

Trillion 센서 시대, 스마트 센서 시장의 3대 트렌드는?

김영훈 수석연구원, 미래사업 연구실 (golyong@posri.re.kr)

목차

1. Trillion 센서시대 개막
2. [재료] 실리콘 기반이 대세
3. [종류] 시각기능이 핵심
4. [부가가치] 솔루션으로 이동
5. 시사점

posco
포스코경영연구원

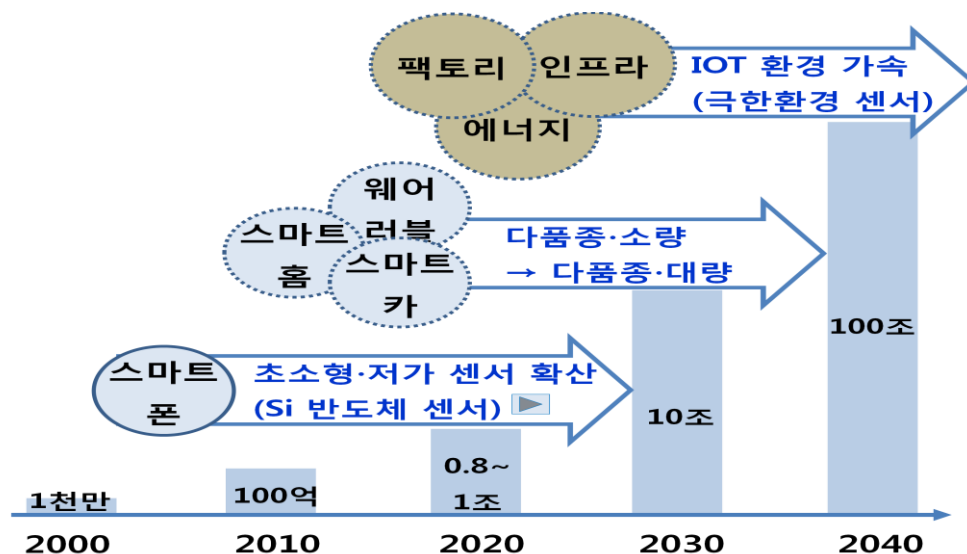
Executive Summary

- **센서의 연평균 생산규모가 1조개 이상인 Trillion 센서시대 임박**
- **[재료] IoT 시대로 실리콘 기반 반도체 센서는 연평균 10% 이상 고성장**
 - 스마트 센서의 구성요소인 메모리·정보처리·통신·전력모듈과 센서소자가 One Chip화되고 동반성장할 것
 - 순수 실리콘이 아닌 실리콘 화합물 재료는 극한 환경에서도 견디고 경제적인 센서 소자 제작에 유리, IoT 시대를 가속화하는 촉매 역할 기대
- **[종류] 센서는 인간의 오감(五感)을 보완하는 방향으로 발전할 것이기 때문에 시각과 관련된 센서가 대세가 될 것**
 - 높은 해상도와 정밀도를 구현하는 이미지 및 영상센서 수요가 증가, 개당 평균가격이 U\$10 내외의 고부가가치 시장 형성
 - 자율주행차 같은 제조부문 외에 금융·보험·도소매 등 다양한 서비스 영역에서 영상·레이저·라이다·초음파 활용 시각센서 시스템 도입 확대
- **[부가가치] 센서시장의 주도권은 센서 솔루션을 보유하거나 시스템 설계가 가능한 SW업체로 이동**
 - 센서가 범용화되면서 평균가격이 하락하고 HW업체들의 수익구조는 악화
 - 센서에서 취합된 데이터를 저장·분석·처리하는 Unit 및 솔루션을 개발하는 SW업체의 위상이 강화
- **스마트 센서 시대에 대응하기 위해서는 센서는 수입하면 된다는 인식에서 탈피, 센서 클러스터를 운동·환경·시각으로 구분하고 직접 개발·생산·사용하는 클러스터를 구축할 필요**
 - 대전·포항·수원의 3대 나노기술융합원을 기반으로 한 클러스터 육성 필요
- **장기적 관점에서 고부가가치 센서영역을 발굴하고 기술개발 투자 지속**
 - 예를 들면 극한 환경 센서는 아직 시장 주도업체가 없는 상황
 - SiC 재료에 기반한 극한환경 센서 로드맵을 작성하고 시장 대응 필요

1. Trillion 센서시대 개막

- 센서수요가 2007년 스마트폰 및 이후 IoT 기기의 연이은 출시로 급증, 2020년 연평균 1조개 이상 생산되는 Trillion 센서시대 임박
 - 스마트폰 1대에 센서 20여 개가 사용, 2007년 연평균 1,000만 개 수준에 불과했던 센서 생산량이 2015년에는 150억 개로 급증
 - 일반폰에는 이미지와 음향센서 2가지 종류만 사용
 - 반면, 스마트폰에는 전후방 카메라에 이미지 센서 2개, 마이크로폰 센서 3개 외에 근접·터치·위치·가속도·압력·온습도 등 다양한 센서가 사용
 - 향후 스마트홈·웨어러블·스마트카 등 다양한 IoT 기기들이 끊임없이 출시될 것이기 때문에 센서수요는 기하급수적으로 증가할 것
- 2025년 이후에는 에너지·인프라·팩토리 등의 극한환경 분야에서도 수요가 증가하면서 센서 시대가 본격화될 전망
 - 고온·고압·다습한 극한환경에서는 센서로 취득한 데이터의 품질이 열악했기 때문에 센서보다는 숙련공의 오감에 의존
 - 하지만 숙련인력 고령화 가속, 제조업 생존전략에 따른 스마트화 전환 등의 영향으로 극한환경 분야에서도 센서 수요가 급증할 것

<Trillion 센서시대 및 주요 동인>



자료: Janusz Bryzek(2013), BCC Research(2017) 수정

주: 2000~2010년 자료는 MEMS(Micro Electronic Mechanical Systems) 센서 기준

2. [재료] 실리콘 기반이 대세

□ 센서의 재료는 실리콘·세라믹·금속·고분자 등 수천 가지로 다양하지만, 실리콘이 40%를 차지하며 재료시장을 주도

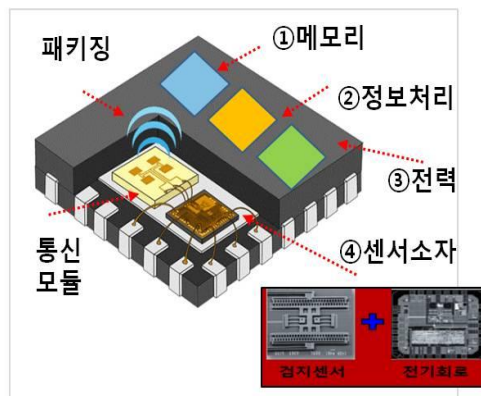
- 2015년 글로벌 센서시장 규모는 U\$795억이며, 실리콘 기반 반도체 센서가 U\$316억을 차지
- 세라믹·금속·고분자 등 수천 가지 재료가 나머지 시장을 분할
 - 가스센서는 고온에서 특정가스에 반응하는 재료로 개발
 - 팩토리의 온도센서는 측정온도에 따라 백금, 철, 구리 등 다양한 재료 사용

□ IoT 시대를 맞아 실리콘 반도체 센서는 연평균 10% 이상 성장하는 등 위상이 더욱 강화

- 센서소자와 전기회로로 구성된 전통적인 센서에 메모리·정보처리·전력·통신 등의 모듈이 One Chip화되면서 센서의 스마트화 가속
 - 메모리 및 시스템 반도체 등 스마트 센서를 구성하는 요소들의 기술수준 및 가격조건이 동시에 향상
 - 주력 Wafer의 사이즈만 다를 뿐 공정기술이 유사하고 설비공용이 가능하기 때문에 반도체 산업과 센서 산업은 동반성장이 가능

메모리 시장은 연평균 7~8%, 시스템 반도체는 5~6% 성장, 반면 반도체 센서는 12~15% 고성장 예상

<IoT 센서의 구성요소(좌) 및 센서시장 전망(우)>



구분		시장규모 ('15 기준)	성장률 전망 (CAGR)
반도체	메모리	911억 달러	7~8%
	시스템	2,626억 달러	5~6%
센서	반도체 센서	316억 달러	12~15%
	기타	479억 달러	8-10%

자료: Gartner(2015), BCC Research(2013) 수정

□ 순수 실리콘이 아닌 실리콘 화합물 재료는 극한 환경도 견딜 수 있어 경제성 있는 센서개발이 가능, IoT 시대를 가속화하는 촉매가 될 것

○ 순수 실리콘은 고온·고압·고전력의 환경에서 물성이 견디기 어렵기 때문에 석유·가스, 에너지, 팩토리, 국방, 항공우주 등 극한환경 산업에서는 적용에 무리

- 온도센서의 경우, 가스발굴에 275℃, 가솔린 엔진은 300℃, 지열발전소는 375℃, 가스 및 항공엔진에는 600℃를 견디는 센서재료가 필요

- 외부환경이 열악하지 않더라도 센서크기가 점점 줄어들고 고집적화될수록 발열과 고압문제 발생, 순수 실리콘만으로는 IoT 시대 대응 한계

○ 탄화규소(SiC) 등과 같이 물성이 우수한 실리콘 화합물 재료가 사업화된다면 전기차 및 태양광 등의 전력반도체용 재료는 물론 극한환경의 센서재료로도 사용이 확대될 가능성

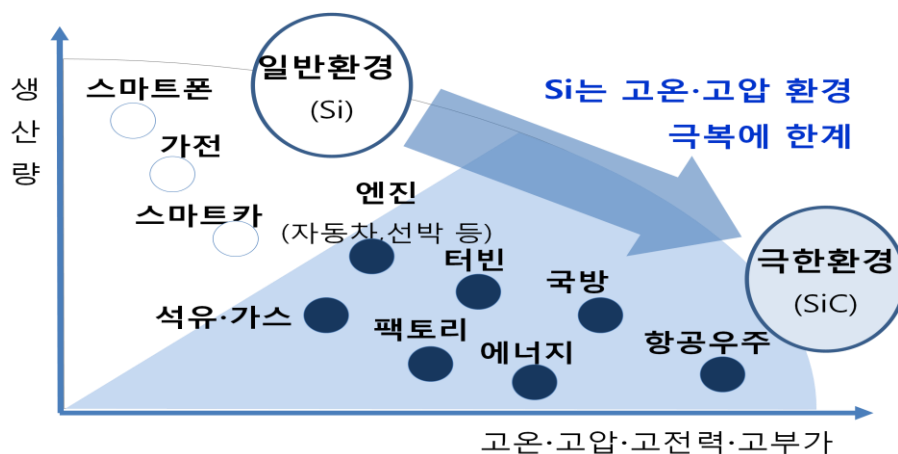
- SiC(Silicon Carbide)는 실리콘(Si)과 탄소(C)로 구성된 화합물 반도체의 재료로, 절연파괴 전계강도가 실리콘 대비 약 10배가 높기 때문에 고온·고압용 디바이스, 전기차 및 전력 Grid의 전력반도체 소재로 우수

- 순수전기차의 시장점유율이 5%를 넘는 2025년을 기점으로 수요증가 및 가격하락, 원가경쟁력이 중요한 극한환경 산업의 센서재료로서 매력도 증가

· 현재 SiC 웨이퍼 글로벌 시장규모는 1,000억원에 불과, 센서로 사업화된 사례는 GE의 가스터빈 유지보수 서비스에 사용되는 화염센서가 유일

· 하지만 2025년 1.5조원 돌파 이후 2030년에 8조원 규모로 급성장 전망

<Si 및 SiC 센서의 응용범위>



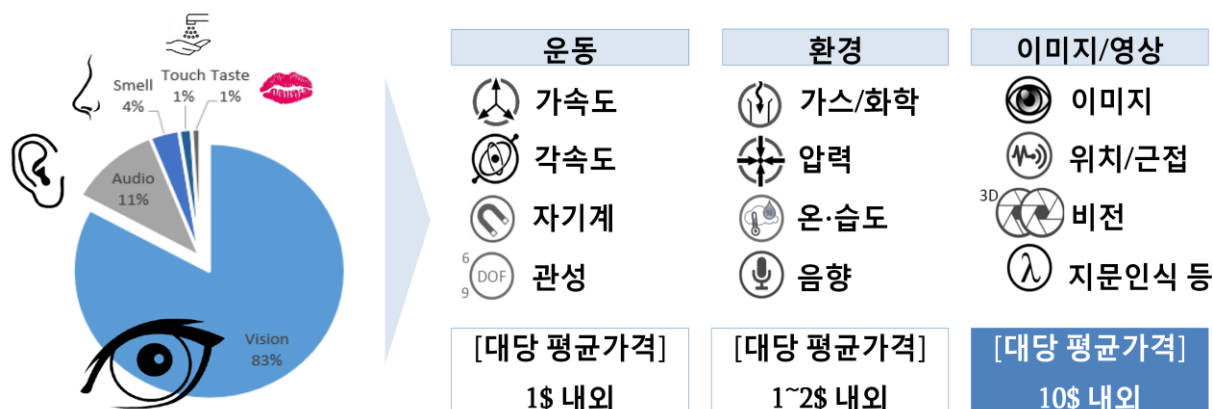
자료: Albert P. Pisano (2016)

3. [종류] 시각기능이 핵심

□ 센서는 인간의 오감(五感)을 보완하는 방향으로 발전할 것이기 때문에 시각과 관련된 센서가 대세가 될 것

- 인간의 시각을 보완하기 위해 높은 해상도와 정밀도를 구현하는 이미지 및 영상센서 수요 증가
 - 인간은 외부환경을 인지할 때, 시각에 83%를 의존하고 청각(11%), 후각(4%), 촉각(1%) 순으로 의존(Yole Developpement, 2016)
- 시각센서는 개당 평균가격 U\$10 내외의 고부가가치 시장 형성
 - 운동센서(가속도, 각속도, 자기계, 관성 등)의 소자가격은 개당 U\$1 내외, 환경센서(가스/화학, 압력, 온·습도, 음향 등)는 U\$1~2 내외의 가격 형성

<인간의 오감과 외부인지 비중(좌) 및 센서종류별 평균가격(우)>

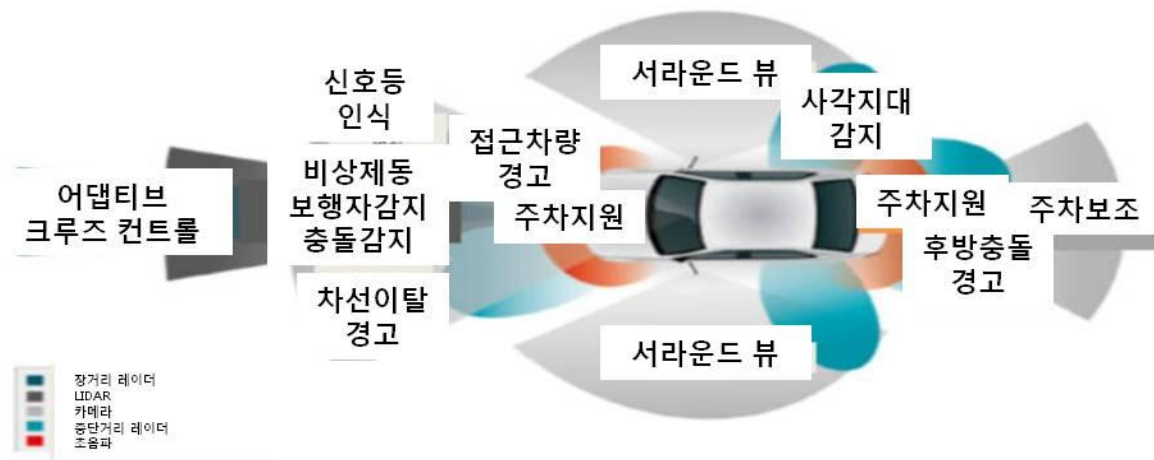


자료: Yole Developpement(2016)

□ 자율주행차 등 제조부문 외 다양한 서비스 영역에서 스마트화를 위해 시각센서 기반 시스템 도입 확대

- 자율주행 시스템을 위해서는 첨단운전자 보조시스템(ADAS) 등의 기술이 사업화되어야 하며 시각 기반 센서기술이 핵심
 - ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)에 탑재되는 각종 영상, 레이저, 라이다, 초음파 센서를 통해 차량이 스스로 전후좌우를 식별
 - 2021년 ADAS 시장은 U\$370억 규모로 성장할 것이며 센서시장이 U\$210억으로 전체 시장의 56%를 차지(미래에셋대우, 2017)

<자율주행차용 ADAS 센서 종류 및 적용분야>

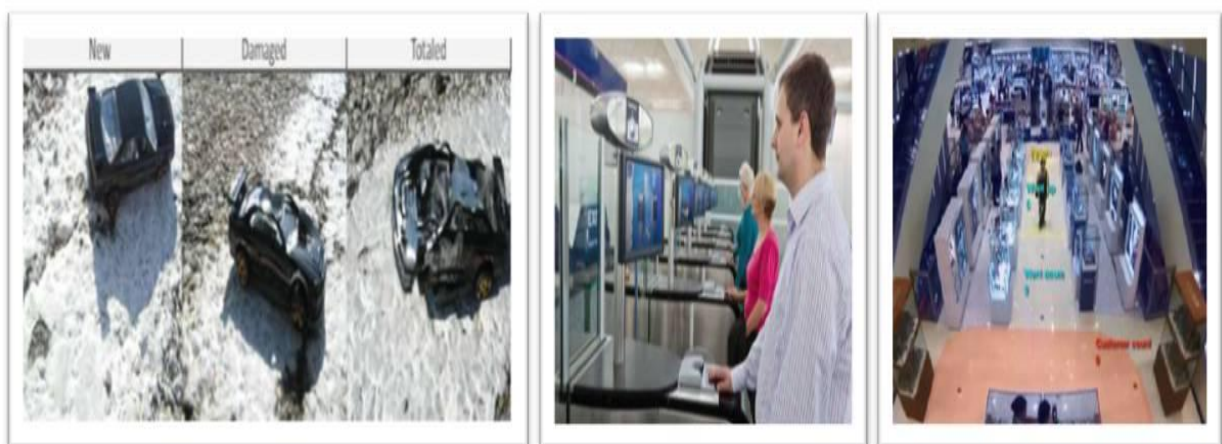


자료: 텍사스 인스트루먼트 홈페이지

○ 서비스업에서도 스마트화 전환 가속, 이미지 및 영상센서를 기반으로 하는 시스템 도입이 확대 중

- 보험사는 사고 발생 시에 직원을 파견하지 않고 사고차량 영상을 분석하여 손해율을 자동으로 산정
- 국제공항은 영상인식을 기반으로 한 출입국 관리 시스템을 빠르게 도입
- 매장에서는 영상분석을 통해 이상고객을 자동으로 모니터링하는 센서 시스템 도입 확대

<서비스업의 시각센서 시스템 사례>



자료: Accenture(2016), 포스코경영연구원(2017) 재인용

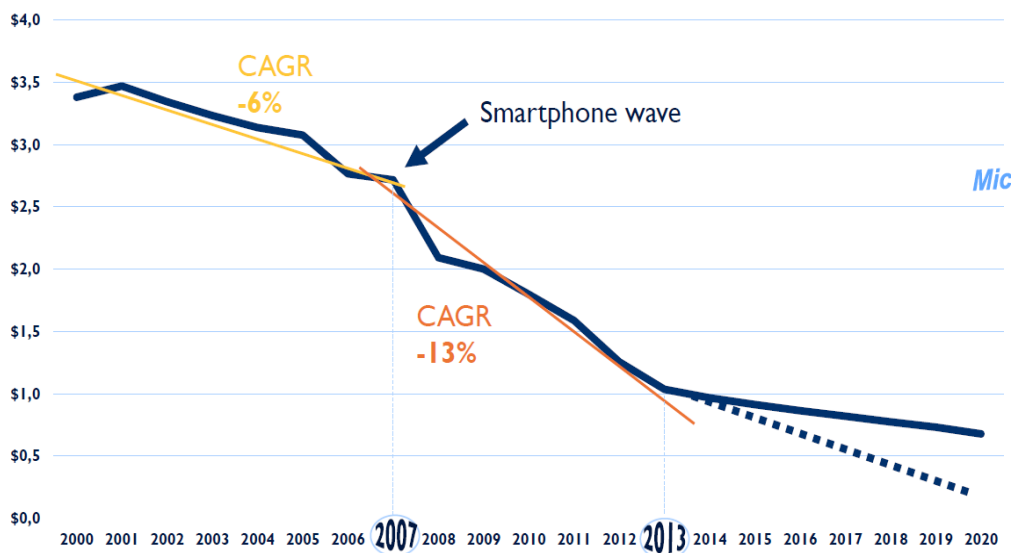
4. [부가가치] 솔루션으로 이동

□ 센서가 범용화되면서 가격이 하락하고 HW업체의 수익구조가 악화

○ 2007년 스마트폰이 출시되고 센서수요가 급증한 것은 센서 평균가격이 1/3 수준으로 급락했기 때문

- 초소형 정밀제어 MEMS(Micro Electronic Mechanical Systems) 센서는 2013년부터 평균 판매가격이 U\$1 밑으로 하락
 - 가속도 센서는 개당 U\$0.14, 음향 센서는 개당 U\$0.19에 불과
- 아이폰 4의 센서원가는 약 U\$5 미만으로 센서시장에서 HW의 부가가치 비중이 감소 추세

<MEMS 센서의 평균 판매단가 추이>



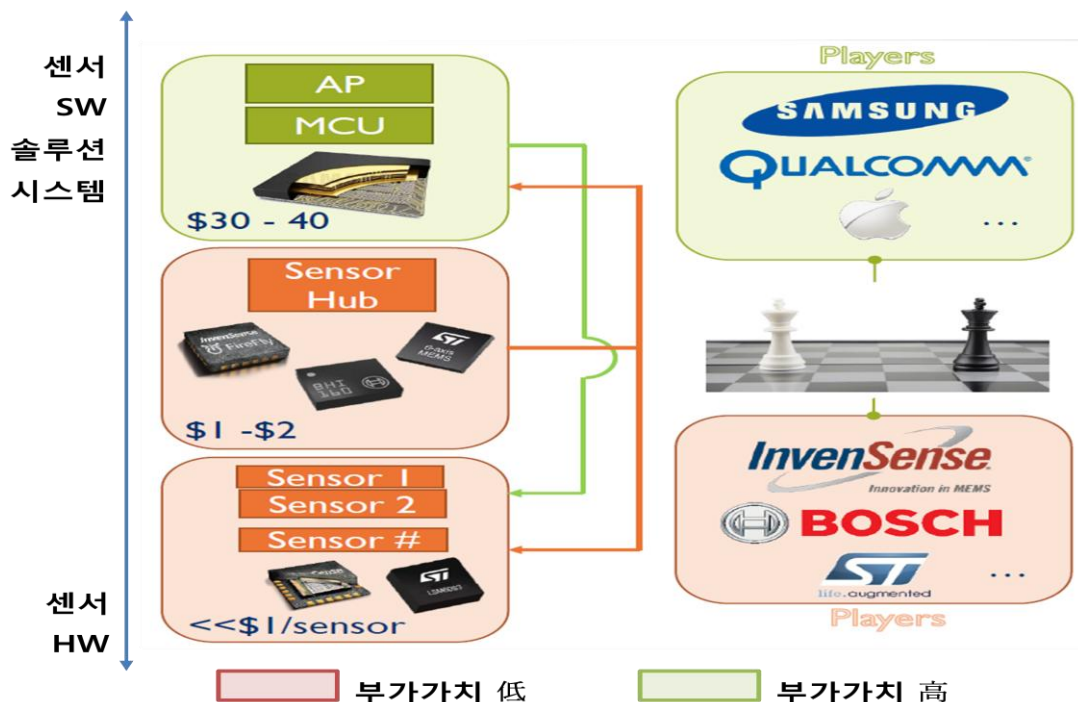
자료: Yole Developpement(2016)

○ HW업체들이 경쟁적으로 설비투자를 확대하면서 센서시장은 메모리 및 시스템 반도체 시장의 역사를 따라갈 것이며 범용화 추세는 지속

- 범용센서는 메모리 반도체 시장과 같이 설비투자 경쟁에서 승리한 소수 업체 중심으로 과점화
- 주문센서는 시스템 반도체 시장과 같이 센서설계업체와 위탁생산업체 (Foundry)가 공존하는 생태계 조성

- 기존 HW 강자들의 부가가치는 감소, 업계 주도권은 센서 솔루션을 보유하거나 시스템 설계가 가능한 SW업체로 이동
- 센서 Wafer-소자-칩을 총괄 생산했던 보쉬, STM 등의 업계 위상은 점차 약화(Yole Developpement, 2016)
 - 현재 중국정부가 MEMS 센서 파운드리 사업을 전략적으로 육성하고 있기 때문에 2025년 이후에는 중국발 생산 증가로 수익구조 추가 악화 우려

〈센서 밸류체인 및 부가가치 비교〉



자료: Yole Developpement(2016)

- 대신 다양한 센서에서 취합된 데이터를 저장-분석-처리하는 Unit 및 솔루션을 개발하는 SW업체의 위상이 강화
 - 다양한 이종기기에서 발생하는 이종센서의 데이터를 통합하고 고객을 위한 정보로 전환하는 센서융합(Sensor Fusion) 같은 SW 기술이 중요
 - 다양한 센서의 플랫폼 운영사, 예를 들면 스마트폰이나 자율주행차 Maker들은 플랫폼에 어떤 센서를 사용할 것인지 결정권을 행사하기 때문에 업계를 주도할 가능성
 - 업계 주도자가 스마트폰 또는 자율주행차 등 HW 제작업체가 아니라 구글, 애플 등 OS 설계업체가 될 것이라는 전망도 상존

5. 시사점

- 스마트 센서 시대에 대응하기 위해서는 센서는 수입하면 된다는 인식에서 탈피, 센서 클러스터를 운동·환경·시각으로 구분하고 직접 개발·생산·사용하는 생태계를 구축할 필요
 - 대기업과 중소기업, HW업체와 SW업체가 협업하여 ‘시각 센서-솔루션 중심’의 클러스터 구축
 - 2002년 나노기술개발촉진법에 근거해 설립된 대전, 포항, 수원 나노기술 융합원을 클러스터로 활용한다면 설비와 인력 활용의 효율성이 제고될 것
 - 스마트팩토리 정책과 연계한다면 극한환경 센서 클러스터도 신성장동력으로 유망
 - 미세가스 및 고온·고압에서 미세변동을 감지하고 위험을 사전에 예측하는 환경센서 및 솔루션을 개발하고 시각센서와 패키지 시스템 구축
 - 암묵지 형태인 숙련공들의 Domain Excellence를 솔루션으로 전환, 형식지 형태인 센서 시스템으로 전환한다면 경쟁우위 확보 가능
 - 고령 숙련공들의 무형자산을 디지털화하고 Data Analytics 등의 외부 전문기관과 제휴하여 유형자산인 솔루션으로 전환
- 장기적 관점에서 고부가가치 센서 영역을 발굴하고 기술개발 투자 지속
 - 많은 글로벌 기업들이 스마트 전략을 위해 범용센서는 수입하더라도 핵심센서는 자체개발하고 시스템 개발
 - GE는 항공기 및 산업용 엔진의 유지보수 사업을 완성하기 위해 극한환경에서 견디는 센서가 필요
 - 범용센서는 수입했지만 SiC 기반 화염센서를 핵심센서로 자체 제작
 - 스마트 센서 중에 전략 아이템을 선정하고 재료부터 솔루션까지 총괄 개발하는 장기 비전 구축
 - 예를 들면 극한 환경 센서는 2025년부터 개화되며 아직 시장 주도업체가 없는 상황
 - SiC 등 다양한 재료에 기반한 극한환경 센서에 대해 기술개발 및 사업화 로드맵 작성하고 중장기적 관점에서 산업 생태계를 육성할 필요

이 자료에 나타난 내용은 포스코경영연구원의 공식 견해와는 다를 수 있습니다.

[참고자료]

[보고서/논문]

LG경제연구원, “Trillion 센서, IoT 시대 열고 있다”, 이승훈, 2014.5.13

포스코경영연구원, “Office에 부는 4차 산업혁명 바람, Robots in Biz Operation의 시대”, 정제호, POSRI이슈리포트, 2017.3.30

미래에셋대우, “자율주행 ADAS의 시대, 투자는 센서 시장에”, 2017

Accenture, “Coming of age of artificial intelligence disruption”, 2016

Albert P. Pisano, “Harsh Environment Sensor Cluster for Energy and Environment”, UCSD Jacobs School of Engineering proceedings, 2016

BCC Research, “Global markets and technologies for sensors”, 2017

Janusz Bryzek, “Roadmap for the Trillion Sensor Universe”, Trillion Sensor Summit 2013 proceedings, 2013

Yole Developpement, “Gas sensors, detection of particles, 3D images: What are the next opportunities in MEMS?”, 2016

Yole Developpement, “What does the future hold for MEMS?”, 2015

[홈페이지]

텍사스 인스트루먼트 (<http://www.ti.com>)

가트너 (<http://www.gartner.com/technology>)