 대표적 후보가 초다시점 기술이다. 이러한 초다시점 기술은 현재에 이르기까지 그 가능성을 검증하기 위한 기초적 시스템들의 개발로 발전되어 왔으며 보다 핵심 문제에 대한 깊이있는 연구들이 필요한 상황이다. 이러한 상황에서 2013년 하순부터 미래부 및 범부처 공동의 Giga Korea 사업에서 초다시점 개발을 지원하기로 하였다. 현시점에서 Giga Korea 사업 지원 환경에서 현재까지 개발된 초다시점의 기본적 특성 검증과 향후 파악된 근본적 문제들의 해결과 추가적 문제들의 분석/해결 등에 대한 연구가 중심으로 진행될 것으로 예상된다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 ‘범부처 Giga KOREA 사업’의 일환으로 수행하였음. [GK13D0200, 실시간 인터랙션을 제공하는 초다시점 단말 기술 개발]

참고 문헌

- [1] Kajiki, Y., Yosikawa, H., Honda, T. "Ocular Accommodation by Super Multi-View Stereogram and 45-View Stereoscopic Display," in Proceedings of The Third International Display Workshops (IDW'96), Vol. 2, pp. 489-492 (1996)
- [2] Y. Kajiki, 김 성규, "초다안 입체 디스플레이", 광학과 기술, 5권 2호, 특집 3차원 영상기술 I, pp. 21~24 (2001).
- [3] K. Susami, 김 성규, 반지은 "3 차원 디스플레이와 시각 응답 초다안 입체 화상에 대한 폭주 · 조절 · 동공반응의 측정", 광학과 기술, 5권 3호 (2001)
- [4] 김성규, "초다시점(SMV) 및 다초점(MF) 3차원 영상 표시 장치의 소개, "한국정보디스플레이학회지, 제8권, 제4호, pp.12-18 (2007).
- [5] Y. Takaki, "Thin-type Natural Three-dimensional Display with 72 Directional Images," Proc. SPIE 5664, pp. 56-63 (2005).
- [6] K. Kikuta and Y. Takaki, "Development of SVAG resolution 128-directional display," Proc. SPIE 6490, 64900U-1~8, (2007).
- [7] Y. Takakki and N. Nago, "Multi-projection of lenticular displays to construct a 256-view super multi-view display," Optics Express, Vol. 18, No. 9, pp. 8824-8835 (2010)
- [8] Y. Takaki, K. Tanaka, and J. Nakamura, "Super multi-view display with a lower resolution flat-panel display," Optics Express, Vol. 19, No. 5, pp. 4129-4139 (2011)
- [9] Dong-Wook Kim, Yong-Moo Kwon, Q-Han Prak, and Sung-Kyu Kim, "Analysis of a head-mounted display-type multifocus display system using a laser scanning method," Optical Engineering, Vol. 50, No. 3, pp. 034006-1~9, (2011)
- [10]. Sung Kyu Kim, Dong Wook Kim, Yong Moo Kwon and Jung Young Son, "Evaluation of monocular depth cue in 3D displays," Optics Express, Vol. 16, No. 26, pp. 21415~21422, (2008)
- [11] Sung-Kyu Kim, Eun-Hee Kim, and Dong-Wook Kim, "Full parallax multifocus three-dimensional display using a slanted light source array," Optical Engineering, Vol 50, No. 11, pp. 1~4 (2011)
- [12] 김성규, "반응형 무안경식 3D 디스플레이 기술," THE KOREAN INFORMATION DISPLAY SOCIETY, 기술특집, 제14권 제3호, ISSN 1975-3667, pp. 12-22 (2013).

약 력



김 성 규

2000년 고려대학교 이학박사
 1999년~2001년 일본 우정성 산하 TAO "3DTV 프로젝트" 해외 초청 연구원
 2001년~현재 한국과학기술연구원 영상미디어연구센터 책임연구원
 2007년~2008년 미국 UIC EVL 방문연구