

Technical Article

LiDAR의 도약: 정밀한 장거리 감지 기능으로 더 안전한 차량 개발

Anthony Vaughan

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

자동차 엔지니어들은 자동차 안전을 계속 높여가기 위해 충돌이 발생하기 전에 자율적으로 감지하고 완화할 수 있는 ADAS(첨단 운전 보조 시스템)를 통합하고 있습니다. 이 시스템은 차량 주변 360도 반경의 모든 물체를 지속적으로 동시에 모니터링하며, 그 중 어떤 물체가 중대한 위협이 되는 경우 회피하는 조치를 취할 수 있습니다. **그림 1**은(는) 차량 주변에서 감지된 물체를 표현한 그래픽입니다.

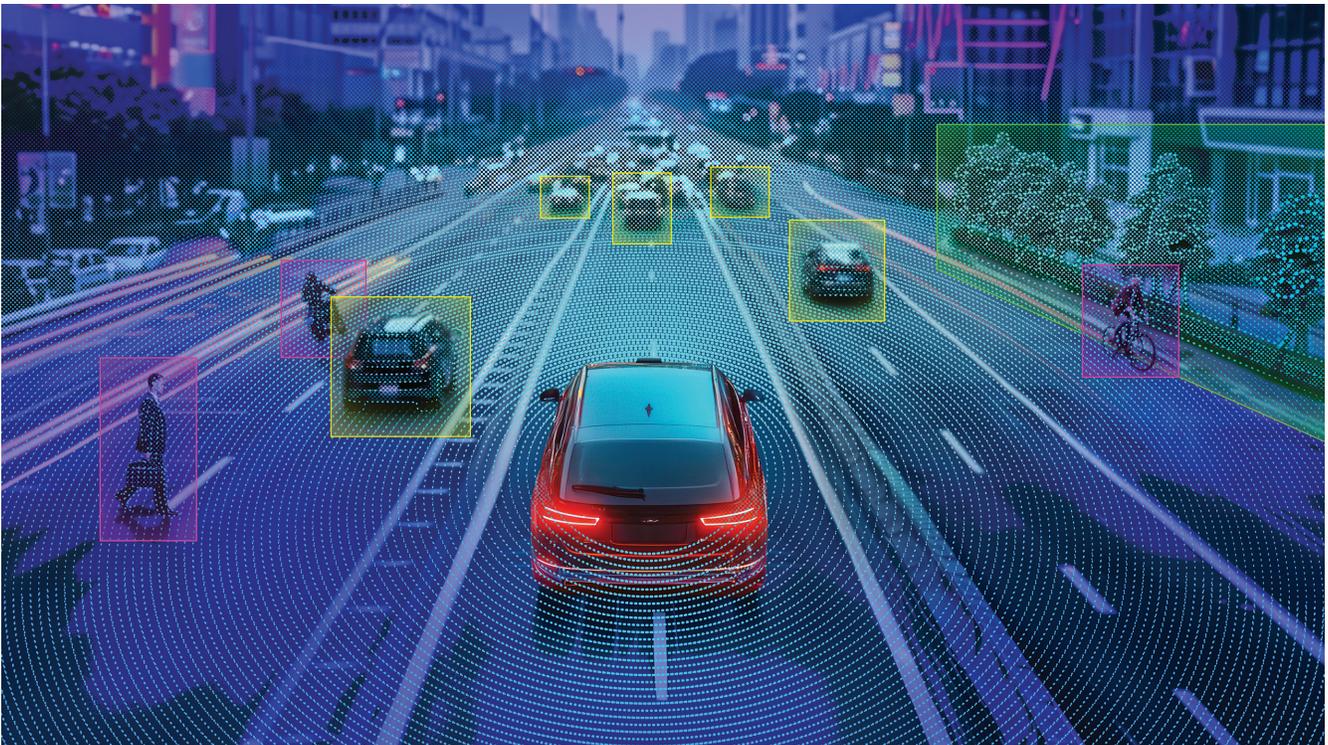


그림 1. LiDAR 기반 포인트 클라우드 그래픽

인간 운전자는 아무리 잘해도 한 번에 한 방향으로만 장애물을 모니터링하고 가끔씩 백미러와 사이드 미러를 보면서 차량 주변의 물체를 확인할 수 있습니다. 또한, 인간 운전자는 차량에 근접하는 물체의 거리와 속도를 대략적으로만 예측할 수 있습니다. LiDAR 기반 ADAS(첨단 운전 보조 시스템)는 보이지 않는 레이저 광을 사용하여 차량 주변의 모든 물체를 동시에 모니터링할 뿐만 아니라, 주위가 산만해지지 않으면서 높은 정확도로 해당 물체의 거리와 속도를 파악하는 기능을 제공합니다. LiDAR 기술에 대한 자세한 내용은 [자동차 LiDAR 소개](#) 백서를 참조하세요.

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



그림 2. 차량 상단에 장착된 LiDAR 모듈

카메라 센서 기술은 "색을 인식"할 수 있으며, 이는 차량이 교차로에 있는 신호 조명의 색상을 구분해야 하는 상황에 필수적입니다. 그러나 카메라는 주변광이 좋지 않은 환경에서 제 성능을 발휘하기 어렵고 악천후에서는 문제가 됩니다. 반면 LiDAR 모듈은 자체 조명이 있어서 주변광이 부족할 때 잘 작동합니다. 최근 LiDAR 처리 기술이 발전하면서 일부 시스템은 물체 색상의 차이를 인식할 수 있게 되었습니다.

FMCW(주파수 변조 연속파) LiDAR 아키텍처는 안개, 비, 눈과 같은 악천후 환경에 대한 내성이 매우 뛰어납니다. 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 있습니다. LiDAR 시스템은 905nm~1,550nm 파장의 단파를 사용하며,³ 300m에서 높은 해상도로 작은 물체를 감지할 수 있습니다. 또한, FMCW LiDAR는 도플러 원리를 사용하여 물체의 거리와 속도를 동시에 파악할 수 있습니다.

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 것입니다. 1,550nm의 레이저 파장이라도, 충분한 광 출력을 전송하면 눈에 손상을 줄 수 있습니다

펄스 방식 ToF(비행 시간) LiDAR 시스템은 장거리 측정을 위해 강력하고 짧은 레이저 펄스를 전송해야 합니다. 대부분의 레이저 드라이버는 GaN(질화 갈륨) FET(전계 효과 트랜지스터)를 활성화하고 몇 나노초의 펄스 폭으로 전류 펄스를 생성하는데 사용됩니다. 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 미만으로 레이저를 구동할 수 있습니다. 레이저 펄스가 짧을수록 측정 거리가 최대 30% 길어집니다.

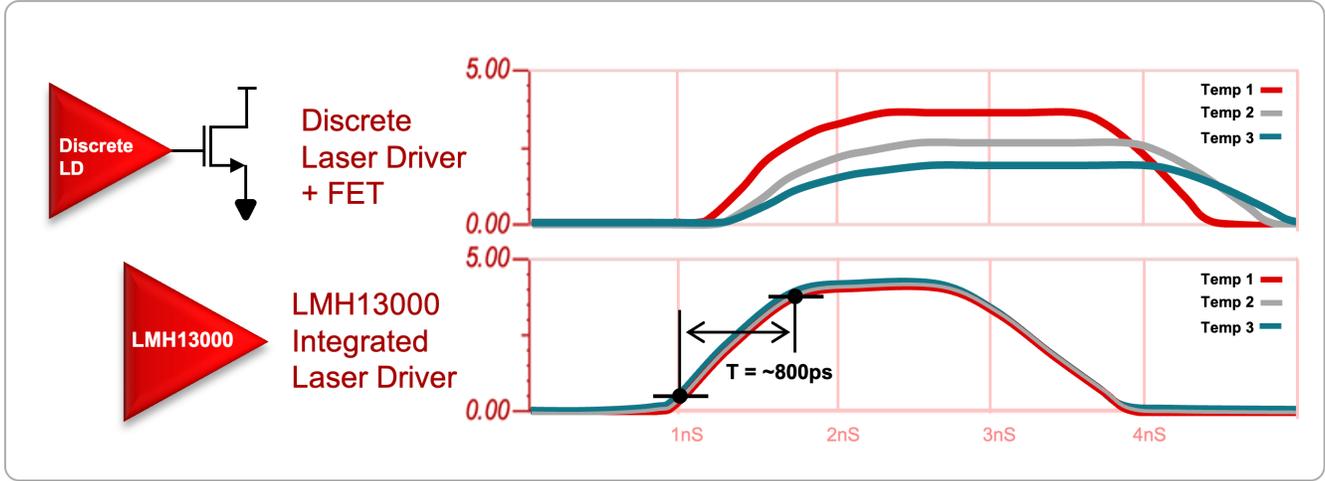


그림 3. 개별 레이저 드라이버와 GaN FET 및 LMH13000 통합 레이저 드라이버의 레이저 펄스 시간 비교

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

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

일반적인 LiDAR 모듈 설계에는 여러 아날로그 및 디지털 서브시스템이 포함됩니다. **그림 4**에서는 모듈에 포함된 레이저 신호 생성, 광 센서 부품, 아날로그 프론트 엔드 및 디지털 처리 서브시스템을 강조하여 보여줍니다. 레이저 드라이버 회로에서 GaN FET와 대형 커패시터와 같은 외부 부품을 제거하여 시스템이 더 작아지고 성능이 향상될 뿐만 아니라 비용 효율성도 높아집니다.

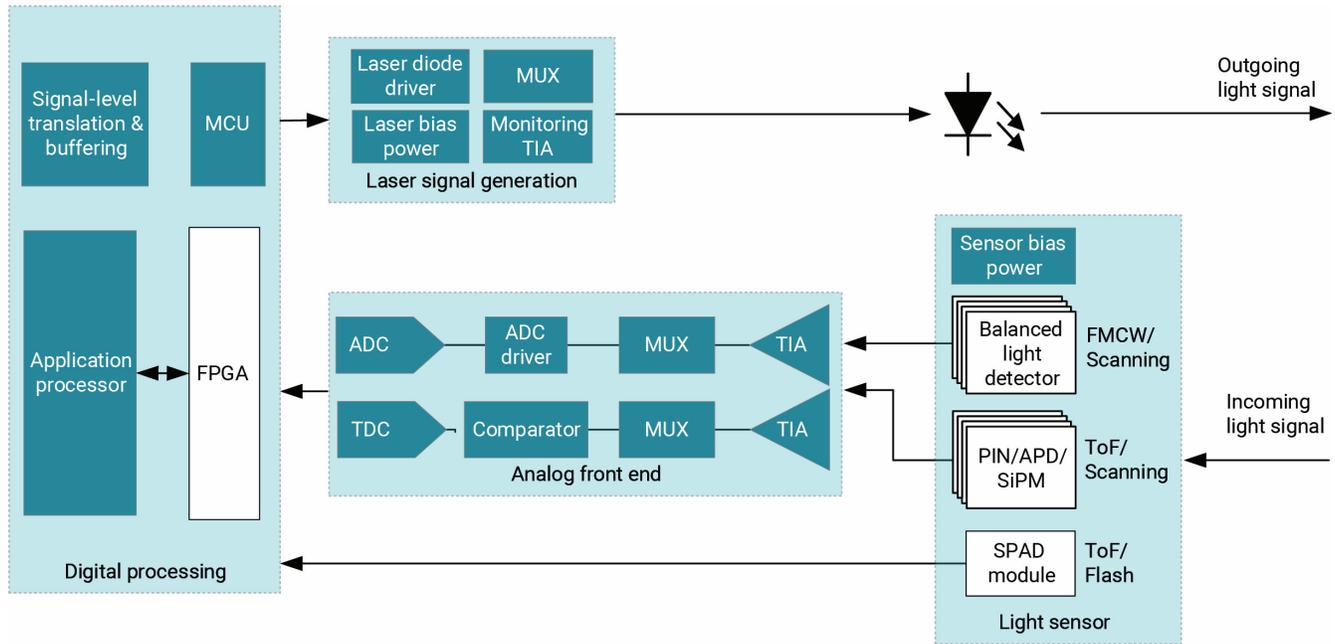


그림 4. 레이저 신호 생성, 광 센서 부품, 아날로그 프런트 엔드 및 디지털 처리 서브시스템을 포함한 LiDAR 모듈 설계의 서브시스템

결론

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

추가 리소스

- [LMH13000RQEEVM 평가 모듈](#)을 주문하여 시작해 보세요.
- [차량 LiDAR 소개](#) 백서를 읽어보세요.

상표

모든 상표는 각 소유권자의 자산입니다.

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 침해에 대한 묵시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안, 규정 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 ti.com에서 확인하거나 이러한 TI 제품과 함께 제공되는 [TI의 판매 약관](#) 또는 기타 해당 약관의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다.

TI는 사용자가 제안했을 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

주소: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated