

機器多“看”我們省心

■文：徐俊毅

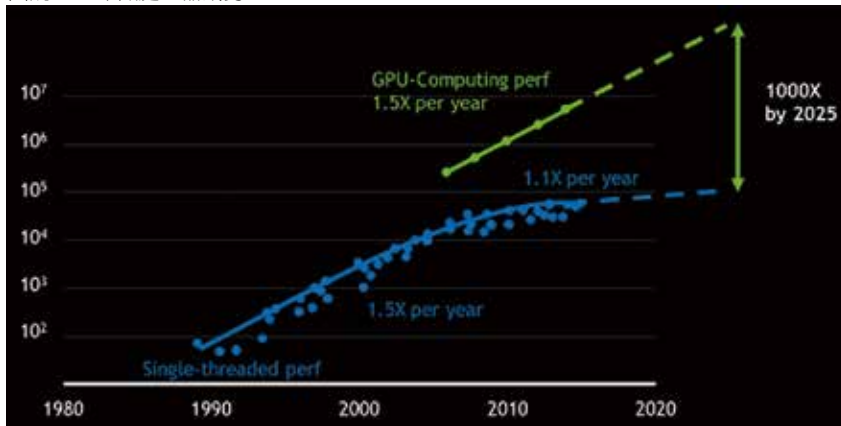
機器視覺是包含圖像、機械、控制、光學、感測器、類比半導體和數位半導體等多項內容的綜合技術，它具有高度的靈活性和適應能力，在大批量重複性的工業製造中，可顯著提升製造效率並降低人工成本，在不適合人工作業的危險環境發揮作用，同時還能超越人類肉眼的視覺範圍，根據需求“觀察”到更多有用資訊。

人類透過大腦和眼睛還有其他四種感知能力實現對外部的觀察和理解，機器視覺也在做同樣的事情，是機器學習和人工智慧技術的基礎。透過機器視覺搜集到的資訊，進行機器學習，分辨出目標、時間地點等基本資訊，再透過 AI 技術進行認知推理做出決策。越來越多的機器能夠以更廣泛、更智慧的方式，直觀地解譯和瞭解外界環境，“思考”能力在快速提升。

GPU 成為機器視覺的最強大腦

伴隨著計算設備的能力攀升，機器視覺的資訊處理能力正變得日益強大。設計人員不斷地在計算效率和計算靈活性這兩個方向上尋找平衡點，CPU、FPGA、ASIC 器件在機器視覺應用中扮演著最強大腦的作用。在上個世界最後的 20

圖說：40 年微處理器成勢



資料來源：nvidia.com

年中，CPU 為主的計算設備以年均性能提升 1.5 倍，CPU 是機器視覺的計算力來源。但進入 21 世紀之後，由於工藝以及市場需求的變化，通用微處理器的性能提升速度有所下降，年均性能提升降至 1.1 倍，而 GPU 的處理能力卻保持了高增長，達到了年均 1.5 倍的性能提升，預計到 2025 年，GPU 的計算能力相比世紀初將提升 1000 倍！

GPU 同時還是一個大規模平行計算引擎，可以同時在大資料（像素）集中應用相同的指令，將計算效率大幅度提升，遠超通用處理器性能，正式機器視覺迫切需要的能力之一。這也是越來越多的業者開始使用 GPU 設備為機器視覺提供“大腦”。

邊緣端的機器視覺系統

物聯網設備的大規模普及，讓計算資源更加靠近機器視覺成為新的趨勢。基於 MCU、MPU 的邊緣端機器視覺成為市場熱點。相比在雲端處理資料，邊緣端機器視覺具有很多優勢：

- 低延遲：資料傳輸距離短，便於快速進行認知推理；
- 安全性和可靠性：沒有中間環節的資料篡改危險；
- 成本優勢：無需將資料傳輸到雲端進行分析處理，節約了頻寬和其他花費
- 靈活性：在滿足需求的情況下，設備尺寸可以根據需要靈活調整。

通常在邊緣的機器視覺處理，主要完成特定目標，這樣對計算能力的要求並不高，比如在智慧鎖應

圖說：大聯大世平基於 i.MX RT106F 開發套件的 EdgeReady 人臉識別方案



資料來源：大聯大世平

用中，識別正確的戶主資訊，就不需要將資料上傳到雲端來回通信。

以大聯大世平推出的基於 NXP 產品的 EdgeReady 人臉識別方案為例子。

EdgeReady 包括 i.MX RT106F MCU、運行時間庫和預整合的機器學習人臉識別演算法，以及相機和記憶等所有外圍設備的所需驅動程式。用於認證和操作智慧樓宇、工業和家庭的安全機器、設備和訪問點，包括門、鎖、便利設施、電梯、車庫門、安全系統等。

EdgeReady 方案支持了多達 3000 張人臉的本機存放區，而且完全離線運行，無需 Wi-Fi/BLE 成本，消除了雲端隱私問題，而且啟動快速，從待機到完成人臉識別僅需 0.8 秒。

全域式快門技術提升機器視覺性能

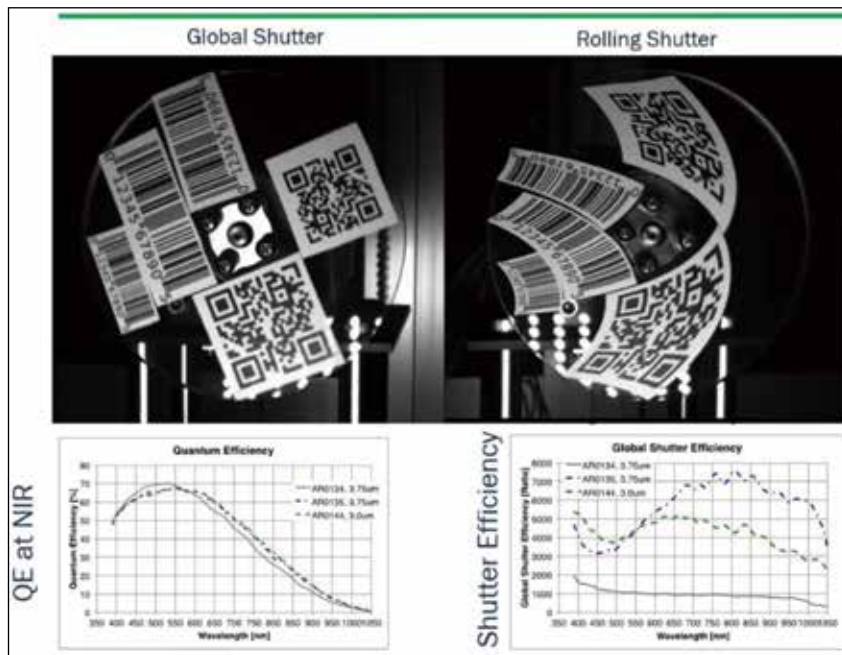
在機器視覺的圖像感測器應用中，有兩項不同技術：捲簾式快門 (Rolling Shutter)，全域式快門 (Global Shutter)。捲簾式快門類似老式電視的逐行掃描技術，由於中間會有時差，所以當拍攝高速運動

圖說：大聯大世平推出基於 NXP 產品的 EdgeReady 人臉識別方案的場景應用圖



資料來源：大聯大世平

圖說：高性能全域快門捕捉示例



資料來源：onsemi

情況下的物體時，圖像就變形，出現如上圖所示的情況，其中一個原因就是過去的影像處理晶片的計算能力不足。而全域快門一次性即時捕捉所有的信號，拍攝出的效果非常清晰完整且不會變形失真。在現代工業和物流應用中，比如藥品分揀應用中，全域式快門就可以進一步提升製造和運輸的效率，在這兩年針對 COVID-19 的疫苗製造和分發過程中，採用全域快門的機器視覺技術已經發揮重要作用。

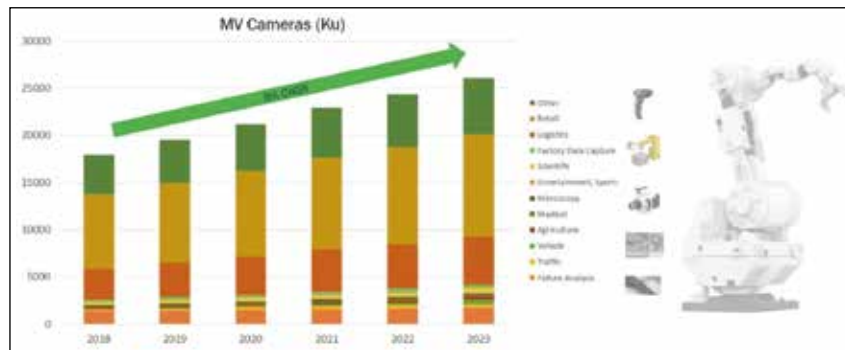
當然，捲簾式快門技術並非就要徹底淘汰，在一些靜態識別為主的機器視覺應用中，捲簾式快門技術可以有效控制成本。

機器視覺市場穩健快速成長

據 Frost & Sullivan 預計到 2022 年，全球機器視覺設備市場規模將增長到 136.2 億美元，亞太地區將繼續成為全球最大的市場，因為行業加大了對品質檢驗的需求。

圖形感測器作為機器視覺部分核心元件，在多個市場穩步成長。根據 Yole Development 的統計，機器視覺攝像頭的市場容量到 2023 年將超過 40 億美元。其中零售、物流和工業位居主導地位，而隨著越來越多新興應用是機器視覺在新生市場的成長也非常可觀。

圖說：MV 攝像頭市場以 8% 的速度穩定成長



資料來源：onsemi

現在，機器視覺在汽車、零售、物流、工業機器人以及科學研究等領域發揮著日益重要的作用。

零售企業縮短向線上商務的過渡時間

線上購物在 2020 年取得了巨大的飛躍，推動了電子商務的增長。2020 年成為了電子商務的拐點，有關機構預計它將占全球連鎖零售總額的 28%。反過來，這又縮短了向線上商務過渡的時間，拉快了近三年，迫使零售商必須迅速做出調整，簡化其商店、配送中心和物流工作流程，以提高生產效率。零售商在電子商務訂單履行相關的盈利能力方面面臨著挑戰。

機器視覺能夠提供與人類能力相匹敵的識別能力，簡化銷售點的結帳工作。

在 amazon 描述的未來超市

圖說：amazon 的未來超市概念



圖片來源：amazon.com

中，消費不必將採購的東西裝進購物車，推到收銀台進行結帳，直接放進包裡面就可以。商家透過頂部的機器視覺系統，自動識別貨物，完成記帳扣款過程。類似的應用還有在中國一些地區開始試點的無人超市。

越來越多企業加大了對智慧

圖說：在中國試點的無人超市



圖片來源：onsemi ppt

自動化的投入，包括機器視覺技術和人工智慧 (AI)，以及機器學習 (ML) 和規範性分析解決方案。零售自動化 (從商店到倉儲運營和



配送中心的整個供應鏈) 的加速發展，背後的驅動力就是直接交付至消費者的需求，且按需交付方式的需求日益增長，使包裹運輸公司在傳統非高峰時段依然處於高峰運營狀態。

機器視覺為精準農業提供保障

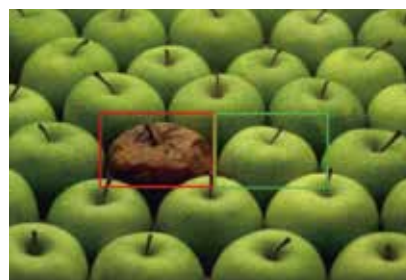
在農業應用中，機器視覺參與了土地的耕種收割、自動擠奶以及農田的光譜跟蹤，為現代農業提升產能提供了可靠保障。

在英國，希爾索農機研究所研製出了一款高速採摘蘑菇機器人，它通過機器視覺來識別蘑菇的數量和品質，用紅外線測距儀測定蘑菇的高度，再由真空吸柄根據計算得出的具體情況確定需要彎曲和扭轉的力度，自動完成蘑菇採摘。

在日本，農場利用 TensorFlow 建立了自動分揀存儲系統，可以自動分揀和存儲黃瓜。

借助 NVIDIA 的 GPU，製造商 E-Con Systmes 的智慧分揀系統，TensorRT 版本的 MobileNetV2 在 6 個類別 (蘋果、柳丁、香蕉) 訓練卷積神經網路 (CNN)，對新鮮水果的識別度已經

圖說：借助機器視覺分揀水果



圖片來源：onsemi ppt

達到 97%。

此外，機器視覺已介入育種、施肥等多個農作物生長環節，為精準農業和高度自動化的農業生產提供技術保障。

機器視覺在工業領域進一步升級

機器視覺擅長檢驗分析和異常檢測技術，這種技術可以準確驗證製造產品的品質和一致性，並具有高度可重複性，因而在工業中得到廣泛使用。

機器視覺正在變得更具成本效益，能夠覆蓋更多工業領域，同時添加了增強功能，例如針對更複雜的應用程式檢驗的即時 3D 影像處理、物體自動識別、資料捕獲 (AIDC)、體積和距離測量、運動分析、智慧運輸系統以及文檔掃描 (物流碼管理) 等眾多技術和應用。

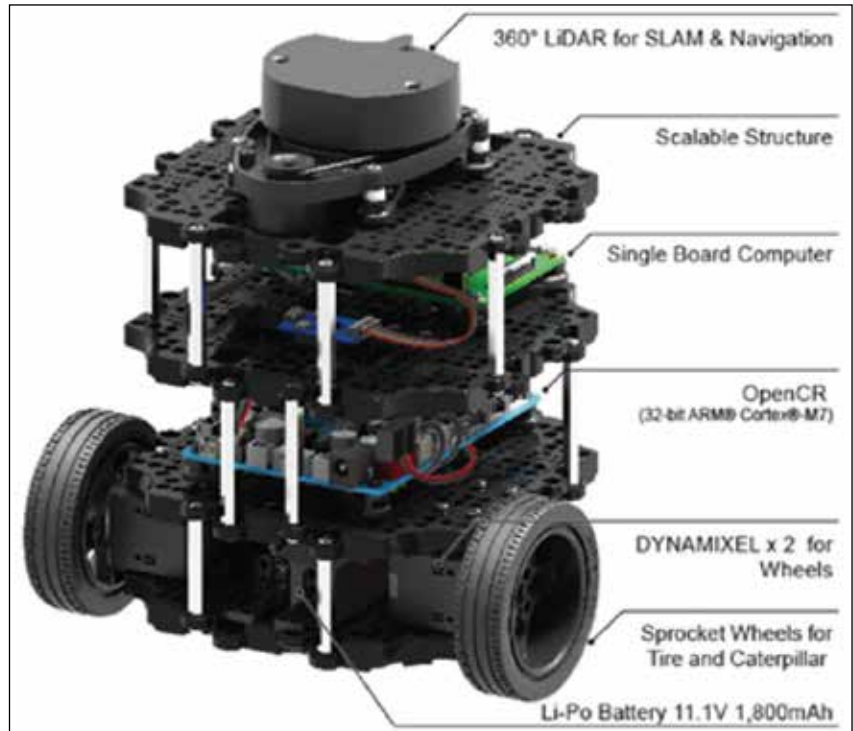
圖說：各種生產線上的機器視覺應用



圖片來源：cognex.com

借助大量機器視覺新技術，製造業快速向自動化、智慧化轉型升級，“黑燈工廠”變得越來越多。

圖說：安富利設計的自動導引車 (AGV)



圖片來源：安富利

圖說：針對 PCB 板的缺陷檢測



圖片來源：Keyence.com

圖說：移動設備螢幕檢測



圖片來源：onsemi ppt

現了全程自動化、無人黑燈生產。在無人化工廠的車間裡，由工業移動機器人——自動導引車 (AGV) 完成搬運和上下料等工作。它可以按照設置好的導引路徑來行駛，按照路線往返於材料存放地和目的地之間，自動進行物料運輸。機器人手臂可以完成上下料以及各種精細操作，同時品質檢測也由機器視覺系統來完成，整個過程無需人工參與。

在工業製造裡，勞動生產率是降低成本的主要因素，在固定單位時間內所能檢測的線路板面積越大，生產效率就會越高。相對圖像感測器來講，單位時間內收集信息

量越大，生產效率就越高。

手機平板電腦在製造過程中需要對螢幕品質進行檢測，平板檢測是機器視覺行業中，對圖像感測器最有挑戰性的應用。移動設備的螢幕解析度越來越高，從 1K、2K、4K 一直到 8K，螢幕像素在逐漸增高。檢測過程為兩項：首先是暗檢測，上電前主要檢測一些指紋、劃痕和其他物理問題；然後是上電以後的檢測，特別是在 OLED，加上最新的 AMOLED (Active Matrix OLED)。LED 是有一個亮板在後面作為發光源，而 OLED，特別是 AMOLED，它的每個像素都是一個單獨發光源。像素和像素之間發光的強度和色彩的均勻度都要能夠很準確地偵測出來，這就對機器視覺的圖像感測器提出了非常高的要求。過去檢測 LED 面板上的 1 顆像素對應需要 9 顆像素 (3×3)，OLED 則對應需要 16 顆 (4×4)，甚至 25 顆 (5×5) 圖元。如今的圖像感測器已經超過了 2 億像素。

機器視覺在疫情中發揮巨大作用

在 COVID-19 疫情阻擊戰中，從工業製造到日常生活，機器視覺技術被大量使用，在多個領域發揮作用。

智慧工業：高度自動化的防護用品生產

在生產防護用品時，透過機器視覺技術實現引導、定位、識

別、檢測自動化生產流程。比如在生產口罩時，利用機器視覺線上檢測系統準確快速對口罩潔淨、耳帶長度 / 偏位、鼻樑條長度 / 偏位、印刷品質等進行檢測，保證產品良品率及提升生產效率。

智能物流：物資智能分揀與配送

現代物流體系在不同地區實施隔離措施時發揮了重要作用，與器視覺技術提供的自動化、智慧化分揀系統，讓物流行業前所未有地高效且安全。機器視覺系統條碼讀取、尺寸檢測、形狀識別等，來實現對產品的識別追蹤以及物料的篩選，並最終實現全程非接觸方式配送至消費者手中。

在醫院和疫區，集成無人駕駛技術的 AI 機器人，其能夠自動

圖說：物流機器人送貨上門



圖片來源：amazon.com

識別躲避人員或障礙物，進行醫療物資配送，還可以實現體溫測量、消毒、回收醫療垃圾等工作。

在疫苗供應鏈中，物理自動化、RFID 和溫度傳感技術，再加上機器人技術的發展（包括與人交互和協作的協作型機器人），能夠幫助完善疫苗的分發管理。比如在疫苗運輸中，集成溫度智慧解決方案（例如斑馬技術的 Heatmarker 和 Freezemarket）能夠顯示疫苗或藥物是否已暴露在可能影響其功效或安全性的潛在危險條件下。

智慧測溫與人臉識別：非接觸式多目標體溫監測

體溫檢測成為疫情初篩的基本手段，在購物、旅遊、交通、辦公以及社區級防控中被廣泛使用。越來越多的地方使用了紅外成像測溫系統，在儘量避免降低通行效率的情況下對大面積人群實施溫度檢測。紅外成像測溫系統借助機器視覺、AI 與紅外熱成像技術，能夠實現遠距離、非接觸式、多目標同時進行測溫。

圖說：Rokid 雲鏡：工作人員只需帶上隨時觀察到周圍人群的體溫狀況



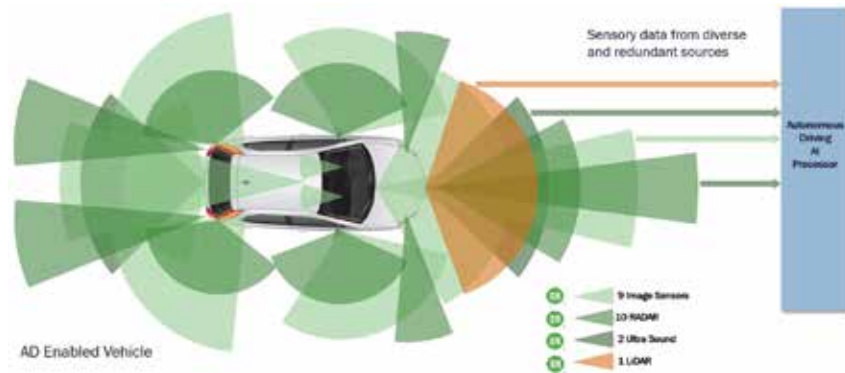
圖片來源：rokid.com

汽車 ---- 全身內外都是眼睛

汽車的智慧來自對周邊事物的感知和決策，因此汽車的智慧之路，也就是感知決策能力被不斷被強化的技術道路。目前典型的具有機器視覺的車輛只要擁有 9 個圖像感測器，而下一代正在開發的圖像感測器已經超過 12 個，還有接近 20 個圖像感測器的系統也處於研發階段。不僅如此，這些汽車同時配備有 10 個雷達，其中至少 2 個超聲波雷達，隨著成本的降低，雷射雷達已經在很多汽車中開始使用。

機器視覺在汽車應用的發展中主要有三個方向：

圖說：汽車的機器視覺系統越來越強



資料來源：onsemi

■車外的人工視覺輔助：包括環視、後視，供駕駛員觀看。在歐洲，一些大型卡車已經開始應用電子後視鏡系統來取代傳統玻璃車鏡。由於歐洲市場法規規定，汽車一定要配備後視鏡。但是卡車後視鏡面積很大，造成較大的擋風阻力，電子後視鏡系統，卡車的后視鏡面積就可以被改小，並由此節約 5~10% 的能源。

■車外機器視覺：包括 ADAS、輔助駕駛、自動駕駛系統。比如在夜間，對向車道強光狀況下，肉眼很難發現路上的行人，這種情況往往會導致人傷事故。借助 ADAS 系統，機器視覺系統則可



圖說：借助高動態能力的圖像感測器觀察到暗處的行人



圖片來源：onsemi ppt

以較早發現情況，並提醒司機，避免悲劇發生。

■ 艙內機器視覺：除了駕駛員疲勞監控，還有疾病檢測、情緒

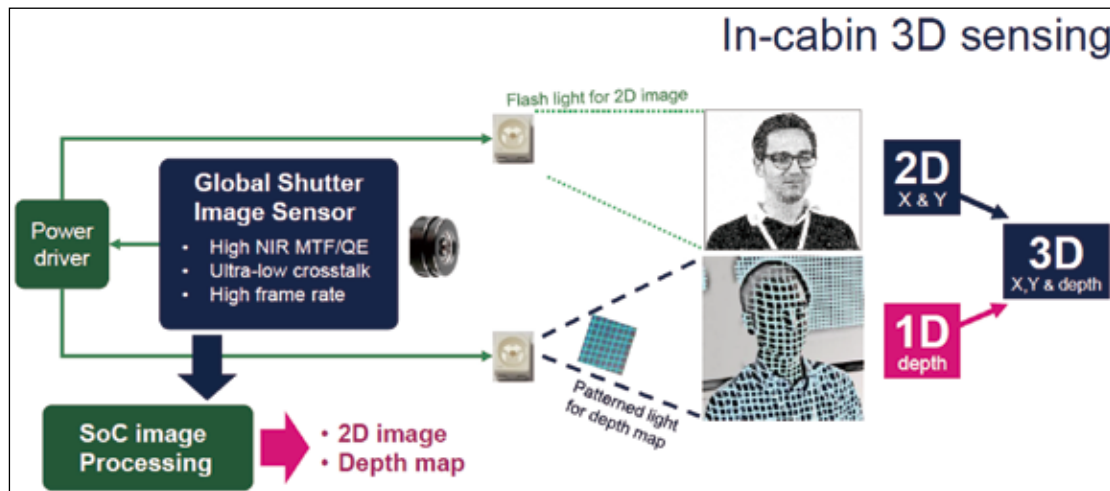
/ 生理檢測，安全氣囊精準調整、人機互動 (Human Machine Interaction)、虹膜識別 (Iris Detection) 和人臉識別等功能。

圖說：車內機器視覺系統 DMS 和 CMS



圖片來源：意法半導體 (ST)

圖說：意法半導體的車內人臉識別系統



圖片來源：意法半導體 (ST)

人機互動，包括手勢識別功能，如調整艙內溫度、聽廣播、打電話等都可以用手勢來操作。除了對駕駛員的監控，還有對乘員的監控，比如 robot taxi (機器人計程車) 的很多的功能都需要艙內監控，包括安全帶提醒、兒童在場檢測、物體檢測和寵物檢測等。這些都依賴汽車自身的機器視覺系統。

借助全域快門技術和影像處理引擎，意法半導體成功將 2D 圖像引擎與 NIR (近紅外) 深度設備技術結合，實現了 3D 人臉識別的效果，並且可以有效控制 DMS 或 CMS 系統的成本。

當今汽車的感知能力已經超過了駕駛員！駕駛員的視線範圍一般只能覆蓋前方 180 度，加上眼睛餘光，可能超過 200 度，而智慧化的汽車已經具有 360 度感知能力；另外，駕駛員可能會有幾毫秒的精力分散情況，而智慧感知系統可以全時候地跟蹤、檢測和計算，這些從來不“閉眼”的機器視覺功能，可有效降

低交通事故的發生，為未來更為安全的出行提供技術支撐。CTA