



미래 디스플레이 기술

권재홍

고려대학교 공과대학 디스플레이 및 나노시스템 연구실
jjkwon@korea.ac.kr

주병권

고려대학교 공과대학 전기전자전파공학부 교수
bkju@korea.ac.kr

1. 기술의 개요
2. 기술의 명세
3. 관련 동향 및 발전 추세
4. 맺음말

1. 기술의 개요

최근 급속한 정보화 기술의 진전으로 언제 어디서나 정보를 접할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅의 시대로 접어들고 있으며, 네트워크 인터넷, 디지털 콘텐츠, 휴대용 정보기기, 멀티미디어, 유무선 통신기술 등이 융합하여 종래 개념으로 정의할 수 없는 새로운 기기로 점점 진화되고 있다. 이러한 전자기기의 진화와 더불어 다양한 정보를 언제 어디서나 전달하는 정보전달 매체로서 외부 충격에 강하며 휴대하기 편하고 경량 박형이면서 임의의 형태로 패널 구현이 가능한 특히 유연하며 종이 처럼 접거나 두루마리의 형태까지도 가능한 디스플레이 개발 필요성이 증대되면서 현재의 유리 기판을 고분자 기판으로 대체한 플렉서블 디스플레이 기술의 중요성이 더욱 부각되고 있는 실정이다. 현재 기존 평면 이미지가 아닌 실제감 있는 3D 입체 영상 느끼게 해주는 3D 입체영상 디스플레이 그리고 1인치 이하의 소형 평판디스플레이 영상을 광학계를 이용하여 40인치 이상으로 확대하는 투사형 디스플레이 등의 형태로 연구 개발이 진행되고 있다. 본 고에서는 미래 디스플레이 기술은 3차원 영상 디스플레이 및 투사형 디스플레이 기술에 대하여 논의하였다.

2. 기술의 명세

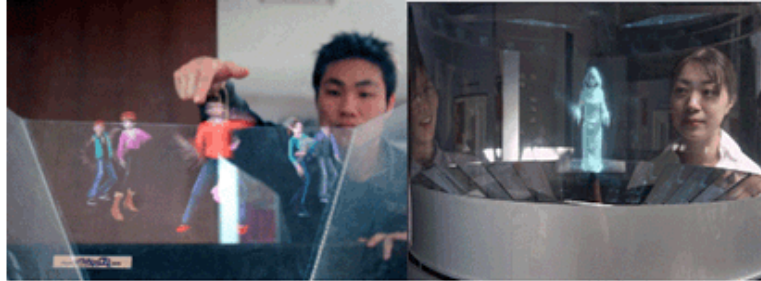
가. 기술 분류/범주

(1) 3차원 입체 영상 디스플레이

3차원 영상 기술은 이미 EXPO 전시관이나 IMAX 영화를 통해 잘 알려져 있는데 여기서 입

* 본 내용과 관련된 사항은 고려대학교 공과대학 전기전자전파공학부 주병권 교수 (☎ 02-3290-3237)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITA의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.



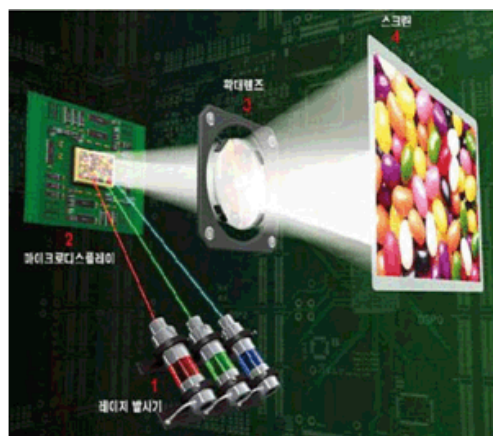
<자료>: asnote.net, 전자신문

(그림 1) 3 차원 입체영상 디스플레이

체감은 두 눈에 투영되는 물체의 좌, 우측 영상의 차이로 인해 나타나며, 두뇌의 합성 과정을 통해 3 차원 영상으로 인식하게 된다. 이는 두 눈이 약 65mm 간격으로 떨어져 위치하고 있어서 서로 약간 다른 두 방향의 영상을 보게 되고, 여기서 양안 시차(Binocular disparity)가 발생하기 때문이다. 기존의 CRT 나 평판 디스플레이는 화면에 2 차원 영상만 표시하므로 물체의 전후 또는 측면의 영상 정보를 보는데 어려움이 있는 반면에 3 차원 디스플레이 기술은 여러 방향의 영상 정보를 동시에 표시함으로써 물체의 깊이 정보뿐만 아니라, 실제 현장에 있는 것과 같은 현실감을 표현하는 특징이 있다. 이러한 3 차원 입체 영상 디스플레이는 입체 표시 방식, 시점(View point), 안경착용 여부, 시스템의 구성, 관찰 조건에 따라 분류될 수 있다.

(2) 마이크로 프로젝션 디스플레이

마이크로 프로젝션 디스플레이(Micro projection display) 혹은 마이크로 디스플레이는 기존



<자료>: WHAT'S NEW 홈테크

(그림 2) 레이저 빔 HDTV

의 CRT 프로젝션 대신 보통 1 인치 이하의 소형 평판 디스플레이 영상을 광학계를 이용하여 40 인치 이상으로 확대하는 투사형 디스플레이 장치를 일컫는다. 픽셀의 밀도가 일반 디스플레이보다 최소 5 배에서 200 배까지도 가능하고 많은 정보량을 작은 영역 내에 구현할 수 있다는 특징이 있다. 마이크로 프로젝션 디스플레이는 적용되는 시스템 혹은 응용 용도에 따라 크게 3-LCD 프로젝션 방식, 칩 DLPTM 프로젝션 방식, 그리고 LOCOS 프로젝션 방식 등으로 분류할 수 있다.

나. 기술 분석

(1) 3차원 입체 영상 디스플레이 분류

3 차원 입체 영상 디스플레이는 <표 1>과 같이 입체표시 방식, 시점(view point), 안경착용 여부, 시스템의 구성, 관찰 조건에 따라 분류할 수 있다. 입체 영상의 인식은 주로 양안 시차에 기인하는데, 양쪽 눈에 서로 다른 각도에서 관찰된 영상이 입력되면 두뇌 작용으로 공간감을 인식하게 된다. 입체 영상 디스플레이는 영상 인식 정도에 따라 2 종류로 분류되며, 2 안방식(stereoscopic display)과 3 차원 방식(volumetric display)이 있다. 2 안 방식은 (그림 3)에서 분류된 바와 같이 양안 시차를 이용한 것으로 관찰자가 별도의 안경착용 여부에 따라 안경식의 편광 방식과 시분할 방식과, 비안경식의 parallax barrier 방식과 lenticular 방식 등이 있다. 전자는 기존 디스플레이를 활용하여 가능하지만 별도의 편광 또는 액정서터 안경을 착용해야 하고, 3 차원 방식은 기존 디스플레이에 각각 image splitter 와 cylindrical lens array 가 결합된 구조로 관찰 범위가 고정되어 소수인원(1 인 또는 수 명 정도)에 한정되지만 별도의 안경을 착용하지 않는 특징이 있어 2 안방식보다는 실용성이 있다.

<표 1> 3차원 입체 디스플레이 방식

구분	방식	안경착용	Color	동화상	대면적	다수관람	시야각	시점이동
Stereoscopic display	Box 방식	X	O	O	X	X	X	X
	Anaglyph 식	O	X	O	O	O	O	X
	편광안경식	O	O	O	O	O	O	X
	시분할식	O	O	O	O	△-O	O	X
	2안 lenticular 식	X	O	O	O	X	X	X
Volumetric Display	다안 lenticular 식	X	O	O	O	X-△	△	△
	Integral photography	X	O	O	O	X-△	O	O
	깊이표본화식	X	O	O	△	△	O	O
	Holography	X	X-O	X-O	△	O	O	O

(O: 필요/가능; X: 불필요/불가능)



(그림 3) 입안식 입체 영상 디스플레이 분류

(2) 마이크로 프로젝션 디스플레이 분류

마이크로 프로젝션 디스플레이 관련 프로젝션 대한 연구는 많은 연구가 진행되고 있으며 그 중 대표적인 3-LCD, 칩 DLPTM, 그리고 LOCOS 프로젝션 디스플레이로 구분하고자 한다. 먼저, 3-LCD 기술은 현재 세계에서 가장 폭넓게 사용되고 있는 방식으로, 최초 일본의 세이코 엘슨사에서 개발되어 지금의 초소형 모바일 프로젝터라는 제품군을 지구상에 탄생시켰고, 아직도 초소형 프로젝션 기술의 중추적인 역할을 하고 있다. 칩 DLP™는 미국 TI 에서 개발한 방식의

<표 2> 프로젝션 방식별 비교

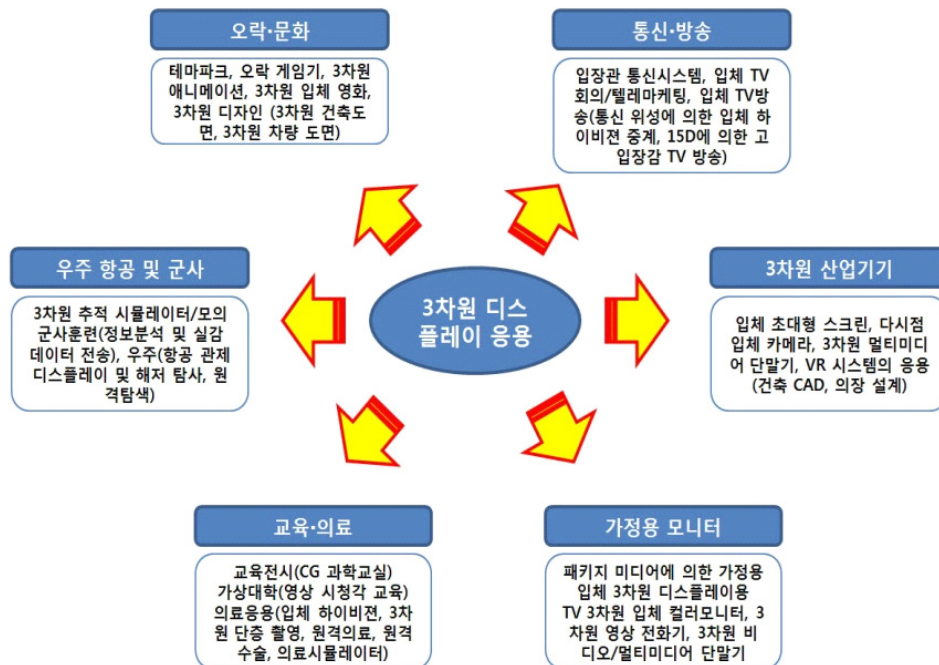
종류		특징
LCD 형	장점	- 높은 선명도와 밝기 - 자연스러운 색 재현
	단점	- 복잡한 광학 엔진 내부 구조(3 패널) - 가격 down 이 용이하지 않음
DLP™ 형	장점	- 고화질 표현가능(높은 명암비) - 단순한 엔진구조(단판식) - 완전 디지털 방식으로 인한 높은 재현성
	단점	- 패널 구조가 복잡, 고가격 - TI 독점 기술에 따르는 의존성 - PWM 으로 인한 dynamic false contouring
LCOS 형	장점	- 화소간의 틈새 없는 깨끗한 화상 - 단순한 엔진 구조(단판식) - 자연스러운 색 표현력 및 높은 명암비 - Low cost 잠재력 - 높은 해상도로의 확장성(1080p)
	단점	- 부품 생산 기술의 미성숙

로 수십만 개의 미세구동거울이 집적화된 DLP™(Digital micro mirror device) 반도체칩을 사용한 광학 시스템의 총칭으로, 컬러휠(color wheel)을 회전시켜 어떤 순간의 색에 맞춘 그림을 확대 투사하는 메커니즘으로 동작한다. 마지막으로 R, G, B, 3 개의 반사형 액정 소자인 LCOS(Liquid Crystal On Silicon) 판넬을 통해 만들어진 HD 급 고화질 이미지를 광학렌즈를 통해 스크린에 투사하여 화면을 만든다. LCD 프로젝션과 가장 큰 차이점은 LCD 는 투고형인 것에 반해 LCOS 는 반사형으로 진정한 HD 급 고화질을 구현할 수 있다는 점이다. 배선부나 스위칭 소자를 반사층 아래에 만들기 때문에 BM(Black Matrix)부가 필요 없고, 연결고리가 없는 고른 영상을 표시할 수 있다.

다. 기술 활용 현황 및 성숙도

(1) 3 차원 입체 영상 디스플레이

입체 영상 기술은 개발 초기에는 편광 안경식 입체영화에 응용이 있었으며, 1990 년대 후반 부터는 개인 단말기, 게임기, 산업용 계측기, 가상현실의 보급 확대 등에 따라 이 분야에의 응용 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 정보통신 산업의 급속한 확대와 연계되어 가정용, 오락용,



(그림 4) 3 차원 디스플레이 기술의 응용 분야

통신용, 문화 분야 및 기타 특수 산업 분야에서의 응용이 기대된다. 주요 응용분야로는, 3 차원 계측, 3 차원 게임, 3 차원 광고, 3 차원 디스플레이 등이 있다.

3 차원 디스플레이는 80 년대 초반부터 편광 안경식 입체 영화 등 전시 홍보 분야에 적용이 되기 시작되었고, 90 년대 중반에는 일본의 Sanyo 와 Toppan, 미국의 VRex 등에서 셔터글라스, 렌터칼러 및 편광 방식을 상품화하여 활용 초기단계에 이르렀으며 2000 년에는 LCD 기술의 발전에 따라 15 인치에서 18 인치급의 개인용 3D 모니터의 개발이 활발한데, 일본의 Sanyo, 미국의 DTL, 독일의 Dresden 등에서 상품화 시작으로 활용 활성화 단계에 이르렀다. 향후 입체 영상분야는 개인 정보단말기, 게임기, 의료용, 산업용, 가상현실 등 특수 분야에서의 수요 증대로 2000 년대 중반부터는 시장 수요가 급증할 것으로 예상된다.

(2) 마이크로 프로젝션 디스플레이

마이크로 프로젝션 디스플레이는 보안경이나 헬멧형 기기에 설치하여 눈앞에 있는 스크린에 영상을 투사하여 표시, 차량이나 항공기 주행 중 운전자 정면 즉, 운전자의 주시야선을 벗어나지 않는 범위에서 차량 주행정보나 기타 정보를 제공, 마이크로 프로젝터 디스플레이 기술을 이용한 미니프로젝트는 전체 시스템의 크기 및 무게를 줄여 휴대성을 높인 포켓용 초소형 프로젝트 등으로 응용되고 있다.



(그림 5) 마이크로 프로젝션 디스플레이 기술의 응용 분야

3. 관련 동향 및 발전 추세

가. 연구 개발

(1) 3차원 입체 영상 디스플레이

3차원 입체 영상 디스플레이는 현재 상용제품의 개발을 위해 세계 각국의 많은 업체와 연구소에서 개발 중에 있으며 각국에서는 정책기술로 정하고 많은 투자와 연구를 수행하고 있다. 현재 3차원 입체 영상디스플레이와 관련된 핵심 기술연구개발 동향은 <표 3>과 같이 선진국을 중심으로 기술선점을 위해 각각 독립적인 형태로 활발히 진행되고 있다. 이들 중에서 모니터 형태의 3차원 입체영상 단말기로 거론되고 있는 제품은 무안경 방식에서는 Parallax barrier 방식

<표 3> 국외의 3차원 영상 디스플레이 연구 개발 기관 및 내용

국가	연구 개발 기관	기술 개발 내용
미국/캐나다	CMU	- 3D 카메라, 초 다시점 영상합성
	MIT Media Lab.	- 홀로그래픽 비디오
	York 대(캐나다)	- 3D 영상인식 모델링
	DTI	- 패러랙스일투미네이션 방식 3D 모니터
	Vrex	- 3D 용 위상판 개발
	DMA	- 광고용 3D 단말기
	TI	- DMD
	HIT Lab.	- 망막 이용 3D 디스플레이 기술
일본	NHK	- 휴면팩터/3D HDTV
	Sharp	- 3D Notebook
	TAO	- 홀로그래픽 3D/FLA
	Sony	- HMD/3D 영상압축
	Sanyo	- 3D TV/렌티큘러 TV - 저온폴리실리콘(LTPS) 기반의 2인치 제품과 아몰피스(a-Si) 기반의 8인치 3D LCD
	동경대	- 홀로그래픽 3D TV/HDTV
	Toppan Printing	- 3D 영상합성/렌티큘러판 제작
유럽	HII	- 두부추종방식 3D 디스플레이
	SIEMENS	- 스테레오영상 압축/디지털화
	IRT	- 스테레오편광 안경방식
	PHILIPS	- 렌티큘러 디스플레이
	Cambridge Univ.	- FLCN 초다시점 디스플레이
	Hannover Univ.	- 3D 영상 단말기/코덱
	CNET	- 3D 영상 코딩

<표 4> 국내 3차원 영상 디스플레이 연구 개발 내용

연구 개발 기관	기술 개발 개요	연구개발 동향
한국게임지원센터	- 3D ANIMATION/3D GAME/ - 3D VR S/W	- 안경식 고화질대화면 입체영상시연 - 고선명 홀로그래픽 스크린 개발 - 다시점 3차원 디스플레이 기술 개발
한국표준과학연구소	- 감성공학(3D 시청환경)	
KIST	- 홀로그래픽 칼라 - 스크린 다시 점 시스템	
KAERI	- 편광방식 입체영상 - 모니터/입체 카메라	
ETRI	- 안경식 3D TV 시범 서비스방송 - 사업진행(2002년 월드컵 중계)	
광운대	- 초다시점 3D DISPLAY 시스템	
서울대	- INTEGRAL PHOTOGRAPH를 이용한 3차원 DISPLAY 시스템	
연세대	- 다시점 스테레오 영상처리	
삼성종합기술원	- HOE를 이용한 10"급 LCD - 3D 모니터 시연	
삼성전자	- 4.3인치 3D 능동형(AM) 유기발광다이오드 (OLED)	
LG 디스플레이	- 42인치 LCD 패널	

이 편광안경 방식은 위상판 방식이 대표적으로 알려 지고 있다.

현재 국내에서의 3D 단말기에 관한 연구 개발은, 일부 기업체, 연구소, 대학에서 진행하고는 있으며 점차 개발된 시제품이 출시되고 있다. 최근에는 3D 게임을 비롯한 소프트웨어 시장을 중심으로 의료, 보안, 광고, 방송 등에 대한 기업체의 참여와 더불어 수요시장이 형성되면서 기술 개발이 활성화 되고 있다. 국내에서의 3D 단말기에 관한 연구 개발 상황은 <표 4>와 같다.

(2) 마이크로 프로젝션 디스플레이

해외의 경우 마이크로 프로젝션 디스플레이 기술은 몇몇 업체에서 선도적으로 진행되어 오고 있고, 특히 미국, 일본, 독일 등의 업체에서 활발한 연구가 진행 중에 있으며, 각 업체의 전망을 살펴보면 Mobile phone, PMP, Notebook Computer 등 다양한 기기에 내장되는 형태에 대해 연구 중이며, 이를 위해서 다양한 Form factor를 실험하는 것이 보고되고 있다. 현재 국내에서는 LG 전자와 삼성전자 등 대기업과 ETRI, KETI와 광주 광산업단지의 국가 연구기관 등에서 많은 관심을 갖고 연구 개발 중에 있으며, Laser 광원을 이용한 Mini Projector를 개발하기 위해서는 Green laser와 MEMS scanner 등의 Key component 개발이 중요하다. 일부에서는 Green laser가 아직 저출력이지만, 실현 가능성을 확인하여 2007년 안으로 충분한 출력을 얻을 것으로 전망되고 있다. 또한 MEMS scanner는 연구실 수준에서 XGA급 화면을 구현할 수

있는 기술 수준에 도달하여, Mini Projector 의 Key component 에서도 국가 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 전망된다. <표 5>는 마이크로 프로젝션 디스플레이의 국내외 연구개발 내용을 나타낸다.

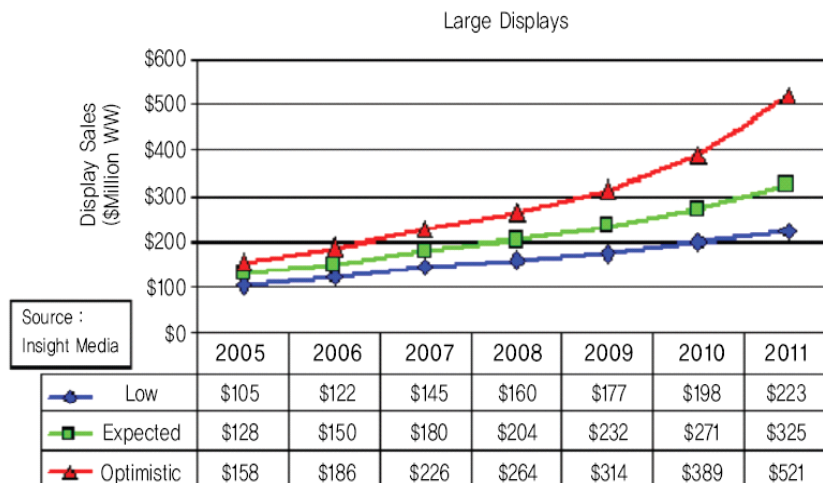
<표 5> 마이크로 프로젝션 디스플레이 국내외 연구개발 내용

업체	제품	특징	비고
삼성전자	Mini Projector	SVGA 급 DMD Panel 사용, 3 원색 LED 사용, 밝기 20ANSI-lm 정도	2005 년 말부터 양산 판매
LG 전자	Mini Projector 양산 준비 중	DMD, LCos Panel 사용, 최근 작은 사이즈에서도 밝기 구현이 가능한 Prototype 개발	양산 계획 수립
삼성전기	휴대폰 및 모바일 Platform 장착을 목표	MEMS 방식의 SOM 광변조 소자 개발, DLP 의 DMD 소자 구동방식과 비슷함	출시 예정
일진디스플레이	휴대폰 장착 및 미니 프로젝터 목표	1-LCD 방식의 프로젝션 디바이스 개발, 전체 시스템의 소형화 좋음	출시 예정
Texas Instruments (TI)	DMD 디바이스 시스템	MEMS 기반 DMD, DLP 시스템 개발, Feature size 12μm 픽셀	프로젝터 제조업체에 DLP 서브 시스템 공급
Canon	Mini Projector	해상도 SVGA 급 손바닥 보다 조금 더 작은 사이즈 개발	출시 미정
Siemens	Mobile phone 내에 Mini Projector 삽입 제품	Cyan monochrome type, UV LD 와 Phosphor Screen 을 적용, 사용 환경 제약의 문제점	2005 년 Cebit 에 제품 발표
Symbol	Mini Projector	Bar code reader 업체, Bar code scanner 를 Mini projector 에 적용	Stand-alone Type 의 Mini projector engine module 공개
Microvision	Mini Projector Engine	MEMS scanner 회사, HMD 및 HUD 상용화	2007 년 경 Mini Projector 용 Engine 개발 완료 계획
Fraunhofer Institute	Laser 광원과 MEMS scanner	상용화하기에는 시간이 필요함	출시 미정
SONY	GLV TV	GLV 기술 보유, 레이저 광을 광원으로 사용 높은 색 재현율, 3000:1 의 높은 색대조비	GLV TV 상용화 계획
Epson	Mini Projector	투과형 LCD Panel 과 소형 고휘도 LED 사용	2005 년 IFA Show 에서 Mini Projector 발표
Mitsubishi	Mini Projector	SVGA 급 DMD Panel 과 Lumileds LED 를 사용	Mini Projector 개발 출시
NEC	Mini Projector	미래 사무환경으로 Mini Projector 와 Computer 가 연결되는 사용 예 발표	출시 미정

나. 시장 및 산업계

(1) 3차원 입체 영상 디스플레이

최근 3차원 입체 영상 표시에 적합한 디스플레이 장치로서 주로 채용되는 LCD는 이미 개인용 모니터 및 각종 산업 분야에서 그 이용이 폭발적으로 증가하고 있다. 따라서 기존 2차원 디스플레이에 2차/3차 영상 호환이 가능한 기술을 접목하게 되면 3차원 입체 디스플레이의 응용 분야도 급속히 증가할 것으로 예상된다. LCD 등의 평판 디스플레이 이후의 차세대 디스플레이로서 3차원 디스플레이가 유망할 것으로 전망된다. 특히, 최근의 PC 모니터 시장의 변화를 고려하고 3차원 디스플레이 시장의 대량 생산기를 감안한다면 초기 3차원 디스플레이는 3차원 응용 분야(의료 이미징, 군사 시뮬레이션, 초정밀 산업, 항공우주 등)에 집중되는 모습을 보이다가, 기존의 디지털 TV를 대체하면서 가정에 급속도로 퍼질 것으로 예상된다. 최근 대형 3차원 입체 디스플레이의 시제품이 많이 개발되고 있어 향후 이러한 가능성을 예고하는 좋은 사례라고 할 수 있다. 최근 미국의 Silicon Strategies는 시장 조사 업체인 iSuppli를 인용, 올해 290만 개 수준으로 예상되는 3차원 디스플레이 제품 출하량이 매년 18%의 성장세를 이어가면서 오는 2010년에는 810만 개로 확대될 것으로 전망하였다. 그리고 Inside media에서는 40인치 이상의 대형 디스플레이에서 2011년에는 최저 223만 달러에서 최대 521만 달러의 3D 디스플레이 시장이 발생할 것이라고 예측하였다.



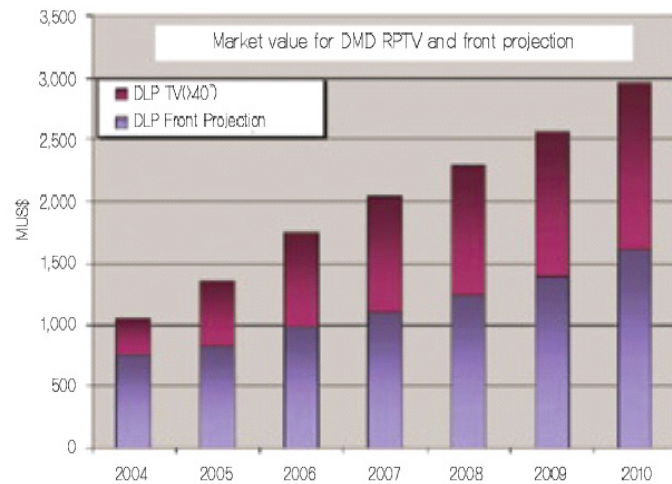
<자료>: Insight Media '3D TECHNOLOGY AND MARKETS' 2007.

(그림 6) 대형 3차원 입체 영상 디스플레이 판매 예측

(2) 마이크로 프로젝션 디스플레이

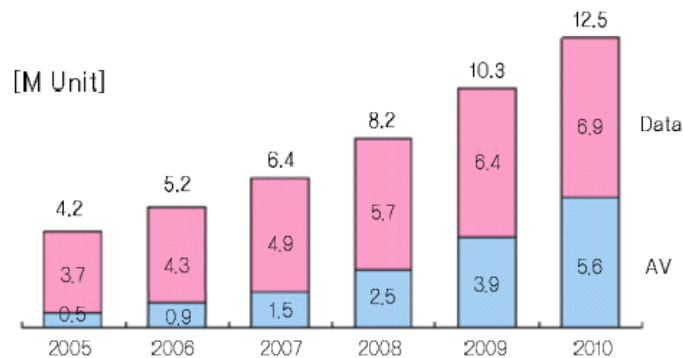
기존의 마이크로 소자를 이용한 프로젝션 디스플레이로서 DLP, GEMS(Grating Electro Mechanical System), GLV(Grating Light Valve) 등 나노 구조 광변조(Spatial Light Modulator) 응용 디스플레이 장치는 프로젝터, TV 등 관련 산업이 형성되어 있으나, 광학계 크기 문제, 광원 효율문제, 소비 전력상의 문제 등으로 인해 mobile embedded 프로젝션 디스플레이 시장에는 적용된 개발 제품은 아직 없는 상황이다.

마이크로 프로젝터 디스플레이 시장 예측은 현재는 프로젝터 시장을 비추어 예측할 수 밖에 없다. 프로젝터 시장은 꾸준히 성장하여 매년 20%의 성장률이 예상된다. 그리고 마이크로 프로



<자료>: Micronews 2006. 2-The Yole Development magazine

(그림 7) DMD 및 DLP 시장 동향



<자료>: DTC 2005. 10.

(그림 8) 마이크로 프로젝터의 시장 예측

젝터 디스플레이가 하나의 상품으로 성장하면 전체 프로젝터 시장의 약 10%를 초기년도 예상 수량으로 추측할 수 있다고 판단한다. 그럴 경우 2007 년의 경우 mini projector 의 예상 대수는 60 만 대 규모이며, 2010 년에는 약 400 만 대까지 시장 성장을 예측할 수 있다.

4. 맺음말

본 고에서는 미래 디스플레이 기술로 3 차원 입체 영상을 느끼게 해주는 3D 입체 영상 디스플레이 그리고 소형 평판디스플레이 영상을 광학계를 사용하여 확대하는 투사형 디스플레이에 대한 기술 동향 및 그 종류에 대하여 논하였다. 이를 통하여 종류에 따른 원리과학과 적용 단계 정도를 이해하였으며 향후 적용 또한 예상해 볼 수 있었다. 또한, 본 미래 디스플레이 기술의 파급효과 및 적용을 예측해 보았을 때 3D 입체 영상 및 투사형 디스플레이 기술 개발의 필요성을 알 수 있으며, 향후 새로운 시장 창출이 가능한 디스플레이 기술로서 자리 매김을 할 것이라 예상된다.

<참 고 문 헌>

- [1] 고려대학교 디스플레이 및 나노시스템 연구실(<http://diana.korea.ac.kr>)
- [2] 조지웅, 김용환, 최성일, 조문규, 김도균, 김훈기, 권재홍, 김영근, 김수원, 주병권, “3D 디스플레이 기술과 향후 동향”, 월간 전자부품 6 월호, 2008. 6, pp.77-89.
- [3] 김재춘, 김충, 유지혁, Tran thu Hong, 주병권, 이주정, 정진택, “초소형 Projector 의 소개 및 최신기술 동향”, 월간 디스플레이 아시아나 8 월호, 2007. 8, pp.79-87.
- [4] 주병권, “마이크로 프로젝션 디스플레이 TRM”, 전자정보센터, 2007. 2, pp.1-15.
- [5] 주병권, “MPD 산업동향”, 전자정보센터, 2007. 2, pp.1-23.
- [6] 최윤석, 김나래, 손희주 학생, 주병권, “MEMS 디스플레이의 기술과 전망”, 월간전자부품, 2006. 12, pp.1-9.
- [7] 조지만, 손희주, 김수원, 주병권, “프로젝션 디스플레이”, 월간전자부품, 2006. 10, pp.92-97.
- [8] 유영신, “3 차원 입체 디스플레이 기술 동향 및 시장 전망”, 전자통신동향분석 제 16 권 제 6 호, 2001. 12, pp.75-82.
- [9] 김웅주, 양희갑, 신지훈, 주병권, 김석기, “프로젝션 디스플레이 기술과 차세대 초소형 모바일 기기의 응용”, 월간 전자부품 2 월호, 2008. 2, pp.54-64.
- [10] 이준신, 김도영, “평판디스플레이 공학”, 홍릉과학출판사, 2005.
- [11] 강정원, 김영섭, 오명환, 임성규, 장지근, 장진, 장호정, 허경무, “정보 디스플레이공학”, 청문각, 2006.