



109 學年度 第 2 學期

感測技術基礎科學

期末報告

班級：電子三丙

姓名：游鎮遠

學號：107360734

本次期末報告我將主要著重於陳美杏老師所講述的光感測器的基礎，和陳晏笙老師所講述的無線感測網路與天線部分，並將各重點條列編排。且最後將簡單敘述我這學年製作的專題，恰好與無線感測裝置的天線傳輸有關。

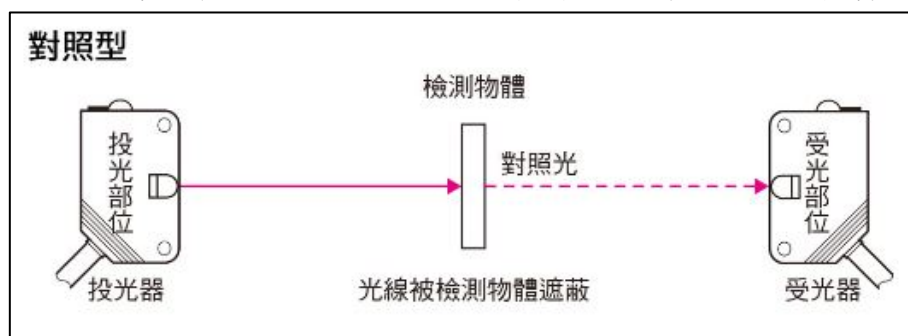
光感測器：

光感測器又稱為光電感測器，利用光線的各種性質，以檢測物體是否存在或是物體表面狀態是否變化。分為主動式光感測與被動式光感測：

- 主動式光感測器：其結構主要由傳送光線的投光部位和接收光線的受光部位所組成，投光部位將光線經由透鏡聚焦，映射至受光部位之透鏡，再傳至接收感測器，當投射的光線被檢測物體遮蔽，反射回來時到達受光部位的受光量就會產生變化，受光部位只要檢測到任何變化，就會將其轉換為電子訊號並加以輸出，以達到感測的效果。
- 被動式光感測器：不同於主動式光感測器，被動式光感測器只有受光部位，用以直接檢測外在的光能量，而不主動投送光線。

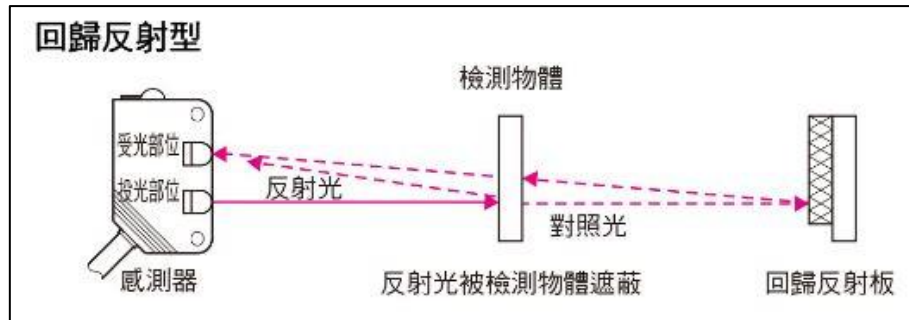
常見的主動式光感測器有以下幾種：

- 對照型（圖一）：將投光部位及受光部位置於兩端，在兩者之間的光線若受到物體干擾，即改變開關的狀態。安裝簡單且檢測距離長，也能檢測較困難的物體，如發亮表面的物體。常應用於需要檢測是否有人員進入的場所，例如商家門口或電扶梯。



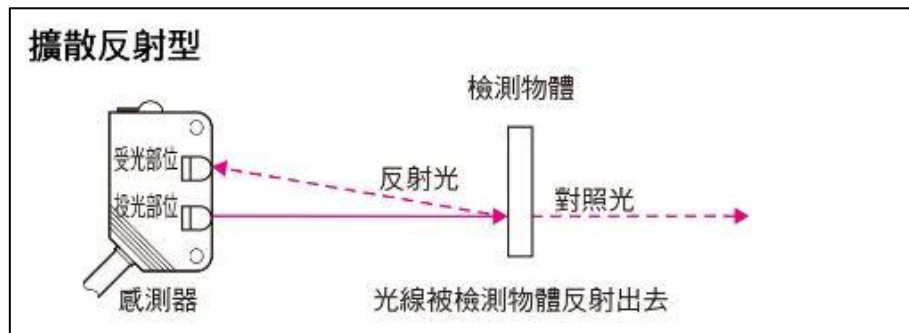
（圖一）對照型主動式光感測器

- 回歸反射型（反射片型）（圖二）：將投光及受光部位裝於同一鏡頭內，光線由投光端發出，經一反射片反射回到接收端。



(圖二) 回歸反射型主動式光感測器

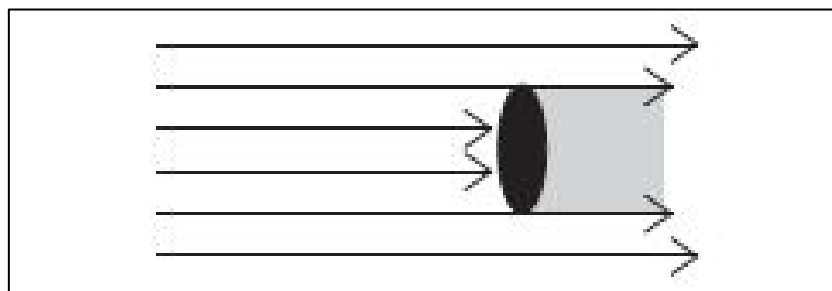
- 擴散反射型（近接反射型）（圖三）：投光與受光部位裝於同一鏡頭內，但投光器發出之光線是經由物體表面反射再回至受光器，可能因物體表面之反射情形影響檢測。



(圖三) 擴散反射型主動式光感測器

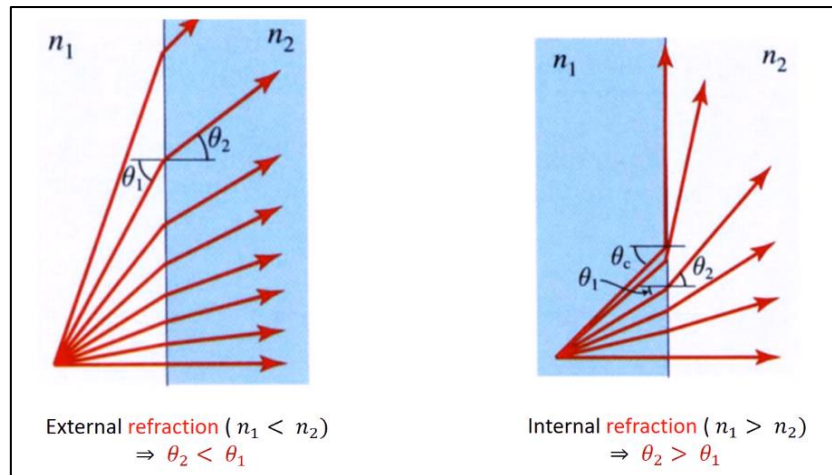
光感測器的原理（光的性質）：

- 直線前進（圖四）：當光線在自由空間中時，以直線方式前進。對照型光感測器就是利用此性質做檢測。



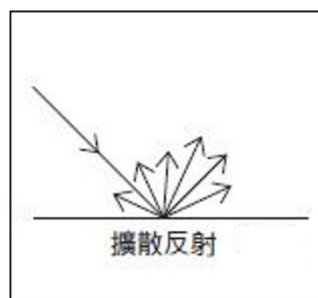
(圖四) 光的直線前進

- 折射（圖五）：當光線由折射率不同的介質，進入另一個介質面時，就會改變行進方向，可由物理公式計算折射率。



(圖五) 光的折射

- 反射（擴散反射）（圖六）：當光線被投射至不具光澤性的表面，光會被反射到所有的方向，稱之為「擴散反射」。擴散反射型與回歸反射型的檢測方式正是利用此種原理。



(圖六) 光的反射

光感測器的優點：

- 檢測距離長：以對照型為例，其檢測距離可達到 10 公尺以上，長度為其他近接檢測方法所難以企及。
- 檢測物體限制條件少：光感測器的檢測原理為透過檢測物體的遮蔽情況，因此無論是玻璃、液體等大部分的物體皆能檢測。
- 檢測時間極短：光感測器的檢測原理為使用光，光的移動速度極快，故檢測時間極短。
- 檢測微小物體：若其投光與受光部位之透鏡可將光束聚焦為較小的光點，就能實現微小物體的檢測。
- 不須與物體接觸：光感測器不同於近接感測器，其檢測過程不需與檢測物體直接接觸，不會對物體或感測器本身有耗損。
- 顏色檢測：依照檢測物體的光線反射率及吸收率，光感測器可辨別物體的顏色。（我曾在高職時的 PLC 課程使用過光感測器的顏色檢測，用以判斷料件的顏色。）

光感測器的應用：

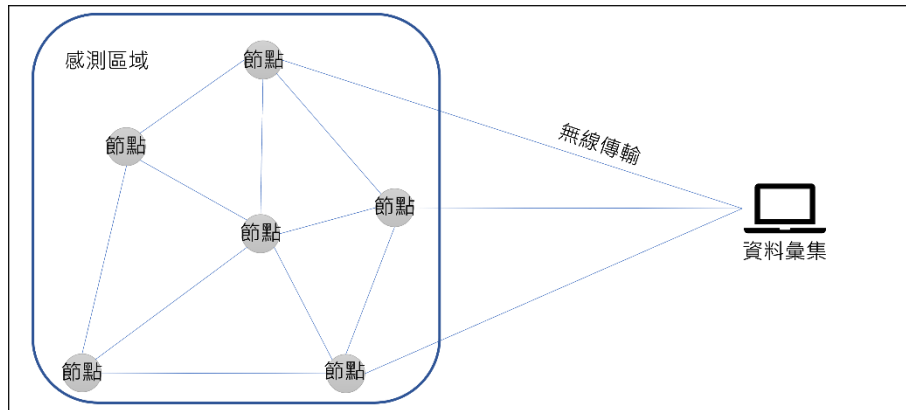
- 工業：在工業生產鏈上，光感測器常用於測量物料的通過或是保全警報系統。
- 遊戲：微軟的 **Kinect** 產品利用主動式光感測器檢測玩家的動作與其在立體空間中的位置，搭配影像辨識來實現 **3D** 掃描的功能，令玩家能夠有身歷其境的體驗。
- 熱感應：依據「黑體輻射定律」，只要物體溫度高於絕對零度，該物體就會自行產生紅外線的輻射光能量，因此可使用被動式光感測器檢測這些微弱的紅外線，例如熱視鏡、熱追蹤系統、熱感應式監視器、火災警報器或生活中常用的耳溫槍等，都是這方面的應用。
- 智慧穿戴與醫療：在智慧手錶中嵌入主動式光感測器，就能透過血管與血球的反射，監測使用者的心律與血氧濃度等，貼身擷取用戶生理數據。
- 光學雷達（**LiDAR**）：與光感測器原理類似，通過向目標照射光束，來測量目標的距離等參數。在測繪學、考古學、地理學、地貌、地震、林業、遙感、大氣物理以及目前火熱的自動駕駛等領域都有應用。

光感測器的市場經濟：

根據 **TrendForce 2021** 光感測市場趨勢預測，隨著主要應用市場發展，如移動裝置感測（手機、平板、擴增實境）、車內感測（駕駛監控系統、乘員監控系統）、光達（自動駕駛、智慧城市）、眼球追蹤與安全監控等持續推升需求，帶動 **2025** 年光感測市場規模為 **38.62** 億美金。

無線感測網路：

無線感測網路是由許多在空間中分散的自動裝置所組成，稱為感測網路的節點（圖七），這些節點各自設有感測器，協同運作地監視不同位置的物理或環境狀況（比如溫度、聲音、振動、壓力、運動或污染物），並以天線無線傳輸感測資料，以監控空間中欲知的變化信息。無線感測器網路被應用於很多民用領域，如環境與生態監測、健康監護、家居自動化以及交通控制等。



(圖七) 無線感測網路的節點

無線感測網路的挑戰：

陳晏笙老師於課堂中提到，這些節點因常設置在戶外獨立工作，無法以電線供電，所以其能量來源通常使用電池等儲存能源裝置，以致於這些節點能量的使用必須非常有效率，避免不必要的能源消耗。且也要避免感測因環境的變化造成錯誤，若有單一節點的感測錯誤，則可能造成最後的整合資料缺失。

無線感測網路的成功範例：

- 農業生態研究：

目前生態研究的資料收集，多數需仰賴人工操作儀器進行資料採集，或定時前往採集點讀取感測器收集之資料，收集之資訊需經過整理、分類、分析與處理，才能提供給研究者使用，這些步驟需耗費大量的人力資源，也不符合研究效率，更會增加許多不必要的困擾。有鑑於此，農業試驗所與台南區農業改良場於2006年開始在嘉義的荔枝園、溪口農場及雲林的農業生態長期研究站建置無線感測網路系統，透過此系統，研究者可隨時隨地經由網路進行各項感測器的資料取得、分析與處理，大大增加方便性。

- 環境保育：

澎湖馬公市青灣海域擁有珍貴的珊瑚生態與優良的水產環境，但近年來因為受到地球溫室效應所引發的氣候不穩定性，加上冬季寒害常造成該區大規模水產生物及珊瑚死亡事件，極需對該水域環境進行長期監測，所以水產試驗所從2009年開始在青灣海域中，放置4具節點浮標，通過無線傳輸，可即時展現各浮標GPS位置、各水質參數資料及即時水下像，並整合現有氣象站資料，以便瞭解灣內水質分布情形。

- Amazon Go :

知名電商亞馬遜公司近年來所提出的無人商店概念 - Amazon Go，也是一個無線感測網路的實際例子，商店中裝設有許多感測顧客動作的攝影機作為節點，無死角地監控顧客拿取或放回商品，以達到全自動結帳的效果，如此新奇的科技，他們稱為拿了就走技術（Just Walk Out Technology），而這項技術也須符合上段描述的挑戰，要避免感測因環境的變化造成錯誤，若是造成錯誤，則可能導致公司與顧客的損失。

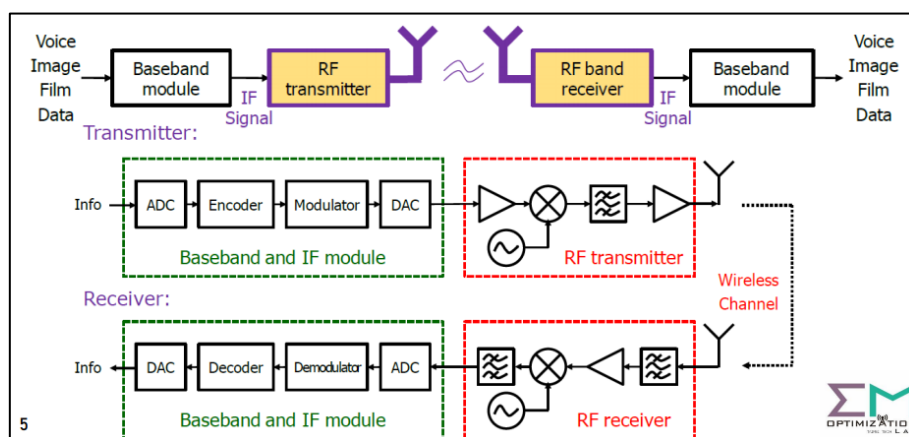
- AirTag :

蘋果公司近來推出的防丟失神器 – AirTag，也可視為無線感測網路的應用，雖然本體無環境感測功能，但其作為節點，可以以藍牙無線告知使用者 AirTag 目前所在的方向與距離，藉此找到遺失物。而與上段描述的挑戰相符，AirTag 因其本身使用方式，無法以電線供電，改為使用 CR2032 鈕扣電池供電，所以必須節約能量的使用，避免不必要的能源消耗。

綜上所述可以發現，無線感測網路除了感測裝置外，其無線傳輸功能也固然重要，若沒有良好的無線傳輸功能，各節點就無法連接。而現今的無線傳輸通常使用天線作為收發訊號的媒介，所以陳晏笙老師也花了幾週的時間向大家介紹天線理論。

無線感測網路的天線：

天線（Antenna）一詞最早用於指昆蟲的觸角，代表其感知外界訊號的用途，現今則用來表達收發機模組最前後端的無線傳輸裝置（圖八）。



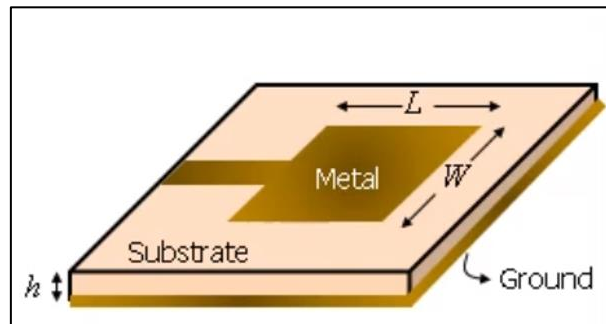
（圖八）收發機模組的模型

若就將感測節點視為收發機，其運作模式就是將感測到的類比訊號，轉成數位訊號，並以天線傳輸，天線傳輸前會有調變器將訊號加入錯誤更正碼（檢查位元），利用數學計算使傳送錯誤率下降。

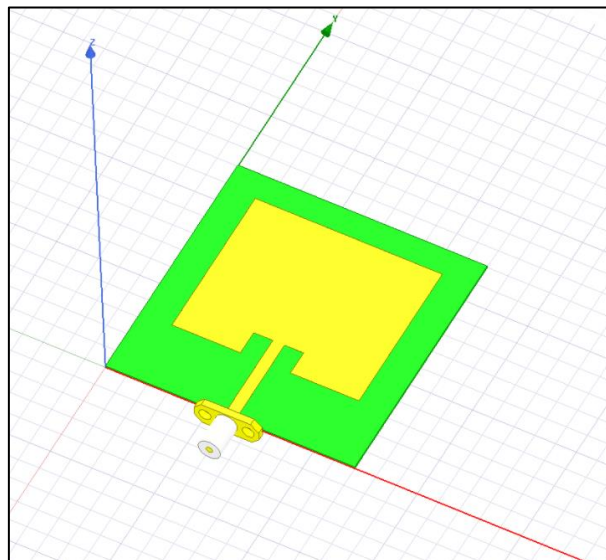
天線的種類：

陳晏笙老師於課堂中介紹了多種類的天線，例如有 Patch、Dipole、Monopole、Loop、Horn 和 Slot 等，而我僅挑選三樣較常見且較簡易的天線作敘述，且因我的專題正是做天線領域，所以將附上我所做過的相關天線的模擬圖。

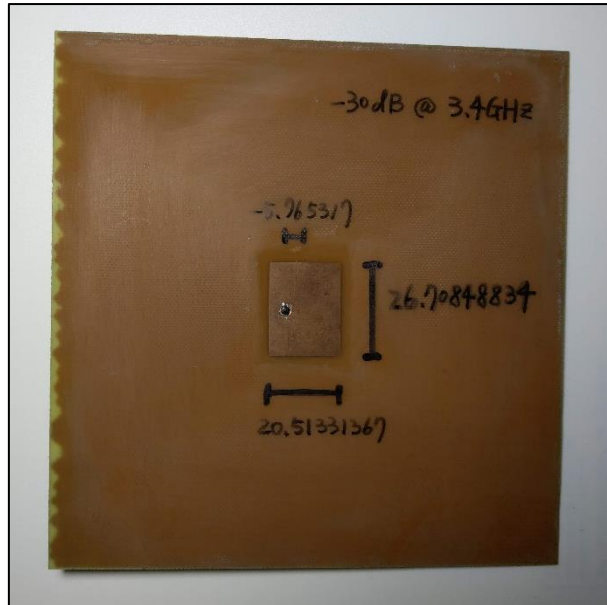
- **Patch Antenna**（貼片天線）（圖九）（圖十）（圖十一）：常應用於印刷電路板和封裝的貼片天線，其外型為一夾心餅狀的天線，由兩個金屬板疊加組成，中間為片狀介電質。其輻射場型為一向上蛋型（圖十二），指向性明確。



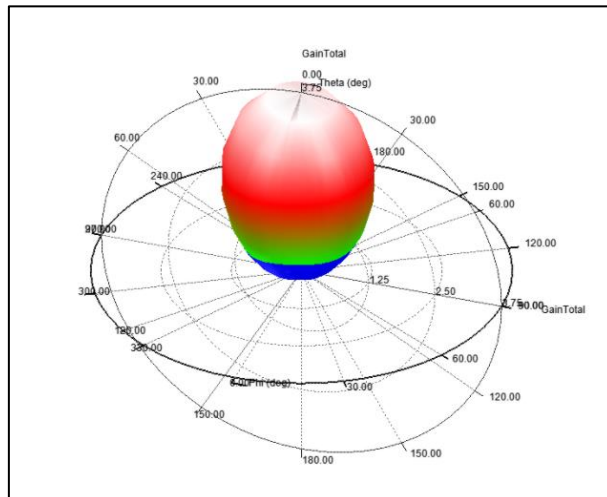
（圖九）貼片天線示意圖



（圖十）以模擬軟體模擬的貼片天線

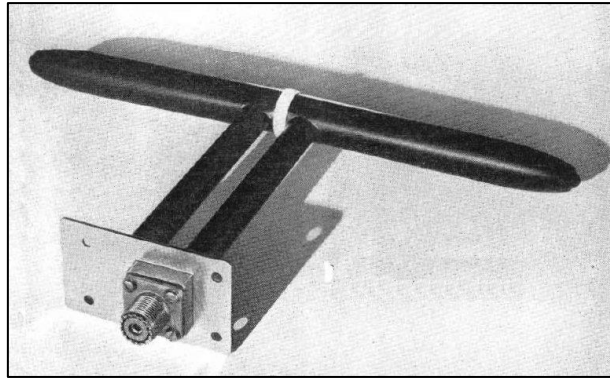


(圖十一) 我在上學期修習天線工程時所製作的銅蝕刻貼片天線



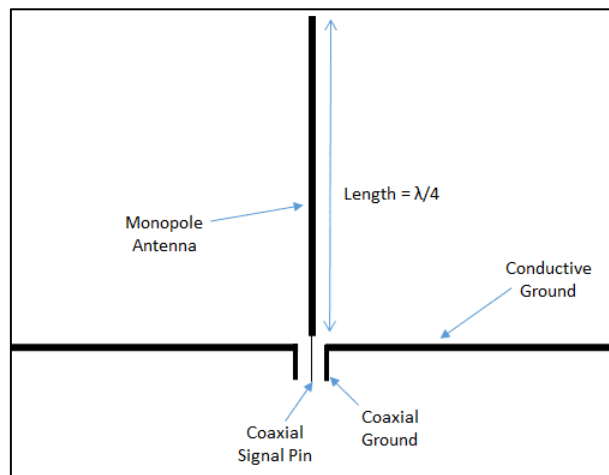
(圖十二) 以模擬軟體模擬的貼片天線場型

- **Diopole Antenna (偶極天線)** (圖十三)：偶極天線由一對對稱放置的導體構成，導體相互靠近的兩端分別與饋入線相連。用作發射天線時，電信號從天線中心饋入導體；用作接收天線時，也在天線中心從導體中獲取接收信號。其輻射場型為立體環狀造型。

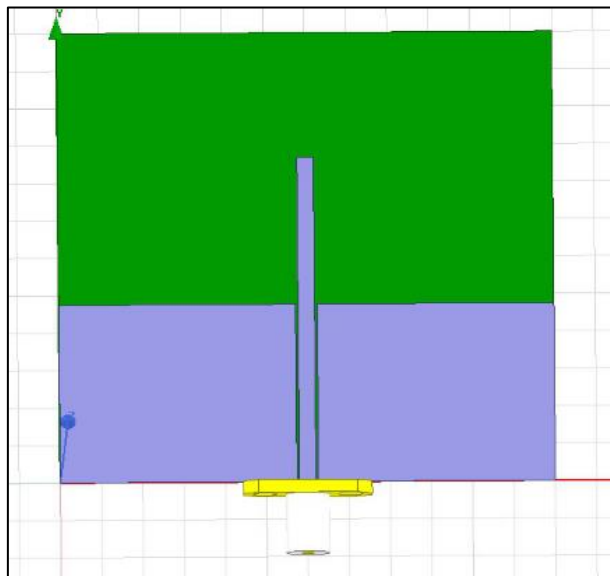


(圖十三) 偶極天線示意圖

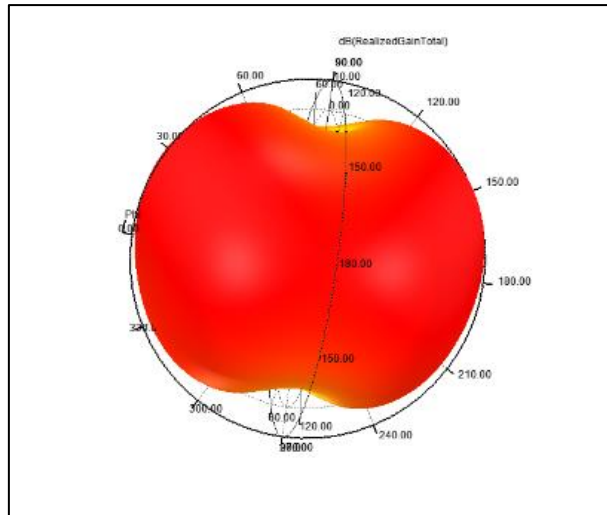
- **Monopole Antenna (單極天線)** (圖十四) (圖十五): 單極天線由一輻射用饋入導體與兩旁的接地面組成。其輻射場型為立體蘋果形狀 (圖十六)。



(圖十四) 單極天線示意圖



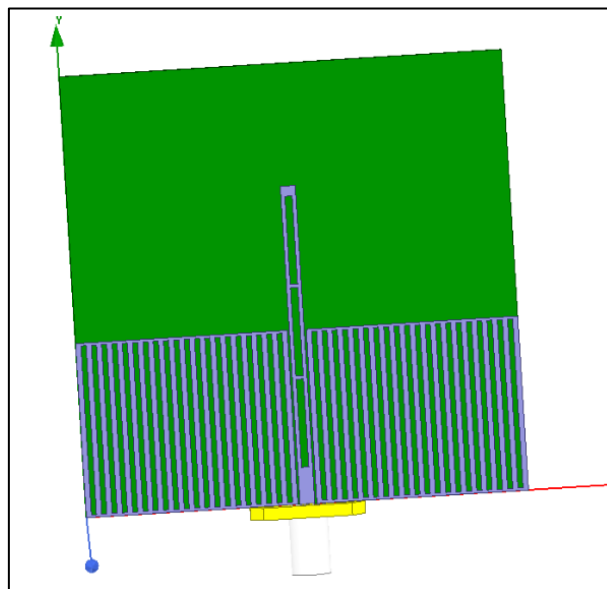
(圖十五) 以模擬軟體模擬的單極天線



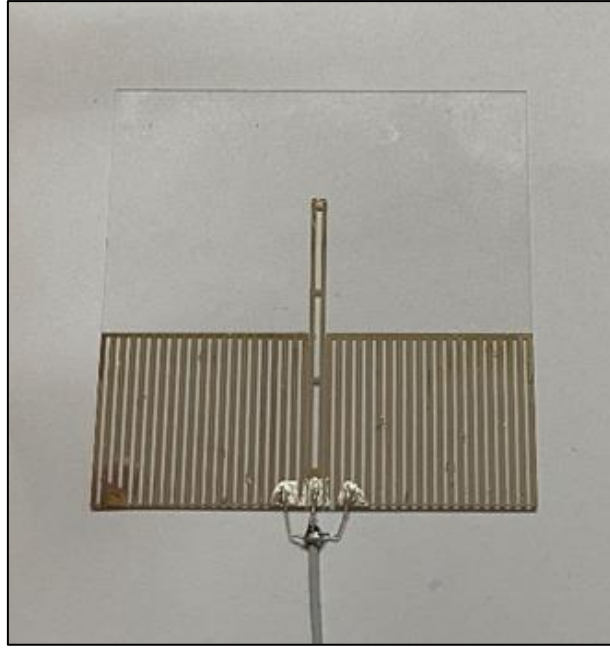
(圖十六) 以模擬軟體模擬的單極天線場型

我的專題 - 整合至自偏壓收發機模組的透明基板天線：

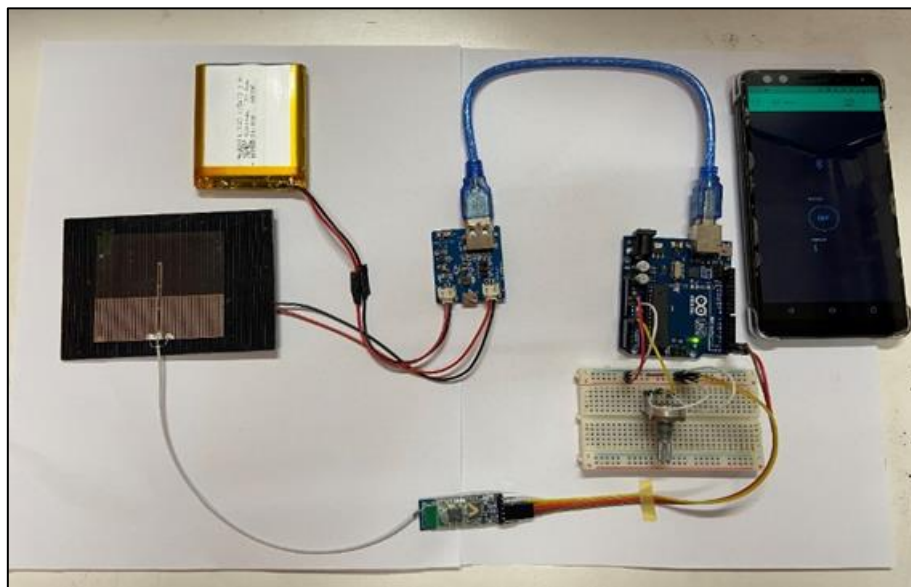
恰好我這學年製作的專題就是基於無線感測傳輸的創新，前幾段有提到，無線感測網路的節點通常是設置在戶外獨立工作，無法另外接上電源，於是我的專題將其供電問題與其無線傳輸的天線整合，採用透光玻璃作為天線的基板，並印刷具有網格空隙之單極天線於其上（圖十七）（圖十八），使天線具有透光的能力，再將此天線置於太陽能板上，如此整合之後，可以縮小整體感測節點裝置的總體積，並且以穿透天線之陽光為太陽能板充電（圖十九），就能使感測節點於戶外場所一邊運作一邊充電，達成節約能源的目的。



(圖十七) 以模擬軟體模擬的專題天線



(圖十八) 實際製作的專題天線



(圖十九) 使用專題天線的感測節點模擬 (尚未接上感測器)

心得：

上了一整個學期的感測器課程之後，我對於感測科學的相關知識又具有更深層的瞭解，真的是很「深層」，因為授課的各位老師都是從最深奧的理論出發，才循序講到了有關感測的部分。舉例來說，我在報告中第一部分所寫的光感測器，是由陳美杏老師講授，陳老師起先是從什麼是「光」講起，甚至討論到了光子和波粒二象性等議題，非常的專業，令我收穫良多，但我認為過於深奧的理論在期末報告中不好呈現，也怕我在上課時的理解有誤，所以在報告中我還是選擇只撰寫有關光感測器方面的基礎。

至於陳晏笙老師講授的無線感測網路，因為我是晏笙老師的專題生的緣故，本來就有無線傳輸（天線）方面的一些基礎，所以上課時聽得相對輕鬆，但對於感測器的部分，在這學期之前沒有聽老師教過，所以老師於課堂中舉的幾個例子仍令我十分好奇且印象深刻，像是 **Amazon Go**，老師說他曾到西雅圖實際探訪過這間天花板佈滿感測節點的無人商店，並嘗試破解其中的奧秘，這不禁令我思考，在這種充滿未來感的商店購物，會是什麼樣的體驗呢，也默默地想著有朝一日我也要親身前去探訪。

參考資料：

光電感測器 - OMRON

https://www.omron.com.tw/solution/guideDetail/0119_1

什麼是光感測器（Light Sensor）？

https://www.brickcom.com.tw/news/press-release_detailview.php?id=283

光感測器@ 星星愛的傳說:: 痞客邦::

<https://cck1616tw.pixnet.net/blog/post/47670843>

TrendForce 2021 紅外線感測市場趨勢- 3D 感測、光達、SWIR LED

<https://www.ledinside.com.tw/research/20201229-37093.html>

無線感測網路- 維基百科，自由的百科全書 - Wikipedia

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%84%A1%E7%B7%9A%E6%84%9F%E6%B8%AC%E7%B6%B2%E8%B7%AF>

Amazon GO - 維基百科，自由的百科全書 - Wikipedia

https://zh.wikipedia.org/wiki/Amazon_GO

一圖看懂 Apple AirTag 藍牙防丟器：可顯示距離與方向、鑰匙圈跟防丟器 990 元同價、愛馬仕版售價 10990 元 - Cool3c

<https://www.cool3c.com/article/161173>

無線感知網路(WSN)技術在農業領域上的應用成果(農委會)

<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=24220>

贴片天线_百度百科

<https://baike.baidu.com/item/%E8%B4%B4%E7%89%87%E5%A4%A9%E7%BA%BF>

偶極子天線- 維基百科，自由的百科全書 – Wikipedia

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%81%B6%E6%9E%81%E5%AD%90%E5%A4%A9%E7%BA%BF>

Monopole antenna is single ended or two terminal? - 微波 EDA 网

<http://ee.mweda.com/ask/447120.html>