

Technical Article

更清晰的視線：光達如何改善機器人導航



Rachel Scheller

光達技術持續改善機器人和自主系統在各種環境中安全感測，反應及運作的方式。這項技術已存在幾十年，但最近的發展導致了光達被應用於機器人，如中所示的自動行動機器人（AMR）[圖 1](#)。



圖 1. AMR 使用光達導航

有一部機器人從汽車轉變為具有類似人類個性的全功能機器人的熱門電影系列。現實中，現今的機器人並沒有這種感情；他們需要攝影機來充當眼睛，才能在充滿無法預料的障礙的世界中移動。

在汽車產業中，理解擁有所有可能的導航方法（而不僅僅是攝影機）對於確保車輛、乘客和行人的安全是有益的原因是很容易的。光達，雷達和攝影機等導航方法使用一套稱為感測器融合的感測模組，相互並行運作以執行距離和速度量測。感測器融合可讓車輛在周遭環境中看見最佳障礙物。

因此在機器人領域，光達技術的進步將有助於在各種環境中更廣泛地部署 AMR、提供更高的環境意識、障礙物偵測和即時反應能力，並同時克服傳統攝影機系統的限制。

汽車與工業光達

在商用車上，您可以在車輛頂部或底盤側面找到機械掃描光達（請參閱圖 2）。光達模組大小約像曲棍球，每模組通常包含 32 至 128 個通道，並以極高的速度移動，平均以 0.2s 旋轉 360 度。光學飛時測距（ToF）架構搭配類比轉數位轉換器（ADC）型系統，可讓每個光達模組每通道獲得更多資訊，但需在更高的功耗與尺寸間做取捨。

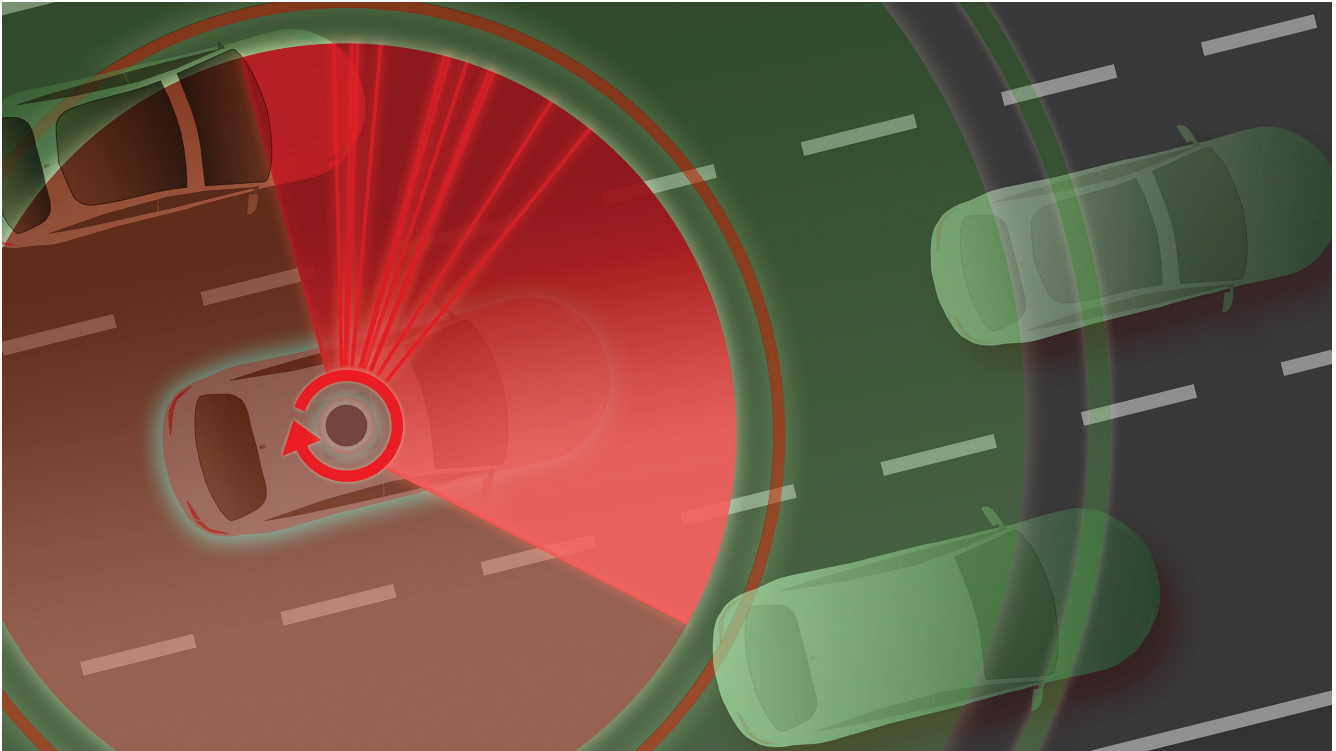


圖 2. 車架最上方中央的機械掃描光達模組

搭載 ADC 的光達模組通常稱為 3D 或 4D 設計，因為其能夠建立三維或四維資訊點雲。

工業光達擁有相同的技術基礎，但通常通道數量較少（在某些情況下一個模組只有一個通道）。由於工業模組的複雜性和尺寸降低，因此其成本和功耗通常較低，有助於更輕鬆地整合至機器人設計中。工業光達系統可根據建立二維點雲或單維距離量測的能力，分類為二維或單維。

工業光達用途包括交通監控、連接埠與終端監控、分配倉庫導航與監控、AMR、自動工業車輛，以及智慧型手機和平板電腦等個人電子產品。

光達可為機器人帶來什麼好處？

隨著 AMR 進入新的領域，並比以往更獨立地移動，攝影機數量可能還不夠。想像一下 AMR 運送裝置沿著鄰近的人行道移動。即使沿著人行道，也可能會有汽車、垃圾桶、行人、腳踏車或兒童玩具等障礙物，這些全部都可能影響機器人的導航能力。

AMR 必須偵測這些障礙、評估潛在影響，並即時做出反應。新增光達模組可為 AMR 提供感測環境變化（例如，球滾入路徑），快速反應並避免碰撞所需的解析度與回應時間。圖 3 展示 AMR 與光達沿著擁擠的人行道移動。



图 3. AMR 戶外導航

雖然攝影機可提供高解析度影像，但仍需努力準確測量距離，這在決定 AMR 是否能繼續移動或需要重新導向時非常重要。

此外，AMR 必須能在各種照明和天氣條件下運作。光達技術不受這些條件的限制，也不需要外部照明（攝影機式系統的限制）。

加快在機器人領域採用光達的速度

隨著光達的前景越來越明顯，設計工程師必須選擇最佳途徑，將這項先進感測技術整合至系統中。首先，必須為傳輸路徑設計雷射驅動器電路和轉阻放大器（TIA），以管理光達光學設計的接收路徑，如所示圖 4。替代選項包括在光二極體和時間至數位轉換器之間實作單晶片設計，適用於具有 TIA（如 [LMH34400](#)）的接收訊號鏈，或將您的設計與其他高速比較器（如 [TLV3801](#)）配對。

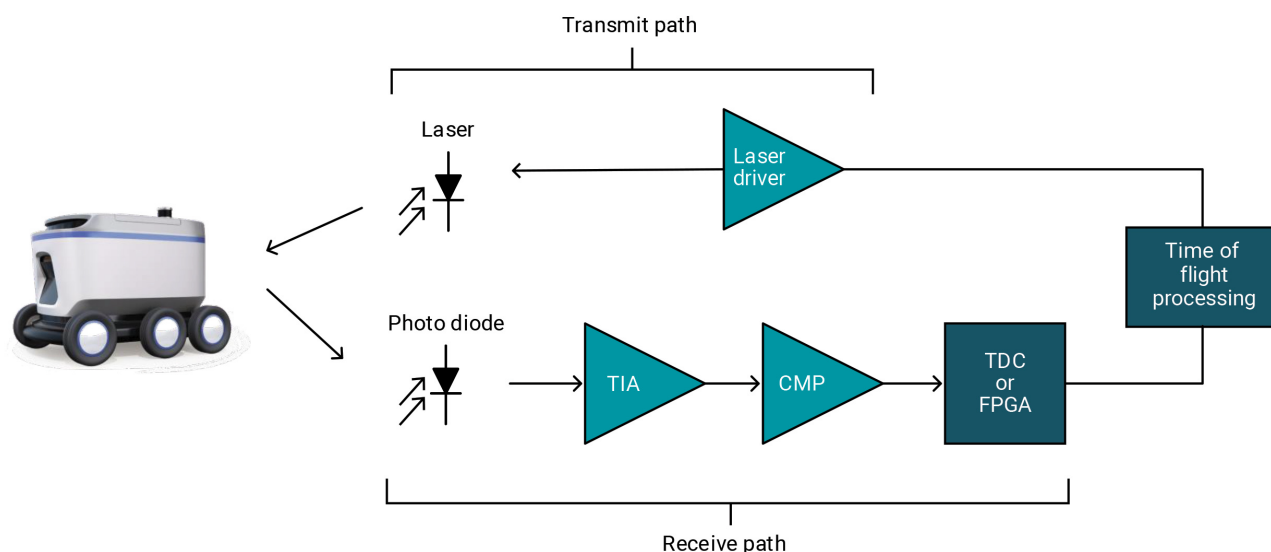


图 4. 光達光學訊號鍵方塊圖

設計傳輸路徑時，[LMH13000 整合式雷射驅動器](#)可在連續和脈衝兩種運作模式下提供高輸出電流驅動，以將對額外分離式元件的需求降到最低。此低電壓差動訊號控制電流來源可在溫度範圍內實現 2% 脈衝變化，上升和下降時間為 800ps，頻率高達 250MHz。LMH13000 可支援從 50mA 到 5A 的輸出電流，同時做為脈衝電流來源運作。

結合的窄脈衝與高輸出電流驅動可實現更高的功率脈衝，可將距離量測延長 30%，同時還能維持眼部安全標準。隨著功能的提升，機器人能夠更快速且更準確地偵測障礙物，改善即時決策，並在複雜環境中實現更安全的導航。

結論

光達是汽車與工業車輛邁向行動自主之路的固有部分。即時進行物體偵測與碰撞預防，可提升車輛與人員的安全性。在電影中，那些在日常環境中導航的逼真移動機器人的未來可能不會像我們想象的那麼遙遠。

其他資源

- 立即使用 TI 的[整合式 TIA](#) 或 [整合式雷射驅動器放大器](#)之一開始進行光達設計。
 - 查看應用說明，[飛時測距與光達 - 光學前端設計](#)與影片「[光達脈衝飛時測距參考設計概覽](#)」。
 - 下載參考設計，[將雷射雷達和飛時測距 \(ToF\) 應用的跨阻頻寬最大化](#)。
 - 閱讀白皮書[汽車光達簡介](#)。

註冊商標

所有商標皆屬於其各自所有者之財產。

重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知識產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：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