**2022通訊大賽**

**5G領航創新應用競賽**

概念組

概念企劃提案書

|  |  |
| --- | --- |
| 參賽編號 | R220096 |
| 參賽隊伍名稱 | Innovation102 |
| 參賽作品名稱 | Intelligent Robotic Guide Dog（IRGD） |
| 垂直應用領域  （單選題） | □數位娛樂領域 ☑交通領域 □製造領域 |

目錄

[一、提案摘要 1](#_Toc115906381)

[二、背景與構想動機 1](#_Toc115906382)

[三、提案說明 3](#_Toc115906383)

[四、與5G技術之聯結性 5](#_Toc115906384)

[五、創意與創新性 7](#_Toc115906385)

[六、商轉可行性 10](#_Toc115906386)

[七、參考文獻 11](#_Toc115906387)

|  |
| --- |
| 一、提案摘要 |
| 請提供300字內之提案描述。 |
| IRGD（Intelligent Robotic Guide Dog）給予視障者安全的行動體驗。  IRGD是針對視障者現階段的不便所構想出來的提案，目前視障者可透過導盲杖、導盲犬、輔助眼鏡以及無障礙設施在日常生活行動，但這些輔助工具並無法提供視障者安全的保障，例如導盲犬可能因不可控的生理因素干擾。而目前已有公司在研發機器狗，卻尚未開發輔助視障者的技術，因此我們進一步從交通的角度去思考，若在機器狗的設計裡加上5G的技術，除了能讓使用者在接收環境訊息夠迅速外，也能結合周遭交通的車聯網系統，透過資料傳輸讓路上其他車輛知其為視障者以及快速警告使用者其他交通變化，也能將紅綠燈系統智慧調整秒數長度，提前判斷以減少意外發生的機率。IRGD的發想就是希望未來讓視障者在日常外出時可以更為自由也更加安全，不會因生理缺陷限制其生活的權利。 |
| 二、背景與構想動機 |
| 請說明應用領域現況背景，並依據現況之問題說明構想動機與欲解決議題。 |
| 過往至今，視障人士因無法從視覺感官辨別危險，我們都知道他們在社會上生存的困難與不方便，若他們想要有獨立自主的生活，必定離不開導盲的工具。現今最常見改善盲人生活的方式有攜帶導盲杖、導盲犬、配戴盲人輔助眼鏡，除此之外，也有許多公司目前正在研發機器狗的技術藉此取代導盲犬，然而有些工具目前仍有許多技術尚未突破的部分。  就導盲犬而言，訓練的成本並不便宜，平均約要台幣80至100萬，而且也無法保證視障者有足夠的經濟能力去負擔這些費用，且許多場合並不開放寵物進入，造成視障者的不便。然而並非所有民眾都有正確的知識去對待工作中的導盲犬，因此牠在工作時有可能會被民眾打擾，導致導盲犬分心而造成意外。由於犬隻天生能看到的色彩較少，所以紅綠燈的紅色與綠色是無法辨別出來的，這會導致在交通上無法正確辨認，若牠想要帶領視障者過馬路，通常只能依靠車流、人流來通過馬路。而導盲犬終究還是動物，有先天生理上的缺陷，其不確定性並無法百分之百保證視障者的安全。  其次，就盲人輔助眼鏡而言，其具備影像辨識功能以及可利用語音方式回饋給視障者，可智慧識別物體以提供使用者即時提示進而避免接觸障礙物，也有搭載自動定位與導航功能可以自由行動不會受限於固定路線。然而，以眼鏡作為載體在可偵測的角度上有所限制，無法偵測後面或側面的情況，因此無法告知除了前方以外的危險與障礙物，會造成視障者安全上的疑慮；此外它並沒有一個實質牽引的工具，縱使能靠著回饋聲音得知周遭情況，卻沒有一個引導的安全感。  另外，針對機器狗部分，雖然現階段開發機器狗的技術逐漸成熟，但目前都傾向於機器本體的研發，尚未有結合其他技術的產品出現。  上述提到的工具都無法有效解決盲人的交通困境，也沒有辦法提供視障者在交通上安全的保障，因此，我們發想：如果利用四足機器狗搭配5G「高速度」、「低時延」、「多連結」的特性，結合交通網路並及時提供盲人路況預警與預知號誌資訊等，能夠提前預判以減少意外發生。於是，我們提出IRGD的點子，它能夠解決導盲犬的缺點與彌補盲人輔助眼鏡的不足，並且大幅升級四足機器狗的性能，藉此改善盲人生活上的機能。 |
| 三、提案說明 |
| 請完整說明提案內容，至少需包含提案結合之技術、應用範圍、使用對象、亮點與預期效益等，但不限於上述。  經初審過後，因盲人生活與IRGD視野的問題，團隊新增了AIoT與街頭監視器進行連線的想法。 |
| 由於上述之動機，為了提供視障人士更佳的無障礙生活，本團隊研擬出了智慧型電子導盲犬－IRGD。在外型上，我們將產品設計為機器狗的樣子，行動上四足的設計可執行較多功能且更適應不同地形。另外，由於觸覺對視障者來說非常重要，因此我們採用動態回饋牽繩作為IRGD與視障者之間的牽引工具，加入牽繩的設計不只能在危機發生時立即回饋給使用者以提供更安全的保障外，也能讓視障者在觸覺上有足夠的安全感，此外IRGD也可以藉由牽繩的拉力反饋與方向判斷使用者的位置與狀況。  在IRGD環境偵測的部分，我們採用多種感測器與鏡頭等並結合影像偵測辨識技術，以建構完整的資料再進行後續比對運算進而回饋給使用者。在IRGD上方會使用光學雷達感應器，可以360度掃描周遭環境且繪製成3D視圖，用以提供最詳細的路況以及偵測使用者周圍的潛在危險，以利後續回饋給使用者安全的移動路線及即時的保護機制。而在IRGD前方安裝毫米波雷達感應器，用以判斷車輛遠近、附近物體位置與距離，可用於探測周遭及後續危險評估，同時警告使用者。在機身上將裝載高解析度的攝影鏡頭，讓電腦影像辨識交通號誌與附近障礙物，另外還有紅外線攝影鏡頭在夜晚輔助拍攝。透過以上攝影機、雷達、光達的感測可感知IRGD周遭狀況與環境。  接著，我們在IRGD體內部安裝GPS定位器，藉此判斷IRGD的正確位置。結合GPS後可與地圖資訊做結合，能讓視障者任意變更路線，完成導盲犬無法做到的任務。  由以上感應器與定位器偵測的資料，包含前方有障礙物、路面顛簸或是遇到樓梯等等都能以聲音或牽繩回饋給使用者。而這部份的電腦資料運算，我們採用邊緣運算（Edge Computing），是一種分散式運算架構，若像過去將所有裝置產生的資料傳送至集中式資料中心，或傳送至雲端，會造成頻寬及延遲問題，而邊緣運算將原本完全由中心節點處理大型服務加以分解，切割成更小與更容易管理的部份，分散到邊緣節點去處理，目的是希望減少網路頻寬使用和延遲，縮短回應時間，最後再結合5G快速低延遲的特色，即時保護視障者的安全。  在結合的技術上，利用深度學習演算法，比對交通車況過往變化，結合影像辨識的功能，以此辨識現實中的交通號誌及變化多端的車況，能掌握目前交通資訊與狀況，能夠藉此分析與判斷下一步動作，提供使用者最安全的選擇。可與Google進行合作，使用者可使用語音助理功能問題提出需求，利用5G速度聯網的快速度進行即時搜尋，對於收集到的路況資訊及使用者提出的問題，在網上收集大數據資料，快速從中整理出幾項結果回報給使用者。  導入AIoT的應用，與IRGD外的環境連結成網絡，從使用者的角度出發以提供更多價值，像是根據使用者所處位置等資訊形成個人化的推薦，如提醒路線上的餐廳。另外，能與街頭監視器進行連線，判斷路口車況與人流，主動告知壅塞路段，讓使用者決定是否更換路線。  在路上一般行走的功能只要改良目前的機器人就能做到，但我們的團隊將IRGD納入5G車聯網中，利用V2V（Vehicle-to-vehicle）的概念來防止事故發生，通過專設的網路發送IRGD位置和速度信息給另外的車輛，讓駕駛收到來自IRGD的警告後能降低事故的風險、與V2I（Vehicle-to-Infrastructure）思維，比如IRGD能獲得紅綠燈資訊並提出延長秒數的需求、以及V2N（Vehicle-to-Network）技術，此通訊形式是指使用者裝置與服務實體彼此透過LTE（Long Term Evolution）網路互相溝通，涵蓋以上三種形式，更能發揮其強大的功能，並在通過每個路口時都能接收到最直接的交通資訊，若遇到緊急狀況，例如闖紅燈，可透過路測裝置，例如RSU（Road-side Unit）蒐集道路資訊，包括號誌狀態、雷達偵測結果等，將資料回傳至MEC（Multi-access Edge Computing）上之Application Server後，由Server判斷目前的狀態，透過eMBMS（Evolved Multimedia Broadcast Multicast Services）系統，IRGD再將警示訊息傳送給使用者；還能夠與紅綠燈連結，並透過訊號傳遞與判斷，自動延長紅綠燈的時間，確保視障人士能安全得過馬路。對於開車的人來說，可藉由eMBMS系統透過廣播的方式，讓範圍內的駕駛能接收到有視障人士的警訊，能夠更加注意路況。  我們提案所設計出的IRGD主要提供給視障者使用，此外，有些視障者可能對犬隻過敏更能因此受惠。而擁有這項產品之後，視障者在外出時便可不受環境影響，於任何情況都能自由行動，不像過往只能抵達至特定目的地。然而，使用我們的IRGD不僅在交通方面更能保障使用者的安全，也能再結合店家資訊提供視障者更便利不受拘束的生活。  若我們將IRGD取代原有的導盲犬，當其技術廣泛應用且成本降低時，能更全面地減少盲人可分配到的輔助工具分配不均的問題。此外，養育一隻導盲犬除了高昂的訓練花費外，部分民眾可能會排斥導盲犬，且許多餐廳禁止攜帶動物進入用餐或無法將導盲犬一起攜帶出國等等，倘若採取IRGD便沒有以上的缺點，且IRGD的使用期限也較長。 |
| 四、與5G技術之聯結性 |
| 請說明5G技術如何突顯與強化該提案於領域之應用優勢，並說明與過去4G環境應用下之差異。 |
| 針對上述所提到之車聯網系統即為最主要需要採用5G技術的部份，由表一所示5G相較於4G更為快速且更低延遲，以及具有更多的頻寬可以使用。而車聯網採取5G技術將大大提升路上人車安全。  表一：4G與5G比較   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | | 4G | 5G | | 速度 | 最高理論速度 | 1Gbps | 20Gbps | | 最高實際速度 | 35 Mbps | 50 Mbps 至[3](https://www.telekom.com/en/company/details/5g-speed-is-data-transmission-in-real-time-544498) Gbps | | 頻寬 | | 600 MHz 至 2.5 GHz | 低頻段： 600-850 MHz  中頻段： 2.5-3.7 GHz  高頻段： 25-39 GHz | | 延遲 | | 約30~50ms | 約1~5ms |   5G技術理論上速度能比4G技術快上100倍，但生活中並不是所有領域現在要運用到這麼快的傳輸速度，不過在有關人性命安全的領域，便有重要的立足點，我們所提出的IRGD其重要的功能在於增加盲人在複雜交通中的安全性，在機器偵測到環境有變化如：地面起伏、前方有障礙物，必須及時告知使用者或自動做出反應，而5G高傳輸速度的優勢便能強化該功能。  在車禍發生前，一般人反應時間通常在0.75秒左右，我們期望IRGD的功能達到提早告知駕駛路人身分和意外發生前被動降低車輛速度或停止，在過去4G技術延遲可能約30~50ms，不過在車輛高速行駛又未注意到行人時，依舊無法快速完成反應，再加上數位系統中間眾多龐大訊息量的傳輸，要讓交通工具達到即時的反應可能有極高的困難度。而5G技術變改善了這項缺點，能在大約只有2ms的延遲下，廣連結附近的自駕運輸工具或是搭載聯網功能的電動車及傳統車輛，完成以上我們期望做出保護盲人安全的功能。  我們的IRGD將採用DSRC（Dedicated Short Range Communications）短程通訊技術，比起C-V2X（Cellular Vehicle-to-everything），DSRC的發展更加成熟且穩定，用以達到幫助視障人士所需的，超低延遲、超可靠性、隨時隨地可接入等需求。  IRGD上的OBU（On board Unit）包括了固態光學雷達、攝像頭等感測器。其中固態光學雷達能夠精準的捕捉周遭的3D訊息以便於區分不同的道路使用者、汽機車的速度、障礙物等訊息。再搭配高畫質的攝像頭，用以彌補雷達無法感測顏色的問題。接著ADAS（Advanced Driver Assistance Systems）行車安全輔助系統將會利用安裝在IRGD上的雷達、鏡頭等各式各樣的感測器蒐集周邊環境數據，進行靜態、動態物體的識別、偵測與追蹤。結合導航圖等數據，進行系統的運算與分析，做出行為決策，從而告知視障人士可能發生的危險。若要確保視障人士的安全，我們就需要足夠快資料傳輸速度，而5G正好可以滿足這項需求。在5G的技術下能快速傳輸4K以上的畫質以及龐大的資料量，對於辨識交通變化的畫面、路況有極大的幫助，演算法辨識到環境變化的準確度會提高，與過去4G比起來，傳輸畫面的部分也有更大的進步。  為了帶給視障人士更安全的環境，與RSU的互動肯定不能少，也就是車聯網的V2I。在有搭載藍芽功能的智慧紅綠燈，可以直接無線傳輸要求增加秒數，或是連上交通系統的一般紅綠燈，在5G高速、低延遲的特點雲端化互動，連上中央交通系統，要求特定路口紅綠燈為視障人士增加秒數。IRGD也能與有CMS（content management system）安全警示系統的路口傳遞訊息，這樣即便是沒有搭載車聯網的汽車、一般機車以及路人，都能了解附近有視障人士。 |
| 五、創意與創新性 |
| 提案新穎與創意處，說明其如何解決或改善現有方案之不足，並附上比較表格圖。（比較項目可包含功能實用性、達成效益、商業價值…等） |
| 針對導盲犬與我們的提案IRGD進行以下幾點的比較  1.載體因子：  導盲犬：易受環境刺激以及生理因素，包含受食物影響分心、遭路人撫摸及呼喊都會造成導盲犬分心，導致任務執行度下降，盲人安全受到威脅 。  IRGD：不受生物體限制，相較原本的導盲犬，根據機器上的感測器及5G低延遲的交通聯網系統，會有更準確的路況判斷力，並及時回傳聲音型態的資訊和準確的牽繩回饋給盲人使用者。  2.紅綠燈判斷：  導盲犬：大都是透過訓練依照馬路上人流移動和聲音帶領主人過紅綠燈，一旦碰到未有完善配套的路口或剛好無他人幫助，便會對盲人的行動帶來困擾。  IRGD：透過自身的鏡頭和內建AI偵測使用者附近交通號誌變化並進行運算，再告知使用者並執行安全性最高的移動方式；以及Vehicle to Infrastructure，簡稱V2I，V2I 通信通常是無線和雙向的，若有支持該系統的硬體和軟體，除了原本該系統就存在讓相連的機器能預知號誌，我們新增的概念為「主動增加秒數」，在一定規模的路口，有時會看到綠燈行人增加秒數的按鈕，這項設計對於盲人本質上並無法有效利用，尤其對於身障人士過馬路，更需要有效的方式讓他們從容安全的過馬路，而我們的IRGD在V2I功能支持下，內建AI判斷使用者在現有的秒數下無法及時通過，會給予停止的建議，若已開始通過或移動到一半，主動要求交通系統增加綠燈秒數保障弱勢行人的安全。  3. 5G交通聯網：  導盲犬：只能單純帶路，無另外與交通網結合之功能。  IRGD：透過5G車聯網Vehicle to Network概念，讓我們的IRGD相當於小型車聯網獲得交通資訊，即時反應周遭環境變化給使用者，同時回傳現在身障人士在馬路上的移動情形和位置給所有連結到車聯網的交通工具，改善盲人在外行動對交通訊息的不完善，及其他路上的駕駛資訊的不對等與無法判斷何時需禮讓等缺點。  4. 自由度（補充於表三）：  導盲犬：是通過訓練指導主人要去的路線，所以在行進的過程中無法任意變換路線，若遇到平常走的道路正在施工將造成問題。  IRGD：可即時調整路線，也可以讓使用者任意變更目的地，以及告知使用者附近的店家資訊等。  5. 服役年限（補充於表三）：  導盲犬：平均10歲退休，如果老化快、健康出問題，可能7、8歲就得從工作上退下來，5歲才配對的話，陪使用者才2、3年，對他們的情感是很大的負荷。  IRGD：機器除了零件和軟體的更新外，使用期限便能大幅增加。  6. 時間成本：  導盲犬：訓練一隻導盲犬平均要台幣80-120萬，還要需要再考慮之後的飼養費，並不是每個盲人都負擔的起。另外，幼犬出生後二至四個月即會到寄養家庭學習「社會生活」，直到一歲至一歲半左右則回到訓練中心。由訓練師接手開始導盲犬的引導訓練，一般而言，需要花8~12個月才能結訓。  IRGD：相對導盲犬並沒有訓練時長及配對率的問題。  7. 數量：  導盲犬：導盲犬供不應求。台灣目前約有42位導盲犬使用者，由台灣導盲犬協會訓練的有36隻。根據內政部登記，全台視障者約6萬名，以國際導盲犬聯盟給的理想比例1：100來算，台灣至少需要600隻左右。但即便1年能訓練出10隻合格的導盲犬，也不代表1年會有10名視障者配對成功。萬一犬隻5歲了，這些成犬還是未能配對成功，協會也就不會讓牠們服役了，因此數量遠遠不能滿足盲人的需求。  IRGD：智慧型電子導盲犬經量產後便沒有動物與人配合的問題，人與狗關於心理生理不適應或情感的問題也都能解決。  8. 達成效益：盲人交通事故發生率大幅下降  台灣交通部公布110年1-10月道路交通事故統計，共發生288,040件事故，造成2,440人死亡，以及382,546人受傷，由此可知，現今社會發生如此多件的交通事故，可想而知盲人在交通上又會更危險，因此，預估IRGD能夠達成降低盲人交通上的風險。  以下表格呈現出不同於原先盲人輔助工具的進步之處。  表二：IRGD輔助盲人在交通上的優勢   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 持有拐杖的一般盲人 | 帶有導盲犬的盲人 | 輔助眼鏡 | IRGD | | 即時路況 | 低 | 中等 | 中等 | 佳 | | 紅綠燈偵測  （影像辨識） | 無法 | 靠聲音或人流 | 可 | 可 | | 被動告知警示  （路人發現其為視障人） | 視覺但困難 | 狗對駕駛有死角 | 可，速度慢 | 可，速度快 | | 交通意外出現反應時間 | 幾乎無法反應 | 視覺反應時間但可能在傳遞訊息間有隔閡 | 眼鏡死角未偵測到無法反應 | 偵測快  訊息傳遞給使用者快 | | 牽引感 | 無 | 有 | 無 | 有 |   表三：IRGD和導盲犬比較表   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | 導盲犬 | IRGD | | 自由度 | 固定路線，無法任意變更目的地 | 可即時變換路線 | | 使用年限 | 平均7年 | 預估10年  定期更新零件與軟體可延長壽命 | |
| 六、商轉可行性 |
| 請說明提案應用之領域市場需求評估與未來五年商品化程度。  經過團隊加值學習與討論後，我們新增了售後服務、防盜、與政府合作等想法。 |
| 根據「護瞳行動」（The Fred Hollows Foundation）統計，2020年全球的失明人數約為4,330萬人，預估到2050年則會增加至6,100萬人。而目前卻沒有一個好的工具可以幫助視障人士改善生活，由此可見，IRGD的市場極為龐大。  IRGD的原型即為機器狗，目前已有許多公司成功開發出這類型的機器，均能順暢地走在路面上，以前機器的平衡問題現已獲得重大的改善，像是由Boston Dynamics開發的Spot，由此可知，機器的技術已不是問題。  在車聯網方面，目前已有智慧公車、無人巴士在路面上行駛，像是Waymo或是台灣的Turing Drive。台灣的電信三雄在2021年第三季的法說會當中提到，2021年底5G基地台可達9成以上的人口覆蓋率，NCC也說預計在2022年使用5G的人口會來到兩成左右。此外，各國近幾年花大量資金投入5G行業，例如：“臺灣5G行動計畫”在2019年到2022年間投入新臺幣205億元，為5G核心技術、系統測試平臺提供支援，加速未來5G發展，因此我們的產品所搭載5G交通聯網的技術，隨著發展更加成熟，大幅提高商品化程度的可能性。  而我們的產品，在商品流通到市場後，會搭載完善的營運配套措施，如每項售出的產品皆會連線於公司的控制中心，當使用者遭遇危險，甚至是發生被偷搶的意外，就能透過麥克風回報，使IRGD發出警報並聯絡中心與警政系統，其內部GPS能夠標記出IRGD目前位置，當危急事件發生，中心都能進行追蹤。另外產品服務中心會提供處理商品售後問題，包含定期的軟硬體檢查及更換。最後隨市場需求，研擬與社福機構或政府組織合作的相關政策，把產品能帶給社會的效益最大化。  總結來說，目前機器狗與各式雷達及攝像頭等感測器硬體技術已成熟，隨著5G交通聯網的發展日趨完善，加上整合AI技術與測試，預計三年內完成實驗雛型與評估，並需歷經約兩年以完成盲人實地安全測試，同時檢討與降低模組成本，實現IRGD五年商品化的目標。 |

七、參考文獻

1.陳筑君（2016年11月12日）。關於導盲犬，我們不可不知的五件事。2022年6月22日，取自：<https://theinitium.com/article/20161112-taiwan-guidedog/>

2.Robin Christopherson（02 Feb 2022）。Three cool smart glasses to help people who are blind or have sight loss。2022年6月22日，取自:<https://abilitynet.org.uk/news-blogs/three-cool-smart-glasses-help-people-who-are-blind-or-have-sight-loss>

3.天使眼智能眼鏡-為視障人士出行保駕護航（無日期）。 2022年6月22日，取自:<https://www.iu-see.com/products_detail/14.htm>

4.戴更基（2019年7月30日）。狗狗不是色盲。2022年6月22日，取自:<https://abra.org.tw/%E7%8B%97%E7%8B%97%E4%B8%8D%E6%98%AF%E8%89%B2%E7%9B%B2/>

5.台灣導盲犬協會（2017年）。2022年6月22日，取自：<https://www.guidedog.org.tw/aboutguidedog/about-1.html>

6.台灣自駕車產業規劃與發展策略（2019年，4月3日）。機械工業網。2022年6月24日，取自:<https://www.automan.tw/news/newsContent.aspx?id=2725>

7.工研院資通所 粘為博、陳澤民、張雍昌、陳立函、楊宗賢、徐志偉（2017年09月20日）。無人駕駛車/自駕車技術探索。2022年6月24日，取自:<https://ictjournal.itri.org.tw/Content/Messagess/contents.aspx?MmmID=654304432061644411&MSID=745621454255354636>

8.科技產業資訊室 May （2018年2月8日）。自駕車時代…車載鏡頭大爆發。2022年6月24日，取自:<https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=14187>

9.甘琳，法律研究員，編譯整理（2018年04月）。資策會科技法律研究所，車聯網「V2V」簡介。2022年6月22日，取自:<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=64&tp=1&d=8014>

10.工研院資通所 林港喬、黃譽維、曾恕康（2020年09月23日）。C-V2X與自駕車結合之應用。2022年6月22日，取自:<https://ictjournal.itri.org.tw/Content/Messagess/contents.aspx?MmmID=654304432061644411&MSID=1073041765432164773>

11.GIGABYTE（無日期）。Edge Computing | 邊緣運算。2022年6月24日，取自: <https://www.gigabyte.com/tw/Glossary/edge-computing>

12.Dave Johnson（Dec 23, 2020）。4Gvs.5G: The key differences between the cellular network generations。民111年6月22日，取自: <https://www.businessinsider.com/4g-vs-5g>

13.盧佳柔（2020年9月28日）。無縫串聯人/車/路，5G車聯網造就新時代交通。2022年6月22日取自:<https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/market/C5994146E9A847FDA8DD758E73F2AA70>

14.中華電信車聯網，透過5G車聯網提升道路交通安全（無日期）。2022年6月22日，取自:<https://www.cht.com.tw/home/campaign/5genterprise/CHT-Connected-Vehicles.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=5genterprise&utm_content=Connected-Vehicles&utm_term=202008&gclid=CjwKCAjwve2TBhByEiwAaktM1F648SE9uzu8nfEPGU_G959XsUA-aTJBFvRg2Rh1OfTnBPhbY8LZqRoChvUQAvD_BwE>

15.smaev編輯部（2021年9月6日）。5G時代到來，車聯網會如何變化呢？2022年6月22日，取自: <https://smaev.com.tw/news/2353/>

16.盧傑瑞（2022年4月11日）。5G、毫米波雷達和UWB加速自駕車佈局。2022年6月22日，取自: <https://udn.com/news/story/6903/6224949>

17.What is Vehicle-to-Infrastructure （V2I） Communication and why do we need it 。

2022年6月22日，取自:<https://www.3m.com/3M/en_US/road-safety-us/resources/road-transportation-safety-center-blog/full-story/~/what-is-vehicle-to-infrastructure-v2i-communication-and-why-do-we-need-it/?storyid=021748d7-f48c-4cd8-8948-b7707f231795>

18.財團法人台灣經濟研究院執行社會創新平台（無日期）。2022年6月22日，取自: <https://si.taiwan.gov.tw/Home/Raise/View/28>

19.雷鋒網（2019年10月11日）。對自駕車來說，5G 網路是必要條件嗎？。2022年6月22日，取自:<https://technews.tw/2018/10/11/is-5g-necessary-for-self-driving-cars/>

20.孫承祥（2016年12月）。聯網自動駕駛車（CAV）。2022年6月22日，取自: <https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=16&tp=5&d=7657>

21.蕭鴻凱（2020年11月16日）。建構下世代行車安全藍圖　DSRC/C-V2X標準細比拚。2022年6月24日，取自:<https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/tech/1BE4026BE9BB4E13814A2832AB76AED8>

22.ych（2021年6月29日）。利用激光雷達技術實現智能交通。2022年6月24日，取自:<https://hongtronics.com/smart-infrastructure-with-lidar/>

23.及時雲端（無日期）。ADAS行車安全輔助系統。2022年6月24日，取自:<http://www.rtcloud.com.tw/index.php?route=solution/solution&path=120>

24.黃駿騏（2019年5月15日）。桃園開發智慧路口安全警示系統　減少車輛事故。2022年6月24日，取自:<https://today.line.me/tw/v2/article/Qy0Wlg>

25.交通安全入口網（2021年12月29日）。110年1-10月道路交通事故統計分析。2022年6月22日，取自:<https://168.motc.gov.tw/theme/news/post/2112281846987>

26.護瞳行動（2020年4月12日）。《刺血針》最新報告 視障和失明人口30年間亞洲增幅最高。2022年6月24日，取自:<https://www.hollows.org/hk/latest/%E3%80%8A%E5%88%BA%E8%A1%80%E9%87%9D%E3%80%8B%E6%9C%80%E6%96%B0%E5%A0%B1%E5%91%8A-%E8%A6%96%E9%9A%9C%E5%92%8C%E5%A4%B1%E6%98%8E%E4%BA%BA%E5%8F%A330%E5%B9%B4%E9%96%93%E4%BA%9E%E6%B4%B2%E5%A2%9E%E5%B9%85%E6%9C%80%E9%AB%98>

27.德勤5G重塑產業白皮書（2019年12月）。5G未來商業模式與展望。2022年6月24日，取自:<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tw/Documents/technology-media-telecommunications/deloitte_5g_academy.pdf>

28.中華民國行政院（2019年5月）。臺灣 5G 行動計畫。2022年6月24日，取自:<https://digi.ey.gov.tw/File/76CD1E43C2424FF8>

29.隋昱嬋（2021年11月5日）。電信三雄2022年拚5G覆蓋率！用戶貢獻暌違6年回升，中華電前3季EPS3.5元居冠。2022年6月24日，取自:<https://www.bnext.com.tw/article/66010/telecomm-financial-5g>