

# 光達前級增益調變之分析與設計

## Analysis and Design of the Gain Control in LIDAR Front-End

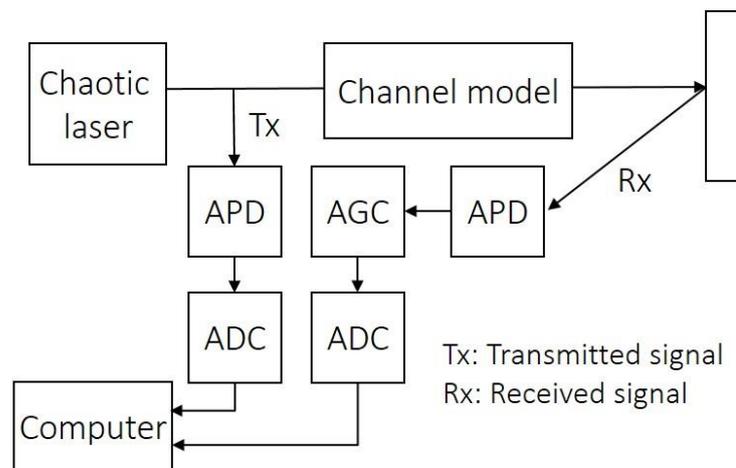
組別:A46 組員:朱敏璋、謝明翰 指導教授:黃柏鈞

### 一、背景與動機

光達(Lidar)技術，相較於雷達系統使用微波，藉由光波碰觸物體反射回接收端，在空間所運行的時間，用以推算物體的距離。由於環境中有不同的光源，加上不同的反射路徑，在光達系統接收端看到的光強度，事實上可能是許多來源的混合；這情況在室外自然環境，對光線傳遞過程的破壞，可能更為嚴重。本專題以光電所林異凡教授團隊開發的光達系統為基礎，在接收端解決訊號失真而導致距離的計算誤差，進而讓整個光達系統成像變得更好。

### 二、目的與主要工作

在真實的情形下，訊號會受到真實通道、物體曲面反射率、以及量化誤差的負面影響。為解決此問題，我們在 ADC 的前級，加入自動增益調變電路(AGC)，將衰退嚴重的接收訊號，給予適當增益，同時縮小整體訊號雜訊比(SNR)，讓光達系統的距離計算準確率更高，進而達到更好的解析成像，並在電路層面設計恆定頻寬可變增益放大器(VGA with constant bandwidth)，設法增強頻寬，使其能在光達系統的高速操作條件下穩定運行。



圖一、系統架構圖

### 三、方法

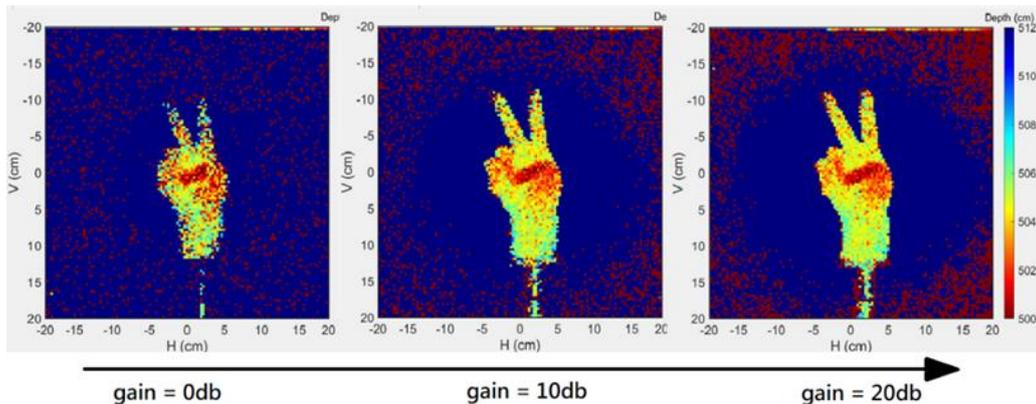
在本次實作中，我們首先利用 MATLAB 去模擬整個光達系統的成像，並考量真實情況所可能造成的訊號衰減、雜訊…等因素，建立真實通道模型模擬各種實際環境，並驗證在接收端設置自動增益調變電路(Automatic gain control circuit, AGC)的可能性與必要性。

再來，我們針對先前真實通道與系統增益調變的模擬結果，以可變增益電路為基礎(variable gain control circuit)，作出能應用在我們光達系統中的前級電路。將衰退嚴重的接收訊號，給予適當增益，讓整體光達系統的距離計算準確率更高，進而達到更好的解析成像。

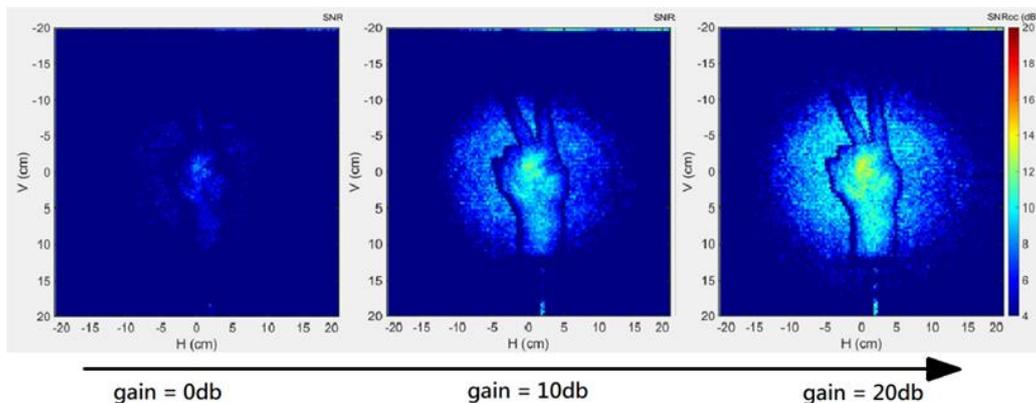
### 四、結果與結論

Matlab 實作方面，整體而言，自動增益調變在光達系統中能夠有效補償真實通道以及數位取樣所導致的訊號失真，優化整體成像的 SNR；細節方面，自動增益調變可以彌補不同訊號之間的品質差異，使得成像在細微差距的部分能夠更加精準且完整。

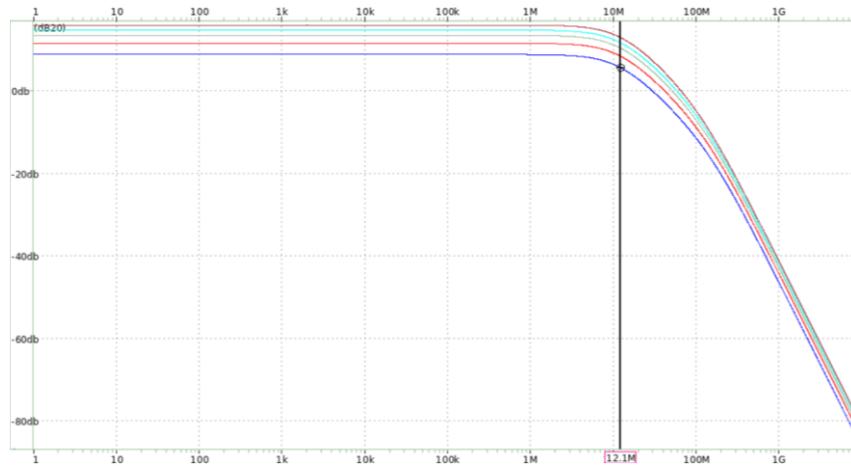
在真實電路方面，由於物理限制且光達系統必須操作在高速頻率裡，因此必須使用到恆定且高頻寬的可變增益放大器作為增益調變的基礎元件。本次的專題實作所討論的兩種電路，雖然不是最絕對且最穩定的選擇，但兩者恆定的頻寬基礎以及足夠的增益表現，確實滿足自動增益調變電路的必要條件，其原理可作為自動調變電路的參考，實現 AGC 在光達系統中的應用。



圖二、給予差品質訊號不同增益的成像模擬結果



圖三、給予差品質訊號不同增益的 SNR 模擬結果



圖四、恆定頻寬可變增益放大器的結果

### 五、心得感想

在本次的實作中，為了要正確的分析光達系統的原理與優化方式，學到了非常多關於訊號處理、電路架構以及 Matlab 程式的背景知識，也在每週與指導教授的定期會議中，透過討論與問答的方式補足了許多未考慮到的可能性，除此之外，在小組運作的機制下，更學習到團隊合作的精神以及良性溝通的重要性。希望未來在遇到問題的時候，能夠藉由本次專題的經驗，找到最合適的方法來解決，更精進自己的思考與執行力。