

Technical Article

光達飛躍發展：透過精確的長距離偵測功能打造更安全的車輛



Anthony Vaughan

人類駕駛車輛已有一百多年的歷史，但安全記錄卻不十分出色。雖然車輛現在比以往更加安全，但在世界許多地區，汽車事故和死亡人數仍在增加。這種趨勢可以部分歸因於駕駛者面臨的干擾因素越來越多。

為了持續提升汽車安全性，汽車工程師採用先進駕駛輔助系統 (ADAS)，能夠在碰撞發生之前自動偵測並減少碰撞。這些系統能夠持續同時監控車輛周圍 360 度半徑範圍內的所有物體，並在其中任一個物體構成重大威脅時採取規避措施。圖 1 以圖形方式顯示車輛周圍偵測到的物體。



图 1. 以圖形方式呈現光達式點雲

人類駕駛員最多只能一次監視一個方向上的障礙物，同時定期查看後視鏡和側視鏡以觀察車輛周圍的物體。人類駕駛也只能粗略估計車輛附近物體的距離和速度。光達型先進駕駛輔助系統 (ADAS) 不僅能使用隱形雷射同時監控車輛周圍的所有物體，也能在不受干擾的情況下，以高準確度判斷這些物體的距離與速度。如需有關光達技術的詳細資訊，請參閱白皮書《[汽車光達簡介](#)》。

光達系統已問世十多年；然而，其尺寸、複雜性和成本導致其在主流汽車中的難以推動。不久前，光達系統的成本還超過 50,000 美元，而且體積非常龐大，佔用了車輛的大部分車頂空間。隨著元件整合技術的最新進展，光達模組目前的上市價格低於 200 美元，使其價格與攝影機和雷達等其他感測器技術不相上下。圖 2 等光達模組現在也足夠小，可以分散安裝在許多區域，包括擋風玻璃後面以及車頭燈和車尾燈中，進而提供更精緻的設計。除了攝影機和雷達感測器之外，整合了光達的 ADAS 可從這三種感測器技術的優勢中獲益。



图 2. 安裝在車輛頂部的的光達模組

攝影機感測器技術可以「看到色彩」，在車輛需要區分交通交叉路口的訊號燈顏色時，此技術相當重要。但是，攝影機在環境光線較差的環境中難以正常運作，並且在惡劣的天氣條件下也會出現問題。另一方面，光達模組則可提供自己的照明，並在缺乏環境光時也能展現良好的效能。而光達處理技術也有了最新的進展，可讓一些系統判斷物體顏色的差異。

頻率調變連續波 (FMCW) 光達架構對霧、雨、雪等惡劣天氣條件具有非常好的抗擾性。雷達感測器在惡劣天氣條件下也能發揮良好的性能，但由於其固有波長尺寸（77GHz 為 4mm），難以達到長距離分辨小特徵所需的解析度。光達系統使用波長 905nm 至 1,550nm 的短光波，能夠以高解析度感測距離³300m 內的小型物體。FMCW 光達也能運用都卜勒原理來同時判斷物體的距離與速度。

更快速、更精確的長距離物體偵測

光達開發人員面臨的最大挑戰之一是如何建立雷射傳輸，以準確地偵測長距離物體，同時又能確保眼睛安全。即使雷射波長為 1,550nm，仍可能傳輸足夠的光功率以造成眼部受損。

脈衝飛時測距光達系統必須傳輸強大但短的雷射脈衝，才能進行長距離量測。大多數的雷射驅動器是用於啟動氮化鎵 (GaN) 場效應電晶體 (FET)，並產生脈衝寬度數奈秒的電流脈衝。TI 的 **LMH13000** 整合式雷射驅動器不需要外部 GaN FET 或大型電容器，並可驅動上升和下降時間 $<800\text{ps}$ 的雷射，且溫度變化小於 2%，如 **圖 3** 所示。較短雷射脈衝的測量距離可延長高達 30%。

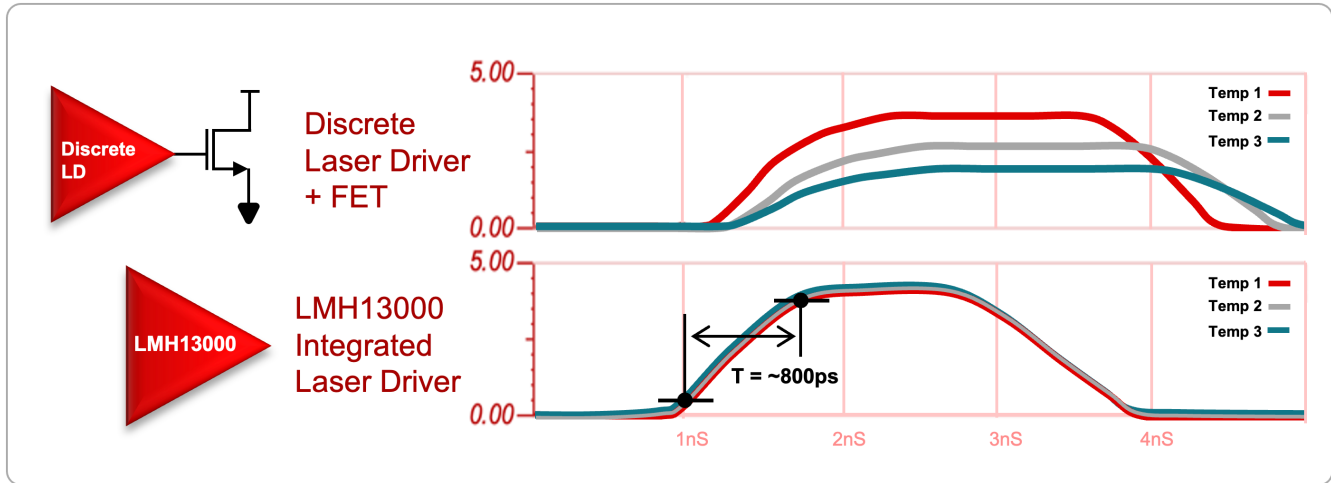


圖 3. 離散式雷射驅動器與 GaN FET 與 LMH13000 整合式雷射驅動器的雷射脈衝時間比較

LMH13000 可以準確地為雷射提供 50mA 至 5A 的電流，而多個 LMH13000 裝置並聯使用則可以驅動電流高於 5A 的雷射。由於雷射驅動器不需要外部 FET 或大型電容器，因此與離散式解決方案相較，可以將雷射驅動器電路的尺寸縮小四倍。LMH13000 具有短脈衝寬度產生和電流控制功能，使系統符合 Class 1 FDA 眼部安全標準。

離散式雷射驅動器解決方案的脈衝持續時間也可能隨溫度變化高達 30%，這使得在系統溫度變化時，確保眼睛安全成為更具挑戰性的任務。LMH13000 的輸出電流在裝置操作溫度範圍內僅有 2% 的變化，進而提高了整個溫度範圍內測量的可重複性。

典型的**光達模組設計**包括數個類比和數位子系統。**圖 4** 重點介紹了模組中的雷射訊號產生、光感測器組件、類比前端和數位處理子系統。從雷射驅動器電路中消除 GaN FET 和大型電容器等外部元件，不僅可縮小系統體積並提升性能，而且使實作更具成本效益。

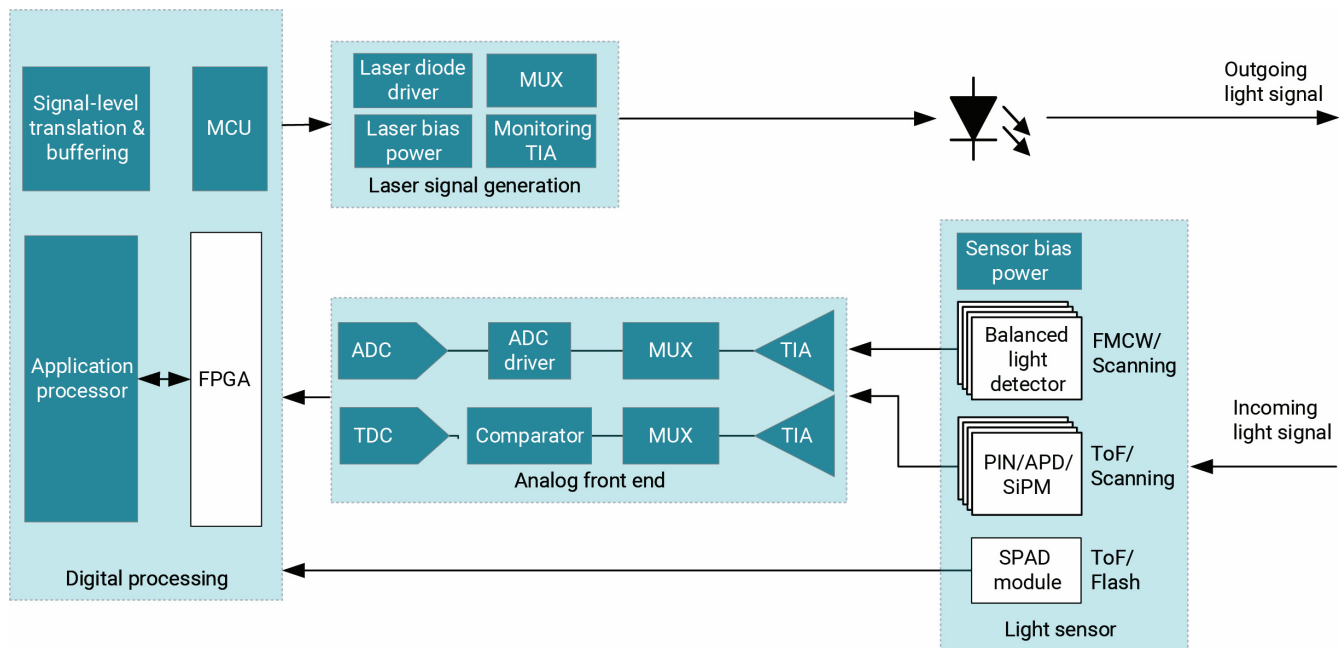


圖 4. 光達模組設計中的子系統，包括雷射訊號產生、光感測器元件、類比前端和數位處理子系統

結論

在 ADAS 中，光達技術可協助車輛在碰撞發生之前自動偵測並減輕碰撞。隨著 ADAS 性能的提升以及其成本和尺寸的縮減，未來將有可能製造出無需人工干預或監督即可駕駛的主流車輛。設計人員能夠運用如 LMH13000 等裝置，更輕鬆地打造下一代光達系統，讓車輛能在任何環境下進行感測。

其他資源

- 訂購 [LMH13000RQEEVM 評估模組](#) 以開始使用。
- 閱讀《[汽車光達簡介](#)》白皮書。

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