

LiDAR의 도약: 정밀한 장거리 감지 기능으로 더 안전한 차량 개발

자동차 엔지니어들은 자동차 안전을 계속 높여가기 위해 충돌이 발생하기 전에 자율적으로 감지하고 완화할 수 있는 ADAS(첨단 운전 보조 시스템)를 통합하고 있다. 이 시스템은 차량 주변 360도 반경의 모든 물체를 지속적으로 동시에 모니터링하며, 그 중 어떤 물체가 중대한 위협이 되는 경우 회피하는 조치를 취할 수 있다.

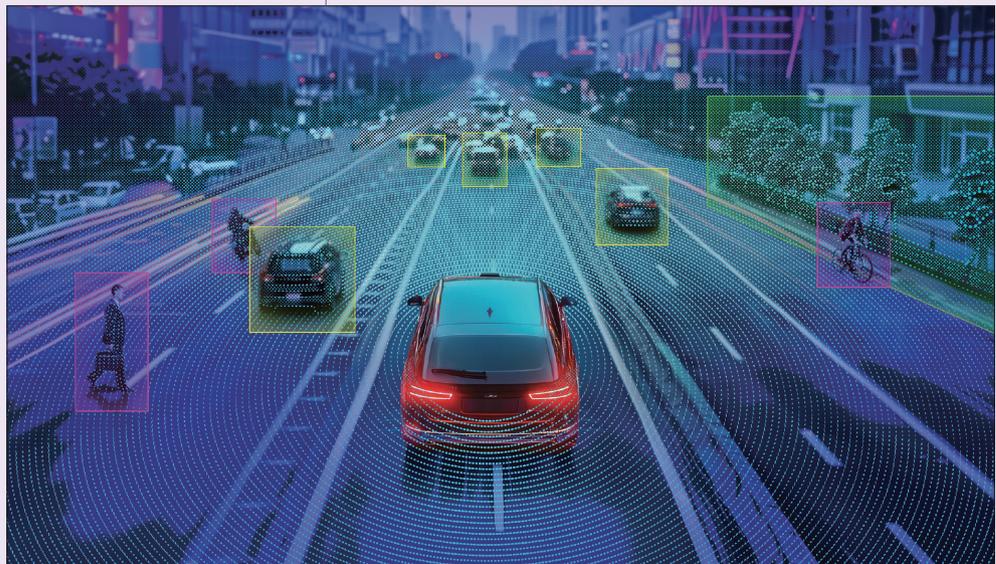
글 | Anthony Vaughan, TI

인간은 100년 넘게 자동차를 운전해 왔지만 그 안전 기록은 그다지 훌륭하지 않다. 이제 자동차는 그 어느 때보다도 안전하지만 전 세계적으로 많은 지역에서 자동차 사고와 사망 사고가 증가하고 있다. 이러한 추세는 운전자의 주의를 분산시키는 요인들이 증가한 것에 어느 정도 기인한다.

자동차 엔지니어들은 자동차 안전을 계속 높여가기 위해 충돌이 발생하기 전에 자율적으로 감지하고 완화할 수 있는 ADAS(첨단 운전 보조 시스템)를 통합하고 있다. 이 시스템은 차량 주변 360도 반경의 모든 물체를 지속적으로 동시에 모

니터링하며, 그 중 어떤 물체가 중대한 위협이 되는 경우 회피하는 조치를 취할 수 있다. **그림 1**은 차량 주변에서 감지된 물체를 표현한 그래픽이다.

그림 1. LiDAR 기반 포인트 클라우드 그래픽



인간 운전자는 아무리 잘해도 한 번에 한 방향으로만 장애물을 모니터링하고 가끔씩 백미러와 사이드 미러를 보면서 차량 주변의 물체를 확인할 수 있다. 또한, 인간 운전자는 차량에 근접하는 물체의 거리와 속도를 대략적으로만 예측할 수 있다. LiDAR 기반 ADAS(첨단 운전 보조 시스템)는 보이지 않는 레이저 광을 사용하여 차량 주변의 모든 물체를 동시에 모니터링할 뿐만 아니라, 주의가 산만해지지 않으면서 높은 정확도로 해당 물체의 거리와 속도를 파악하는 기능을 제공한다.

LiDAR 시스템이 나온 지는 10년이 넘었지만 크기, 복잡성, 비용 문제로 인해 주류 자동차에서 사용이 제한되었다. 얼마전까지만 해도 LiDAR 시스템은 50,000 달러 이상의 비용이 들었으며, 매우 부피가 컸기 때문에 차량 루프 영역의 대부분을 차지했다. 최근 부품 통합이 발전하면서 이제 LiDAR 모듈을 200달러 미만으로 사용할 수 있게 되었고, 카메라 및 레이더 등의 다른 센서 기술과 비슷한 가격이 되었다. **그림 2**와 같은 LiDAR 모듈도 전면 유리 뒤, 전조등, 후미 등을 비롯한 여러 영역에 눈에 띄지 않게 장착할 수 있을 만큼 충분히 소형화되어 더욱 슬림한 설계가 가능하다. 카메라와 레이더 센서 뿐만 아니라 LiDAR까지 통합하는 ADAS는 세 가지 센서 기술의 장점을 모두 활용할 수 있다.

카메라 센서 기술은 "색을 인식"할 수 있으며, 이는 차량이 교차로에 있는 신호 조명의 색상을 구분해야 하는 상황

그림 2. 차량 상단에 장착된 LiDAR 모듈



에 필수적이다. 그러나 카메라는 주변 광이 좋지 않은 환경에서 제 성능을 발휘하기 어렵고 악천후에서는 문제가 된다. 반면 LiDAR 모듈은 자체 조명이 있어서 주변 광이 부족할 때 잘 작동한다. 최근 LiDAR 처리 기술이 발전하면서 일부 시스템은 물체 색상의 차이를 인식할 수 있게 되었다.

FMCW(주파수 변조 연속파) LiDAR 아키텍처는 안개, 비, 눈과 같은 악천후 환경에 대한 내성이 매우 뛰어나다. 레이더 센서는 악천후 속에서도 잘 작동하지만 고유한 파장 크기(77GHz의 경우, 4mm) 때문에 먼 거리에서 작은 형태를 분석하는 데 필요한 만큼의 해상도를 제공하는 데 어려움이 있다. LiDAR 시스템은 905nm ~ 1,550nm 파장의 단파를 사용하며, 300m에서 높은 해상도로 작은 물체를 감지할 수 있다. 또한, FMCW LiDAR는 도플러 원리를 사용하여 물체의 거리와 속도를 동시에 파악할 수 있다.

더 빠르고, 더 정밀한 장거리 물체 감지

LiDAR 개발자가 해결해야 할 가장 큰 과제 중 하나는 눈을 안전하게 지키면서도 먼 거리의 물체를 정확하게 감지하는 레이저 전송 방법을 개발하는 것이다. 1,550nm의 레이저 파장이라도, 충분한 광 출력을 전송하면 눈에 손상을 줄 수 있다.

펄스 방식 ToF(비행 시간) LiDAR 시스템은 장거리 측정을 위해 강력하고 짧은 레이저 펄스를 전송해야 한다. 대부분의 레이저 드라이버는

GaN(질화 갈륨) FET(전계 효과 트랜지스터)를 활성화하고 몇 나노초의 펄스 폭으로 전류 펄스를 생성하는 데 사용된다. TI의 LMH13000 통합 레이저 드라이버는 외부 GaN FET나 대형 커패시터가 필요하지 않으며, **그림 3**에 나와 있듯이 온도 변화에 따른 편차 2% 미만, 상승 및 하강 시간 800ps 미

그림 3. 개별 레이저 드라이버와 GaN FET 및 LMH13000 통합 레이저 드라이버의 레이저 펄스 시간 비교

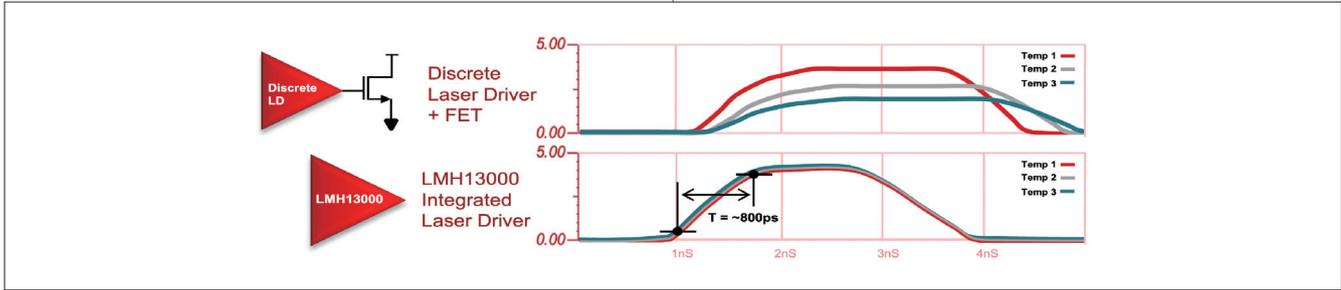
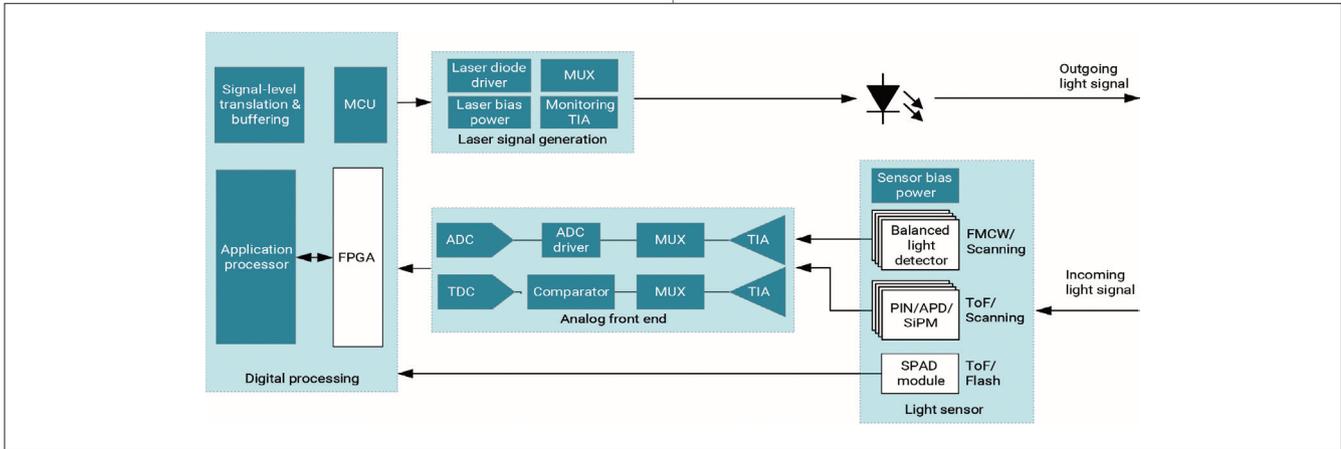


그림 4. 레이저 신호 생성, 광 센서 부품, 아날로그 프론트 엔드 및 디지털 처리 서브시스템을 포함한 LiDAR 모듈 설계의 서브시스템



만으로 레이저를 구동할 수 있다. 레이저 펄스가 짧을수록 측정 거리가 최대 30% 길어진다.

LMH13000은 레이저에 50mA ~ 5A를 정확하게 공급할 수 있는 반면, 병렬로 사용되는 여러 LMH13000 장치는 5A를 초과하는 전류로 레이저를 구동할 수 있다. 레이저 드라이버에는 외부 FET나 대형 커패시터가 필요하지 않으므로 레이저 드라이버 회로의 크기를 개별 솔루션 대비 4배 줄일 수 있다. LMH13000은 펄스 폭 생성이 짧고 전류 제어가 가능하므로 시스템이 Class 1 FDA 시각 안전 표준을 준수할 수 있다.

또한, 개별 레이저 드라이버 솔루션은 온도에 대한 펄스 지속 시간이 최대 30%까지 크게 변동할 수 있어 시스템 온도 변화에 따라 눈 안전을 보장하기 어렵다. LMH13000의 출력 전류는 장치의 작동 온도에 따라 2%만 변화하므로 온도와 관계없이 측정 반복성이 향상된다.

일반적인 LiDAR 모듈 설계에는 여러 아날로그 및 디지

털 서브시스템이 포함된다. 그림 4에서는 모듈에 포함된 레이저 신호 생성, 광 센서 부품, 아날로그 프론트 엔드 및 디지털 처리 서브시스템을 강조하여 보여준다. 레이저 드라이버 회로에서 GaN FET와 대형 커패시터와 같은 외부 부품을 제거하여 시스템이 더 작아지고 성능이 향상될 뿐만 아니라 비용 효율성도 높아진다.

결론

ADAS에서 LiDAR는 차량에서 충돌을 미리 자율적으로 감지하고 완화할 수 있도록 지원한다. ADAS 성능이 향상되고 비용 및 크기가 감소함에 따라 인간의 개입이나 감독 없이도 운전할 수 있는 주류 차량을 만들 수 있게 될 것이다. LMH13000과 같은 장치를 사용하면 설계자가 어떤 환경에서도 차량이 주변을 감지할 수 있는 차세대 LiDAR 시스템을 보다 쉽게 만들 수 있다. **SN**