

HMD 기술 현황 및 과제

□ 이세진 / 티유미디어 기술본부 기술연구팀

Abstract

HMD (Head Mounted Display)는 머리에 장착하거나 안경처럼 착용하여 사용하는 모니터의 종류를 총칭하며, 최근에는 FMD (Face Mounted Display)라고도 불려진다. HMD는 초기 헬멧 형태에서 최근 안경 형태로 점차 소형화 되고 있으며, HMD를 착용하여 마치 2m 앞 40 inch 이상의 화면을 시청하는 효과를 내는 기술 구현이 가능한 상태이다. 모바일 디스플레이 기기의 소형화를 실현시키는 HMD 기술은 다양한 미디어 기기와 결합하여 바로 눈앞에서 가상현실 및 영화를 효과적으로 즐길 수 있게 할 것이다. 2009년 세계 시장 규모가 약 2000억원으로 예상되는 HMD 시장은 5세대 영상을 구현하는 핵심 기술이 될 것이다.

Keywords : HMD, OLED, P-OLED, 초소형마이크로디스플레이, 광학기술.

1. 서론

정보통신의 급속한 발달로 다양한 정보제공이 가

능한 새로운 매체들이 속속 등장하고 있다. DMB 폰, PDA 폰 등의 이동 통신 단말기가 바로 그 대표적인 예라 할 수 있다. 그러나 이들 단말에서 제공하는 영상은 디스플레이 소자의 크기가 작다는 제약 사항으로 인하여 대용량 정보 화면 제공에 한계가 있고, 이로 인해 정보 전송 및 사용자 행위 제한 등의 많은 불편을 야기시키고 있는 실정이다. 이런 제약조건을 제거해줄 수 있는 대안으로 해외에서는 이미 NED (Near Eye Display)로 불리는 HMD (Head Mounted Display) 기술의 연구개발 및 상품화가 활발히 진행되고 있다. HMD는 이미 대중에게 환상적인 가상현실을 상징하는 기술로 널리 알려져 있다. 이러한 HMD의 광원이 되는 초소형 마이크로 디스플레이는 디스플레이의 다양한 분류 중에서 일반적으로 1인치 이하의 디스플레이를 말하는데, 마이크로 디스플레이의 일종인 LCoS (Liquid Crystal on Si), OLED, P-OLED가 발광원이며, 최근 이 분

야에 대한 연구 개발이 급속도로 이루어 지고 있다. HMD는 정보화 시대에 다량의 정보를 효율적으로 전달하고, 가상의 화면을 고화질, 그리고 대형으로 볼 수 있게 하는 기술을 실현해 나갈 것이다.

HMD는 일반적으로 확대된 광학 시스템을 사용한 디스플레이 장치이다. HMD의 픽셀 밀도는 일반적으로 배율을 높이지 않은 직시형 방식의 TFT-LCD 디스플레이보다 5배 이상 높다. TFT-LCD 모니터 같은 직시형 디스플레이는 인치당 80에서 100 라인을 가지는데, 이와 비교하여 HMD는 인치당 700 또는 그 이상의 라인을 가지고 있다. HMD 디스플레이가 시각적으로 가상 이미지를 만들 때의 배율은 10배에서 40배 정도 된다. HMD는 이미지를 확대하여 보여주기 때문에 발광원의 이미지 품질이 매우 중요한데, 이는 직시형에서는 거의 문제가 없는 사소한 이미지의 결함도 HMD에선 확대되어 보일 수 밖에 없기 때문이다. 현재 관련 기술 발전에 힘입어 이러한 HMD의 광원을 탑재한 미소광학 시스템이 기초연구단계를 거쳐 상품화 되고 있다. HMD기술은 둔탁하게 몸에 부착하는 과거의 방식에서 얼굴에 부착하는 FMD (Face Mounted Display)로, 아울러 MEMS 기술과 주변 소자의 경량화로 EMD (Eye Glass Mounted Display), 안경에 착탈하는 방식의 EGD(Eye Glass Display)까지 점차 초소형으로 발전을 거듭하고 있다.

II. 국내외 동향 및 시장 분석

1. 국내외 동향

초기의 HMD는 착용이 불편하고 해상도나 광학계 등에서도 여러 가지 문제점을 가지고 있었다. 또

한 고가이면서도 낮은 성능으로 인하여 실제 상품화 시도는 이루어지기 힘들었다. 외국에서는 주로 군수용이나 방송장비 등 특수한 용도의 제품이 주류를 이루고 있었지만, 국내에서는 HMD 패널이 국산화 되어 있지 않았기 때문에 패널 구동회로 및 관련 기술을 외국에 의존하는 등 HMD 상용화가 상대적으로 어려울 수밖에 없었다. 하지만 근래에는 많은 연구개발을 거쳐 저렴한 상용 제품들이 출시되고 있으며, 국내에서도 관련 업계에서 적극적인 기술 개발 및 상품화를 위해 활발한 움직임들을 보이고 있다.

보통 영상의 역사를 말할 때 1세대는 영화, 2세대는 TV, 3세대는 컴퓨터, 4세대는 DMB 등 모바일 기기로 구분을 하게 되는데 2006년 초 영국에서 선보인 '아이(eye) 스크린'은 대표적인 5세대 디스플레이로 평가받고 있다. 에든버러 대학의 산학 업체인 MED사가 개발한 '아이 스크린'은 사람 눈동자와 같은 5~6mm 크기의 스크린이다. 안경과 선글라스에 부착하는 방식이며, 영화와 TV 등의 콘텐츠를 블루투스 (Bluetooth: 단거리 무선통신) 송신기로부터 수신하게 된다. 고급 선글라스 정도의 가격이 될 것이라 예상되는 이 아이 스크린의 장점은 주변의 다른 사람들이 사용자가 안경을 통해 무엇을 보고 있는지 전혀 알 수 없으며, 일반 선글라스 용도로도 사용할 수 있다는 것이다. 아이 스크린은 저전력 '폴리머 유기발광 다이오드 (P-OLED)'를 이용해 깜빡거림 현상은 줄이고, 발광 효율도는 높였다는 평가를 받고 있다. 또 실리콘칩을 장착해 무게와 크기, 제조 비용을 크게 줄여 대중화의 길을 열 것으로 기대되고 있다.

한편 일본에서는 안경에 초소형 스크린을 부착해 걸어 다니면서 영화를 볼 수 있는 HMD가 2006년 7월에 시판되었다. '텔레글래스'로 이름 붙여진 이 장치는 도쿄의 현미경 제조업체 스칼라사와 디스플레이 업체인 아리사와사가 공동으로 개발하였다.

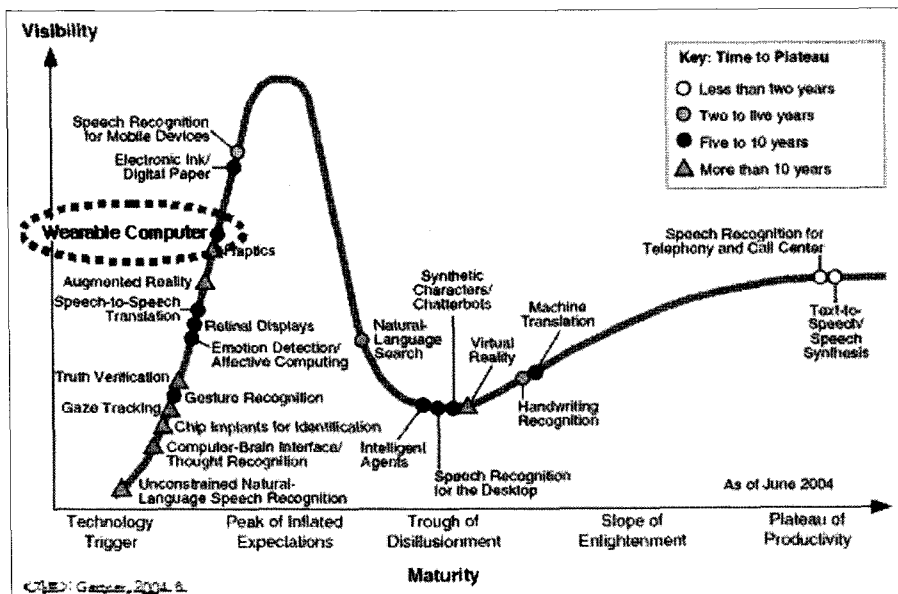
0.24인치 크기의 LCD 스크린과 이어폰, 휴대용 DVD플레이어로 구성돼 있으며 안경 렌즈 한쪽에 스크린을 부착해 DVD 영화를 보는 방식이다. 실제 화면 크기가 작긴 하지만, 스크린이 바로 눈 앞에 있기 때문에 1m 거리에서 14인치 텔레비전 화면을 보는 것과 같은 효과를 낸다고 제조업체는 설명한다. 제품의 가격은 대략 5만엔(47만7000원)선으로 책정되었다. 제조업체는 1979년 소니 워크맨의 등장으로 출근·통학길이 즐거워진지 26년 만에 이 텔레글래스를 통해 일본인들이 지하철에서도 영화를 즐길 수 있게 될 것이라고 기대하고 있다.

한국에서도 HMD의 상품화에 박차를 가하고 있다. 2006년 3월 서울 삼성동 코엑스에서 개막된 'DMB 엑스포 2006'에서 '선글라스처럼 착용하고 DMB 방송을 볼 수 있는 디스플레이 제품'이 등장해 참관인들의 이목을 사로잡았다. 초소형 디스플레이 전문기업 고원기술이 선보인 '아이웨어' (eyewear)

는 휴대폰이나 PMP 등 동영상 재생이 가능한 단말기와 연결해 시청할 수 있는 제품이었다. 0.24인치의 소형 LCD가 내장돼, 착용하면 30인치 화면의 가상 스크린에서 QVGA (320x240)급 화질의 영상을 즐길 수 있는 이 제품은 별도 배터리를 통해 7시간 가량 이용할 수 있다. 현재 국내에서 HMD 기술과 관련된 기업은 삼성과 LG를 중심으로 협력업체인 태산 LCD, DS LCD, DI, 한솔전자, 희성, 상농, 레이젠, L&F, 원우정밀, 나노하이테크, 스페이스테크놀로지, 고원기술 등이 있다.

2. 시장 분석

HMD는 가상 TV 모니터 등 새로운 개념의 제품을 창출하여 성장할 가능성이 크며, 기존의 디스플레이 시장 이외에 향후 다양한 형태의 새로운 이동형 디스플레이 시장을 창출할 것으로 판단된다. 최



(그림 1) 2004 HCI(Human-Computer Interactions) 기술별 하이프 사이클

근에 액정 기술을 바탕으로 한 마이크로 디스플레이와 인체공학적인 설계의 HMD 관련 기술들이 속속 개발됨에 따라, 가상현실 분야 뿐 아니라 일반 디스플레이 영역에 이르는 넓은 영역까지 HMD의 응용이 가능할 것으로 보인다.

HMD의 표시발광화면으로는 대개 고온 Poly-LCD, LCoS를 사용하고 있고, 해상도는 QVGA(320x240)에서부터 XGA(1024x768)급까지 다양하지만 현재는 SVGA급의 연구개발이 활발하게 이루어지고 있다. 이렇듯 작은 크기의 디스플레이가 HMD 시장 변화에 중요한 요인이 되고 있다. 시장조사기관인 가트너에 따르면, Wearable PC를 사용하는 성인 인구 비율이 2010년에는 약 40%를 차지할 것으로 내다보고 있으며, 특히 10대를 비롯한 젊은 층의 인구 비율 중 약 70%가 Wearable PC를 사용할 것으로 예상하고 있다. HMD 관련 시장의 잠재력이 엄청나다라는 사실을 확인할 수 있는 대목이다.

HMD는 Wearable PC의 중요한 구성 요소로서, 과거 수년 동안 상대적으로 높은 가격으로 인해 시장에서 많은 어려움을 겪기도 하였으나, Wearable PC 산업에 편승하여 시장이 크게 성장할 것으로 기대되고 있다. Wearable HMD는 산업현장, 자동차, 항공기, 선박 등 대형기기의 장비현장, 물류 창고 등은 물론이고, 게임, DMB등과 같은 엔터테인먼트 분야까지 확장될 것이다. 현재 세계HMD 시장은 2009년 약 2000억원으로 예상되고 있다.

III. 관련 기술

HMD의 기본원리는 초소형 LCD 패널을 눈 바로 앞에 대고 이를 볼록렌즈를 활용하여 크게 확대해 눈 안에 상을 맺히게 하는 기술이다. 각각의 눈 위치

에 손톱만한 LCD가 들어가 있고, 그 앞에 두꺼운 볼록렌즈가 상을 맞추어 주는 원리를 이용한 것이다. 초소형 LCD를 만들어내는 마이크로 디스플레이 기술과, 이를 눈 앞에 대고 볼 수 있게 해주는 고도의 광학기술이 그 핵심이라 할 수 있다. 화질은 SVGA급으로 PC, DVD, 게임기, VCR, 모바일 DMB폰 등 다른 제품들과 호환된다.

1. 마이크로 디스플레이 패널

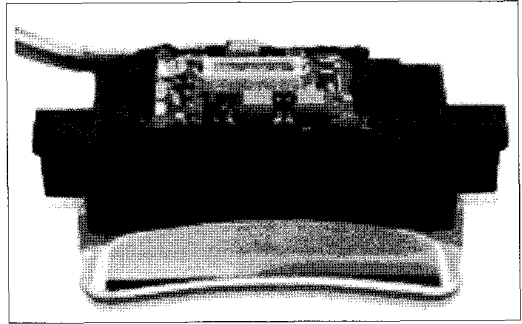
(1) OLED

OLED(유기발광 다이오드)는 1987년 미국의 이스트먼코닥사에 있는 중국인 과학자 칭 W.탕에 의해 개발되었다. 칭 W.탕은 Alq3로 불리는 저분자 유기물질로 이루어진 얇은 박막에 전류를 흘려주자 마치 무기 반도체 발광 다이오드처럼 밝은 초록빛을 내는 것을 발견하고 특허를 출원하였다. OLED는 스스로 빛을 내기 때문에 백라이트를 사용해 간접 발광하는 LCD에 비해 구조와 제조 공정이 간단해서 제조비가 저렴하고, 초박막을 핵심 재료로 이용하므로 얇은 두께를 유지할 수 있으며, 기존 LCD에 비해 1천배 이상의 응답속도를 낼 수 있어 뛰어난 동영상 구현이 가능하다. 또한 밝기가 백열전구보다 2~3배 우수할 정도로 자체 발광 효율이 높고 선명하며, 화상을 볼 수 있는 각도가 크고 소비 전력이 낮다는 장점을 갖는다. 반면 OLED는 다른 디스플레이에 비해 수명이 짧다는 단점이 있다. 수분 또는 산소와 화학적인 반응을 일으키기 쉬운데, 현재 수분이나 산소를 확실하게 차단할 수 있는 기술이 개발되지 못한 상황이다.

(2) P-OLED

P-OLED(폴리머 유기발광 다이오드)는 효율이 뛰어난 컬러 디스플레이들과 넓은 기판의 광원을 만

드는데 다양하게 활용되고 있다. OLED 보다 한 단계 진보된 기술로서, P-OLED를 사용할 경우 적은 에너지를 통해서 광도가 높은 빛이 방출되기 때문에 차세대 디스플레이로 평가되고 있다. P-OLED는 진공기술을 이용하여 저분자 또는 용액으로부터 값이 저렴한 폴리머 박막을 사용해 만들어 질 수 있다. 그러나 일반적으로 PLED(폴리머 유기발광 다이오드)의 발광효율은 OLED 보다 낮은 것으로 알려진다.

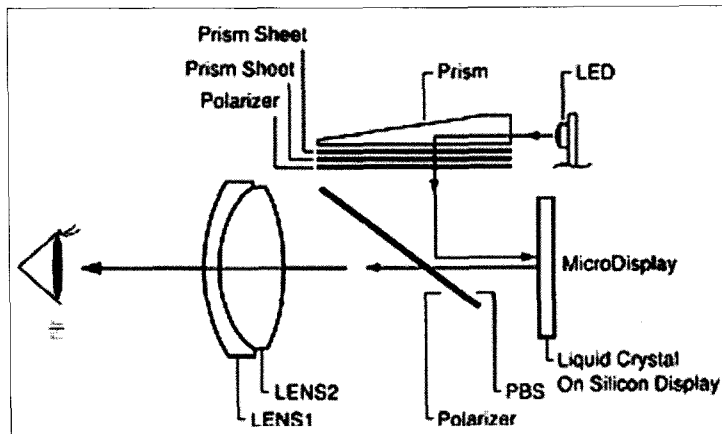


(그림 2) 마이크로 디스플레이

2. 광학 기술

HMD는 1인치 이하의 패널을 광학계를 통해 확대하여 가상의 이미지를 구현하기 때문에 광학계의 비중이 상당히 크다. 가장 대표적인 광학계 형태로는 미국의 Threefive 업체에서 제안한 반사형 타입의 광학계로 1내지 2매의 비구면 렌즈로 결합된 형태이다. 투과형 타입의 대표적인 업체는 일본의 올림퍼스, 미놀타사를 들 수 있는데 3면이 비구면인 프리즘 형태를 사용하고 있다. 미국의 Microoptical 사의 광학계는 외부에 돌출된 비구면 렌즈와 프리즘이 결합된 형태를 띄며 이러한 형태들과 다른 방

식으로는 홀로그래픽 광학소자 (HOE)로 마이크로 디스플레이를 구현하는 색다른 형태를 들 수 있다. 광원과 렌즈로 구성되는 HMD 광학계를 구현하는데 있어 렌즈의 설계가 무엇보다 중요한데, 렌즈의 모양, 곡률반경에 따른 초점거리의 변화, 수차 등 많은 요소들에 의해 성능이 결정되기 때문이다. HMD를 이용한 가상화면은 렌즈, 광원, 주변 Mirror의 각도로 좌우된다. 특히 HMD를 통신 단말기에 적용하기 위해서는 전체 크기가 매우 중요하며, 이러한 전체크기는 렌즈를 비롯한 광학계 설계에 의해 결정되게 된다.



(그림 3) HMD 광학계

IV. HMD 설계 및 평가

HMD는 눈에 가장 근접해서 움직이는 영상을 보기 때문에 눈을 통해 인간의 목이나 뇌에 치명적인 영향을 줄 수 있으므로 HMD 설계 시 전체무게와 무게중심을 심각하게 고려하여야 하며, 눈과 HMD 시스템간에 최적의 인체공학적 성능을 고려한 연구가 부수적으로 필요하다. 결론적으로 HMD의 광학적 변수인 초점거리, 시야각(FOV), 출사동의 직경, 눈동자의 거리 등을 고려하여 HMD 용 광학계의 설계가 진행되어야 한다. 발광원을 기준으로 시야각은 마이크로 디스플레이의 해상도를 고려하여 30~35도(대각선)로, 이에 따라 렌즈의 초점거리는 20 ~ 30 mm로 설정하여야 한다. 출사동의 직경은 동공 크기를 고려하여 2 ~ 6 mm로 설정하고, 눈과 최근접한 광학계의 거리는 25 mm, 광학계를 소형화, 슬림화시키기 위해 전장거리를 50 ~ 55 mm로 설정하여 설계하여야 한다.

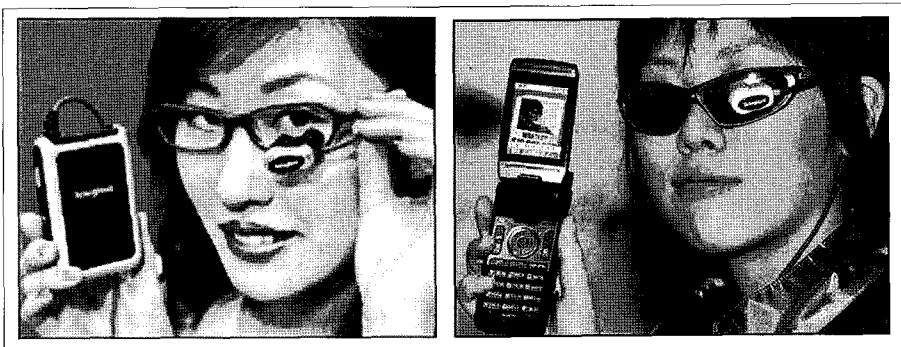
그러나 미래의 HMD는 일반인이 장시간 착용이 전제되어야 함으로, 다음의 조건들이 해결되어야 한다. 첫째 장시간 화면 흔들림으로 인한 눈의 피로감, 둘째 몰입감으로 인해 생길 수 밖에 없는 정신적

인 눈의 피로, 셋째 무게중심이 눈 쪽으로 쏠림으로 인한 육체적 피로, 넷째 광학계 설계로 인한 문제, 즉 눈과의 거리, 시야각, 퓨필 등의 광학적인 설계 변수가 바로 그것이다. 임상 실험 결과 주로 이러한 조건들이 눈에 영향을 주는 것으로 나타났다.

V. 결론

HMD는 미래사회에 인간과 H/W, S/W를 인터페이스 하는데 크게 기여할 것이며, 지속적으로 대중화되어 갈 것이다. 군용에서 민간으로 기술이 전이되고 있으므로 우선은 각종 화기 등에 붙어서 발전해 갈 것이고, 일반 용도로는 몰입감이나 현장감 등에서 큰 장점을 갖고 있는 게임, 방송분야에 활발히 채택, 확산될 것이다.

현재 국내외적으로 큰 시장을 형성하고 있는 휴대단말기는 점점 소형화되어 가고 있는 추세이다. 그러나 이러한 추세와는 반대로 휴대단말기를 통해서 보여주어야 하는 콘텐츠들은 방송, 게임, 메일, 동영상 등 점점 다양화되고 있기 때문에 휴대단말기의 디스플레이가 어느 정도의 크기와 해상력이



(그림 4) DMB와 결합된 HMD 제품

보장되어야만 한다는 딜레마에 빠지게 된다. 그리고 HMD는 이러한 휴대단말기의 딜레마를 해결할 대안으로 각광받고 있다. 정보화 사회가 빠르게 발전하는 상황에서 이러한 휴대용 고화질 디스플레이

에 대한 욕구는 분명 존재할 것이다. 이에, HMD 기술은 가까운 시기에 누구나 착용하고 자유로이 정보를 디스플레이 하는 하나의 상품으로 자리를 잡을 것이라 최종 판단된다.

참고 문헌

- [1] 문현찬, "LCoS 마이크로 디스플레이 패널을 이용한 HMD 광설계 및 특성", 연세대 석사논문, 2005.12.
- [2] 박영수, 석종민, 김휘운, 김태하, 박광범, 문현찬, "소형, 경량의 Eye Glass Display 광학계 설계", 한국광학회 하계학술대회, pp.34-35, 2005.
- [3] 서울신문, <http://www.seoul.co.kr/>, 2006.3.12.
- [4] 국민일보, <http://www.kukminilbo.co.kr/>, 2005.5.3.
- [5] DBGUIDE.net, <http://www.dbguide.net>, "차세대 PC 산업의 핵심, 웨어러블 컴퓨터", 2004.11.24

필자 소개



이 세 진

- 1997년 ~ 2002년 : 아주대학교 정보 및 컴퓨터 공학부 학사
- 2002년 ~ 2007년 : 팬택엔큐리텔 중앙연구소
- 2007년 ~ 현재 : TU미디어 기술연구팀
- 주관심분야 : DMB, Mobile TV, 디지털 방송 등