

# 라이다센서 기술 기반의 열차운행 안전기술 연구

## A Study on LIDAR Sensor- based Safeguard Technologies of Railway Operation

김범곤\*<sup>†</sup>, 송현삼\*, 한진수\*, 홍영선\*

Bumgon Kim\*<sup>†</sup>, Hyeonsam Song\*, Jin-Soo Han\*, Young-Seon Hong\*

**초 록** 다양한 IoT 소자가 철도에 적용되어 열차의 접근을 알리고 낙석을 경고해 주는 안전장치로 활용되고 있으며, 이를 활용한 안전장치는 기상악화 또는 시야가 확보되지 않는 곡선구간 등으로 인한 위험개소에서 철도유지보수종사자를 열차의 충돌 위험으로부터 지키는 수단이 되고 있다. 가장 좋은 예로 열차접근경보장치는 GPS, 타코미터, 도플러센서 및 레도회로 등 다양한 열차 위치 검지기술과 철도운영사가 운용하는 철도안전정보시스템이 유기적으로 결합하여 상·하선 선로정보를 포함하는 핵심 데이터를 활용하여 철도유지보수종사자와 열차의 안전을 확보한다. 본 논문에서는 다양한 위치검지 기술 중에 도로교통의 신기술로 알려져 자율주행자동차에 혁신적인 성과를 내고 있는 라이다 센서를 적용하는 기술에 대해 논하고자 한다.

**주요어** : 철도안전, 열차위치검지, IoT, GPS, 라이다, KRTCS

### 1. 서 론

첨단 센서 기술과 반도체집적회로 및 에너지저장시스템 기술 등의 발달에 따라, 전기자동차가 상용화되었고, 반자율주행 자동차가 국내에서도 도로를 주행하고 있다. 또한, 자율주행자동차의 무인운전기술은 자동차제작사 별로 종류 뿐 아니라, 그 기술 수준도 다양하다.

자율주행 기술은 전방감시기술이 핵심기술이며, 전세계적으로 구글의 자율주행자동차로 잘 알려진 웨이모(WAYMO)의 압도적인 기술력과 테슬라의 오토파일럿(Auto-Pilot) 기술로 대별되고 있다.

본 논문에서는 웨이모의 전방감시기술인 라이다(LIDAR)를 기반으로 열차의 시야가 확보되지 않는 조건에서도 열차의 전방을 감시하여 안전을 확보하는 기술에 대해 연구하였다.

<sup>†</sup> 교신저자: 한국철도공사 인재개발원 통신교수  
(marky3552@korail.com)

\* 한국철도공사 인재개발원

### 2. 열차 전방감시 기술 연구

#### 2.1 라이다 기술 소개

라이다(LIDAR: Light Detection and Ranging) 센서는 레이저펄스를 송출하는 송신부, 목표물에 의해 반사되어 되돌아오는 반사펄스를 수신하는 수신부 및 도달시간(TOF: Time of Flight)을 측정하여 거리를 계산하는 신호처리부로 구분된다. 또한 특정 주파수에서 연속 변조방식의 레이저빔을 송출하고 반사되는 반사파의 위상변화량으로부터 시간과 거리를 계산하는 Phase Shift 방식도 많이 쓰인다.

레이저의 속도는 광속(C)과 동일하므로, 1m 이내의 분해능을 확보하려면 나노초(nsec) 단위의 데이터 수집 및 처리가 가능해야 한다. 라이다 센서는 영상확보방식에 따라 탄성후방산란(Elastic-backscatter) 라이다, Raman 라이다, 차분흡수(Differential Absorption) 라이다, 공진형광(Resonance Fluorescence) 라이다, 도플러 라이다, 레이저 레인지파인더(Laser Rangefinder) 및 이미징 라이더 등으로 기술이 구분된다.

또한, 2D 레이저 스캐너의 경우에는 단일 송신기와 단일 수신기와 정밀한 전용모터를

### 2. 본 론

활용하여 회전하면서 스캔함으로써 주변의 형상에 대한 2D 이미지를 구성한다. 그러나 3D 이미지를 구성하기 위해서는 2D 보다 많은 양의 포션영상의 추출을 위해 다수의 송신기와 다수의 수신기를 사용하여 동시에 일정 각도 내(FOV: Field of View)의 사물을 스캔하고 영상처리하여 3D 이미지로 재구성해낸다.

### 2.2 선로 운행환경정보 수집

열차가 궤도회로와 선로변장치 기반의 신호기 또는 한국형 무선통신기반 열차제어시스템이나 철도 운영정보시스템 등으로 부터 획득한 선로정보 및 이동권한 등 열차운전정보 외에 열차가 라이다 센서로부터 전방의 선로환경정보를 수집하면, 예를 들어 고객이 승강장에서 미끄러져 선로에 넘어지는 사고나, 자동차가 건널목의 선로에 걸려 고립된 상황 등을 미리 감시하여 수집한 정보를 열차운영정보로 활용하면 시간적 여유를 갖고 인지하게 함으로써 보다 안전한 열차운행을 구현할 수 있다.



Fig. 1 Forward-looking LIDAR by Velodyne.

Fig.1은 Velodyne사의 LIDAR가 레이저를 회전·조사하여 전방 공간을 스캔하여 진행방향에 대한 3D 이미지를 구성하고, 앞차와 간격, 장애물 감지, 신호등 색상 등의 운행정보를 수집하여 자율주행시스템에 제공하여 목적지까지 안내하도록 조력한다.

### 2.3 제안하는 열차운행 안전기술

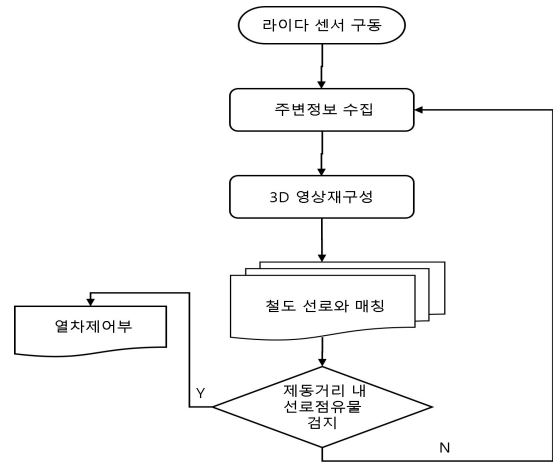


Fig. 2 The flow chart of safeguard driving system based on LIDAR sensor for train operation

운전과 동시에 라이다시스템이 구동되며, 운전방향의 인근을 스캔하여 주변 운행환경정보를 수집하여 3D영상을 구성한다. 진행되는 선로 선형과 매칭하여 선로점유 등의 여부를 판단하여 제동거리 내에 선로가 점유되거나, 낙하물이 발견되는 경우 열차제어부가 제동을 체결하도록 송신한다.

## 3. 결론

본 논문에서는 기관사의 전방 시야가 확보되지 않는 환경에서 자율주행 운전기술의 정수인 3D LIDAR 센서를 기반으로 전방의 이미지를 구성하여 장애물을 인식·검지함으로써 열차의 안전운행을 향상시키는 기술을 구상하였다. 향후 LIDAR 센서의 가격이 낮아지면 위치인식 기술과 차량 간격제어 기술의 수준이 더욱 정밀해지고, 다양한 안전관리기술에 활용될 것으로 전망한다.

## 참고문헌

- [1] B. K. Reddy et Al (2018) Safeguard of Railway Crossing Using IoT, *Journal of Telecommunications Syst Manage*, 7(2), pp. 1-3.
- [2] 김종덕, 권기구, 이수인(2012) 라이다 센서 기술 동향 및 응용, *한국전자통신연구원 기술동향*, pp. 134-143.
- [3] <http://velodynelidar.com/> (2021.4.21. 검색)
- [4] <http://leddartech.com/> (2021.4.27. 검색)