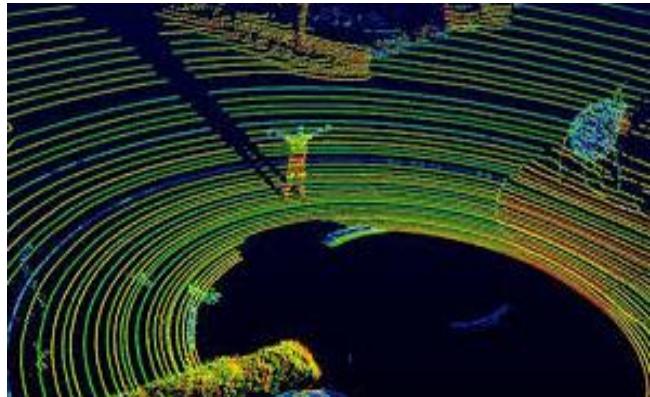


【新興領域：7月焦點 4】光達英雄榜

自動駕駛各領域發展快速，其中又以光達的創新迭帶最為明顯，目前針對光達的成本、光線、極端氣候、規格等痛點都有新創企業採用不同技術提出解決方案，本文針對這些提出創新技術的光達廠商進行介紹。

張嘉玲

台灣經濟研究院研六所副研究員



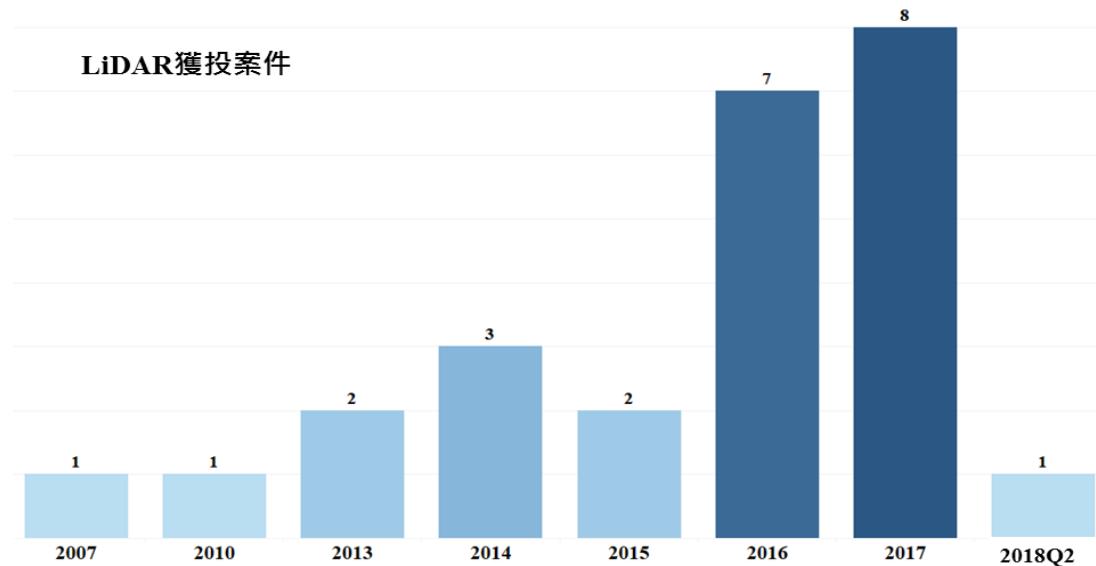
一、何以自駕車非光達不可？

隨著法國自駕小巴 EZ10 最近在高雄與台北公開展示、工研院推出自駕小巴並預計於年底在台中花博進行實際應用，以及北市、高雄、台南、彰化等縣市紛紛推出測試活動，「自駕車」之於國人已不再陌生。

而發展自駕車的關鍵技術之一，便是光達 (LiDAR, Light Detection And Ranging)，若純就其名說文解字，「光達」乃為一種利用光來量測目標物距離的技術。因為光達具有量測目標物距離的功能，因此，光達也可視為透過光創造自駕車「眼睛」的技術。雖然，發展自駕車的「眼睛」，光達並非是唯一選擇，許多自動駕駛公司 (如 Tesla) 可能選用價格相對便宜的攝影機或毫米波雷達「造眼」，然而，就在 2016 年 5 月，只搭載毫米波雷達與攝影機，未裝光達的 Tesla 因未能有效偵測到前方轉彎的白色貨櫃車，造成乘坐人員死亡，雖然法律上認定該起死亡車禍並非 Tesla 自駕車的疏失，然而，業內人士一般認為如果有使用光達的話，應該可以避免這起意外。反觀 Google 自駕車，加裝了當時要價 7-8 萬美元的 Velodyne H64E 光達，雖然也發生十餘起事故，但它所涉及的意外都似乎與人類駕駛者的魯莽行為有關，並非起因於自駕車的「視覺」。也因此，光達被認定要達到自駕程度 L4~L5 級的必要的感測器，單純只使用毫米波雷達與攝影機的自駕車通常僅能歸到 L2-L3 先進駕駛輔助等級。

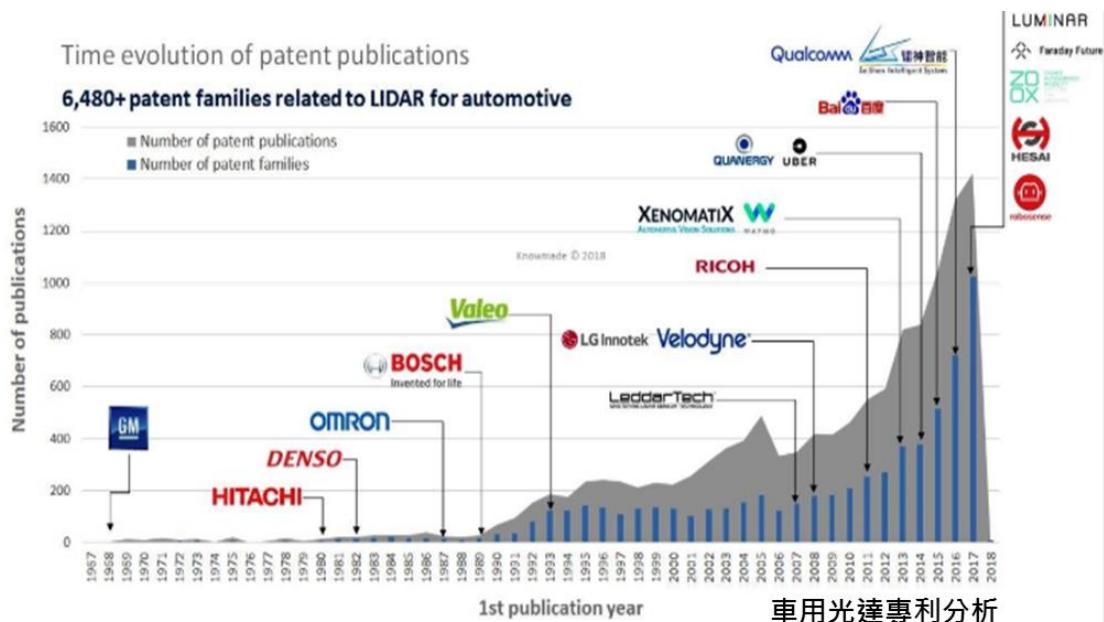
二、光達是當今最有「錢途」的感測器

根據在法國的市場研究機構 Yole Développement 的預測，光達市場將在 2022 年達到 16 億美元規模，並進一步在 2032 大幅成長至 315 億美元。根據 FINDIT 早期資金獲投資訊顯示，2007 年以來有 LiDAR 有揭露募資金額之股權投資已超過 5 億美元，2016、2017 年更是 LiDAR 最獲早期投資人青睞的兩年。



三、誰擁有光達技術？

那麼在光達市場究竟有哪些廠商提供光達技術？根據 Yole Développement 的車用光達專利研究報告，車用光達技術供給者大致可分為半導體廠商、自駕車業者與技術突圍的新創三大類。



在半導體廠商部份，包括 Qualcomm、LG Innotek、Ricoh 以及 TI (Texas Instruments) 等，主要貢獻包括利用非掃描技術降低光達尺寸、由高脈衝速率來提升速度等。自駕車業者如 Google、Waymo、Uber、Zoox、Faraday Future、Baidu 與 Chery 等，其光達專利主要與演算方法與過程的改進有關。最後則是光達技術的新進突圍者，包括 Quanergy、Velodyne、Luminar、LadarTech 等專利發表聚焦於高度特定的領域，能迅速導入應用。另外，中國光達業者如鐳神智能(LeiShen)、速騰聚創(Robosense)、禾賽科技(Hesai)等多在兩、三年前才進軍光達技術 IP 領域的新進廠商，雖然專利申請大部分仍待審，尚未擴展到中國以外的市場但其技術皆已經應用到其上市的光達產品。因為光達技術的新進突圍者專利多為解決現今光達產品之痛點，並以實現光達商品落地為目標，因此，本文亦突圍新創為主。

四、解決痛點，殺出重圍的光達新創

即使光達被視為自駕車視覺重要的解決方案，然而，現今光達產品仍存在許多痛點待為解決，也因此，我們可以看到光達技術迭代快速，光達新創亦於 2016 年後獲得早期資金追捧。究竟光達產品存在哪些痛點呢？第一，光達造價昂貴，以致自製車生產成本過高；第二，光達以光線測量物體距離，因此，其精準程度受光線影響甚距，無論黑暗、強光、逆光等因素，都將影響光達表現；第三，除了物體距離外，物體移動速度可能是自駕車決策判斷的重要變量；第四，光達體積偏大，不符合目前車輛設計美學；最後，也是光達廠商最困難的挑戰—如何取得車廠信任，進入自駕車供應鏈。以下本文針對重要突圍新創做簡要介紹，並列出其於光達領域的重要貢獻。

1. Velodyne—最多車廠與自駕車廠商採用，信任成本最低，最有可能創造規模效益

- 產品說明：Velodyne 成立於 1983 年，2005 年研發出全球第一款 3D 即時 LiDAR 感測器後開始迅速成長。2007 年推出第一代光達產品，並且由 Google 的自駕車採用，現今已被 Ford 收購。產品中最廣泛被使用的是 2016 年推出的 VLP-16(16 線)光達，它提供了 360 度高角度解析的 3D 環景資訊，100 公尺內的所有大小物體的動靜都能夠鉅細靡遺的被查覺。
- 技術/價格：固態+機械式掃描，波長 905nm/2018 年 1 月 Velodyne 宣布 16 線光達成本可將降低高達 50%，目前價格定在 3,999 美元。最終將降至 50 美元/台。32 線雷射模組，測距可達 200 公尺，在 2020 年量產目標訂價到 500 美元，到 2025 年成本可以控制到 200 美元以內。Velodyne 最好的雷射雷達擁有 360 度視角，測距範圍為 300 公尺，售價高達 7.5 萬美元。
- 優勢：客戶包含：Baidu、Ford、Google、Nissan、Volvo、Uber 與無人駕駛小巴 Navya Arma。



2. Quanergy—降低光達成本、縮小光達體積、加快掃描速度

- 產品說明：Quanergy 成立於 2012 年美國加州，發展光學相位陣列（Optical Phase Array, OPA）元件，利用改變光學相位陣列每個元件的相位來達到掃描的目的，取代龐大的機械掃描裝置。比起機械掃描速度快，體積小，價格便宜等優點。但此項技術的風險，因為光學相位調制元件，由於光學波長很短，其調制元件的製作存在一些風險，加上雷射通過這些元件會有產生熱，對於使用熱來進行光學相位調整的元件，存在一些不利因素。
- 技術 / 價格：固態+光學相位陣列掃描，波長 905nm / Quanergy 預估其測距 200 公尺之光達量產價格約 250 美元/台，最終將降至 100 美元/台。
- 優勢：積體光路的半導體結構、相位控制、車用光達配置方式、雜訊過濾電路等技術領域佈局 6 件專利。
- 最新發展：與中國 Sensata 合作量產 Lidar，爭取中國訂單



3.Luminar—增長測距、克服光線昏暗問題、降低成本、已與汽車大廠合作

- 產品說明：Luminar 成立於 2012 年美國加州，為了使用 1,550nm 波長的雷射，Luminar 用較貴的銦砷化鎵取代一般光達廠商使用的矽（雷射波長為 905 納米）來製造雷射雷達的接收器，即使在極限暗光環境下也能「看」到 250 公尺外路上的物體。
- 技術 / 價格：機械式掃描，測距可達 250 公尺，波長 1,550nm / 已成功將接收器的成本也從數萬美元跌至驚人的 3 美元，整套系統價格未公告。
- 優勢：2017 年與 Toyota 合作、2018 年 6 月與 Volvo 合作。



4. Innoviz—縮小光達體積、克服逆光及惡劣天候問題、獲得重量級廠商支持

- 產品說明：Innoviz 成立於 2016 年以色列，採用所謂的 Solid-State LiDAR Sensor 技術，固態光達是藉由光相位矩陣(Optical Phase Array, OPA) 改變雷射光發出角度，固態光達不須傳統機械式旋轉結構，便能在 1 微秒內改變發射角度，藉此改變掃描區域，強調系統穩定性，面對逆光或惡劣天候不受影響。
- 技術 / 價格：固態光達，雖然為波長 905nm，但偵測距離可達 250 公尺，精準度小於 3 公分，目前造價約 1,000 美金，最終將降至 100 美元。
- 優勢：(1)獲 BMW.Magna. Aptiv 等重量級廠商支持。(2)體積較小，可用於私家車市場



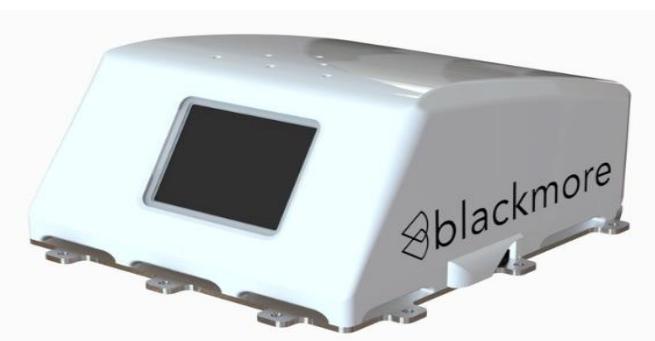
5. Oryx Vision—處理光線與天候視線問題

- 產品說明：Oryx Vision 成立於 2016 年以色列，其光達採用紅外光波偵測路面上的物體。相較於一般的光達以光電傳感器來偵測光線粒子，Oryx 採用一種矽材質製成的微視天線來偵測光線粒子。根據光的“波粒二象性”，以波的形式透過微視天線來感知反射回來的訊號（光）。其光達可接收波長為 10 微米(10,000nm)的電磁波，這種波長不僅能穿透煙霧，也不易受到強光與氣候的影響。
- 技術/價格：固態光達+紅外光波，波長 10 微米，可檢測距離 60 公尺的小碎片，90 公尺外的行人，150 公尺外的摩托車等，還能在移動狀態下，確定這些物體的速度。預計降至 100~250 美元/台。



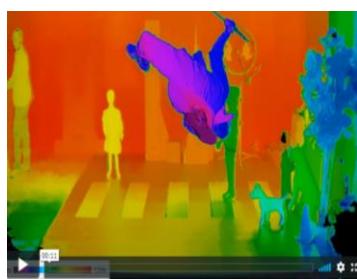
6. Blackmore—不受強烈陽光干擾、提高遠距探測能力、支持距離和速度的探測、獲得汽車大廠支持

- 產品說明：Blackmore 成立於 2016 年美國蒙大拿州，提供世界上第一台用於汽車的調頻連續波(FMCW,frequency-modulated continuous wave) Lidar。該公司開發了用於微米精密激光切割和焊接的激光雷達系統，最初用於軍事監視。相較傳統的脈衝光達系統，Blackmore 突破性的 FMCW 光達技術可以消除強光干擾，提高遠距離探測性能，並能夠同時支持距離和速度的探測。
- 技術/價格：固態光達，測距可大於 200 公尺，波長 1550nm/未公告，預計使用最新一輪資金進行量化生產。
- 優勢：已獲 BMW 及 Toyota 支持。



7. TetraVue—降低成本、可達成低延時，即時決策

- 產品說明：TetraVue 公司成立於 2008 年美國加州，為全球首個實現 4D Lidar 公司。其獨家專利技術「光切片」(Light Slicer) 技術能透過時間尺度和距離尺度的量測，使用標準的 CMOS 感測器測算光學強度訊息，無需複雜的特殊晶片，這意味著成本和製程複雜度大大降低。其產品不會造成像素點模糊、無需機械掃描、能即時持續地捕捉像素點訊息，能達成低延時，即時決策、高解析度成像技術：坐標與圖像。
- 技術/價格：固態光達/未公告。
- 優勢：(1)專利級別「光切片」技術實際;(2)已獲 Bosch.三星與鴻海投資;(3)相較於 Velodyne 和 Quenerty 兩家固態光學雷達公司，TetraVue 有更高程度的系統集成。



8. Hesai—打造適合私家車設計之光達、多傳感融合

- 產品說明：Hesai 成立於 2013 年中國上海，是一家打造多傳感融合之光達公司，其 Pandar40 已經裝在了矽谷、底特律、匹茲堡及歐洲等數十家頂尖自動駕駛公司的無人車上。美國加州現有的 52 家獲得無人車公開道路測試牌照的高科技公司中，超過 1/3 已經是 Pandar40 的付費客戶。有鑑於現今光達體積過大，不符合汽車設計美學，Hesai 則欲打造更符合車廠設計需要的光達。
- 技術/價格：多傳感融合，測距約於 200 公尺/每台約數百美元。
- 優勢：(1)提供無人車公司測試，具潛在客群;(2)已與百度達成深度合作;(3)更強大的 AI 演算。



9. Robosense—打造適合私家車設計之光達、多傳感融合

- 產品說明：速騰聚創 (Robosense) 成立於 2014 年中國深圳，其將 MEMS 固態激光雷達 M1 Pre 和攝像頭兩類傳感器的底層融合技術 (LCDF, LiDAR-Camera-Deep-Fusion)，從而讓自動駕駛車輛能全方位感知真實世界的三維空間色彩信息。因其採用 MEMS 技術，取代傳統機械旋轉方式，擁有低成本、易量產...等多項優勢。此外，速騰聚創通過與高德地圖合作，研發「基於高精地圖的激光雷達整體感知系統」方案，讓自動駕駛研發團隊在融合方案的基礎上，減少開發難度。
- 技術 / 價格：多傳感融合，測距 200 公尺/希望可以達 150 美元。
- 優勢: (1)具量產能力(2)更強大的 AI 演算(3)低成本(4)可用於私家車。



五、結語

由本文可知現今光達新創多針對成本、價格、體積、光線等問題進行精進調整，然而，在極端氣候難題部份，則以毫米波雷達的表現較佳，光達仍無較佳的解決方案。另外，雖然現今光達的新興技術如雨後春筍般的出芽，但標準規格尚未誕生。根據上述兩點，或許推論未來在自駕車感知領域將以不同感測器交互搭配使用為主，多重感融合可能是其中一個重要的發展方向，當然，其前題需要精準的演算化作為背後支持；再者，因光達標準規格尚未成形，汽車與自駕車大廠選擇的解決方案，可能就是未來光達的主流標準，若新進入者能跟隨「潛在標準」前進，並精進技術、壓低成本，未來還是有相當的發展空間。

參考資料：

<https://goo.gl/M67o6Q>

<https://goo.gl/KemP1R>

<https://goo.gl/oXjKnM>

<https://goo.gl/N19UmH>

<https://goo.gl/To8hX8>

<https://goo.gl/YnSkfS>

<https://goo.gl/jVcCCf>

<https://goo.gl/gHw6Yr>

<https://goo.gl/3DUmEL>

<https://goo.gl/JxbHLB>

<https://goo.gl/58kYzX>

<https://goo.gl/dpJHKu>

<https://goo.gl/ALdRuw>

<https://goo.gl/MZMDhN>