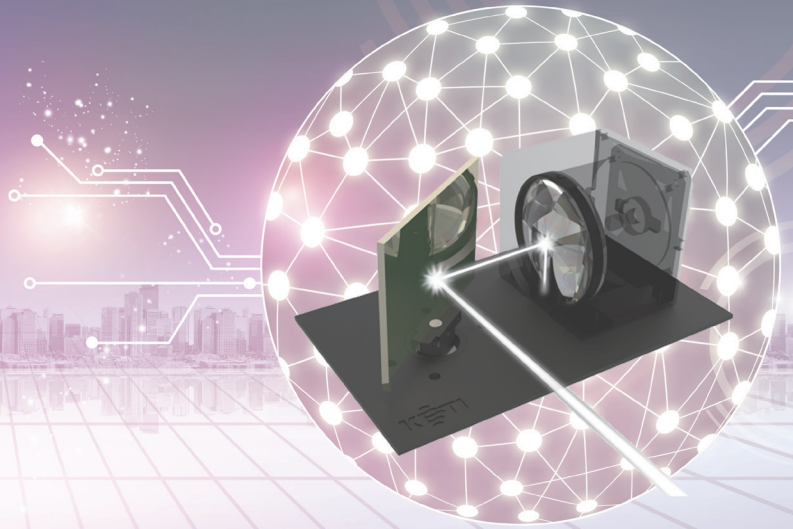


# 라이다 센서 기술 및 산업동향

최 현 용 | 센터장, 전자부품연구원



## 1. 서 론

# 자동차,

로봇, 드론 분야 등에서 물체인식의 수요가 증가함에 따라 실시간으로 외부 정보를 측정하고 분석할 수 있는 광 송수신 센서 개발에 대한 관심이 높아지고 있다[1][2][3]. 라이다(LiDAR: Light

Detection and Ranging) 센서 기술은 중장거리에서 넓은 범위로 3차원 정보를 획득하는 기술로써 기존 영상센서와 레이더 센서와 비교하여 데이터의 정밀도가 높고 소형화가 가능하여 정부 주도의 미래형 신산업에 해당하는 자율주행차, 지능형 로봇, 스마트공장, 증강현실, 스마트 IoT, 드론 산업의 핵심 센서로 각광받고 있다. 특히, 자동차 산업에서 자율주행자동차의 관심이 높아지고 있는 가운데 차량 전방 대부분을 높은 해



그림 1. 미래형 신산업에서 라이다 센서의 활용분야

상도로 측정할 수 있는 스캐닝 라이다 센서는 대체 기술을 찾기 어렵다. 실제로 독일과 미국의 완성차 업체들은 자율주행을 목적으로 차량용 라이다 센서를 개발에 박차를 가하고 있으며 라이다 센서가 장착된 차량의 상용화를 눈앞에 두고 있다. 하지만 라이다 센서는 기술의 진입장벽이 높고 광학, 전자공학, 컴퓨터공학 등 다양한 분야의 기술 융합을 요하고 있어 기술개발이 쉽지 않으며 특히 자율주행 등을 위해 반드시 필요한 다채널 스캐닝 라이다 기술은 광 수신부의 정밀제어와 배열화로 인해 대부분 미국과 독일 위주의 선진국을 중심으로 발전해 왔다. 본 기고에서는 스캐닝 라이다 센서의 국내외 기술 동향과 산업별로 적용되고 있는 라이다 기술에 대해 소개하며 라이다의 세계 시장과 향후 기술발향에 대해 예측하고 설명한다.

*라이다는 중장거리에서  
넓은 범위로 3차원 정보를  
정보를 획득하는 기술*

## 2. 국내외 기술현황

라이다 기술은 펄스레이저를 활용하여 전방 물체를 향해 조사하고, 반사되어오는 시간을 측정하여 거리를 얻어내는 ToF(Time of Flight)기술과, 연속발전 레이저(CW)를 변조하여 조사한 뒤 위상차(Phase Shift)를 검지하여 거리를 얻어내는 기술로 분류된다. 그림 2의 왼쪽에서 보는바와 같이 Phase-shift 라이다 기술은 변조된 연속발전(CW) 광원을 전방객체에 조사하여 반사되어 돌아오는 입출력 신호의 위상차를 연산하는 방식으로 위상차 분해 정도에 따라 비교적 높은 정확도의 데이터를 획득할 수 있다. 이에 반해 ToF 라이다 기술은 펄스레이저를 활용하여 전방 물체를 향해 조사하고, 반사되어오는 빛의 비행시간을 측정하여 거리를 연산하는 기술로

써 축적된 펄스 에너지를 ns 시간으로 조사함을 통해 장거리의 데이터를 빠른 시간 안에 획득할 수 있는 장점이 있다. ToF 방식은 Phase-shift 방식과 비교하여 직관적이며 중장거리에서 실시간으로 3차원 객체를 검출하는데 용이하기 때문에 자율주행 및 제조, 안전/보안 분야에서는 대부분 ToF 방식을 취하고 있다. 이에 본 기고에서는 ToF 방식의 스캐닝 라이다 기술에 대한 국내외 기술동향 및 개발 방향에 대해 소개한다.

대표적인 ToF 방식의 스캐닝 라이다는 미국 벨로다인사의 몸통회전형 라이다와 독일 Sick社와 IBEO社의 거울회전형 라이다이다. 벨로다인의 라이다는 구글의 자율주행 자동차를 통해 스캐닝 성능이 검증되었으며 세계 최고수준의 해상도인 64채널 스캐닝 기술을 보유하고 있다. 송수광학계는 고정방식이나, 바디전체의 회전을 기반으로 3D 영상을 얻는 구조를 가지고 있으며 유일하게 360°의 수평 시야각을 갖는 제품을 생산 중이다. 벨로다인의 회전형 광학계는 다수의 송수광 소자를 적층하는 1:1 송수광학 구조를 통해 높은 수직해상도를 가지는 데이터를 산출한다. 하지만 다수의 광학소자의 사용으로 인해 개발단가가 높으며 시스템 전체를 회전함으로써 상대적으로 모터의 용량이 크고 소비전력이 높은 한계가 있다. 또한 제품군의 환경성능이 차량에서 요구하는 -40°C~85°C를 만족하지 못하여 시험 및 연구용으로 주로 활용되고 있다. 벨로다인의 온도범위가 -10°C~+60°C인 것은 여러 가지 요인이 있겠으나, 다수의 APD 다중 배열에 대한 패키징 혹은 회전에 전력 및 통신을 공급하는 슬립링(Slip ring)부품의 온도동작범위의 한계에 따른 것으로 분석된다.

IBEO社는 대표적인 거울회전형 방식의 스캐닝 라이다 기업으

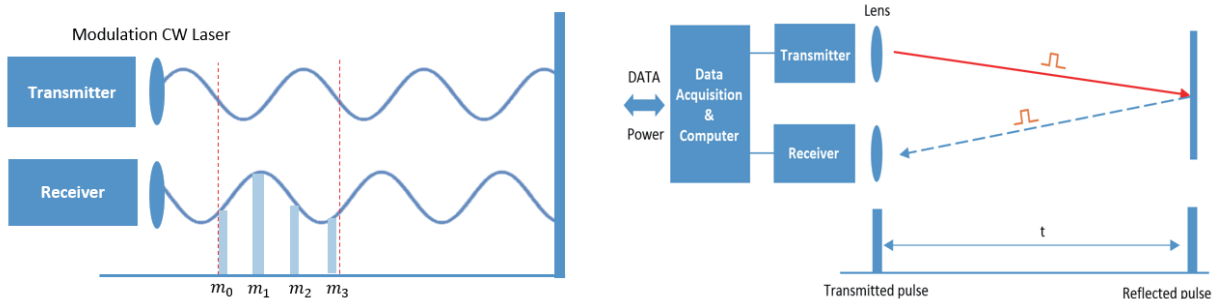


그림 2. 스캐닝 라이다 기술: (좌)Phase-shift 방식의 라이다 송수신 개념, (우)ToF 방식의 라이다 송수신 개념

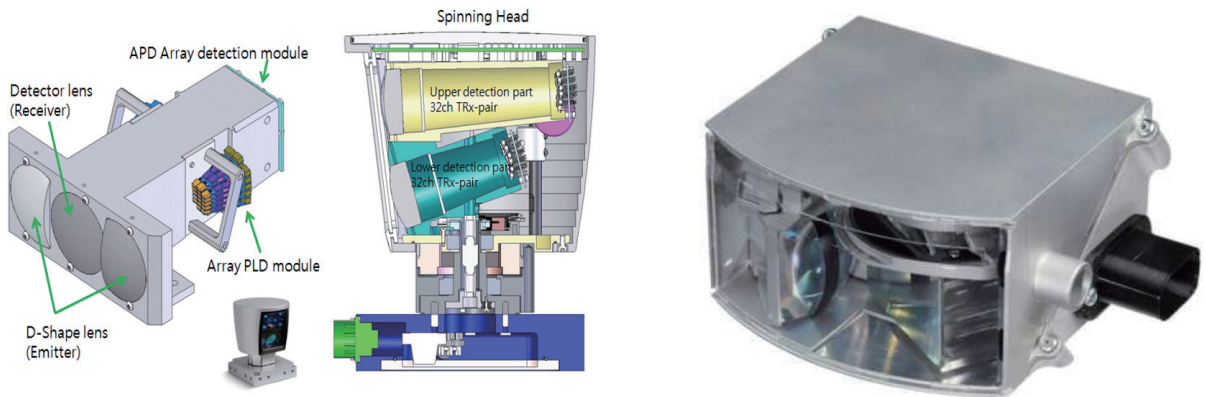


그림 3. ToF 방식의 스캐닝 라이다의 광학구조: (좌) 벨로다인의 몸통회전형 라이다[4], (우)IBEO의 수평 거울회전형 라이다[5]

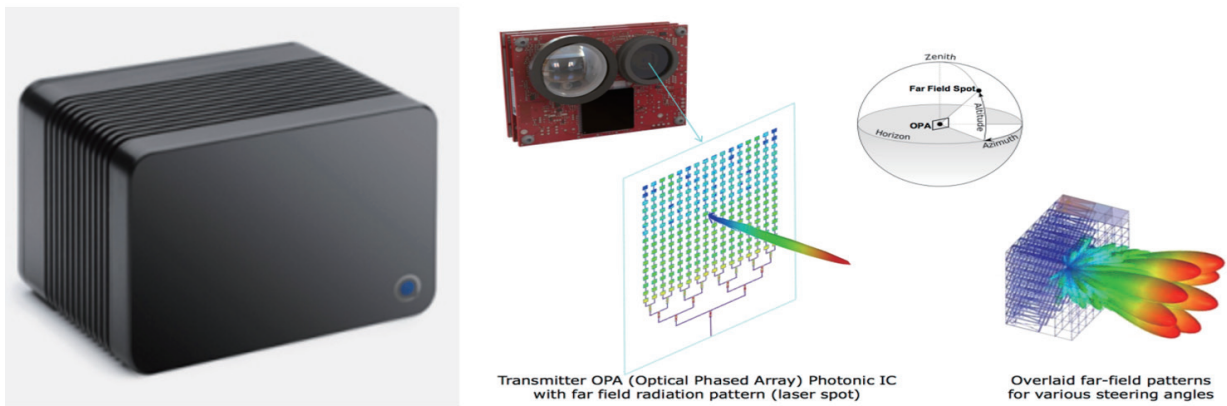


그림 4. 퀴너지의 OPA기반 비모터식 라이다[6]

로서 1996년부터 차량용 스캐닝 라이다를 개발하여 사업화를 추진하였다. IBEO의 라이다는 평면형 거울회전 광학계를 사용하는데 이는 다수의 레이저 빔 혹은 라인 빔을 조사하더라도 회전에 따라 빔의 상하회전(twist) 현상이 발생하지 않아 일정한 스캔을 가능하게 한다. 평면형 거울회전 방식은 광학계의 물리적인 구조상 최대 145° 수준의 수평시야각을 가지고 있다. IBEO의 라이다는 자율주행 혹은 ADAS를 목적으로 개발되었으며 최대 16채널의 수직 스캔이 가능한 수준을 보유하고 있다. IBEO사는 차량 전방부에 장착되는 라이다의 특성상 발생하는 오염 문제를 해결하기 위해서 고압의 물세척 기능과, 내부 열선을 통한 성애제거 등 양산차 적용을 위한 구체적이고 현실적인 방안을 마련하고 있으며 2020년 개발완료로 목표로 무회전식 라이다 개발에 착수했다.

독일의 Sick사의 라이다는 주로 제조분야에서 검사와 안전을 목적으로 개발되어 왔다. 제조품의 상태를 점검하고 불량품을 검출하거나 위험지대에서 발생할 수 있는 안전사고를 예

방하기 위한 목적으로 45° 구조를 가지는 거울회전형 라이다를 주로 개발하였다. 45° 구조의 거울회전 광학계는 송수신부와 렌즈를 광학계의 상하에 위치시킴을 통해 최대 180° 이상의 수평시야각을 확보할 수 있으며 구조가 단순하여 소형의 구조가 가능하다. 하지만 45° 구조는 다채널 빔을 조사하였을 경우 회전에 따라 빔의 입사각이 달라져 cosine 형태로 빔이 회전하는 특성이 있어 다채널 라이다 구조에는 적합하지 않다. Sick사의 라이다는 여러 산업에 적용 가능한 다양한 형태의 단일채널 라이다 센서를 개발하여 출시 중에 있다.

최근 회전형 구조 특성상 발생하는 부피를 최소화하고 진동의 외부 요인에서 안정적인 내구성을 확보하기 위해 비모터식 스캐닝 라이다 광학계의 개발이 진행되고 있다. 퀴너지사의 OPA(Optical phased array)기반 라이다는 집적회로로 이루어져 있으며 위상이 다른 레이저를 조사하여 반사되는 신호를 분석하여 대상객체를 인식한다. 구조상 회전체가 존재하지 않으므로 광학계 구조가 단순하며 이로 인해 라이다의 소형화가



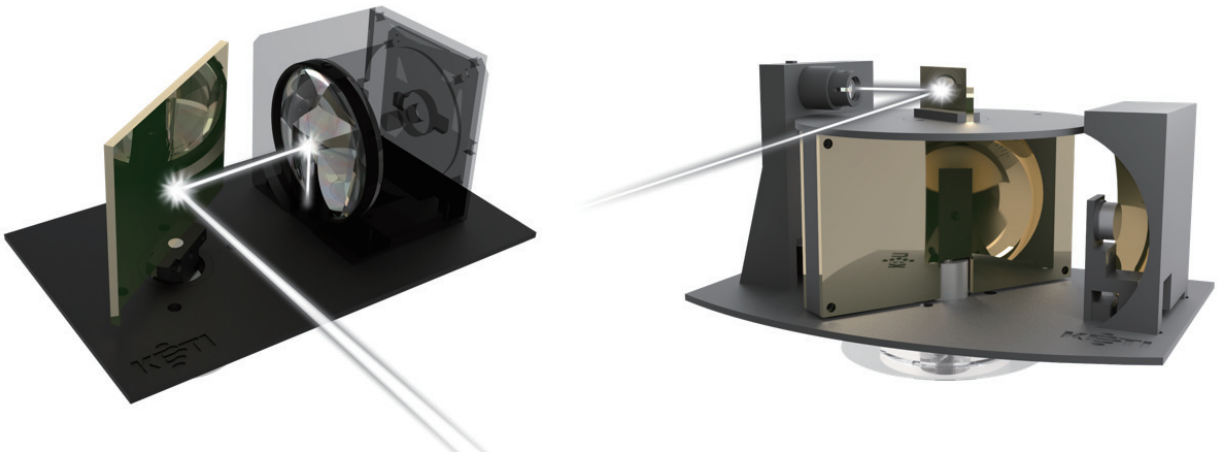


그림 5. 전자부품연구원의 스캐닝 라이다 광학계: (좌) 단일채널 평면형 거울회전 광학계, (우) 다채널용(16채널) 평면형 거울회전 광학계

가능하다. 이론적으로 측정범위(Field of View)와 프레임 률(frame rate)을 소프트웨어를 통해 실시간으로 조절할 수 있으며 특정영역의 데이터 밀도를 높일 수 있지만 개발초기 단계로서 원하는 성능이 나오기까지 시간이 걸릴 것으로 예상된다.

국내는 대표적으로 전자부품연구원, 전자통신연구원, 한국생산기술연구원등에서 3D 라이다 센서 기술을 연구 개발 중에 있으며 원천기술기반의 핵심기술 개발을 통해 산업화를 위한 기업과의 연계를 활발히 추진 중에 있다. 전자부품연구원은 평면형 거울 회전광학계를 기반으로 140° 전방 수평시야 각에서 최대 200m의 객체를 0.2° 수평해상도로 검출 가능한 스캐닝 라이다를 선보인바 있다. 전자부품연구원의 라이다 광학계는 기존의 평면형 거울 회전 광학계와 비교하여 레이저의 송수광이 동축(Coaxial) 배열 구조로 차별화되어 있으며 이는 라이다 제품의 양산에서 장점을 가진다. 전자부품연구원은 4채널 이상의 수직 스캐닝이 가능한 다채널 광학계 기반의 스캐닝 라이다를 개발하였으며 현재 비모터식 라이다 센서를 개발 중에 있다. 그림 5는 전자부품연구원에서 개발된 평면거울 회전형 라이다 광학계를 보여준다. 그림의 왼쪽은 단일 채널 스캐닝 라이다의 광학구조이며 오른쪽은 다채널 스캐닝 라이다의 광학구조이다.

스캐닝 라이다 기술은 수직 스캔 범위를 넓이는 방향으로 개발이 진행되고 있다. 완전자율주행을 위해서는 최소 16채널 이상의 수직 스캔 범위가 필요하다. 라이다는 단기적으로는 기술의 성숙도가 높은 모터식 방식이 상용화가 될 것으로 판단되며 점점 비모터식 라이다로 기술 개발 방향이 정해 질 것으로 보인다. 아울러 양산을 위해 광 정렬점을 최소화하고 광소

자의 수를 줄이는 것이 중요하며, 이는 센서의 장기적인 운용 환경에서 신뢰성과도 연관성이 높으므로 우수한 광학계를 확보하는 것이 중요하다.

### 3. 국내외 산업현황

라이다 센서는 제조, 로봇, 건축 등 다양한 분야에서 적용되어 왔으나 최근 들어 자동차 산업분야에서 활발하게 개발 및 상용화가 진행 중이다. 구글이 벨로다인 라이다를 기반으로 자동차의 자율주행을 성공한 이후, 완성차 업체를 중심으로 자율주행 혹은 ADAS를 목적으로 차량용 스캐닝 라이다 개발을 진행하였으며 라이다 시스템 업체와 공동개발을 통해 상용화 전 단계 수준까지 이르렀다. 메르세데스-벤츠, 아우디, BMW 등 독일 3사는 상용 라이다 센서와 GPS 등을 이용하여 독자적인 자율주행 기술을 확보하고 있으며 자율주행 시연을 통한 기술 검증을 완료하였다. 아우디는 독일의 라이다센서 업체인 IBEO社와 프랑스 자동차 전장업체인 Valeo社와 협력하여 세계최초의 양산용 스캐닝 라이다센서를 개발하였으며 2017년부터 아우디의 상위 차량모델에 적용하여 상용화할 계획에 있다. 메르세데스-벤츠는 미국의 쿨니저社와의 협력을 통해 OPA기반 라이다 센서인 S3를 장착한 차량을 2019년부터 양산할 계획에 있다. 볼보는 자율주행이 목적이 아닌 운전자 주행을 보조하는 목적으로 컨티넨탈社의 LRF(Laser Range Finder) 방식의 라이다센서를 채택하여 차량 전방유리에 부착한 형태로 제품화하였으며 자사의 상위 모델 차량에 적용하여 양산하고 있다. 또한, 볼보는 Volvo AB-Drive Me Project를

표 1. 자동차용 라이다 성능확보 계획

제조사	현재 적용 기능		개발 추진 기능				공급 및 제휴업체
	Feature	SAE Level	Feature	SAE Level	Onwards Year	Models	
AUDI	Traffic Jam Assist	Level 2	Traffic Assist, Piloted driving and Parking	Level 3	2017	A8, A7, Q8	Valeo, Mobileye, Continental, Bosch
Mercedes Benz	Traffic Jam Assist	Level 2	Distronic Plus with Steer Asssit	Level 3	2019	S-Class E-Class	Quanergy
BMW	Traffic Jam Assist Assistive Parking	Level 2	Active Assist and Remote Valet parking	Level 3	2018	7-Series 5-Series	Continental, ZF Lenksystem
Volvo	Pilot Assist	Level 2	City Safety	Level 3	2022	XC-90 S90	Continental, Autoliv
TESLA	Autopilot	Level 2	Autopilot 2.0	Level 3	2019	Model S X3	Mobileye, Bosch, NVIDIA
FORD	Adaptive Cruise Control, AEB	Level 1	Active City Stop	Level 2	2017	Fusion Escape	Continental, Velodyne, Bosch
CHRYSLER	AEB, ACC	Level 1	SuperCruise	Level 3	2020	CTS Escalade	TRW, Laird Tech, In-House

표 2. 자동차용 라이다 상용화 추진 현황 및 계획


제조사	LiDAR 개수	Major Functions	Launch Year	Future Focus
Audi	1 to 2	ADAS 도입, 조종부 구동 모듈에 통합시킴	2017	고도화된 자율주행자동차
BMW	1 to 2	Traffic Jam Assist(TJA), 교차로 정보지원, 응급상황 지원	2018	고도화된 자율주행자동차
Cadillac	1 to 3	자가 조종 및 차선 유지	2020	자율주행 자동차와 함께 V2X 기반으로 구동 될 것임
Ford	1 to 2	자가 조종 및 자동 주차	2020	TJA(혼잡구간주행지원시스템) 적용 자율주행자동차 개발
Mercedes-Benz	1 to 2	Adaptive Cruise Control(ACC)-차량 간격 유지	2019	고도화된 자율주행자동차
Volkswagen (VW)	1	TJA, ACC 등의 보조 시스템, Autonomous Emergency Braking System(AEBS)- 시내주행 및 고속도로 주행시 자율 비상 브레이크 시스템	2020	폭스바겐의 HAVEit project를 기반으로 부분 자동화 예정
Volvo	1	자가 조종 및 차선 유지	2016	V2X기반 자율주행 차량 개발
Google	1	Fully automated driving and environment mapping	2021	서비스 시스템 개발 이후 자율 주행 부품의 개조 형식의 개발 진행

통해 2022년부터 도시 내 자율주행이 가능한 라이다 시스템을 개발하고 양산하는 계획을 가지고 있다. 포드는 미국의 벨로다인사와 협력을 통해 고정형 라이다시스템을 상용화할 계획에 있으며 최근에는 MIT와 공동연구로 라이다센서를 이용한 자율주행 전기차 개발을 착수하였다. 표1은 세계 완성차 업체에서 차량용 라이다 성능을 확보하기 위한 계획을 보여주며 표2는 각 사의 차량용 라이다 상용화 추진 계획을 나타낸다.

#### 4. 국내외 시장현황

최근 자율주행자동차, 지능형 로봇, 드론 등에 사회적인 관심과 기술개발 등이 집중되면서 다양한 산업에서도 스캐닝 라이다 기술을 적용하기 위한 많은 활동들이 추진되고 있으며 관련 라이다 시장은 빠른 속도로 성장하고 있다. 세계 스캐닝 라이다 시장은 2016년 6억 달러에서 2022년 13억 달러로 연평균 11.7%로 성장할 것으로 예상되며 특히 자율주행 및 UAV 관련 스캐닝 라이다 시장은 연평균 성장률 15.4%로 성장할 것으로 예측된다[7]. 라이다 기술은 북미와 유럽을 중심으로 발전함에 따라 북미와 유럽이 현재 세계시장의 60% 이상을 차지하고 있으나 자율주행, 인공지능 등 인간 중심의 서비스가 본격화되기 시작하면 인구가 많은 아시아 중심으로 시장이 형성될 것으로 예상된다. 특히, 중국과 인도의 라이다 시장 성장률은 연평균 18.9%로 크게 성장할 것으로 예상된다. 한국의 경우 아시아 시장에서 현재 14.2%의 점유율로 1,550만 달러규모의 시장을 형성하고 있으나 2022년까지 연평균 성장률 17.1%로 4.680만 달러 규모의 시장으로 성장할 것으로 보인다. 자동차 산업에서는 향후 5년간 라이다 기술의 영향력이 매우 클 것으로 전망되며 특히 자율주행자동차의 주요 기능을 수행할 것으로 기대된다. 이는 전 세계적으로 자율주행자동차에 대한 국가 R&D 로드맵이 작성 중이며 단계적으로 완전 자율주행자동차 개발 및 법제화가 진행되고 있기 때문이다. 또한 유럽 신차 평가프로그램(NCAP) 2020 로드맵에 도시 내 안전주행을 목적으로 AEB 장착이 의무화됨에 따라 라이다센서 산업 성장에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 드론산업이 매우 큰 폭으로 성장함에 따라 라이다 기술은 큰 영향력을 발휘 할 것으로 예상되며 기존 영상센서로 분석하기 어려웠던 분야에서 라이다 센서의 활용이 크게 증가할 것으로 예측된다.

#### 5. 결 론

본 기고에서는 스캐닝 라이다 기술에 국내외 기술 동향 및 산업현황에 대해 소개하였다. 라이다 기술은 4차 산업으로 대변되는 자율주행, 스마트 IoT, 드론, 인공지능 로봇 분야의 핵심 센서로 역할을 수행할 것으로 예상되며 관련 시장은 큰 폭으로 성장할 것으로 기대된다. 특히 자율주행자동차 분야에서는 세계 완성차 업체를 중심으로 차량용 라이다의 상용화가 활발히 진행 중인 것을 확인했다. 기술개발로서는 수직 스캐닝범위가 점차적으로 증가할 것으로 예상되며 광학소자의 발전으로 인해 고정밀 소형 라이다 센서가 개발될 것으로 보인다. 이를 위해 비모터식의 저가형 라이다 센서 기술 확보가 필요하며 불특정 다수의 물체에 대한 탐지력을 향상시킬 필요가 있다. 또한 정부차원의 전략수립과 정책적 지원을 통한 세계 라이다 시장에 선도적으로 대응할 시점이라 판단된다. 

#### 참고문헌

- [1] D. Fox and F. Ramos, "A spatio-temporal probabilistic model for multi-sensor multi-class object recognition," in Intelligent Robots and Systems, IEEE/RSJ International Conference on, pp. 2402-2408, 2007
- [2] L. Spinello and R. Suegwart, "Human detection using multimodal and multidimensional features," in Robotics and Automation, IEEE International Conference on, pp. 3264-3269 (2009).
- [3] C. Prenebida, O. Ludwig, and U. Nunes, "Lidar and vision-based pedestrian detection system," Journal of Field Robotics, 26(9) pp. 696-711 (2009)
- [4] Velodyne HDL-64 LiDAR: <http://velodynelidar.com/hdl-64e.html>
- [5] IBEO LiDAR: <http://www.valeo.com/en/valeo-scala>
- [6] Quanergy S3 LiDAR: <http://quanergy.com/s3/>
- [7] "Global LiDAR Market" Allied Market Research, 2015