

一<sup>、</sup>產品概述:

IoRadar100 HAT 是一做為 Raspberry Pi 3B (3B+) 或 Raspberry Pi Zero W 都卜 勒雷達應用的 HAT (Hardware Attached on Top)模組,硬體部份它是利用位於 2x20 雙 排母座介面上的快速 SPI、GPIO 介面與 Raspberry Pi 的 2x20 雙排公座介面相連,軟體 部份則是結合 Raspberry Pi 的 GPU FFT 程式庫及本公司開發的雷達訊號與偵測處理軟 體,達到即時雷達信號處理的能力,並利用 Raspberry Pi 3 的 Wi-Fi 的功能,以實現雷 達感測器物聯網的應用。

1.1 各部名稱:



- (1) 24 GHz 收發機:包含雷達收發機與天線板。
- (2) A 電路板:放大收發機的 I/Q 類比訊號。
- (3) B 電路板:將 I/Q 類比訊號轉成數位訊號,傳送訊號至 Raspberry Pi 3 並接收 來自於 Raspberry Pi 3 的命令。
- (4) Raspberry Pi 3B (3B+) 模組。
- 1.2 配件:
  - (1) 微型 SD 卡:包含 Raspberry Pi 3 操控軟體(提供原始 C/Assembly 程式碼)、
     IoRadar100 HAT 用戶手冊(PDF 檔案)、IoRadar100 HAT 軟體說明文件(PDF 檔案)及 IoRadar100 APP 軟體原始程式碼。
  - (2) 電源供應器:+7.5 VDC Adapter(不包含 Raspberry Pi 3 的+5 VDC dapter)。
- 1.3 功能操作:

IoRadar100 HAT 模組在 Raspberry Pi 3 的操控軟體共有 2 項功能:

(1)除錯功能:使用者可利用本軟體學習到都卜勒雷達的訊號處理與偵測處理的基本設計方式及雷達軟體的除錯,本軟體的目錄為 Ioradar100\_xwindow01,詳細功能描述,請參考本手冊第 6.2 章節。



(2) 獨立運行功能:使用者可利用本軟體與安卓等智慧型手機的 Wi-Fi 連線,達到遠端監控的目的,所提供的微型 SD 卡已預設好讓本軟體於 Raspberry Pi 3 開機時自動執行,本軟體的目錄為 Ioradar100\_udp01,詳細功能描述,請參考本手冊第 6.3 章節。

1.4 應用展示:

本產品提供的安卓 IoRadar100 APP 軟體與 Ioradar100\_udp01 軟體共有 2 項應用 展示,安卓 IoRadar100 APP 軟體的操作描述,請參考本手冊第 6.4 章節: (1) 安全監控:人員移動、居家防盜。



(2) 速度量測:運動類球速、交通工具車速。



產品名稱:雷達掃頻控制板 料號:IoRadar100HAT



## 1.5 供電與斷電程序:

Raspberry Pi 3 使用+5VDC Adapter(目前使用者需自備), IoRadar100 HAT 模組使用 +7.5VDC Adapter。

(1) 供電程序:先開啟+5VDC 電源,再開啟+7.5VDC 電源。

(2) 斷電程序:先關閉+7.5VDC 電源,再關閉+5VDC 電源。

二、硬體介面:

IoRadar100 HAT 模組共分成 A、B 兩個電路板,詳細介面描述,請參考【IoRadar100 HAT 用戶手冊】第 2.1 章節。

2.1 A 電路板介面:

(1) J1、J2 介面:與 24 GHz 收發機相連。

(2) 12-PIN 的 FPC 介面: 與 B 電路板相連。



## 2-2 B 電路板介面:

- (1) 2x20 雙排母座介面:與 Raspberry Pi 3 相連。
- (2) 7.5 V DC JACK 公插座: 7.5 VDC Adapter 輸入孔。
- (3) 12-PIN 的 FPC 介面:與A 電路板相連。





三、硬體組裝:

配合 IoRadar100 HAT 模組的組裝,本產品提供下列六角柱的組裝套件:

(1) 5mm M2 六角柱 x4 <sup>。</sup>

(2) 6mm M2 六角柱 x4。

(3) 12.5mm M2 六角柱 x4。

(4) 18mm M2 六角柱 x8。

IoRadar100 HAT 模組詳細組裝描述,請參考【IoRadar100 HAT 用戶手冊】第 2.2 章節。

3.1 IoRadar100 HAT 與 Raspberry Pi 3 的組裝完成圖:



3.2 IoRadar100 HAT 與 Raspberry Pi Zero W 的組裝完成圖:





## 四、規格表:

24 GHz 收發機規格				
参數	Min	Тур	Max	單位
RF 頻率	24.05	24.15	24.25	GHz
EIRP	16	18	20	dBm
天線水平-3 dB 波束寬度		12		度
天線垂直-3 dB 波束寬度		80		度
操作溫度	-20		+80	°C
NCC 型式認證	NCC ID : CCAI	17LP1150T0	· · · · ·	
A/B 電路板規格				
複數浮點 FFT 點數		512		Point
速度範圍	-240		240	Km/h
速度解析度		0.945		Km/h
資料更新率		40		Hz
操作溫度	-40		+85	°C
供應電壓		7.5		VDC
供應電流		490		mA
(不含 Raspberry Pi 3)				
機械尺寸(包含有 Raspberry Pi 3、六角柱)	85x56x56			mm
介面	SPI · UART · GPIO			

五、LP0002 警語

## 低功率電波輻射性電機管理辦法

- 第十二條 經型式認證合格之低功率射頻電機,非經許可,公司、商號或使用者均不得擅 自變更頻率、加大功率或變更原設計之特性及功能。
- 第十四條 低功率射頻電機之使用不得影響飛航安全及干擾合法通信;經發現有干擾現象 時,應立即停用,並改善至無干擾時方得繼續使用。前項合法通信,指依電信 法規定作業之無線電通信。低功率射頻電機須忍受合法通信或工業、科學及醫 療用電波輻射性電機設備之干擾。



六、軟體操作:

本產品建議使用的軟體作業環境為 Raspbian 4.9 (含)以上,基於其為 Linux 內核的 作業系統,因此本產品提供開源的雷達訊號與偵測處理軟體(C、Assembly 程式碼),使 用者在使用本產品的軟體時,其作業系統需先安裝好下列程式庫:

- ▲ bcm2835-1.50 程式庫。
- ▲ wiringPi 程式庫。
- ▲ GPU FFT 程式庫。
- ▲ gtk+3.0 程式庫。
- ▲ X11 程式庫。

詳細程式庫安裝方式,請參考【IoRadar100 HAT 用戶手冊】第 3.1 章節。

註:本產品所提供的微型 SD 卡已安裝好上列的程式庫。

6.1 VNC 遠端操作軟體 Wi-Fi 連線:

本產品所提供的微型 SD 卡已預設好讓 Raspberry Pi 3 與 pchost 連線, 連線的 wpa\_supplicant.conf 內容如下:

```
country=TW
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
update_config=1
network={
    ssid="pchost"
    psk="12345678"
    key_mgmt=WPA-PSK
}
network={
    ssid="AndroidAP13"
    key_mgmt=NONE
}
```

使用者可利用以下指令來查看:

\$ sudo nano /etc/wpa\_supplicant/wpa\_supplicant.conf 詳細連線及 pc Wi-Fi 設定描述,請參考【IoRadar100 HAT 用戶手冊】第 3.2 章節。 產品名稱:雷達掃頻控制板

料號:IoRadar100HAT



6.2 Ioradar100\_xwindow01 雷達軟體操作:

Ioradar100\_xwindow01 雷達軟體位於/home/pi/radar 檔案夾內,本軟體的人機 視窗介面,所使用的程式庫為 Xlib 程式庫,軟體的內容說明請參考【IoRadar100 HAT 軟體說明文件】,/home/pi/radar 檔案夾的內容如下所示:



註:本產品所提供的微型 SD 卡已預設使 Ioradar100\_udp01 軟體於開機時自動執 行並與安卓等智慧型手機的 Wi-Fi 連線,使用者若想依照 6.1 章節的 VNC 連線方式操作 本軟體,請於進入終端機(Terminal)模式後,執行以下指令: \$ sudo killall radar.o

- 6.2.1 開啟 Ioradar100\_xwindow01 雷達軟體:
  - 執行以下指令
  - \$ cd radar
  - \$ cd Ioradar100\_xwindow01
  - \$ sudo killall radar.o
  - \$ sudo ./radar.o

此時由於 IoRadar100 HAT 模組尚未供電,因此人機視窗介面未能啟動。

6.2.2 供電 IoRadar100 HAT 模組:

HAT 模組供電後,人機視窗介面便啟動並顯示出 5 個下拉菜單欄,下面介紹菜單欄 中各部分的功能。

- (1)【Graph】菜單:共有3個功能選項,分別是繪製FFT(紅色)/CFAR(籃色)曲線 【FFT Graph】、繪製 I/Q 曲線【I/Q Graph】及程式退出【Quit】。
- (2)【Power】菜單:共有3個功能選項,分別是24GHz收發機全功率供電模式 【Full】、收發機On/Off供電模式【Auto】及收發機斷電模式【Off】。
- (3)【AGC】菜單: I/Q 通道衰減增益控制(Attenuation Gain Control), 控制範圍共 有 0~63 個線性步階,步階值愈大衰減愈大。



- (4)【Window】菜單:共有3個窗函數,分別是矩形窗函數【Rectangular】、
   Hamming 窗函數【Hamming】及 Hanning 窗函數【Hanning】。
- (5)【Channel】菜單:共有 32(0~31)個頻率通道。



6.3 Ioradar100\_udp01 雷達軟體操作:

Ioradar100\_udp01 雷達軟體位於/home/pi/radar 檔案夾內,本產品所提供的 微型 SD 卡已預設使本軟體於開機時自動執行並與安卓等智慧型手機的 Wi-Fi 連線,使用者若想 依照 6.1 章節的 VNC 連線方式操作本軟體,請於進入終端機(Terminal)模式後,先執行 以下的指令:

\$ sudo killall radar.o

本軟體基於開機自動執行與雷達資料快速通訊的需求,因此關閉了視窗介面的功能,並開啟 UDP 通訊協定的連網功能,其餘的功能與 Ioradar100\_xwindow01 是相同的。

6.4 IoRadar100 APP 軟體操作:

IoRadar100 APP 是在 eclipse 環境下使用 Java 語言開發的安卓智慧型手機或平板電腦的 雷達操控 APP 軟體,本軟體與 Ioradar100\_udp01 雷達軟體是藉由 Wi-Fi UDP 網路來相 互溝通的。IoRadar100 APP 軟體共有 5 個主菜單欄。

- 6.4.1 【速度量測】菜單:共有3項功能。
  - ▲ 速率單位轉換命令,控制方式為下拉列表(Spinner)。
  - ▲ 顯示雷達資訊,顯示方式為文本框(TextView)。
  - ▲ 顯示 IP 位址命令,控制方式為按紐(Button)。



速度量測	安全監控	雷達設定	離開	雷達IP設定
<sup>m/s</sup> <sup>■欄</sup> 目標速度	DPC:0 目標1強度:0 目 夏:0.00	目標1方向:0		
IP Power回 雷達計數 雷達 IP =	僅:0 Window回覆:0 A 體:1 0.0.0.0	、GC回覆:0 Channel回	<b>17.</b> :0	

詳細功能描述,請參考【IoRadar100 HAT 用戶手冊】第 3.5.1.1 章節

- 6.4.2 【安全監控】菜單:共有3項功能。
  - ▲ 警報聲選擇對話框。
  - ▲ 開啟聲音命令。
  - ▲ 關閉聲音命令。

速度量測	安全監控	雷達設定	離開	雷達IP設定
開啟聲音	關閉聲音			
請敲按鈕顯	示對話框			
警報聲選擇對	對話框			

- (1) 警報聲選擇對話框:提供7種聲音的播放選擇,分別是4種警報聲及3種歡迎聲。
- (2) 開啟聲音命令:控制方式為按紐,按此按紐後,若雷達無目標偵測則安卓手機會 發出聲納的聲音,有目標偵測則安卓手機會發出【警報聲選擇對話框】所選定的聲音。
- (3) 關閉聲音命令:控制方式為按紐,按此按紐後,則關閉聲援功能。
- 6.4.3 【雷達設定】菜單:共有7項功能。
  - ▲ 24 GHz 收發機供電模式命令。
  - ▲ 窗函數命令。
  - ▲ AGC 調整命令。
  - ▲ 頻道調整命令。
  - ▲ 目標駐留時間命令。



- ▲ Level2 CFAR(常數誤警率) 界限命令。
- ▲ 手動模式供電時間命令。

速度量測	」 安 <del>金</del>	全監控	雷達設定	離開	雷達IP設定
手動	自動	待機	駐留 2.5sec	CFAR 0	1分
矩形窗 AGC 調整	Hamming 窗	Hanning 窗			
頻道調整					

詳細功能描述,請參考【IoRadar100 HAT 用戶手冊】第 3.5.1.3 章節。

(1) 24 GHz 收發機供電模式命令:

雷達命令	控制方式	雷達命令功能	命令碼
手動	按紐	全功率供電模式	2
自動	按紐	收發機 On/Off 供電	1
		模式	
待機	按紐	收發機斷電模式	0

(2) 窗函數命令:

雷達命令	控制方式	雷達命令功能	命令碼
矩形窗	按紐	矩形窗函數	0
Hamming 窗	按紐	Hamming 窗函數	1
Hanning 窗	按紐	Hanning 窗函數	2



(3) AGC 調整命令:

雷達命令	控制方式	雷達命令功能	命令碼
AGC 調整	滑動條	I/Q 通道衰減增益控制	0~63
		共 0~63 個線性步階	

(4) 頻道調整命令:

雷達命令	控制方式	雷達命令功能	命令碼
頻道調整	滑動條	在 24.05~24.25 GHz 範圍	0~31
		內發射頻率的選擇 · 分為 32	
		個頻道	

(5) 目標駐留時間命令:

雷達命令	控制方式	雷達命令功能	命令碼
駐留 2.5sec	下拉列表	目標顯示的駐留時間	0
駐留 5sec	下拉列表	目標顯示的駐留時間	1
駐留 10sec	下拉列表	目標顯示的駐留時間	2
駐留 15sec	下拉列表	目標顯示的駐留時間	3

(6) Level2 CFAR(常數誤警率)界限命令:

雷達命令	控制方式	雷達命令功能	命令碼
CFAR 0	下拉列表	Level2 CFAR 界限值	0
CFAR 1000	下拉列表	Level2 CFAR 界限值	1
CFAR 3000	下拉列表	Level2 CFAR 界限值	2
CFAR 6000	下拉列表	Level2 CFAR 界限值	3



(7) 手動模式供電時間命令:

雷達命令	控制方式	雷達命令功能	命令碼
1分	下拉列表	手動模式的供電時間	0
30 秒	下拉列表	手動模式的供電時間	1
5 分	下拉列表	手動模式的供電時間	2
1時	下拉列表	手動模式的供電時間	3
永久	下拉列表	手動模式的供電時間	4
重置	下拉列表	手動模式的供電時間	5

6.4.4 【離開】菜單:

▲ 【確定】命令:控制方式為按紐,按此按紐後,系統便離開 IoRadar100 APP 軟體。

速度量測	安全監控	雷達設定	離開	雷達IP設定
確定				

6.4.5【雷達 IP 設定】菜單:

雷達 IP 位址除了可經由 UDP 傳送到安卓手機外,亦可經由本章節的菜單來設定, 詳細功能描述,請參考【IoRadar100 HAT 用戶手冊】第 3.5.1.5 章節。