

라이다 센서 기술 동향 및 응용

Trends and Applications on Lidar Sensor Technology

김종덕 (J. Kim) 자동차IT플랫폼연구팀 선임연구원
권기규 (K.K. Kwon) 자동차IT플랫폼연구팀 팀장
이수인 (S.I. Lee) 대경권연구센터 센터장

- I. 머리말
- II. 라이다 센서 기술
- III. 영상 라이다 센서 동향
- IV. 라이다 센서 응용 기술
- V. 맺음말

지구과학 및 우주 탐사를 목적으로 지속적으로 발전해 온 라이다 센서 기술은 현재 항공기 및 위성 탐사에 탑재되어 정밀한 지구 지형 및 환경 관측을 위한 주요 수단으로 사용되고 있으며, 우주 정거장과 우주선의 도킹 시스템, 우주 탐사 로봇에 활용되고 있다. 지상에서는 원거리 거리 측정, 자동차 속도 위반 단속 등을 위한 간단한 형태의 라이다 센서를 비롯하여 최근에는 3차원 영상 복원을 위한 레이저 스캐너, 미래 무인자동차를 위한 3차원 영상 센서의 핵심 기술로 활용되면서 그 활용성과 중요성이 점차 증가되고 있다. 본고에서는 라이다 센서의 기본 원리 및 종류, 최근 영상 라이다 센서 기술동향, 응용 분야의 몇 가지 예를 요약하여 소개함으로써, 국내 기반 기술 및 상용화 개발이 취약한 라이다 센서에 대한 이해를 돕고자 한다.

I. 머리말

라이다 센서는 레이저를 목표물에 비추으로써 사물까지의 거리, 방향, 속도, 온도, 물질 분포 및 농도 특성 등을 감지할 수 있는 기술이다. 라이다 센서는 일반적으로 높은 에너지 밀도와 짧은 주기를 가지는 펄스 신호를 생성할 수 있는 레이저의 장점을 활용하여 보다 정밀한 대기 중의 물성 관측 및 거리 측정 등에 활용이 된다.

라이다 센서 기술은 탐조등 빛의 산란 세기를 통하여 상공에서의 공기 밀도 분석 등을 위한 목적으로 1930년대 처음 시도되었으나, 1960년대 레이저의 발명과 함께 비로소 본격적인 개발이 가능하였다[1]. 1970년대 이후 레이저 광원 기술의 지속적인 발전과 함께 다양한 분야에 응용 가능한 라이다 센서 기술들이 개발되었다. 항공기, 위성 등에 탑재되어 정밀한 대기 분석 및 지구환경 관측을 위한 중요한 관측 기술로 활용되고 있으며, 또한 우주선 및 탐사 로봇에 장착되어 사물까지의 거리 측정 등 카메라 기능을 보완하기 위한 수단으로 활용되고 있다. 지상에서는 원거리 거리 측정, 자동차 속도 위반 단속 등을 위한 간단한 형태의 라이다 센서 기술들이 상용화되어 왔으며, 최근에는 3D reverse engineering 및 미래 무인자동차를 위한 laser scanner 및 3D 영상 카메라의 핵심 기술로 활용되면서 그 활용성과 중요성이 점차 증가되고 있다.

라이다 센서 기술은 이러한 광범위한 분야에서의 응용에도 불구하고, 미국, 유럽 및 일본에 비하여 우주 및 지구 과학분야의 발전이 상대적으로 미약한 국내에서는 그 동안 크게 주목 받지 못한 관계로 관련 핵심 기술의 확보가 아직 미약한 수준이다. 본고에서는 라이다 센서 기술에 대한 이해를 통하여 국내 관련 산업 기술개발을 촉진하고자, 라이다 센서의 기본 원리 및 종류, 영상 라이다 센서 기술개발 동향, 주요 응용 분야 등에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

LIDAR는 Light Detection And Ranging의 약어이며, 때로는 LADAR(Laser Detection And Ranging)라는 이

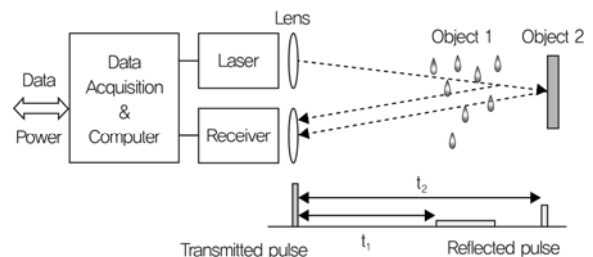
름으로 사용된다. LIDAR가 보다 일반적인 용어이므로 본고에서는 lidar 또는 ‘라이다’로 명칭한다.

II. 라이다 센서 기술

1. Lidar 기본 원리

라이다 센서 시스템의 구성은 응용 분야에 따라 때로는 매우 복잡하게 구성되지만, 기본적인 구성은 (그림 1)에 보인 바와 같이 레이저 송신부, 레이저 검출부, 신호 수집 및 처리와 데이터를 송수신하기 위한 부분으로 단순하게 구분될 수 있다. 아울러 라이다 센서는 레이저 신호의 변조 방법에 따라 time-of-flight(TOF) 방식과 phase-shift 방식으로 구분될 수 있다. TOF 방식은 (그림 1)에 보인 바와 같이 레이저가 펄스 신호를 방출하여 측정 범위 내에 있는 물체들로부터의 반사 펄스 신호들이 수신기에 도착하는 시간을 측정함으로써 거리를 측정하는 것이 가능하다. Phase-shift 방식은 특정 주파수를 가지고 연속적으로 변조되는 레이저 빔을 방출하고 측정 범위 내에 있는 물체로부터 반사되어 되돌아오는 신호의 위상 변화량을 측정하여 시간 및 거리를 계산하는 방식이다.

레이저 광원은 250nm부터 11 μ m까지의 파장 영역에서 특정 파장을 가지거나 파장 가변이 가능한 레이저 광원들이 사용되며, 최근에는 소형, 저전력이 가능한 반도체 레이저 다이오드가 많이 사용된다. 특히, 레이저의 파장은 대기, 구름, 비 등에 대한 투과성과 eye-safety에 직접적인 영향을 준다. 기본적으로 레이저 출력, 파



(그림 1) Lidar 시스템 기본 구성 및 동작원리

장, 스펙트럼 특성, 펄스 폭 및 모양 등과 함께 수신기의 수신감도 및 다이내믹 레인지, 그리고 광학필터 및 렌즈의 특성이 라이다의 성능을 결정하는 주요 요인이다. 이와 함께 수신기의 측정 각도를 나타내는 Field Of View (FOV), 측정 범위를 선택하기 위한 field stop, 레이저 빔과 수신기의 FOV overlap 특성 등도 중요한 항목이다. 광속에 대하여 단위 데이터 수집을 위한 최소 시간은 거리 분해능(range resolution)을 결정하는 요인이며, 따라서 1m 이하의 거리 분해능을 위해서는 수 ns 이내의 데이터 수집 및 처리가 요구된다.

2. Lidar 기술들

기존의 라이다 기술들은 기상 관측 및 거리 측정을 목적으로 주로 연구되었으며, 최근에는 위성에서의 기상 관측, 무인 로봇 센서 및 3차원 영상 모델링을 위한 기술들이 연구된다. 기본적인 라이다 기술들을 간단히 정리하면 다음과 같다.

- Elastic-backscatter lidar: 레이저 파장의 변화 없이 입자들의 운동량에 따라 backscattering되는 빛의 spectral broadening 특성을 이용하여 대기 중의 aerosol 및 구름의 특성 측정 등에 활용되는 기술
- Raman lidar: 분자 에너지 상태에 따라 분산되는 레이저 빛의 주파수 변화 및 Raman band 내의 세기 분포 분석을 통하여 대기 중의 수증기 및 온도 분포 등의 측정에 활용되는 기술
- Differential-absorption lidar(DIAL): 각기 다른 레이저 파장을 가지는 레이저 빔들에 대하여 측정 대상 물질의 흡수 차이를 이용하여 대기 오염 물질 등의 농도 분포를 측정할 수 있는 기술
- Resonance fluorescence lidar: 원자, 이온 또는 분자의 에너지 천이와 동일한 에너지를 가지는 레이저 빛에 대하여 동일 파장의 빛 또는 긴 파장의 빛을 방출하는 특성을 이용하여 중간권역 대

기 중의 원자 및 이온 농도를 측정하는 기술

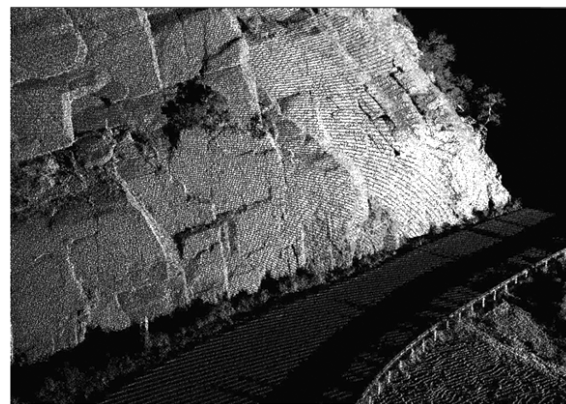
- Doppler lidar: Doppler 효과에 의한 레이저 빔의 미세한 주파수 변화를 측정하여 바람 등의 속도를 측정하는 기술
- Laser rangefinder: 물체로부터 반사되는 레이저 빔의 수신 시간을 측정하여 거리를 측정하는 가장 간단한 형태의 라이다 기술
- Imaging lidar: 레이저 빔의 진행 방향에 대한 거리 정보를 포함하여 공간에 대한 영상 모델링이 가능한 기술로써 laser rangefinder 기술을 기반으로 point-scanning을 통하여 point cloud 정보를 수집하거나 광각의 flash-laser에 대하여 반사되는 레이저 빛을 다중 배열 수신소자를 통하여 수집함으로써 3차원 영상 구현이 가능한 기술

(그림 2)는 영상 라이다(imaging lidar) 기술을 통하여 수집되는 point cloud 정보를 이용한 3차원(3D) 영상의 예이며[2], 다음 절에서는 영상 라이다를 위한 최근 기술 동향에 대하여 설명한다.

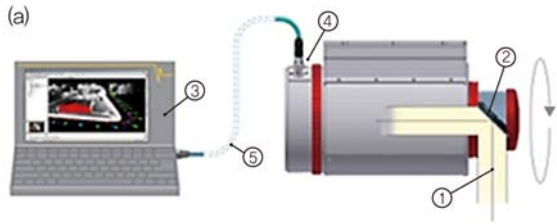
III. 영상 라이다 센서 기술 동향

1. 2D Laser Scanner

앞에서 설명한 laser rangefinder가 1차원(1D) 스캐너



(그림 2) Point Cloud

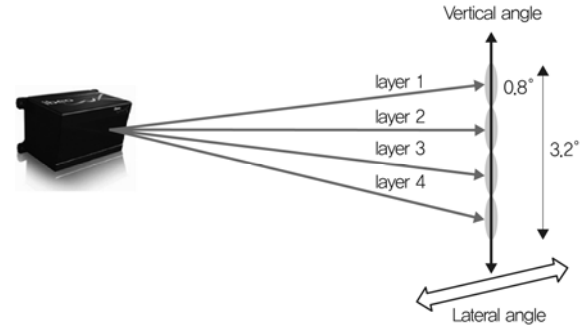


(그림 3) RIEGL의 Laser Scanner 형태(a) 및 수집된 영상 정보(b)

에 해당한다면, 2D laser scanner는 일반적으로 회전 방식을 이용하여 레이저 빔의 진행 방향을 포함하는 특정 평면에서의 영상 정보를 수집한다. 시스템의 구성은 laser rangefinder와 같이 단일 레이저와 단일 수신소자로 구성될 수 있으며 회전을 위한 모터가 추가된다. (그림 3)은 RIEGL사의 laser scanner 형태 및 수집된 영상 정보를 보이며[3], (그림 3a)의 레이저 빔(①)을 거울(②)을 이용하여 모터의 회전축 방향에 대하여 90도로 꺾어 회전함으로써 2D 정보를 수집할 수 있다. (그림 3b)에서 보인 바와 같이 2D laser scanner를 차량 등에 탑재하여 이동하면서 공간 정보를 스캔하면 컴퓨터를 통하여 3D 영상 구현이 가능해진다.

2. 3D Laser Scanner

2D laser scanner를 활용하여 3D 영상 구현이 가능하지만, 실시간으로 3D 영상을 구현하기 위해서는 보다 빠른 데이터 수집이 필요하다. 이를 위한 방법의 하나로 회전 방식의 3D laser scanner는 다수의 레이저 및 수신소자를 이용하여 특정 방향의 시야각(FOV)에 대하여

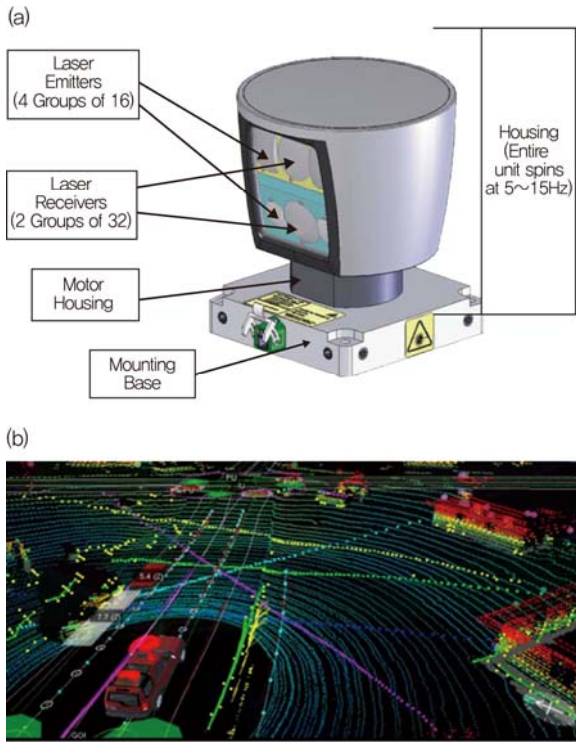


(그림 4) Laser Scanner with Multi-layer Technology

동시 측정이 가능하도록 하고 회전 스캐닝함으로써 3D 영상 수집이 가능한 기술이다. 이러한 방식은 넓은 시야각의 확보를 위하여 많은 수의 레이저 및 수신소자들이 필요하고 비교적 고난이도의 패키징 기술이 요구되지만, 현재 상용화된 소자들을 활용하여 구현할 수 있는 장점이 있다.

현재 상용화된 3D laser scanner는 대부분 제한된 수직 방향의 시야각을 가지며, 수평 방향에 대하여 360도 또는 수직도의 스캐닝 각도를 지원한다. (그림 4)는 multi-layer 기술을 적용한 Ibeo 및 SICK 사의 laser scanner로 각각 0.8도의 수직 해상도(resolution)을 가지는 4-layer 레이저 빔을 이용하여 3.2도의 수직 시야각을 구성하는 방법을 보인다[4],[5]. Ibeo사의 경우 8-layer 기술을 적용하여 6.4도의 수직 시야각과 110도의 수평 시야각을 지원하는 제품도 출시하고 있다[5].

현재 가장 넓은 시야각을 지원하는 제품은 Velodyne사의 제품으로 (그림 5a)에 보인 바와 같다. 4개 그룹으로 나뉘어진 레이저 출력부는 각각 16개의 레이저를 포함하며, 2개의 그룹으로 나뉘어진 수신부는 각각 32개의 수신소자를 포함한다, 즉 총 64개의 레이저 및 수신소자를 사용하여 0.4 도의 수직 해상도와 함께 약 24.8도의 수직 시야각과 함께 360도 회전 스캐닝을 지원한다[6]. (그림 5b)에 보인 바와 같이 Velodyne사의 제품은 비교적 넓은 수직 시야각과 함께 360도 수평 시야각을 지원하므로 무인 운전 자동차 및 군용 차량 등의 시험 개발용으로 많이 적용되고 있다.



(그림 5) Velodyne의 Lidar Sensor

laser scanner 상용 제품을 출시하는 기업들로 Hokuyo, Omron 등이 있다. 외부환경(outdoor)에서 사용하기 위한 Velodyne, SICK, Ibeo, Hokuyo사의 3D/2D laser scanner 제품들 중에 비교적 장거리 지원이 가능한 모델들의 주요 사양을 <표 1>에 요약 비교하였다. 여러 제품들에서 비교적 반사율이 높은 물체들에 대한 최대 측정 가능 거리는 120m, 200m, 250m인 것으로 제시되고 있으나, 반사율이 10%인 조건에서 측정 가능한 거리는 대부분 약 50m 수준이다. 대부분의 기업에서 360도 회전 가능한 제품들을 출시하고 있으나, 차량의 전방 또는 후방에 장착되어 특정 방향만 관측하기 위하여 설계된 경우 85도 또는 110도와 같이 제한된 수평 방향의 FOV를 지원하며, 대부분 약 0.1도 정도의 수평 방향 각도 해상도를 가진다. 수직 방향의 FOV 및 각도 해상도는 Velodyne사의 제품이 가장 우수하며, 초당 프레임을 결정하는 spin rate은 5Hz에서 최대 50Hz까지 지원하는 제품이 있다. <표 1>의 제품들은 모두 수분 투과성에 장점을 갖는 905nm 파장 영역의 레이저 광원을 사용하

RIEGL, SICK, Ibeo 및 Velodyne사 외에도 2D/3D

<표 1> 2D/3D Laser Scanner 주요 제품 및 Specifications

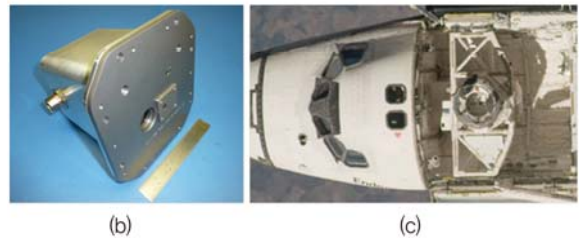
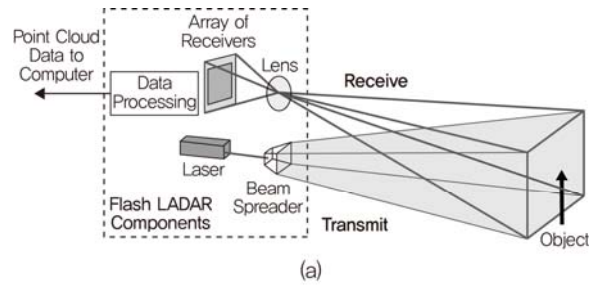
	Unit	Velodyne (HDL-64E)[6]	SICK (LD-MRS)[4]	Ibeo (LUX 8L)[5]	Hokuyo (UTM-30LX/LN)[7]
Laser wavelength	nm	905	905	905	905
Operating range	m	120(R~0,8)	0,5~250(160)	200	0,1~60
Rrange(@R=0,1)	m	50	50	50	0,1~30
Horizontal FOV	degree	360	85 w/4 layer 110 w/2 layer	50 to -60(110)	270
Angular resolution(horizontal)	degree	0,09	0,125/0,25/0,5	0,125	0,25
Vertical FOV	degree	+2 to -24,8	3,2	6,4	-
Angular resolution(vertical)	degree	0,4	0,8	0,8	-
Spin rate	Hz	5~15	12,5~50	6,25/12,5/25	40
Points per second	-	> 1,333 M	-	-	-
Operating voltage	V DC	15±1,5(@4A)	9~27	9 to 27	12
Power consumption	W	< 60	8	< 10(Average 8)	< 8
Weight	kg	13(29 lbs.)	1	-	0,21
Dimension	mm	254(h)×203,2(r)	94×165×88	164,5×93,2×88	60×60×85
Operating temp.	°C	-10~50	-40~70	-40 to 85	-10~50

고 있으며, 레이저 출력 사양은 기본적으로 IEC Class-1의 eye-safety 규격을 만족한다. 일부 제품의 경우 외부 환경에서 온도 제어를 위한 cooling/heating 기능을 가지며, 데이터 입출력을 위하여 10Mbps/100Mbps Ethernet 인터페이스를 지원하며, 이외에 CAN, RS232, USB 등의 인터페이스를 지원하기도 한다. 외부 환경에서 중요한 동작 온도 사양의 경우 Ibeo사 제품이 -40°C에서 85°C까지 지원하며, Velodyne사의 제품은 고온 및 저온에서의 동작을 위하여 보다 개선이 필요하다.

회전 방식의 3D laser scanner는 모터의 사용으로 인하여 모듈 크기를 축소하는 데 다소간의 제약이 있으며, 많은 수의 레이저 및 수신소자를 필요로 하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위한 기술로 단일 레이저 3D 스캐닝 방식이 있으며, 단일 레이저 광원으로부터 출력되는 레이저 빔을 MEMS 거울 등을 이용하여 빠르게 스캐닝하고 단일 수신소자를 사용하여 point cloud 정보를 수집하는 기술이 있다. 이러한 방식을 활용한 3D laser scanner 기술은 ETRI 융합부품소재연구부문의 광무선 융합부품연구부에서 개발 중에 있다[8].

3. 3D Flash Lidar

현재 상용화 개발된 회전 방식의 3D laser scanner 기술은 광 시야각을 확보하는 데 유리하지만 수직 방향의 해상도가 낮고 보다 소형화하는 데 어려움이 있다. Flash lidar 기술은 단일 레이저 빔을 광 시야각으로 확장하여 조사하고 반사되는 레이저 빔을 다중 배열 수신소자를 통하여 수신함으로써 일반적인 비디오 카메라와 같이 실시간 영상 정보를 수집하는 기술이다. 높은 해상도와 넓은 시야각을 위한 수신기의 개발이 필요하지만, 소형 집적화가 가능하고, 3D laser scanner에서와 같이 회전 또는 레이저 스캐닝에 소요되는 과정을 생략할 수 있다. (그림 6)은 ASC사의 flash lidar 시스템 구성 방식과 3D 센서 제품 및 본 제품이 탑재된 NASA의 우주서

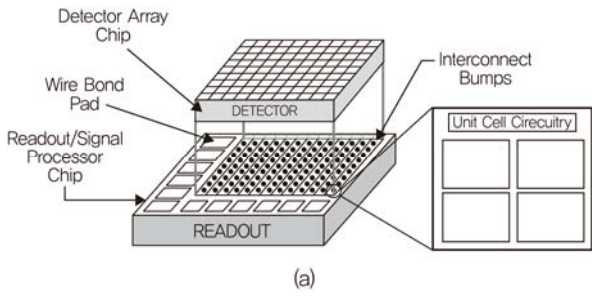


(그림 6) ASC의 Flash Lidar 기술(a), DragonEye 3D 센서(b), NASA 우주서틀 Endeavour(c)

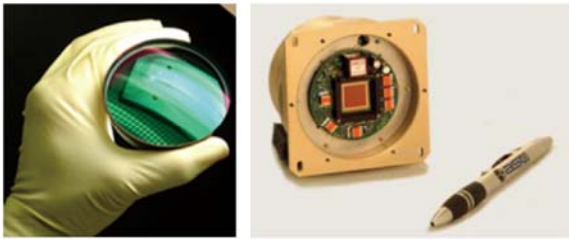
틀 사진을 보인다[9].

ASC사의 DragonEye 3D 센서는 128×128 APD (Avalanche Photodiode) 다중 배열 수신소자를 포함하며 45도의 평방 시야각(FOV)을 지원하면서도 3D 센서 모듈의 크기가 길이 13.2cm, 폭 11.9cm, 높이 11.2cm로 소형화되어 있다. 1,570nm 파장의 레이저를 이용함으로써 눈의 안전을 위한 특성이 우수하며, 일반적으로 5Hz에서 최대 30Hz의 초당 프레임과 함께 3D 영상 촬영이 가능하다. ASC사는 NASA의 Commercial Orbital Transportation Services(COTS) 프로젝트를 비롯하여 우주정거장과 우주선의 랑데부 및 도킹을 위하여 본 제품을 개발했다고 밝히고 있다.

이러한 3D flash lidar를 위한 핵심 기술은 흔히 Focal Plane Array(FPA)라고 불리는 다중 배열 수신소자에 있다. (그림 7a)에 보인 바와 같이 FPA는 photodiode array를 통하여 광전변환된 아날로그 신호를 증폭하여 신호 처리가 가능한 신호로 출력하는 Readout Integrated Circuit(ROIC)로 구성된다[10]. (그림 7b)는 ASC사의 3D 카메라 모듈이다[11].



(a)

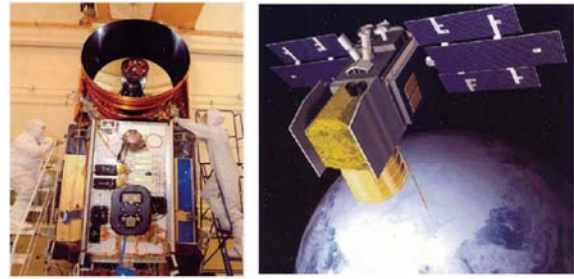


(b)

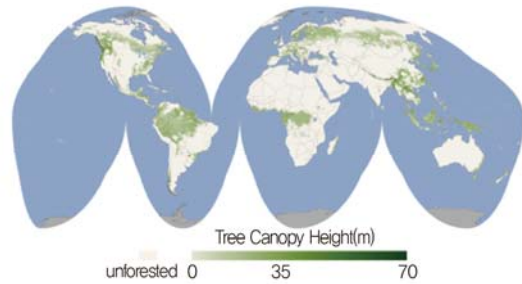
(그림 7) FPA 구조(a) 및 3D camera 모듈(b)

IV. 라이다 센서 응용 기술

라이다 센서는 응용 위치에 따라 ground-based lidar, airborne lidar, spaceborne lidar로도 분류된다. 기상 및 지구 관측을 위한 라이다 센서는 초기에 지상 및 차량에 주로 탑재되어 활용되었으나 현재는 항공기와 위성까지 탑재되어 운용되고 있다. 우주에서 지구를 관측하기 위한 최초의 라이다는 1994년 디스커버리호에 탑재된 Lidar In-space Technology Experiment(LITE)였으며, 2003년부터 2010년까지 운용된 Ice, Cloud and land Elevation Satellite(ICESat)에 탑재되었던 Geoscience Laser Altimeter System(GLAS)은 지구의 얼음 지형도, 구름 변화 및 대기 특성을 측정하기 위하여 사용되었다. 이 외에 기존에 발사된 PARASOL, CALIPSO, CloudSat, Aqua 등의 위성과 앞으로 발사 예정인 EarthCare, ICESat-2 등의 위성에서도 다양한 라이다 센서들을 활용하여 지속적으로 지구환경 정보들을 측정 중에 있거나 앞으로 관측 예정이다. (그림 8)은 ICESat 위성 사진[12] 및 여러 지구환경 관측 위성의 라



(a)



(b)

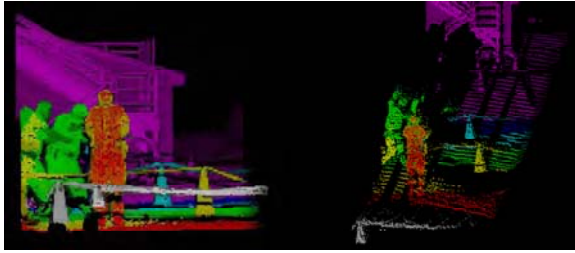
(그림 8) GLAS 탑재 ICESat 위성(a), 위성 관측한 전 세계 숲의 나무 높이 지도(b)

이다 센서들로부터 수집된 전 세계 숲의 나무 높이 정보의 예를 보인다[13].

Mars Orbiter Laser Altimeter(MOLA), Mercury Laser Altimeter(MLA)과 같은 화성 및 수성 관측위성과 Phoenix 등과 같은 탐사선들에서도 대부분 라이다 센서 기술이 활용되고 있다. (그림 9)는 현재 연구 시험 중에 있는 NASA research rover의 하나로 통신 안테나, 위치 정보를 위한 GPS(Global Positioning System), 지



(그림 9) 라이다 센서가 탑재된 NASA Research Rover

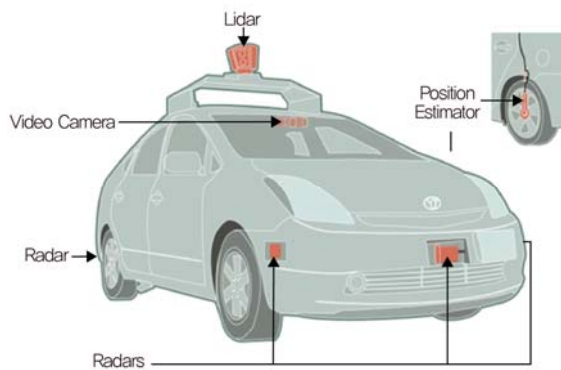


(그림 10) ASC Flash Lidar Camera의 3D 영상

형지물의 촬영을 위한 비디오 카메라, 거리 정보를 위한 3D laser scanner 등이 장착되어 있는 것을 볼 수 있다 [14].

ASC 3D 라이다가 우주 정거장과 우주선의 랑데부 및 도킹을 위한 센서로 활용되고 있음은 앞에서 설명하였다. 이러한 3D 영상 라이다 센서는 각종 차량, 군사작전 및 공공 안전 감시를 위한 영상 관측 카메라로 활용이 가능하며 (그림 10)은 flash lidar로 촬영된 3D 영상이다 [9].

잘 알려진 바와 같이 최근 각종 무인자동차 경주대회와 Google의 자율주행 자동차 기술개발 및 500,000km 시험 주행과 함께 미래 무인자동차를 위한 각종 센서 기술들이 새롭게 주목받고 있다. (그림 11)은 Google의 무인자동차를 위한 센서 구성의 한 예이며[15], Adaptive Cruise Control(ACC) 등의 기능을 위하여 이미 자동차에 상용화되어 적용되고 있는 radar 센서를 전방에 3개 후방에 1개를 배치하여 주변 사물과의 거리를 감지하고, 비디오 카메라를 백미러 부근에 배치하여 교통신호



(그림 11) Google의 무인운전 차량 센서 구성 예[15]



(그림 12) Audi 자동차의 Intelligent Taillight

및 차선 등을 관측하며, 지붕에 라이다 센서를 부착하여 60m 반경 내의 주변 환경에 대하여 3D 지형 정보를 수집하고, GPS 및 바퀴에 부착된 위치 정보 센서를 활용하여 정확한 위치 정보를 수집할 수 있도록 하였다.

Audi 자동차의 Nuvolari 모델에 적용되었던 intelligent taillight 기능은 라이다 센서 기술을 활용하여 날씨 등으로 인한 주변 환경 변화에 맞추어 후미등의 밝기를 자동 조절하는 기술이다[16]. 이는 이미 2000년대 초반에 개발되어 적용되었던 기술이지만, (그림 12)와 같이 기존 자동차 라이트와 함께 소형 집적화되어 사용된 라이다 센서 응용의 좋은 예이다.

항공, 위성 및 우주 분야에 적용되는 라이다 센서의 경우 특수 목적에 맞게 소량으로 개발되므로 제품 단가보다는 개발비의 비중이 높지만, 미래의 무인운전 자동차 및 3D 카메라를 위한 라이다 센서의 경우 대량 생산이 가능하고 다양한 디자인 요구 조건을 만족해야 하므로 보다 저가격화 및 소형화가 필요하다. 현재 상용 제품으로 출시되고 있는 3D laser scanner의 경우 가장 낮은 성능을 가진 제품도 수천만 원에 판매되고 있다. 라이다 센서의 경우 다른 센서와 차별화되는 뛰어난 성능 구현이 가능하므로, 현재 자동차에서 ACC 적용을 위해 출시되고 있는 radar 센서 수준에 비교될 수 있는 안정화, 소형화, 저가격화가 가능하다면 단순히 연구개발용 시험차량 또는 고가의 특수목적 차량뿐만 아니라 보다 광범위한 상업 분야에서 사용될 수 있을 것이다. 이를 위하여 라이다 센서를 위한 저가형의 레이저, 수신기 및 신호처리 IC 소자의 개발과 함께 경제성 있는 센서모듈 조립 기술의 개발이 필요하며, 아울러 수집된 대용량

의 라이다 센서 정보를 실시간으로 분석하고 처리할 수 있는 효율적인 SW 기술개발이 요구된다.

V. 맺음말

라이다 센서 기술은 높은 에너지 밀도와 짧은 주기를 가지는 펄스 신호를 생성할 수 있는 레이저의 장점을 활용하여 정밀한 물성 관측과 거리 정보를 포함하는 3차원 영상 정보 수집이 가능하므로 지구과학 및 우주 분야의 영역을 비롯하여, 무인자동차, 로봇, 3D 영상 카메라와 같이 폭넓은 산업 분야에 응용되는 기술로 발전하고 있다. 현재 국내에서는 라이다 센서 관련 핵심 기술의 확보가 미흡한 수준이므로 선진국과의 기술 간격을 좁히고 향후 고부가 센서 시장의 선점을 위하여 이 분야에 대한 적극적인 관심과 연구개발을 위한 투자가 필요한 시기라고 판단된다. 본고에서는 미래에 새로운 시장 창출이 가능할 것으로 예상되는 라이다 센서 기술의 이해를 돕고자 라이다 센서의 기본 구성 및 원리부터 최근 응용 분야에 이르기까지 기술개발 동향에 대하여 요약하였다.

용어해설

LIDAR 레이저 빔을 목표물에 비추으로써 사물까지의 거리, 방향, 속도, 온도, 물질 분포 및 농도 특성 또는 3D 영상 정보를 수집 할 수 있는 기술

Laser Scanner 집적 평형광의 단일 또는 여러 개의 레이저 빔을 이용하여 회전 또는 거울 주사(mirror-scanning)의 방식으로 주변 공간에 있는 사물의 거리 정보를 포함한 point-cloud 정보를 수집함으로써 2차원 및 3차원 영상 획득을 위한 기술

Flash Lidar 단일 레이저 빔을 관측 대상 공간에 동시에 확대 주사하고 반사된 레이저 광을 다중 배열 수신소자를 통하여 수신하여 세분화된 화소(pixel)별 거리 정보가 포함된 point-cloud 정보를 수집함으로써 실시간 3차원 영상 획득이 가능한 기술

약어 정리

ACC	Adaptive Cruise Control
APD	Avalanche Photodiode

COTS	Commercial Orbital Transportation Services
DIAL	Differential-Absorption Lidar
FOV	Field Of View
FPA	Focal Plane Array
GLAS	Geoscience Laser Altimeter System
GPS	Global Positioning System
ICESat	Ice, Cloud and land Elevation Satellite
LADAR	Laser Detection And Ranging
LITE	Lidar In-space Technology Experiment
LIDAR	Light Detection And Ranging
MOLA	Mars Orbiter Laser Altimeter
MLA	Mercury Laser Altimeter
RADAR	Radio Detection And Ranging
ROIC	Readout Integrated Circuit
TOF	Time Of Flight

참고문헌

- [1] C. Weitkamp, *Lidar: Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere*, Springer, 2005.
- [2] Central Federal Lands Highway Division "LiDAR Hardware," 2008, p. 4. http://www.cflhd.gov/programs/techDevelopment/geotech/LiDAR/documents/04_chapter_2_lidar_hardware.pdf
- [3] RIEGL. <http://www.riegl.com/>
- [4] SICK. http://www.sick.com/group/EN/home/products/product_portfolio/laser_measurement_systems/Pages/outdoor_laser_measurement_technology.aspx
- [5] Ibeo. <http://www.ibeo-as.com/index.php/en.html>
- [6] Velodyne. <http://velodynelidar.com>
- [7] Hokuyo. <http://www.hokuyo-aut.jp/index.html>
- [8] 민봉기, "대면적 검출기 기반의 시각안전 레이저 레이더 시스템 기술," 제6회 군수용 초고주파부품 워크샵, 2012, 10, p. 147.
- [9] ASC. <http://www.advancedscientificconcepts.com/>
- [10] R. Stettner, H. Bailey, and R. Richmond, "Eye-Safe Laser Radar 3-D Imaging," *Proc. SPIE*, 2004, pp. 111-116.
- [11] "ASC 3D Bring 3D Alive!," ASC, 2010. http://ssco.gsfc.nasa.gov/workshop_2010/day3/Roger_Stettner/Stettner_ASC_Workshop_Presentation.pdf
- [12] GLAS. <http://glas.gsfc.nasa.gov/>

- [13] NASA, First-of-its-Kind Map Depicts Global Forest Heights. <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/forest-height-map.html>
- [14] NASA, Tensegrity Snake Robot. <https://ti.arc.nasa.gov/blog/irg/>
- [15] "Tag Archives: Driverless Cars," Apt46. <http://apt46.net/tag/driverless-cars/>
- [16] S. Berlitz and W. Huhn, "Lighting Innovations in Concept Cars," *Proc SPIE*, 2005, pp. 21-26.