

77GHz毫米波MIMO雷達應用

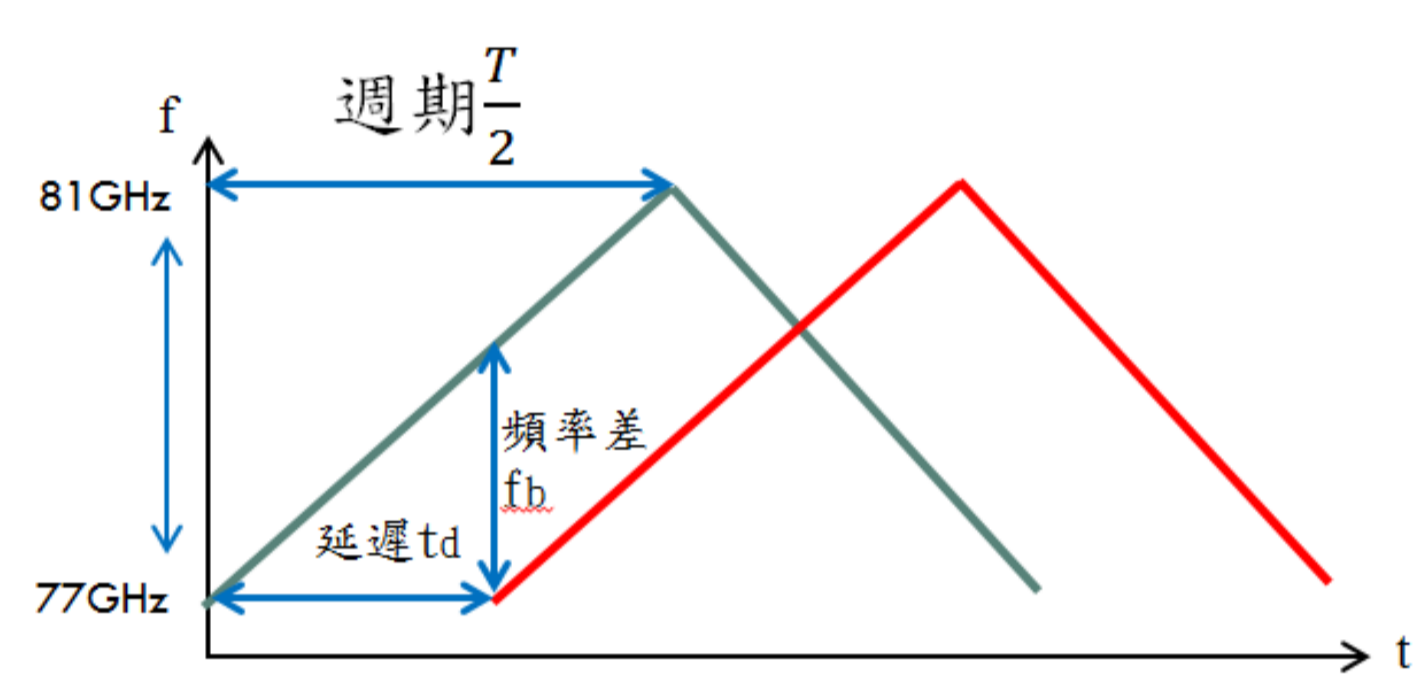
指導教授：林昇洲 博士

學生：王品鈞、邱士郝、陳宏宇、林建佑

輔仁大學 電機工程學系 大學部專題生

摘要

- 雷達按照發射信號種類分成脈衝雷達和連續波雷達兩大類，常規脈衝雷達發射的是周期性高頻脈衝，連續波雷達發射的是連續波信號，而本專題研究的正是頻率調變連續波雷達。
- 基於FMCW(頻率調變連續波)雷達的生命探測系統不容易受環境溫度、熱物體的影響，解決了雷射、紅外線探測效果容易受到溫度的嚴重影響以及錯誤率高的問題，也克服了超音波探測效果易受到環境雜物反射干擾，如水、冰與泥土阻擋失效等問題。
- FMCW系統能以非接觸方式檢測人體的生命特徵信號(主要包括呼吸和心跳)，可廣泛應用於重度燒傷、傳染病、嬰幼兒與老人的臨床動態監護及睡眠質量監測等。在非接觸式生命體徵檢測方面，FMCW雷達同時具有超寬帶雷達對距離的分辨力和連續波雷達對距離的分辨力，從而可區分目標並提取目標的微動訊息，而且FMCW雷達還可以做到體積小、重量輕、功率消耗低、實時處理，因此我們認為FMCW雷達是非接觸生命雷達探測系統的優先選擇。



圖一: FMCW測距原理

距離公式:

$$\begin{cases} td = \frac{2D}{c} \\ \frac{fb}{td} = \frac{fd}{ts} \end{cases}$$

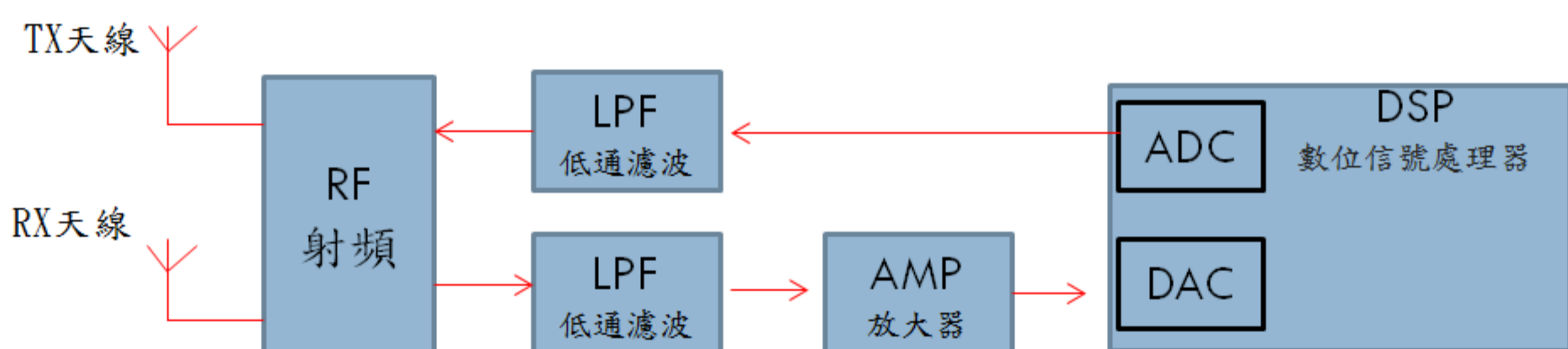
$$\text{距離} D = \frac{fb * c * \frac{T}{2}}{2 * fd}$$

備註:

綠色三角波為發射波
紅色三角波為反射波
fd(頻寬)=81-77=4GHz
c為光速

系統架構

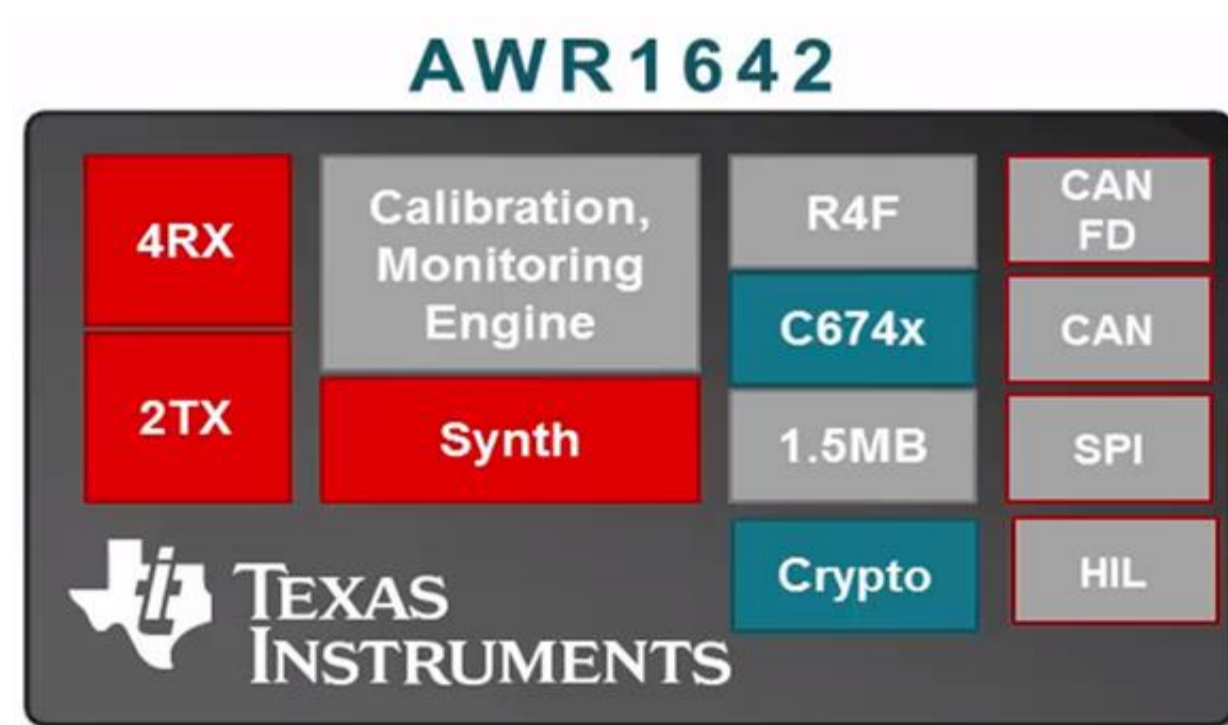
本專題共有兩個雷達,分別為TI雷達及工研院雷達,我們將分成兩部分介紹:



圖二: 雷達測距框圖

TI 雷達AWR1642:

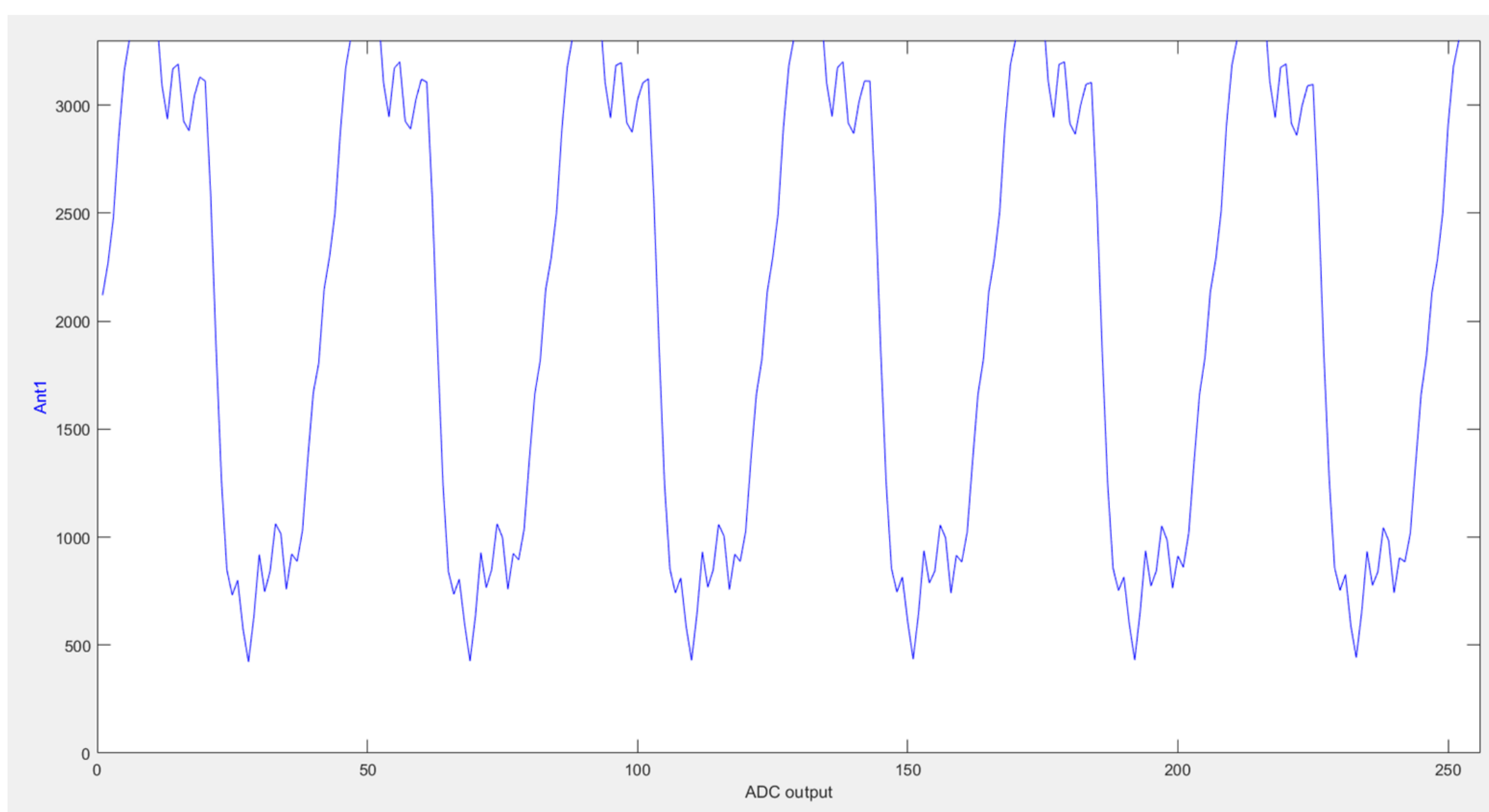
- 2個發射天線(TX): 功率:12.5dBm
- 4個接收天線(RX): 雜訊指數
- 14 dB (76 GHz 至 77 GHz)
- 15 dB (77 GHz 至 81 GHz)
- 頻寬:76至81GHz
- C674xDSP微處理器:即時處理FMCW資料



圖三: TI晶片內部構造

工研院雷達:

- 1個發射天線(TX): 功率:32dBm
- 1個接收天線(RX)
- 頻寬:10至11GHz
- DSP6438微處理器:即時處理FMCW資料



圖四: 工研院雷達回波圖

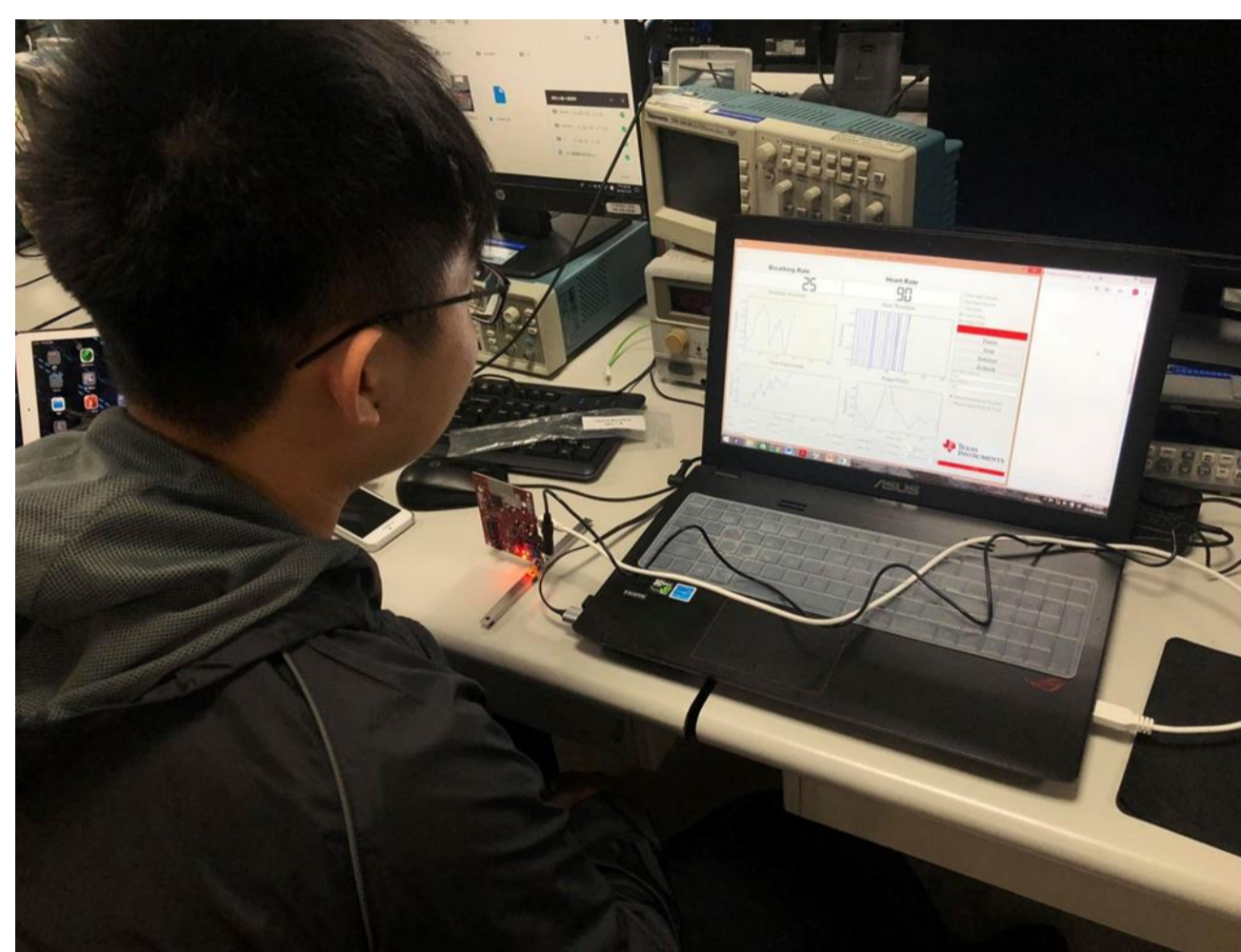
開發環境

- TI 雷達AWR1642:
 - TI CCS: TI Code Composer Studio (執行R4F core&C674x DSP core)
 - uniflash: 刷寫波型圖像
 - TI SDK軟體開發套件 (Software Development Kit)
 - matlab: 運行GUI (Graphical User Interface: 圖形使用者介面)
- 工研院雷達:
 - matlab

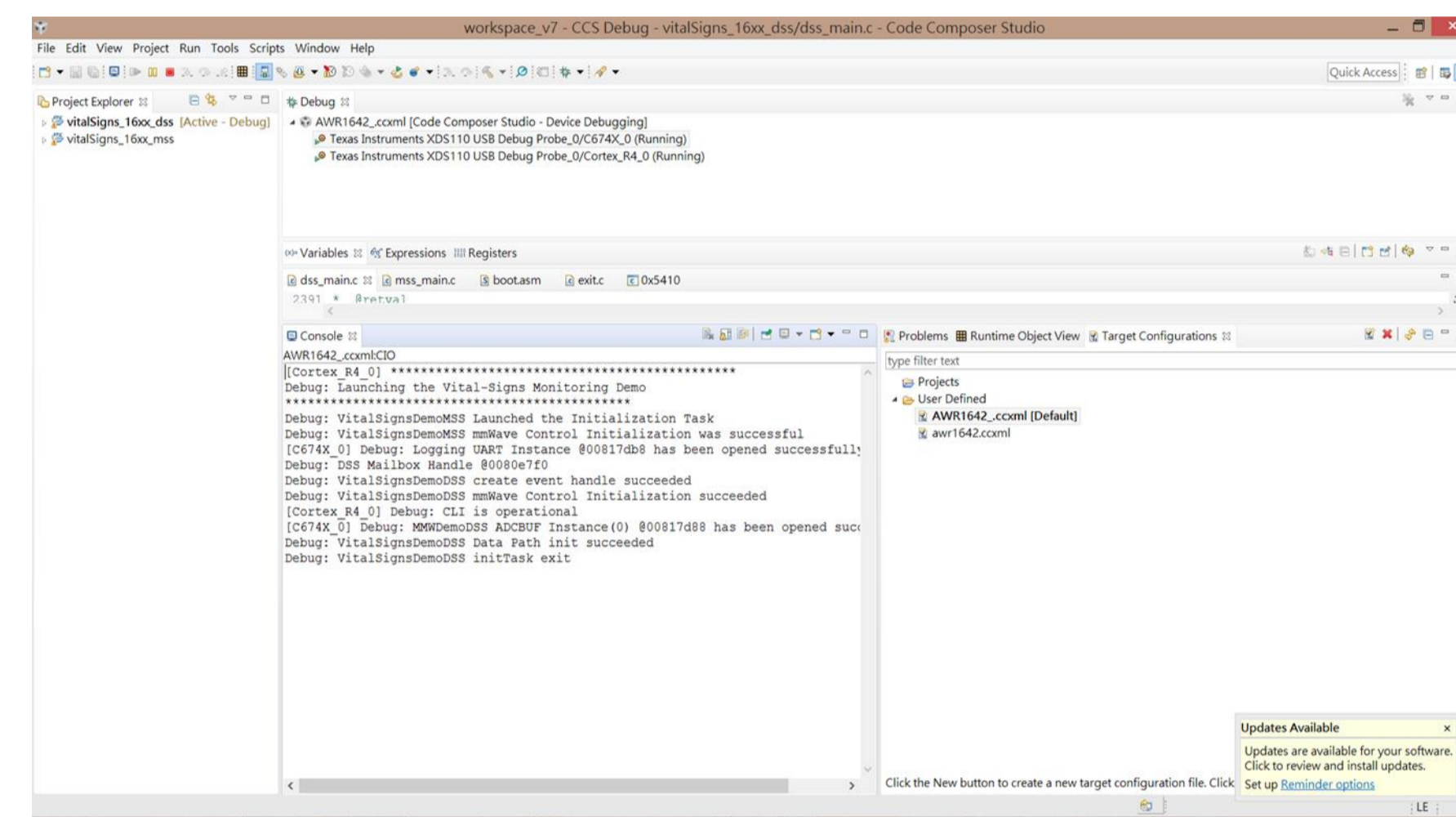
心跳頻率量測實作

使用TI Code Composer Studio 寫入 TI vital的dss檔和mss檔,透過程式使awr1642上的TX天線發出隨時間變頻的波至人體,經過人體的反射傳回雷達的RX

- RX接收的波形相對於發射波型有一定的延時,再由synth混頻器將發射波與回波相乘混頻,並經過低通濾波,得到基帶差頻信號,
- 最後再由程式進行傅立葉分析(FFT),得到相位差的波峰波谷次數(胸腔的最大距離和最小距離)與經過的時間,兩者經程式計算後得到大約的呼吸與心跳頻率,回傳至pc後再透過uniflash把結果轉換成波型圖並顯示在GUI上。



圖五: 對人體實作測量



圖六: GUI介面

實作案例:

狀況一:

受測者正常呼吸,觀察其波型
由下圖可知,受測者的
呼吸頻率為22次/分鐘
心跳頻率為52次/分鐘

狀況二:

受測者憋氣,觀察其波型
由下圖可知,受測者的
呼吸頻率為0次/分鐘
心跳頻率為89次/分鐘



左上波型:呼吸相位
左下波型:胸腔位移



右上波型:心跳相位
右下波型:受測者的距離

- 由上圖可知,受測者憋氣後呼吸相位轉變為零,但雷達依舊可以測量到心跳使胸腔產生的微小位移,所以心跳的相位圖依然可見。

結論

- 在本專題我們研究雷達並demo了人體的生命特徵信號,在實作的過程中,我們學習到了雷達波傳遞的原理及實現方法,在實際接觸雷達之前,我們以為雷達只能用在測距及測速,實際接觸雷達後,了解到使用毫米等級的短波,就能實現偵測心跳使胸腔產生的微小位移。
- 我們可以進一步的將雷達的應用擴展,例如將雷達埋入汽車駕駛座椅椅背監測駕駛生命狀態,若駕駛人的身體狀況不佳,能夠適時的引導或介入駕駛,將車輛停止在安全的位置,並通報相關的單位前往救助,此應用可延伸在大型交通運輸工具,保障駕駛人與乘客的安全,也減少對其他用路人造成的風險。
- 經由這次的專題實驗,我們透過雷達加強了在通訊系統內的知識與了解,我們使用的是汽車雷達,過程中我們請教了萬旭與工研院,能夠理解不同雷達間的差異,並選擇該如何選定專題的方向,雖然幾度碰上雷達零件掉落,或是程式出現bug,我們也學習到如何使用身邊的資源,尋找適合的答案,最終我們選擇用來量測呼吸與心跳頻率,希望未來能實現改善駕駛汽車的風險。



2018 輔仁大學電機工程學系
大學部專題成果展

