

系統組

曾昭雄 教授

國立台灣大學博士

研究領域：生醫感測雷達及其訊號處理、微波電路與模組、射頻積體電路

關鍵字：生醫雷達、非接觸式生命徵象感測、微波電路、射頻積體電路

網頁：<http://ece.ntust.edu.tw/home.php>

電子郵件：chtsneg@ieee.org

電話：02-27376416

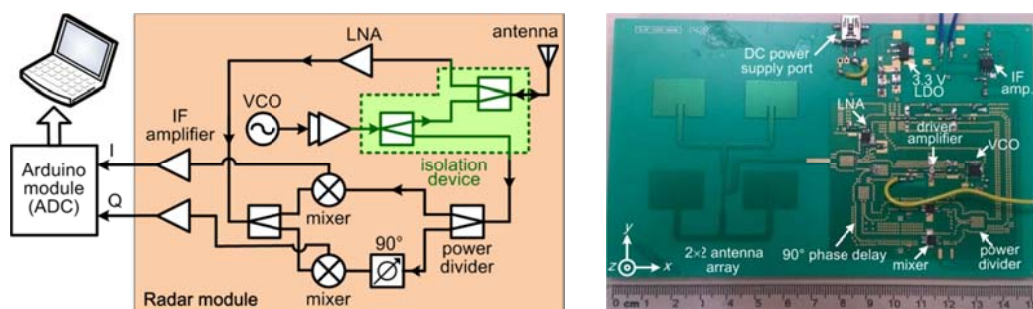


一、研究主題與目標

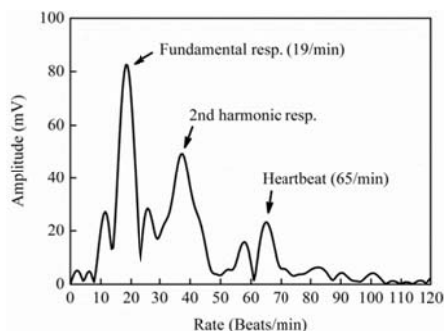
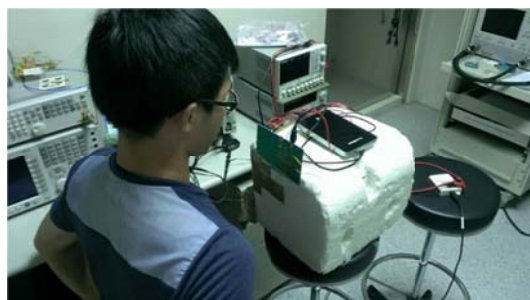
主要研究領域為「微波電路與模組」及「射頻積體電路」設計，並側重於非接觸式生醫感測雷達模組之實現。此外，考量「各式生理參數感測」、「人體位移追蹤」及「車輛防撞警示」等雷達應用，本研究團隊亦同時致力於雷達感測之訊號處理演算法開發。本實驗室之目標在於培養兼具射頻、基頻、數位與訊號處理之下世代系統整合研發人才。

二、最近研究題目

1. 5.8-GHz 生命徵象感測雷達[1]：因都卜勒雷達(Doppler radar)可用於偵測物體的相對運動速度與物體震動頻率，常應用於測速與生命徵象偵測。本實驗室使用市售 5.8 GHz 射頻晶片研製如圖一之都卜勒雷達模組，應用於偵測成人之呼吸與心律生命徵象參數。該模組的特色為開發專屬被動隔離元件，讓雷達模組之發射與接收埠共用單一天線陣列進行訊號發射與接收。圖二為生命徵象雷達之測試情境與頻譜量測結果，受測者之呼吸每分鐘 19 次，心跳則為每分鐘 65 次，心跳量測結果與市售之血氧濃度計量測結果穩合。此外，該模組參加「2015 IEEE MTT-S 高靈敏度雷達學生設計競賽」獲第一名優異成績。

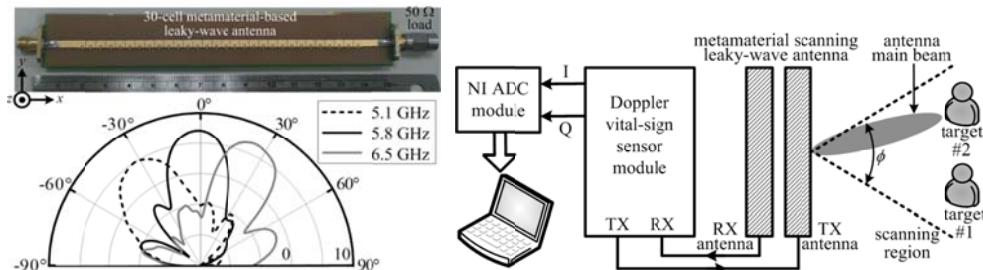


圖一 5.8 GHz 生命徵象感測雷達系統方塊圖(左圖)及電路模組照片(右圖)。

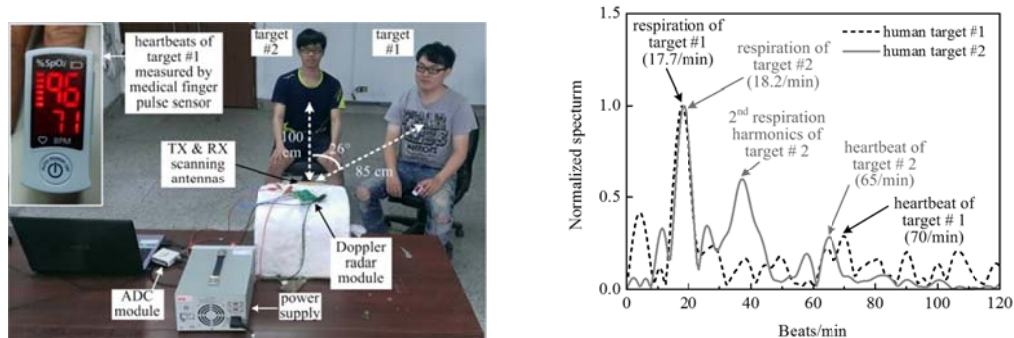


圖二 5.8 GHz 生命徵象感測雷達測試情境(左圖)及頻域量測結果(右圖)。

2. 5.8-GHz 空間掃描生命徵象感測雷達[2]: 基於上述之 5.8 GHz 生命徵象雷達模組開發, 當發射與接收埠連接如圖三之左/右手合成傳輸線(composite right/left-handed transmission line)波束掃描天線(beam scanning antenna)時, 即可形成具空間掃描功能之生命徵象感測雷達(如圖三右圖所示)。由圖四之量測結果可驗證, 當兩位受測者位於 0° 與 26° 之方位角時, 可清楚分辨兩位受測者之呼吸與心跳之生命徵象參數。

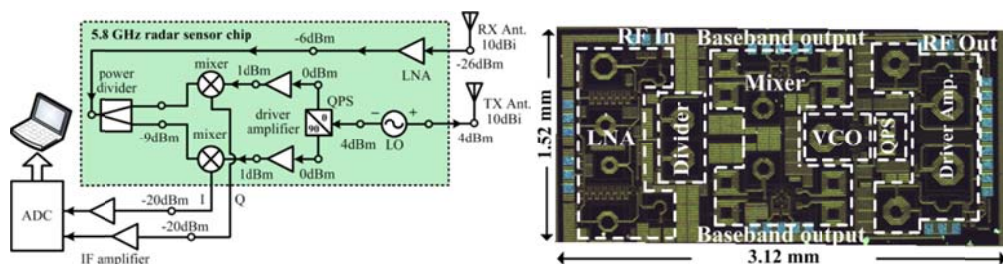


圖三 左/右手合成傳輸線之波束掃描天線(左圖)與空間掃描雷達使用情境示意圖(右圖)。

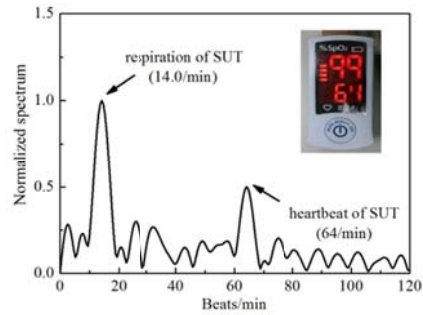
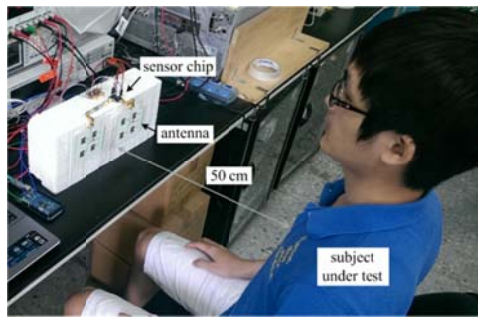


圖四 5.8-GHz 空間掃描生命徵象感測雷達測試情境照片(左圖)與頻域量測結果(右圖)。

3. 5.8-GHz CMOS 生命徵象感測雷達系統晶片[3]: 本實驗室研製之生命徵象感測雷達雖可成功偵測成人之呼吸與心跳生命徵象參數, 但模組尺寸過大, 難以更廣泛應用於居家照護及生醫感測物聯網(Internet of Things, IoT)佈建。有鑑於此, 本實驗室使用 TSMC 0.18 μm CMOS 製程研製雷達感測系統晶片, 該晶片之系統方塊圖與晶片照如圖五所示, 包含本地振盪器(LO)、功率分配器(power divider)、線性驅動放大器(driver amplifier)、混波器(mixer)及低雜訊放大器(LNA)。除天線與基頻電路外, 皆整合於單一 CMOS 晶片中, 其晶片尺寸為 $2.55\text{ mm} \times 1.47\text{ mm}$, 並使用鏢線封裝於印刷電路板上, 以進行系統測試。圖六為雷達系統晶片應用於生命徵象感測之測試情境照片與頻域量測結果, 心跳次數量測結果與血氧濃度計結果吻合。

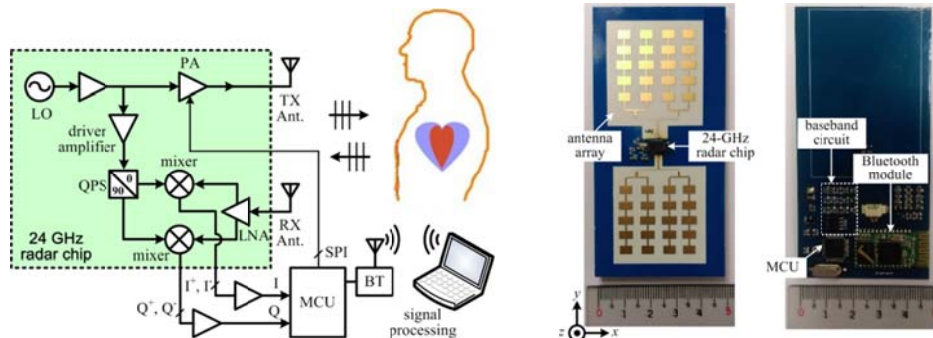


圖五 5.8-GHz CMOS 生命徵象感測雷達系統晶片方塊圖(左圖)與晶片照片(右圖)

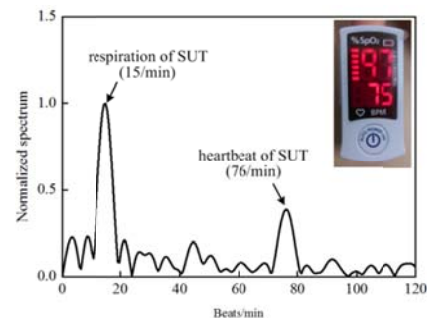
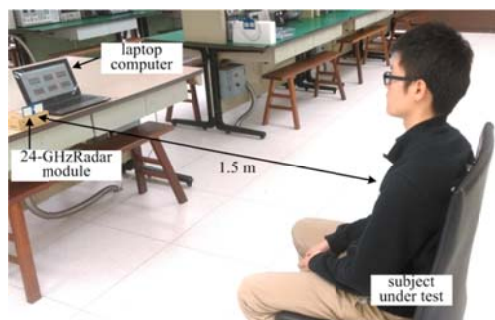


圖六 5.8-GHz CMOS 感測雷達系統晶片測試情境照片(左圖)與頻域量測結果(右圖)。

4. 24-GHz 生命徵象感測雷達[4]: 為增加雷達感測模組之靈敏度, 並減小模組尺寸, 本實驗室著手開發如圖七之 24 GHz 生命徵象感測雷達模組。該模組主要係採用 24 GHz 雷達晶片作為收發晶片, 並將天線、基頻電路、微控制器及藍芽傳輸模組整合於單一模組中, 且該模組僅占 5 cm×10 cm 之電路尺寸, 已接近商品雛形。圖八為受測者距雷達模組 1.5 m 處進行測試之情境照片, 受測者之呼吸與心跳之次數清楚的顯示於頻域量測結果中, 亦與血氧濃度計結果吻合。此外, 該模組已成功驗證可於 1 m 距離處偵測低於 4 μm 之微震動物體, 亦已成功應用於新生兒之生命徵象監測。



圖七 24 GHz 生命徵象感測雷達系統方塊圖(左圖)及其電路模組照片(右圖)。



圖八 24 GHz 生命徵象感測雷達測試情境(左圖)及頻域量測結果(右圖)。

三、主要研究成果與所執行的計劃

- [1] C.-H. Chao, T.-W. Hsu, and C.-H. Tseng, "Giving Doppler more bounce: A 5.8 GHz microwave high-sensitivity Doppler radar system," *IEEE Microw. Mag.*, vol. 17, no. 1, pp. 52-57, Jan. 2016.
- [2] C.-H. Tseng and C.-H. Chao, "Noncontact vital-sign radar sensor using metamaterial-based scanning leaky-wave antenna," in *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig.*, San Francisco, CA, USA, May 2016.
- [3] J.-K. Huang, and C.-H. Tseng, "A 5.8-GHz radar sensor chip in 0.18- μm CMOS for non-contact vital sign detection," in *Proc. IEEE Int. Symp. Radio-Frequency Integration Tech.*, Taipei, Taiwan, Aug. 2016. (invited paper)
- [4] T.-W. Hsu and C.-H. Tseng, "Compact 24-GHz Doppler radar Module for non-contact human vital-sign detection," in *Proc. International Symp. on Antennas Propag.*, Okinawa, Japan, Oct. 2016.