

모바일 카메라 및 카메라 렌즈 기술과 기타 산업 적용방향

김동진

2002년 경희대 산업공학과 학사 학위를, 2005년 경기대 산업공학과 석사, 2013년 경기대 산업공학과 박사학위를 취득하였다. 이후 가온미디어 부설연구소 연구기획팀 전임연구원(2006~2010)으로 방송통신기기(디지털셋톱박스) 개발 기획을 맡았으며, 동아전기부품(주) 중앙연구소에서 HEV(하이브리드 자동차), EV(전기자동차) 전장부품 개발기획(2010~2012)을 현재는 해성옵틱스(주) 부설 광기술연구소 책임연구원으로 신제품 기획, 특허전략, 기술조사·분석 외의 연구업무를 수행하고 있다.



1. 서론

오늘날 이동식 단말기(휴대폰, 스마트폰, 태블릿 등)를 이용한 정보의 확인과 교환 그리고 다양한 정보의 취득의 수단으로 확대되고 있으며 무엇보다 휴대성과 이동성 그리고 다양한 통신망을 이용한 실시간 정보의 교류가 가장 큰 장점이라 할 수 있을 것이다.

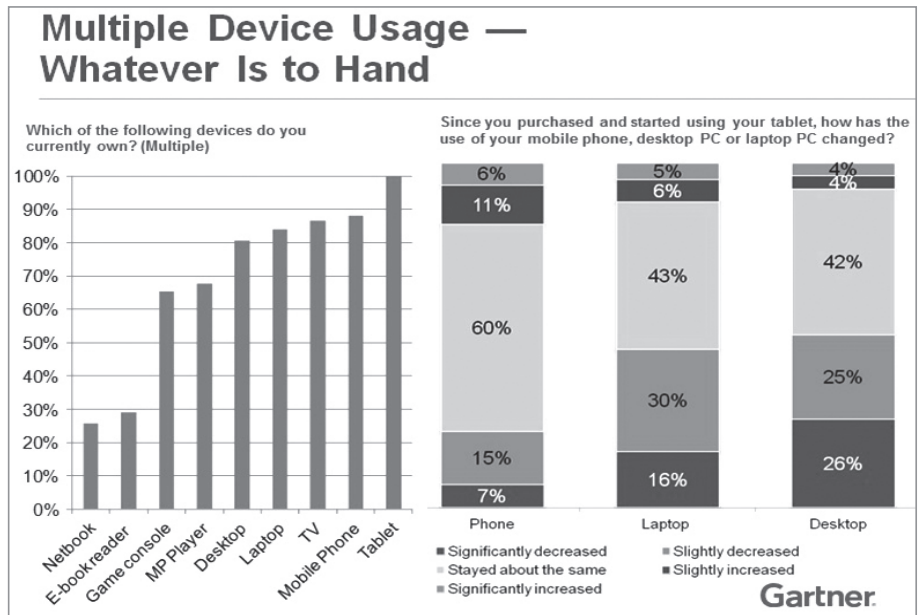


그림 1. 사용기기 대수 - 소유하고 있는 기기(복수응답)

특히, 단말기의 발전에 따라 부가적인 기능(App, S/W, 사진, 동영상 및 멀티태스킹 등)도 같이 발전하고 있다. 일상에서 자신의 활동과 기록, 저장, 공유를 함에 있어 사진의 역할이 크게 요구되고 있으며, 사용자 하여금 디지털카메라를 대체할 수 있는 성능의 만족이 고객으로 하여금 더 뛰어난 성능의 단말기를 요구하는 추세로 나타난다고 할 수 있다. 한편으로는 이동통신단말기의 고유기능인 통화의 목적보다는 실시간 정보공유가 더 중요한 목적으로 해석되기도 한다.

2012년 가트너 보고서에 의하면 2011년 기준 미국, 영국, 호주 태블릿 얼리어답터 이용자 조사를 통해 응답자들의 일상적인 사용시간과 용도 등이 어떻게 분포되어 있는지를 분석한 자료를 통해 확인할 수 있는 사항은 [그림 1]을 기준으로 다음과 같다.

- 태블릿 유저들은 다양한 기기를 이용하는 가운데 모바일폰이 가장 주요한 개인기기로 남아있음.
- 페이스북, 유튜브 등의 소셜네트워킹 이용은 PC나 TV 보다는 모바일 기기를 이용하는 것으로 나타남
- 태블릿 얼리어답터들의 태블릿 이용용도는 나이와 성별과는 별다른 상관관계가 없으나, 남성들이 집밖에서 모바일기기를 더 많이 이용하는 것으로 조사됨
- 멀티미디어의 모바일기기 이용도는 TV에 비해 미미한 수준임.
- 절반 이상의 태블릿 이용자들이 인쇄매체로 글을 읽는 것보다는 스크린 글자로 읽는 것을 더 선호하는 편

이지만, PC로 글을 읽는 경우는 제한적임.

2. 모바일 카메라 동향

일부 제한적인 모델과 사용 환경에 따라 차이가 있겠지만, 오늘날 카메라 없는 모바일 기기는 거의 없을 만큼 스마트폰 카메라가 대중화되고 있다. 모바일 기기에서는 카메라가 필수 요소이며, [그림 2]와 같이 스마트폰에는 자동초점 카메라 모듈이 기본으로 장착되어 있다. 고화소 카메라 모듈의 개발과 함께 1300만 화소기준 상용화된 제품을 중심으로 16M, 20M급 화소를 가진 제품을 탑재하려는 노력도 진행되고 있다. 문제는 이들 제품들에 적용되는 기준은 고화소와 함께 초슬림화 경쟁이라는 부분이다. 디지털 카메라와 같은 해상도를 가지지만 작아야하고, 휴대가 간편해야 한다는 요구사항은 기본으로 가지는 상황이다.

카메라와 함께 핵심적인 기술인 카메라 모듈의 기술동향은 이미지센서, 렌즈 및 코팅, 구동계로 분류해 볼 수 있다.

2.1. 이미지센서

이미지센서는 간단히 반도체 소자의 제조기술을 이용하여 집적회로화된 광전변환소자로 설명할 수 있다. 즉, 빛 신호를 전기신호로 변환하여 이미지 정보를 기록하는 것이다.

< 표1. CCD와 CMOS 이미지 소자 기본 구조 비교 >

비교사항	CCD	CMOS
픽셀 신호 특성	아날로그 전하	아날로그 전기신호
센서 신호 특성	아날로그 전기신호	디지털 전기신호
시스템 신호 특성	디지털 전기신호	디지털 전기신호
픽셀 신호이동방법	전위차	증폭기
전기신호 출력지점	CCD 이미지센서의 출력단	각각의 픽셀
시스템 크기	상대적으로 큼	작음
시스템구조의 복잡성	비교적 복잡	비교적 간단
회로 내장 부위	PCB(Printed Circuit Board)	하나의 칩 상에 내장

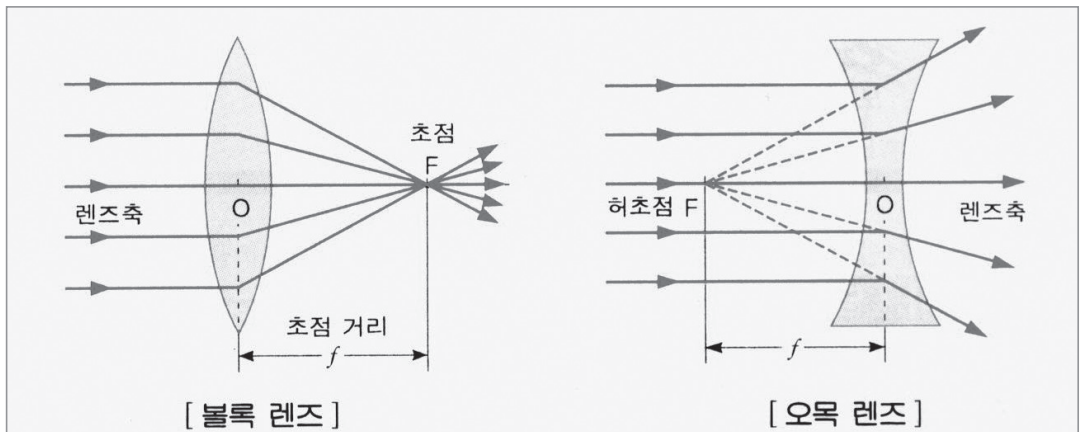
[자료출처 : Sony, 2013.04]

이미지센서는 CCD와 CMOS로 구분되는데, CCD는 Charge-Coupled Device의 약자로 빛을 전하로 변환시켜 화상(畫像)을 얻어내는 센서이다. 이미지 센서(Image Sensor)는 휴대전화 카메라나 DSC(Digital Still Camara) 등에서 영상을 생성해 내는 영상 촬상 소자 부품으로, 제작 공정과 응용방식에 따라 크게 CCD (Charge Coupled Device) 이미지 센서와 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 이미지 센서로 분류할 수 있다(전자정보센터, 2013.05).

2.2. 렌즈 및 코팅

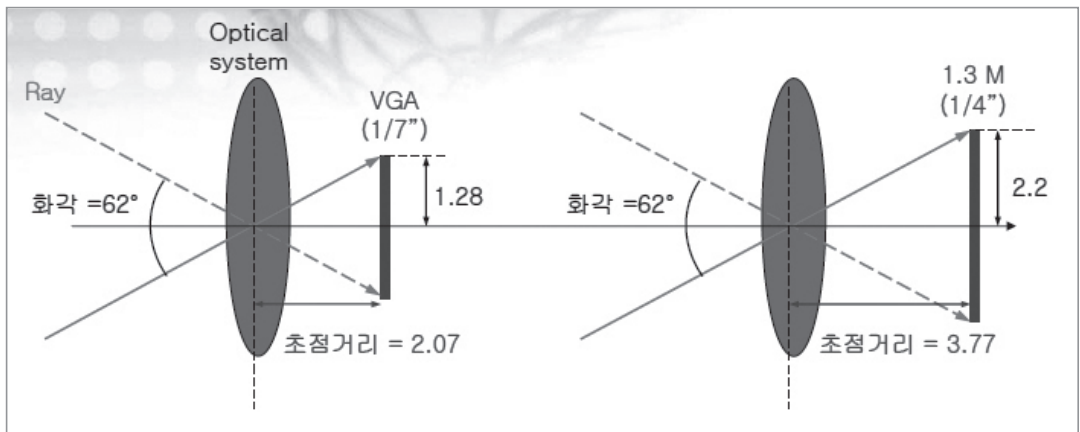
렌즈의 역할은 다음의 [그림 2]와 같이 빛을 특정시점에 모아주거나 빛을 흩어지게 하는 역할을 하는 대상이다.

초점거리와 해상도에 있어서도 Image Sensor의 크기가 커지면 동일한 화각을 갖기 위해 초점거



[자료출처 : Sony, 2013.04]

그림 2. 렌즈형상과 초점관계



[자료출처 : MT&U, 2009.10]

그림 3. 초점거리와 해상도 비교

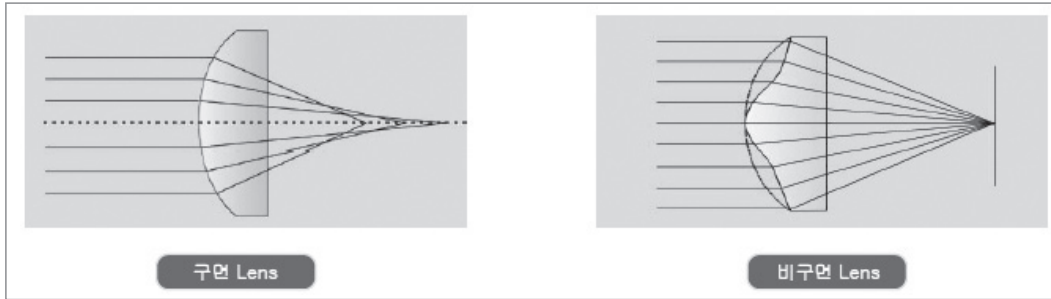


그림 4. 구면렌즈와 비구면렌즈의 비교

[자료출처 : MT&U, 2009.10]

리가 길어지며, 만약 동일한 초점거리를 가지게 되면 화각이 커지므로 오버 스펙에 해당하여 설계에도 어려움을 갖게 된다. 이를 그림으로 비교해 보면 다음의 [그림 3]과 같다.

초점거리는 센서의 크기에 따라 그리고 픽셀 크기에 따라 결정되는데, 화소의 크기가 동일한 경우를 바둑판의 바둑알을 예로 들면 해상도를 높이기 위해서는 더 많은 화소가 들어가야 하므로 결국 바둑판의 크기가 커져야 하는 것처럼 Image Sensor의 크기가 커지게 되고, 이는 초점거리가 길어지게 되는 것이다. 동일한 크기의 바둑알을 더 많은 면적에 놓기 위해서 바둑판이 커져야 하는 상황을 나타낸다.

픽셀크기에 따른 초점거리는 장기관을 비교해보면 정해진 장기관의 면적 내에서 큰 장기알과 작은 장기알의 차이에 따라 차지하는 개별 면적의 차이를 가지므로 기본적인 Image Sensor크기는 동일하다. 단, 해상도를 높일 경우 단위의 화소 크기가 작아지므로 광학계의 분해능(MTF : modulation transfer function)이 높아지도록 설계되어야 한다.

렌즈는 [그림 4]와 같이 주로 빛을 모으는 역할을 하는데, 디지털 카메라의 렌즈모듈에서는 여러 장의 볼록렌즈와 오목렌즈가 배치되어 설계된다. 일반적으로 가공이 용이한 구면렌즈를 많이 사용하는데 이 경우 구면수가 발생하게 된다.

구면수차는 빛이 렌즈를 투과할 때 렌즈의 주변부를 통과한 빛이 중심부를 통과한 빛보다 더 짧은 거리에 초점이 맺히는 현상으로 중심부와 주변부의 초점위치가 달라지게 되는 것을 말한다. 구면수차로 인해 빛이 한 점으로 모이지 않고 주변부로 흩어지게 되므로 피사체의 초점이 정확하게 맺히지 않아 이미지가 선명하게 나오지 않는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위한 것이 비구면 렌즈이다(MT&U, 2009.10).

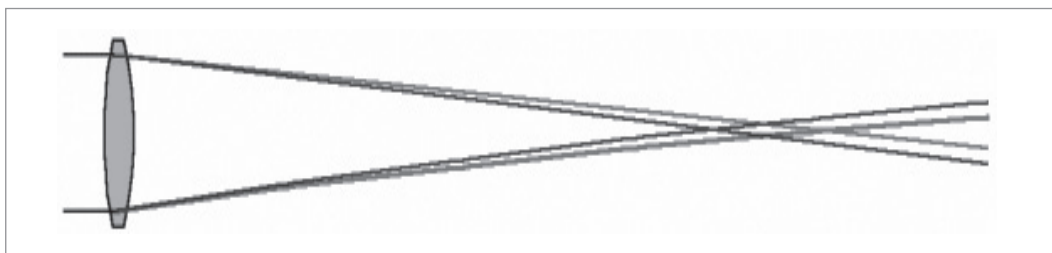


그림 5. 색 수차로 인한 초점 거리 비교

[자료출처 : MT&U, 2009.10]

색 수차는 유리의 굴절율은 일반 투명물질과 마찬가지로 빛의 파장이 길어짐에 따라 차차 작아지므로, 렌즈를 통해 물체의 상(이미지)을 맺히게 하면 물체의 색(빛의 파장)에 따라 상의 위치나 배율이 달라지게 된다. [그림 5]와 같이 색 수차를 가진 렌즈를 통해 백색광을 보면 빨강에 가까운 긴 파장의 빛일수록 초점이 렌즈에서 먼 곳에, 보라에 가까운 짧은 파장의 빛일수록 렌즈와 가까운 곳에 초점이 맺히므로 상이 흐려져 보이며 선명도가 떨어져 보인다.

렌즈의 코팅은 일반적으로 IR코팅과 무반사코팅을 적용하는데, IR코팅의 경우 가시광선 이외의 빛인 적외선에 의해 원색과 다르게 표현되는 것을 방지하기 위함이며, 무반사 코팅의 경우 매질이 다른 두 물질의 접합부에서 빛의 굴절 외에 반사가 일어나므로 이를 최소화하기 위한 코팅을 사용한다.

2.3. 구동계(A/F : Autofocus)

자동으로 카메라의 초점을 맞추주는 부분으로 스텝모터 방식과 VCM(voice coil motor)방식이 일반적이다.

스텝모터 방식은 [그림 6]과 같이 A/F를 위한 렌즈의 이동에 스텝모터를 사용하며, 모터 축에 스크류가 부착되어 모터가 회전하면서 스크류와 너

트에 의해 렌즈가 장착된 구동부가 상하 직선 운동으로 조절하는 구조이다.

단점으로는 크기가 비교적 크며, 저온 동작특성이 상대적으로 좋지 않은 것으로 평가되고 있다. 기타 모터를 제외한 단순구조이나 위치 센서가 필요하며, 구동 정밀도의 한계가 일부 있다(5~10 μ m), 장점은 화질은 고정초점과 동일하며, 정지 상태에서 전력소모가 없다.

VCM의 경우 [그림 7]과 같이 스텝모터 방식에 비해 비교적 작은 크기와 연속초점모드에서 소모 전력량이 낮다. 다만, 정지상태인 Macro Mode에선 최대 전류를 사용하는 경향이 있다. 위치센서가 필요 없으며, 별도의 부속간 마찰 부위가 없어 stick slip문제도 없다. 다만, VCM의 경우 업체별 구조 설계가 다양하므로 그에 따른 구동방식은 일부 차이가 있다.

자동초점 카메라 모듈의 구성은 [그림 8]과 같으며 렌즈모듈(Holder + 유리 또는 플라스틱으로 구성된 4~5장의 렌즈)과 A/F용 액추에이터, IR필터, 이미지센서, PCB 등으로 구성된다.

카메라 모듈은 8M에서 16M 그리고 20M 이상의 기술개발을 진행하고 있으며, 무엇보다 고화소와 함께 소형화와 초소형화 기술을 진행하고 있다.

일반적으로 카메라 모듈의 높이는 렌즈에 의해서 결정되고, 렌즈의 높이는 주변부의 CRA(Chief Ray Angle)에 큰 영향을 받는다. 현재

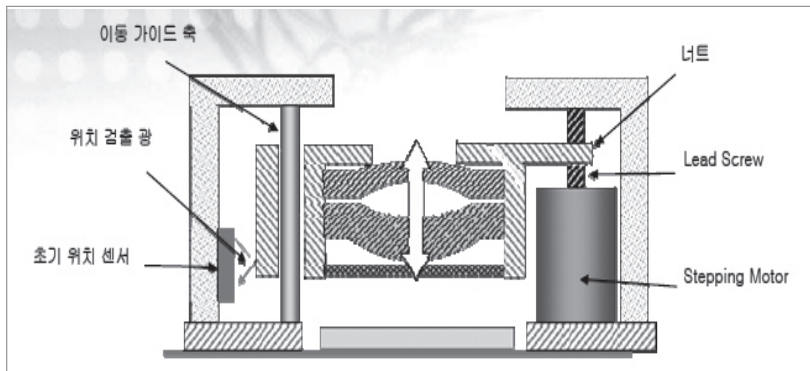


그림 6. Stepping motor 방식 [자료출처 : MT&U, 2009.10]

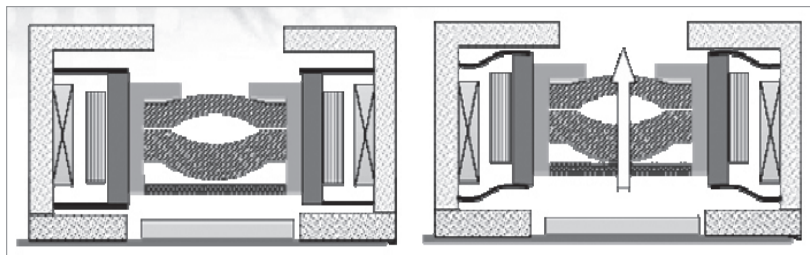
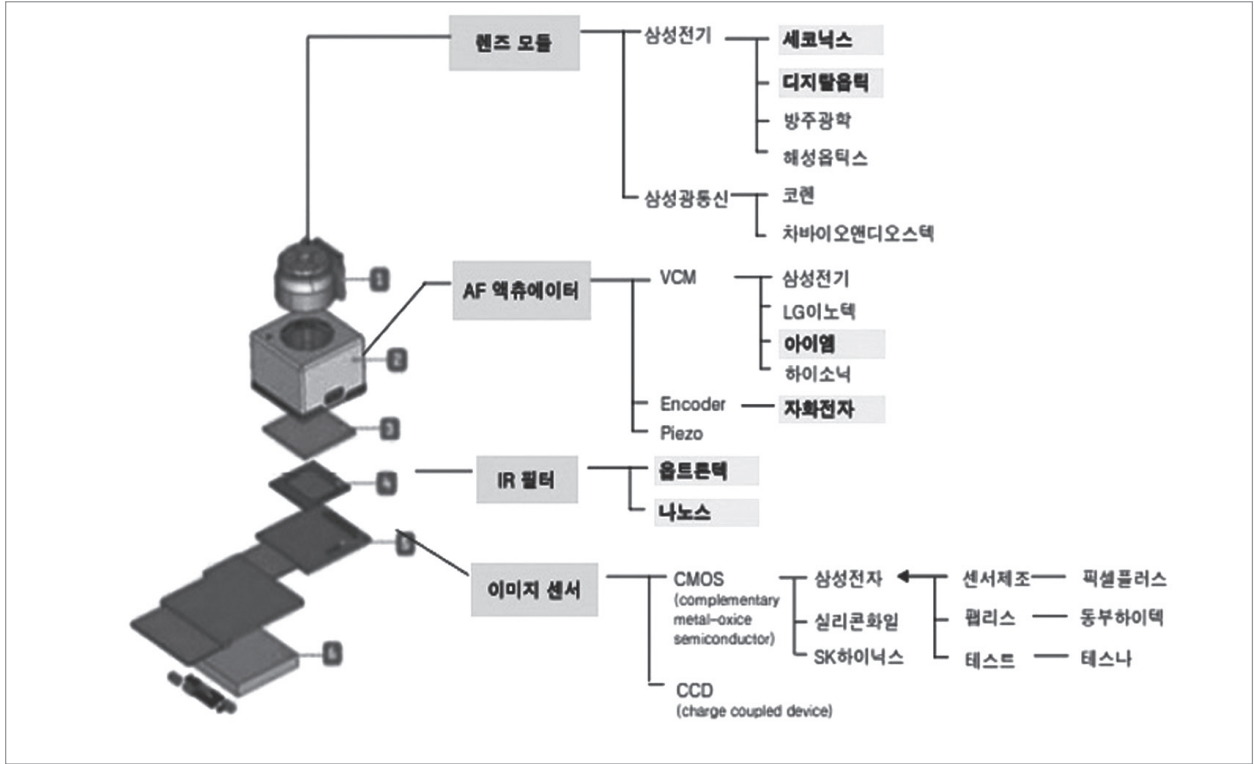


그림 7. VCM 방식 [자료출처 : MT&U, 2009.10]



[자료출처 : MT&U, 2009.10]

그림 8. 자동초점 카메라 모듈 구조

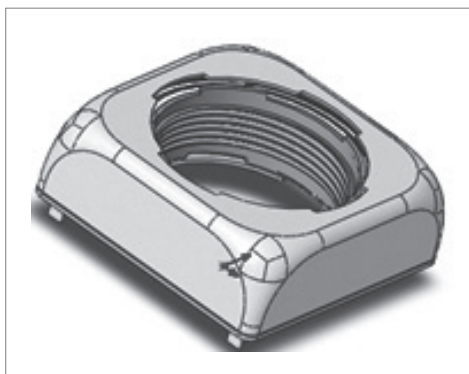


그림 9. 8M 카메라모듈에 적용되는 높이 2.9mm의 VCM

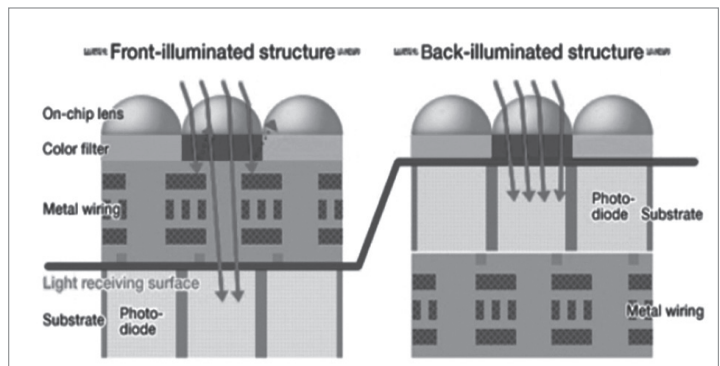
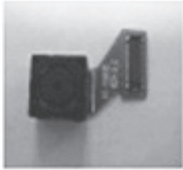
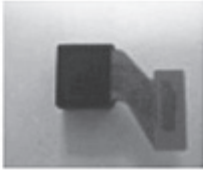
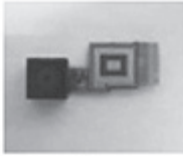
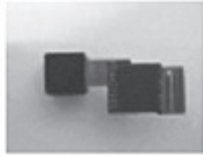




그림 10. FIS와 BIS CMOS Image Sensor

FIS(Front Illuminated Structure) CIS(CMOS Image Sensor)의 CRA는 28° 정도이며 BIS(Back Illuminated Structure) CIS는 32° 정도 가능하다. 이로 인해 렌즈가 더욱 얇아졌으며 4~5매를 사용하는 추세이다. 카메라모듈에서 주목을 받는 부분은 화소수와 그에 대응되는 렌즈 및 액추에이터로 정의된다. 특히 렌즈는 8M 이상에서는 4~5매로 표준화되어 있으며, [그림 11]의 예시자료를 통해 확인할 수 있다.

화소수	렌즈 소요개수	모든 예시	
1~5M	3매		
8M	4~5매		
13M	5매		

자료: 유진투자증권

그림 11. 화소수와 렌즈 매수

3. 모바일 카메라 전망

스마트폰의 확산은 사람들의 일상생활과 정보기술을 제공하는 업체들에게도 많은 영향을 주고 있다. 더불어 콘텐츠 제작에 더 많은 노력과 정성이 요구되기도 한다. 기존 통화중심의 휴대전화에서 정보생성과 교환이 중심이 된 스마트폰으로 이동하면서 모바일 애플리케이션 프로세서(AP)의 성능향상과 함께 부품을 생산

하는 위탁생산 업체들의 위상과 기술력도 높아지고 있다. 다만, 스마트폰의 보급과 함께 일정 시간이 경과하면서 판매량이 줄어드는 한계점에 대해서는 준비가 필요한 상황으로 판단된다.

[그림 12]에서도 2015년을 기점으로 스마트폰의 비중과 판매량은 증가할 것으로 보고 있지만 성장률을 지속적으로 감소하는 것을 보여주고 있음을 확인할 수 있다.

구분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
휴대폰 판매대수	1,151	1,209	1,114	1,202	1,306	1,432	1,568
스마트폰 판매대수	121	143	178	254	351	469	604
스마트폰 성장률	49	18	24	43	38	34	29
스마트폰 비중	10.5	11.8	15.9	21.1	26.9	32.8	38.5

주: 2009~2013년은 전망치. 자료: 삼성경제연구소 추정

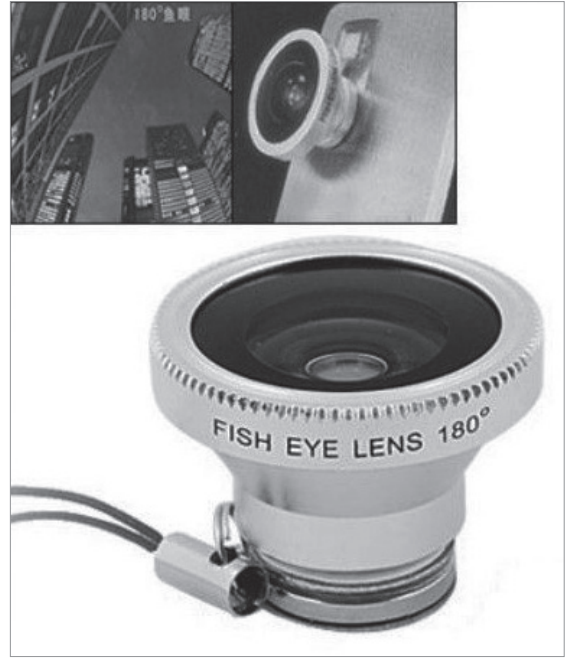
그림 12. 세계 스마트폰 시장 전망

4. 기타 산업과 모바일 카메라의 융합

4.1 휴대용 단말기(휴대폰, 태블릿)

기존 스마트폰 중심의 고효율, 고해상도 카메라 모듈

에서 광학줌 기능의 물리적 한계를 지원하기 위한 다양한 제품들이 출시되고 있다. 기존 디지털 줌의 한계를 극복하고 DSLR의 휴대성과 부피의 한계를 보완하고자 하는 형태를 나타내고 있으며, 스마트폰 단말기가



소니 DSC-QX100과 엑스페리아Z



[자료출처 : google.com]

그림 13. 스마트폰 카메라 렌즈 제품들

가지는 통신모듈과 연동하여 광학모듈의 조정과 유무선의 연결이 가능하도록 되고 있다. [그림 13]과 같은 제품들은 기본적으로 스마트폰에 내장된 카메라모듈의 역할을 보완해주는 기능을 가진 제품으로 카메라 내장모듈의 기술적 중요성이 더 강조되는 형태로 진화하는 것으로 보는 측면이 좋을 듯하다.

4.2 자동차(보안, 인식, 촬영, 기록)

자동차 분야에서는 현재 블랙박스, AVM(Around View System 또는 SVM) 등 차량 내외부의 정보를 수집하고 기록하는 장치로 확대되고 있으며, 기존 부착된 전장부품과 연동되거나 일체형화 되는 기술이 진행되고 있다. 무엇보다 기존 스마트폰 단말기의 재활용을 기반으로 한 영상정보 입력 장치로 활용도 증가하고 있어서 단말기에 포함된 카메라 모듈의 성능과 내구성 그리고 열화 및 온도 변화에 따른 내구성이 더욱 강조되고 있다.

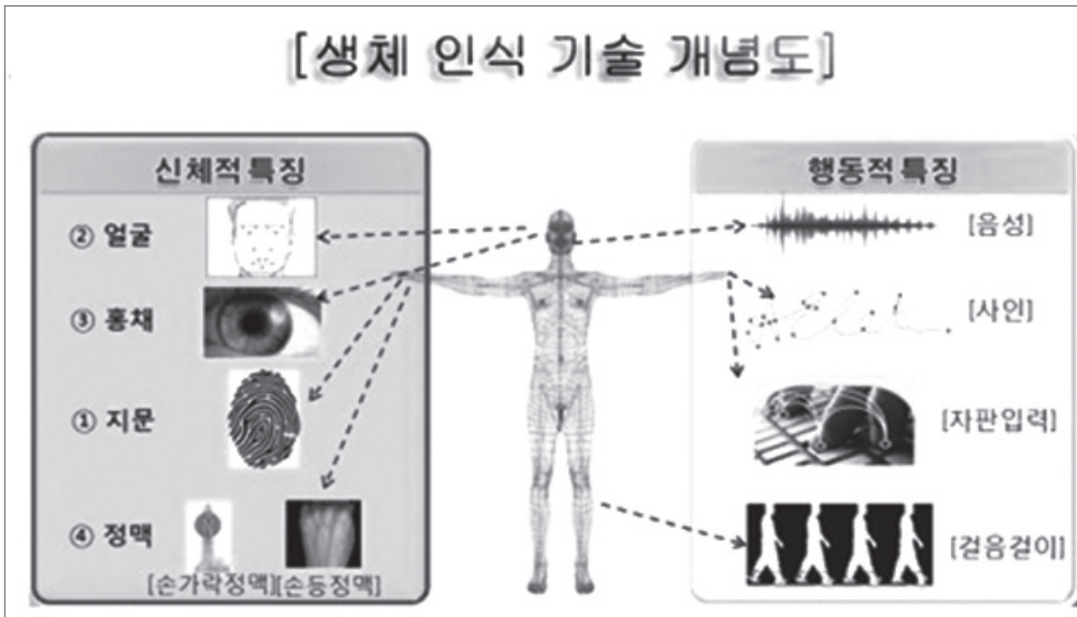
4.3 의료산업(검사, 확인, 기록)

스마트폰 카메라 모듈의 개발기술에 따라 초소형화 및

고화소의 기술개발을 기반으로 의료용 내시경장비, 안구검사와 안구 및 홍채관련 정보를 취득하여 건강관련 상태를 확인할 수 있는 1차 정보제공과 관리의 목적으로 운용 가능할 것으로 판단된다. 무엇보다 관련 제품군의 안정적 개발이 요구되는데 구글 글래스와 같이 필요한 정보를 수신하여 사용자의 안구에 정보를 뿌려주는 방식에서 더 나아가 홍채 정보를 인식하여, 건강상태, 홍채인식 후 보안승인 등의 상호정보 비교 후 정보를 제공하는 형태로 진행될 것으로 생각된다.

4.4 기타 산업(Wearable Device, CCTV, 3D 프린터)

생체인식 기술의 발달에 따라 개인별 고유화된 정보를 기반으로 인식 및 승인하는 체계가 더욱 발달할 것으로 예상된다. 지문인식과 비교하면 지문인식의 경우 약 800개의 패턴정보를 가지지만 복제와 재활용이 상대적으로 쉬우며, 홍채인식의 경우 약 3600개의 고유 패턴을 가지는 것으로 확인되어 보안이 요구되는 부문에 활용도가 높아지고 있다. 그리고 지문인식과 달리 직접 접촉방식이 아니라 관련 고유정보의 취득과 활용이 지문에 비해 복제의 가능성이 낮은 것으로 평가되



[자료출처 : 한국인터넷진흥원]

그림 13. 생체인식기술 개념도

고 있다.

또한 3D 프린터 산업과 관련하여 기존의 도면을 제공하는 제품이나 부품의 경우 제품으로의 출력이 가능하지만, 도면이 없는 제품의 경우 제품의 깊이와 형상을 다수의 카메라로 정밀하게 측정하여 3D 프린팅을 지원하는 기술을 기대할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 자료에서는 카메라 모듈(초소형 카메라 모듈)의 전망에 관한 사항을 언급하였다. 앞서 개인이 보유하고 운용하고 공유하는 정보는 스마트 폰 및 이동식 단말기를 통해 실시간을 기반으로 확대되고 있다. 더 많은 정보들이 공유되고 있으며 개인이 생성하는 정보와 공유가 공유하는 정보와 함께 일상에 휴대하는 단말기를 통해 더 많고 빠르게 전달되는 환경에 노출되고 있는 것이다.

가트너는 보고서를 통해 현재 5% 수준인 모바일 장치를 위한 생체인식 인증 사용이 2016년까지 기업의 30%가 모바일 장치를 위한 생체인식 인증을 사용할 것이라 전망하고 있다. 기업의 기술보안 뿐만 아니라 사용자의 인증 과정을 강화함으로써 데이터의 관리와 함께 사용자의 기대를 관리하고 보안부문을 강화하여 PC에 비해 이동식 단말기에 저장된 데이터는 상대적으로 취약한 환경에 노출되므로 안전한 보관과 사용을 위하여 높은 수준의 보안기능을 요구함에 근거하고 있다.

기존 카메라렌즈 시장과 함께 휴대용 단말기에 적용되는 카메라 모듈은 렌즈의 물리적 한계를 극복하고 이미지 센서의 기술개발에 따라 다양한 이미지의 수집을 수행할 수 있으며, 프로젝터, 생체인식기술, 보안기능과 함께하여 초소형화된 카메라 모듈을 활용할 수 있는 범위는 더욱 커지고 있다.

〈본 자료에서는 모바일 카메라 및 카메라 모듈기술 그리고 적용 분야에 한정하여 기술하고자 하였으며, 기타 산업으로의 확장방향에 관한 의견을 포함하고 있다〉

참고문헌

- 1) KOTRA SV 뉴스(Gartner - Survey Analysis: Early Tablet Adopters and Their Daily Use of Connected Devices)
- 2) “스마트 미디어와 SNS, 커뮤니케이션 행태를 어떻게 변화시킬 것인가: 전망”, 권상희, 2011, 한국언론학회 학술대회 발표논문집
- 3) http://blog.scotoss.com/85#_UyKKxZrNuM8
- 4) “스마트폰 부품의 기술 현황 및 전망 - 중국시장과 VCM 특허로 본 스마트폰 카메라 동향”, 한국광학기기협회, 2013.12.26.
- 5) 모션 인터페이스 - 변형가능한 테크놀로지, (www.invensense.com)
- 6) “CMOS 이미지센서 시장동향” - 전자정보센터 (EIC), (주)벨류에드, 2013.05
- 7) “카메라모듈의 기술동향”, MT&U, 2009.10
- 8) <http://www.gartner.com/newsroom>