

Technical Article

더 선명한 비전: LIDAR가 로봇 내비게이션을 개선하는 방법

Rachel Scheller

LiDAR 기술은 로봇과 자율 시스템이 다양한 환경에서 안전하게 감지, 반응, 작동하는 방식을 계속해서 개선하고 있습니다. 이 기술은 수십 년 동안 있었지만, 최근 개발로 인해 [그림 1](#)에 나와 있는 AMR(자동 모바일 로봇)과 같은 로봇에 LiDAR가 채택되게 되었습니다.



그림 1. LiDAR를 사용하여 탐색하는 AMR

로봇이 자동차의 모습을 하고 있다가 인간과 같은 개성을 가진 완전한 기능의 인간형 로봇으로 변신하는 인기 있는 영화 프랜차이즈가 있습니다. 하지만 사실 오늘날의 로봇은 아직 이러한 수준의 감각을 가지고 있지 않으며, 예측할 수 없는 장애물로 가득한 세상에서 움직이기 위해서는 사람의 눈처럼 작동하는 카메라가 필요합니다.

자동차 산업에서는 차량, 승객, 그리고 보행자의 안전을 위해 카메라뿐만 아니라 가능한 모든 탐색 방법을 사용하는 것이 유효할 것입니다. 센서 융합이라고 하는 센서 모듈 세트에서 LiDAR, 레이더, 카메라와 같은 내비게이션 방법이 동시에 작동하여 거리와 속도를 측정합니다. 센서 융합 덕분에 차량은 주변 환경의 장애물을 가장 잘 파악할 수 있게 됩니다.

로봇 분야에서는 LiDAR 기술의 발전 덕분에 다양한 환경에 AMR을 보다 광범위하게 배치할 수 있고, 환경 인식, 장애물 감지, 실시간 반응 기능을 갖추는 동시에 기존 카메라 기반 시스템의 한계를 극복할 수 있을 것입니다.

차량용 LiDAR와 산업용 LiDAR

산업용 차량에서는 차량 상단이나 새시 측면에 기계적 스캔을 수행하는 LiDAR를 볼 수 있습니다(그림 2 참조). 하키 펍 정도의 크기인 LiDAR 모듈은 보통 모듈당 32~128개의 채널이 있고, 매우 빠른 속도로 움직이며, 평균 0.2초만에 360도 회전합니다. ADC(아날로그-디지털 컨버터) 기반 시스템이 탑재된 광학 ToF(Time of Flight) 아키텍처를 통해 각 LiDAR 모듈이 채널마다 더 많은 정보를 얻을 수 있지만, 더 높은 전력 소비량과 더 큰 크기라는 단점이 있습니다.

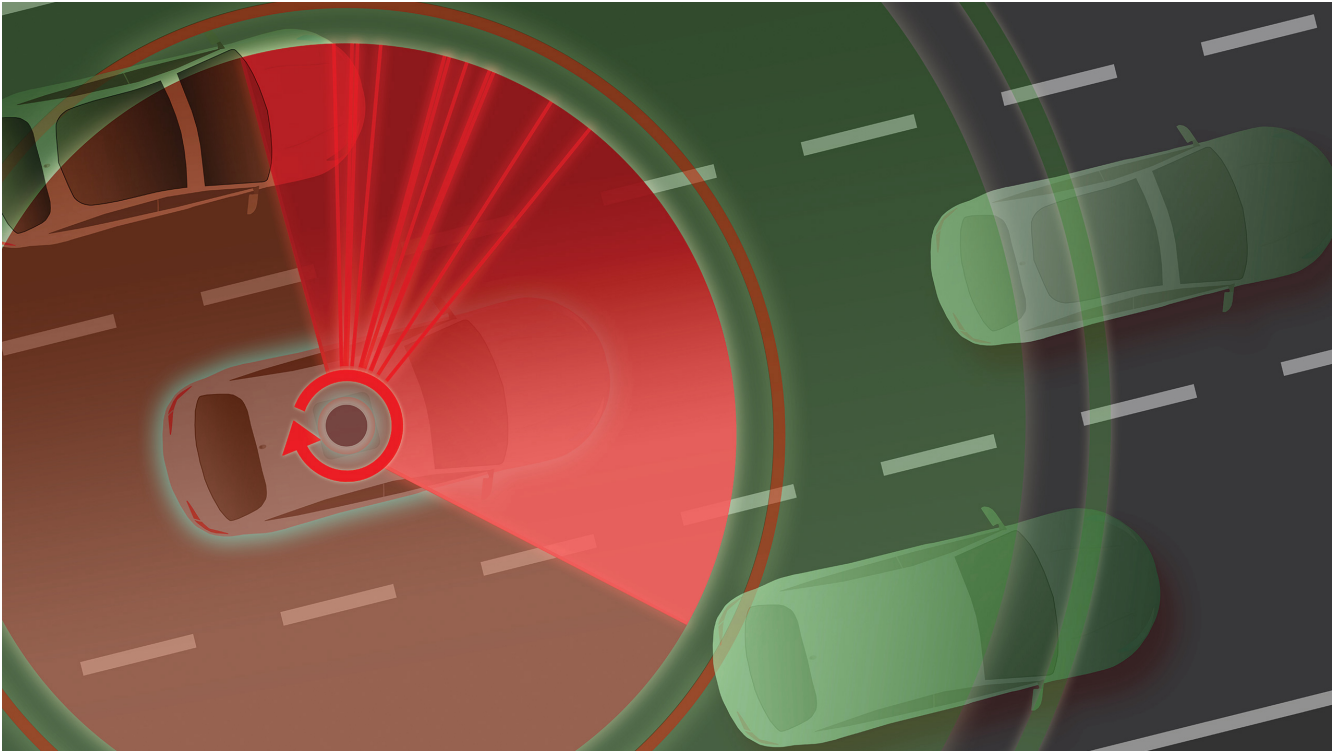


그림 2. 새시 위쪽 중앙에서 기계적 스캔을 수행하는 LiDAR 모듈

ADC가 있는 LiDAR 모듈은 3차원 또는 4차원의 정보 포인트 클라우드를 만들 수 있어 종종 3D 또는 4D 설계라고 불립니다.

산업용 LiDAR도 같은 기술을 기반으로 하지만 채널의 수가 적습니다. 때로는 모듈당 채널이 하나밖에 없기도 합니다. 따라서 산업용 모듈은 복잡성과 크기가 줄어들고 비용과 전력 소비가 낮기 때문에 로봇 설계에 더 쉽게 통합할 수 있습니다. 산업용 LiDAR 시스템은 2차원 점 클라우드를 만들거나 1차원 거리 측정 기능을 하므로 2차원 또는 1차원 설계로 분류됩니다.

산업용 LiDAR 애플리케이션에는 교통량 모니터링, 항구와 터미널 모니터링, 유통 창고 탐색 및 모니터링, AMR, 자율 산업용 차량, 스마트폰 및 태블릿과 같은 개인용 전자 제품이 있습니다.

LiDAR가 로봇에 추가하는 이점은?

AMR이 점차 더 새로운 장소에 배치되고 이전보다 더 독립적으로 움직이기 때문에 카메라만으로는 충분하지 않을 수 있습니다. AMR 배달 로봇이 이웃의 보도에서 이동하고 있다고 상상해 보세요. 보도를 따라가더라도 자동차, 쓰레기통, 보행자, 자전거 또는 어린이 장난감과 같은 장애물이 있을 수 있으며, 이러한 장애물은 로봇의 탐색 능력에 영향을 미칠 수 있습니다.

AMR은 이러한 장애물을 감지하고, 잠재적 영향을 평가하고, 실시간으로 대응할 필요가 있습니다. LiDAR 모듈을 추가하면 AMR이 길에 공이 굴러가는 것과 같은 환경 변화를 감지하고 빠르게 반응하여 충돌을 피하는 데 필요한 해상도와 응답 시간을 갖출 수 있습니다. 그림 3은(는) LiDAR가 탑재된 ARM이 혼잡한 보도를 따라 움직이는 모습을 보여줍니다.



그림 3. 야외에서 탐색하는 AMR

카메라는 고해상도 이미지를 포착할 수 있지만 거리를 정확하게 측정하는 것은 어렵습니다. 하지만 거리는 AMR이 계속 움직일 수 있는지, 아니면 돌아가야 하는지를 결정할 때 중요합니다.

또한 AMR은 모든 밝기와 기상 조건에서 작동할 수 있어야 합니다. LiDAR 기술은 이러한 조건에 의해 제한되지 않으며, 카메라 기반 시스템의 제한인 외부 조명이 필요하지 않습니다.

로봇에 더 빨리 LiDAR 도입

LiDAR의 이점이 분명해짐에 따라, 설계 엔지니어는 이 첨단 감지 기술을 시스템에 통합할 수 있는 가장 좋은 경로를 선택해야 합니다. 먼저, 전송 경로를 위한 레이저 드라이버 회로와 TIA(트랜스임피던스 증폭기)를 설계해야 합니다. 그림 4에 나와 있는 것과 같은 LiDAR 광학 설계의 수신 경로를 관리해야 하기 때문입니다. 대체 옵션으로는 LMH34400과 같은 TIA로 수신 신호 체인을 위해 포토다이오드와 시간-디지털 컨버터 사이에 단일 칩 설계를 구현하거나 TLV3801과 같은 다른 고속 콤팩트레이터와 설계를 페어링하는 것이 있습니다.

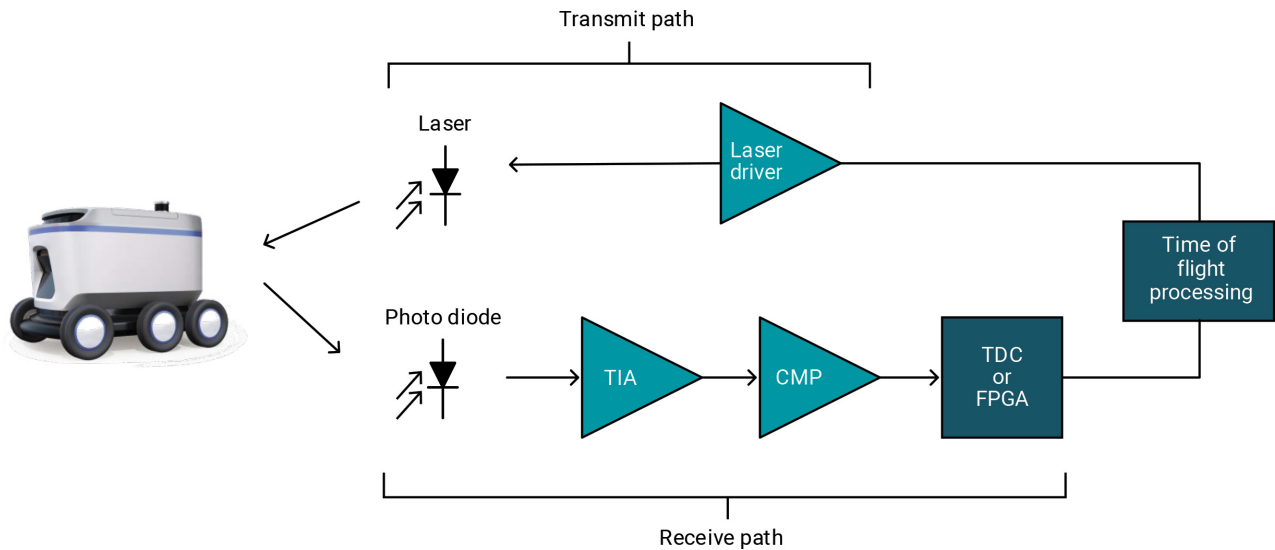


그림 4. LiDAR 광학 신호 체인 블록 다이어그램

전송 경로를 설계할 때 **LMH13000 통합 레이저 드라이버**는 연속과 펄스라는 두 가지 작동 모드에서 고출력 전류 드라이버를 제공하여 추가 개별 부품의 필요성을 최소화합니다. 이 저전압 차동 신호 제어 전류 소스는 800ps의 상승 및 하강 시간과 최대 250MHz의 주파수, 온도 범위 전체에서 2%의 펄스 변동을 지원합니다. LMH13000은 펄스 전류 소스로 작동하는 동안 50mA~5A의 출력 전류를 지원할 수 있습니다.

결합된 좁은 펄스와 고출력 전류 드라이버를 통해 더 높은 전력 펄스를 구현함으로써 눈 안전 표준을 유지하면서도 최대 30% 더 긴 거리를 측정할 수 있습니다. 개선된 기능 덕분에 로봇은 장애물을 더 빠르고 정확하게 감지하고 더 나은 실시간 의사 결정을 내림으로써, 복잡한 환경에서 더 안전하게 탐색할 수 있게 됩니다.

결론

LiDAR는 자동차와 산업용 차량에서 모바일 자율성을 달성하기 위해 꼭 필요한 기술입니다. 실시간으로 물체를 감지하고 충돌을 방지할 수 있으면 차량과 사람의 안전성을 높일 수 있습니다. 매일 주변을 돌아다니는 영화 속 진짜 같은 모바일 로봇은 우리가 생각하는 것만큼 멀지 않은 미래에 현실이 될 수 있습니다.

추가 리소스

- 지금 바로 TI의 **통합 TIA** 또는 **통합 레이저 드라이버 증폭기** 중 하나로 LiDAR 설계를 시작하세요.
 - 애플리케이션 노트 **ToF(Time of Flight)와 LiDAR - 광학 프론트 엔드 설계**와 비디오 "**LiDAR 펄스 ToF(Time of Flight) 레퍼런스 설계 개요**"를 확인해 보세요.
 - **LiDAR와 ToF(Time of Flight) 애플리케이션을 위해 트랜스임피던스 대역폭을 극대화하는 레퍼런스 설계**를 다운로드하세요.
 - **차량용 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.com](https://www.ti.com)에서 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