

Application Brief

通过激光雷达改进移动机器人视觉传感器



Rachel Scheller

High-Speed Amplifiers

光探测和测距 (LiDAR, 激光雷达) 是一种新兴技术, 旨在帮助推动整个行业朝着自主和安全方向发展。要获取有关这些技术架构的专业知识并详细了解推荐的器件 (例如专门设计的新款 LMH34400 跨阻放大器), 请参阅 [飞行时间和激光雷达 - 光学前端设计](#) 应用简报。

全球许多著名电影都展示了有趣而逼真的移动机器人在日常环境中穿梭的场景。这些机器人的种类繁多, 有的仿真机器人可以从汽车变形为具有人类个性的全功能机器人, 有的简单机器人用摄像头当眼睛, 看起来栩栩如生。如果这些机器人没有类似人类的感知能力来辅助移动, 而只能完全依靠电子技术来导航, 那会怎样? 用作眼睛的摄像头是否足以在我们日常生活中应对所有不可预知的障碍?

在当今的汽车中, 我们不难理解为何采用所有可能的导航方法 (而不仅仅是摄像头) 有利于确保车辆、乘客和行人的安全。借助一套称为“传感器融合”的检测模块, 可以让激光雷达、雷达和摄像头等导航方法并行工作, 从而实现最大距离和速度测量。传感器融合还能让车辆以最佳视角观察周围环境中的障碍物。但是, 机器人是否也需要像电影中的机器人那样的安全等级呢? 如果是, 工程师如何开始这类设计? 为了回答这些问题, 本应用简报提供了一些背景信息, 说明汽车激光雷达和工业激光雷达之间的差异, 以及在机器人设计中采用激光雷达的好处。

汽车激光雷达与工业激光雷达

如图 1 所示, 汽车激光雷达通常安装在商用车的车身顶部或侧面, 呈中等尺寸圆盘状。这些模块通常非常复杂, 每个模块包含 32 到 128 个通道,

并以极高的速度移动。汽车中的激光雷达模块通常采用光学飞行时间 (ToF) 架构和基于模数转换器 (ADC) 的系统, 让每个模块能够在每个通道获取更多信息, 但代价是更高的功耗和更大的尺寸。如需进一步详细了解架构类型 (包括基于 ADC 的系统), 另请参阅 [飞行时间和激光雷达](#) 应用简报。包含 ADC 的系统通常被称为 3D 或 4D 设计, 具体取决于能够创建三维还是四维信息点云。总之, 得益于这些特性, 该技术有助于更好地了解车辆周围的情况。



图 1. 机械扫描激光雷达模块位于车身顶部中央位置的汽车

工业激光雷达具有相同的技术基础, 但每个模块的通道数通常较少, 有时甚至只有一个通道。此外, 许多工业激光雷达模块采用 ToF 架构并将 ADC 替换为时间数字转换器 (TDC), 从而减少和简化数据点并降低设计功耗。由于降低了复杂性和尺寸, 工业模块的成本和功耗通常都更低, 同时也更容易集成到机器人设计中。一些工业模块仍然使用基于 ADC 的架构, 但会减少通道数, 这种设计能够平衡前面提到的权衡因素。根据能够创建二维点云还是只能进行一维距离测量, 工业激光雷达系统通常分为 2D 或 1D 激光雷达类别。目前正在部署工业激光雷达的一些工业应用包括交通监控系统、港口和码头监控、配送仓库导航和监控、自主移动机器人 (AMR)、自主工业车辆 (AGV), 甚至一些个人电子产品应用 (如智能手机和平板电脑)。

工业激光雷达对机器人有何好处？

现在我们已经了解了汽车和工业激光雷达单元的区别，接下来可以提出一个问题：为什么需要在 AMR 上使用激光雷达模块？为什么摄像头不能满足需求？机器人的应用场合越来越多，其独立移动能力也越来越强。想象一下，一辆 AMR 送货车正在街区的人行道上行驶。沿街都是房屋，每天都面临很多挑战，例如汽车、垃圾箱、行人、自行车、儿童玩具，等等。有许多外部因素都要求系统具备长期决策或即时反应能力，处理不当可能影响机器人完成任务的能力，而上述列举的因素只是众多外部因素中的一小部分。为了确保社区安全，AMR 必须检测到这些障碍物，评估潜在影响，并在任何情况下实时做出相应反应，这一点很重要。使用激光雷达可以确保当有球滚到人行道上而迅速阻断机器人的行进路径时，激光雷达具有必要的分辨率和时间响应能力，能够感知环境变化，并迅速做出反应，以避免出现碰撞和损坏。



图 2. 机械扫描激光雷达模块位于顶部的自主移动机器人 (AMR)

摄像头可以提供高分辨率图像，但摄像头的距离测量能力较差，而在决定机器人能否继续前进或是否因存在障碍物而需要调整方向时，距离测量非常重要。

此外，机器人还需要能够在所有光照条件（例如阴天或夜间）下工作。激光雷达不受光照条件的限制，也不需要外部照明，而这正是基于摄像头的系统的主要限制因素。这种激光雷达功能使机器人在一天中的任何时间都能发挥出出色的性能。

如何开始设计？

开发人员如何开始设计机器人？TI 致力于开发激光雷达系统接收器模拟前端设计中的关键构建块：集成电流/电压跨阻放大器 (TIA)。LMH34400 具有单端输出，是基于 TDC 的设计的理想选择，并拥有可确保器件安全并增强其灵敏度性能的独特特性。此器件允许在光电二极管和 TDC 之间实施单芯片设计，也可以将该设计与 TLV3801 等高速比较器配合使用以进一步缩短信号上升时间。

LMH34400 还包含一套集成元件，进而可减小寄生电容、减小整体尺寸并降低系统的复杂性。例如，设计了一个 100mA 保护钳位来保护放大器，帮助器件快速从过载输入状态中恢复。还记得球滚到机器人面前的情景吗？此钳位有助于确保系统能够在突然检测到近距离物体时从这种可能很剧烈的输入尖峰中快速恢复，尽可能缩短停机时间。

LMH34400 还具有以下集成特性：

- 40k Ω 跨阻增益消除了对外部无源器件的需求，因此比分立式电阻器更容易实现稳定
- 环境光消除 (ALC) 电路可以滤除通常会影响接收器动态范围的残余背景光
- 断电模式支持该器件用于多通道系统中，无需额外的分立式多路复用器（图 3）。

所有这些特性都被整合在尺寸仅为 1.60mm × 1.20mm 的超小型 5 引脚 SOT-5X3 封装中，因此该器件非常适合空间受限和成本敏感的工程，如 AMR。

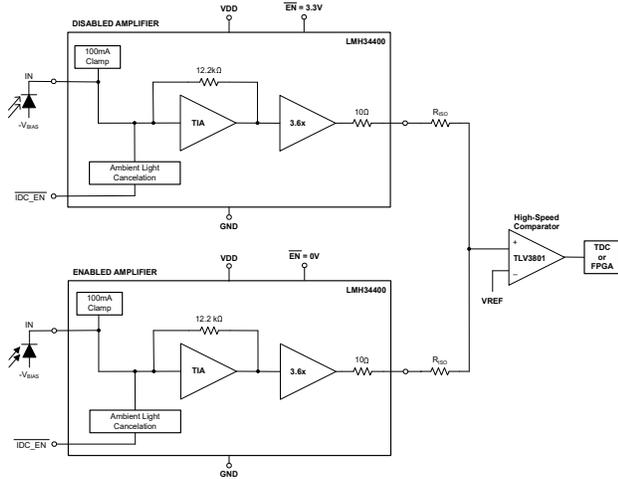


图 3. 基于 TDC 的设计中采用双通道多路复用配置的 LMH34400 和可选比较器

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

结语

在汽车和工业车辆中，激光雷达都是实现移动自主性的重要一环。激光雷达为系统提供实时的物体检测和防撞等关键功能，帮助确保周围环境和车辆的安全。如需立即开始激光雷达设计，请查看 [TI 集成式跨阻放大器](#) 或联系您当地的 TI 销售代表以了解更多信息。

其他设计资源：

- 德州仪器 (TI), [飞行时间和激光雷达 - 光学前端设计](#)
- 德州仪器 (TI), [在激光雷达和飞行时间 \(ToF\) 应用中有效提升跨阻带宽](#)
- 德州仪器 (TI), [激光雷达脉冲飞行时间参考设计概述](#)
- 德州仪器 (TI), [汽车激光雷达简介](#)
- 德州仪器 (TI), [应用指南 - 工业移动机器人](#)

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司