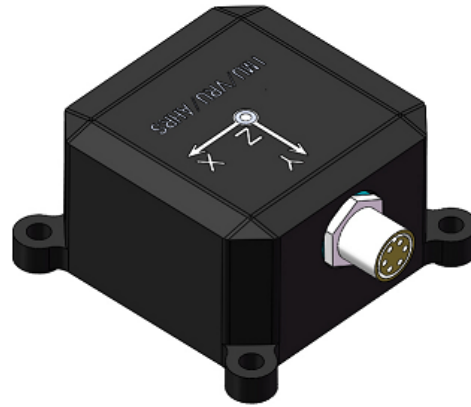


CH10X 工業級IP68 IMU/VRU/AHRS 規格書

IMU/VRU/AHRS模組

適用於CH10X系列 RS-232,USB,CAN介面



適用產品：CH104 & CH108

官方網站：<https://sealandtech.com.tw>

屬性：公開

採購、支援：sltech@ms28.hinet.net

文件變更歷史

版本	日期	備註
V1.0	2022.07.02	釋出第一版CH10X系列的模組說明書
V1.1	2022.08.15	修正部分說明
V1.2	2024.03.16	更新配置指令，適用於v1.3.7後韌體版本
V1.3	2024.04.23	改正部分參數

目錄

CH10X 工業級IP68 IMU/VRU/AHRS 規格書

目錄

1. CH10X產品簡介

- 1.1. 應用場景與優勢
- 1.2. UI操作軟體
- 1.3. 產品導入指引
 - 1.3.1. 選型
 - 1.3.2. 採購
 - 1.3.3. 連接方法
 - 1.3.4. 開始使用感測器
- 1.4. 訂購型號說明

2. CH10X系列規格與性能

- 2.1. 外型規格
 - 2.1.1. 尺寸與安裝方式
 - 2.1.2. 端子與連接線規格
 - 2.1.3. 連接線說明
- 2.2. 電氣規格
 - 2.2.1. RS-232、CAN 共同參數
 - 2.2.2. RS-232
 - 2.2.3. CAN
- 2.3. 軟體架構
 - 2.3.1. 數據輸出種類
 - 2.3.2. 融合數據性能
 - 2.3.3. 感測性能參數表

3. 其他功能

- 3.1. 地磁校正
 - 3.1.1. 校正步驟
 - 3.1.2. 常見的地磁干擾分類
 - 3.1.3. 地磁使用注意事項
 - 3.1.4. 案例分析
- 3.2. 6軸模式與9軸模式

1. CH10X產品簡介

1.1. 應用場景與優勢

本系列產品包含CH104、CH108，可以精確地感測移動裝置的俯仰（Pitch）、橫滾（Roll）、航向（Yaw）等姿態資訊，適用於陸、海、空等應用領域。它可與鐳射雷達（Lidar）、視覺（Camera）等導航方案互補，增強裝置的導航精度，降低對外界參考物體的依賴。典型的應用如下：

- 陸地:智慧移動平台（AGV/AMR）、無人搬運車、巡邏機器人、智慧農機、建築偵測、機台監測
- 海上:船用導航定位、海浪偵測、方位偵測
- 空中:飛行導航定位、無人機平衡系統

標準化製造

- 產線自動化的批量標定與測試，保證量產一致性
- 工業級校正機台，零偏、比例因子、跨軸
- 溫度等誤差因素已於出廠校正

高規格性能

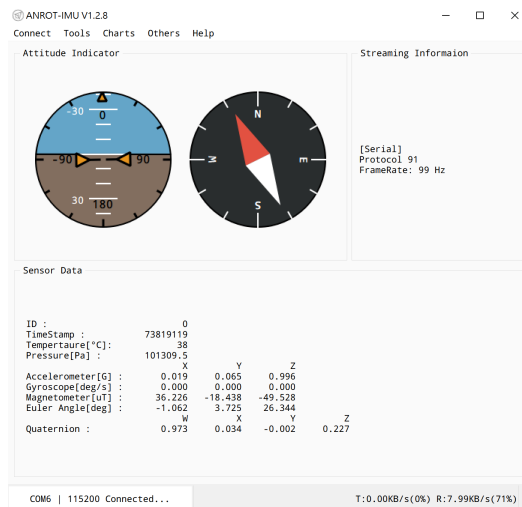
- 高達1.76°/h的零偏穩定性，高達0.01°姿態角精度

高強度室內、戶外應用

- IP68級防水設計、CE認證，可承受高強度戶外自動化應用
- 尺寸 48 X 47.2 X 22.5 mm，設計緊湊以達到最小體積
- 採用防水耐用的M8 6芯航空插頭

1.2. UI操作軟體

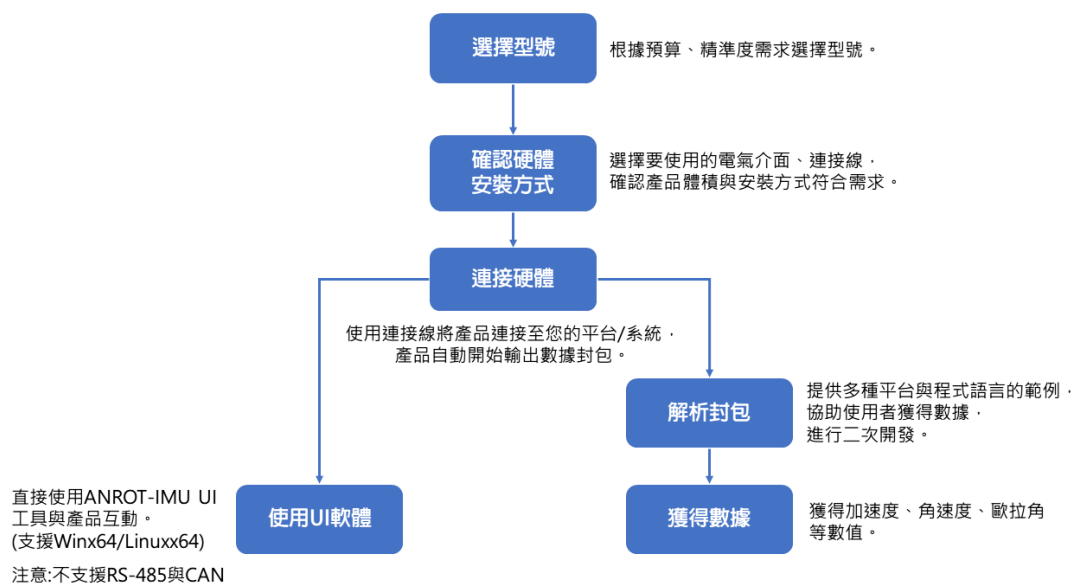
您可以免費使用 ANROT-IMU UI 軟體，顯示數據、記錄、分析、配置產品功能。本軟體可以在x64的WIN/Linux 系統上執行。



立即下載使用: [URL](#)

1.3. 產品導入指引

為協助各領域客戶加速導入系統，您可參考以下指引進行選型、整合與開發。



1.3.1. 選型

釐清使用場景

您可以根據下列判斷依據，先評估您的使用場景：

- 滿足您所需的數據內容
> [CH10X系列的輸出數據內容](#)
- 評估硬體尺寸、IP68外殼可納入您的系統
> [CH10X系列的外殼尺寸](#)
- 選擇RS-232或USB或CAN輸出介面
> [CH10X系列的電氣規格](#)

選擇感測器等級

本系列產品IP68設計可長時間抗室外泥濘雨水、海用、飛行空用，具EMC抗擾設計，可根據需求選擇對應感測性能與精準度的產品。

CH10X系列	等級	應用場景	地磁數據
CH104	主流	機台量測、移動機器人、物流載具、農用機器人，一般自動導航機器人適用。	有
CH108	精密應用	專業精密級的應用，適用於需要一次達到高規格的機器人應用、加速度、角速度量測。比CH104有更高的精準度、更低的誤差。	有

> [比較CH10X系列的感測性能](#)

1.3.2. 採購

當您決定型號與輸出介面後，可向我司索取報價單。我司會根據輸出介面為您搭配連接線。

> [尋找CH10X系列型號](#)

> [CH10X系列有哪些連接線?](#)

如有需要協助評估選型也歡迎詢問。

立即詢價: sltech@ms28.hinet.net

1.3.3. 連接方法

根據您選擇的輸出介面和連接線，參考接線示意圖。請小心注意您的接線腳位是否正確，雖有電源反接保護，誤接其他腳位仍可能造成損壞。

> [查看接線示意圖](#)

連接後，感測器就開始傳送數據了。

1.3.4. 開始使用感測器

快速入門

您可以直接下載ANROT-IMU UI工具。只要您有Windows/Linux x64的設備即可使用，快速開始紀錄、觀察、設定感測器。

[> 查看ANROT-IMU UI工具](#)

平台整合需求

若您要將感測器整合進ROS, ROS2, RaspberryPi等平台，或是以C, Python語言在各種平台上接收資料並解包出感測器數值，我們同樣提供開發範例給您實作。請直接查看線上連結：

[> 查看開發SDK](#)

配置指令

您可以直接使用串口工具，連接COM PORT，發送指令來設定感測器功能，並且持續接收串口的感測器的封包資料。

無論您是使用UI工具或是串口工具來與模組溝通，均可使用這些配置指令來設定感測器，讓它更符合您的使用場景。

[> 查看配置手冊](#)

1.4. 訂購型號說明

Part Number	Name	Specification
CH104	IMU/VRU/AHRS	6DoF + 地磁 · 4-array 降噪 · 零偏 2.5°/h
CH108	IMU/VRU/AHRS	6DoF + 地磁 · 8-array 降噪 · 零偏 1.76°/h

RS-232可通過搭配USB轉RS-232連接線變為USB產品，若要使用USB介面的用戶可訂購RS-232介面+M8-A to USB連接線。

連接線型號:

Part Number	Specification
M8-A to DB9 CAN EX	M8-A 6芯轉 DB9 + CAN · 電源線外置 · 無同步功能
M8-A to DB9	M8-A 6芯轉 DB9 · 電源線內置 · Pin 9 = Vcc
M8-A to USB	內建 cp2102n USB 轉 RS 232 晶片 · 用戶可自行下載 cp2102n 驅動

立即詢價: sltech@ms28.hinet.net

2. CH10X系列規格與性能

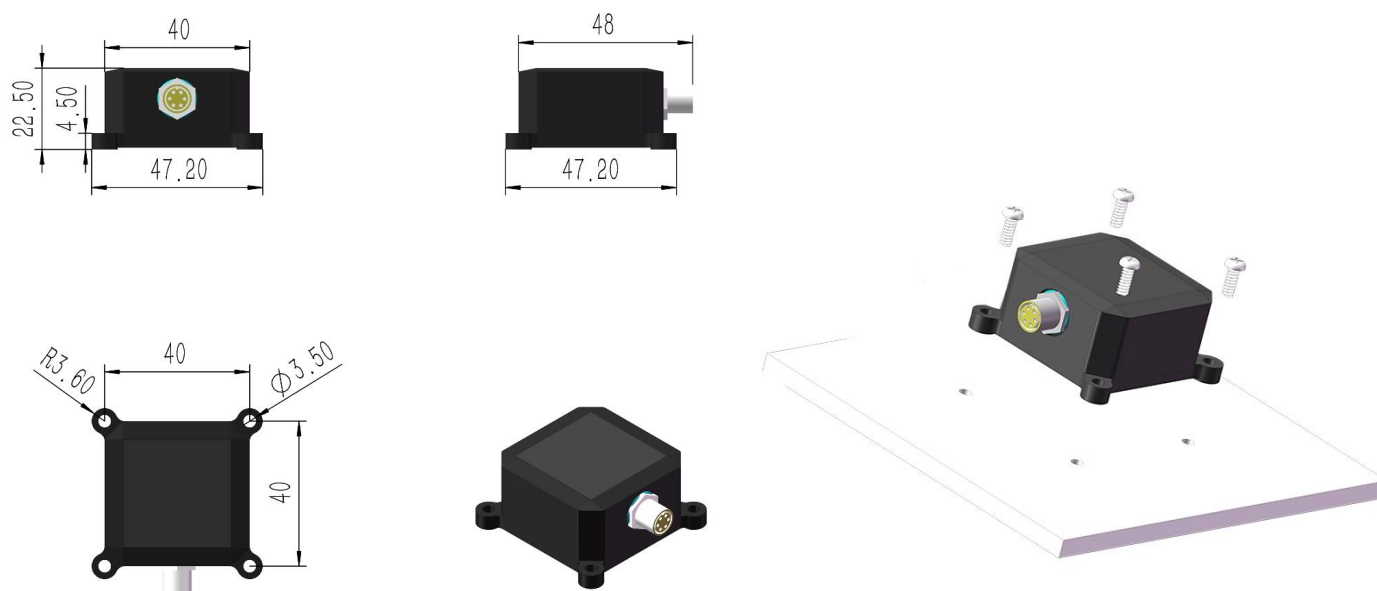
2.1. 外型規格

2.1.1. 尺寸與安裝方式

參數	CH10X系列
尺寸	48 X 47.2 X 22.5 mm
固定螺絲	4 X M3 (螺絲長度需要根據使用者使用場景而定)
重量	75g
外殼材質	鋁合金
工作溫度	-40-85°C
儲存溫度	-40-85°C
抗衝擊	2000g
防水等級	IP68

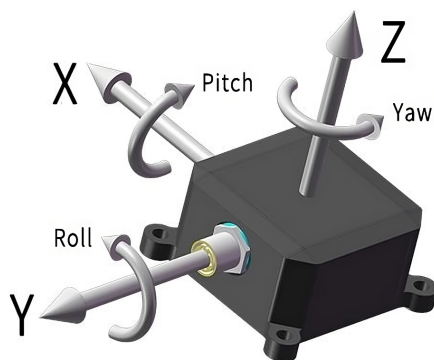
尺寸圖與安裝方式

所有標註單位均為mm，建議使用者水平安裝此模組，並緊鎖螺絲避免鬆動影響測量，如下圖所示：



如需其他安裝方式，請參考"配置手冊"，"座標系旋轉"章節

安裝座標系定義



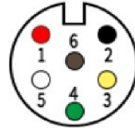
歐拉角旋轉順序為東-北-天-312(先轉Z軸，再轉X軸，最後轉Y軸)旋轉順序。具體定義如下：

- 繞 Z 軸方向旋轉: 航向角\Yaw\psi(\psi) 範圍: -180° to 180°
- 繞 X 軸方向旋轉: 俯仰角\Pitch\theta(\theta) 範圍: -90° to 90°
- 繞 Y 軸方向旋轉: 橫滾角\Roll\phi(\phi) 範圍: -180° to 180°

如果將模組視為飛行器的話，Y軸正方向應視為機頭方向。當感測器系與慣性系重合時，歐拉角的理想輸出為:Pitch = 0°, Roll = 0°, Yaw = 0°

2.1.2. 端子與連接線規格

CH10X模組同時可輸出RS-232與CAN訊號。USB版為RS-232模組+USB線纜組成，也就是在線纜傳輸過程為RS-232訊號，直到USB接頭端轉換為USB訊號，此種傳輸方式可加強USB訊號抗干擾的能力。



輸出端子前視圖

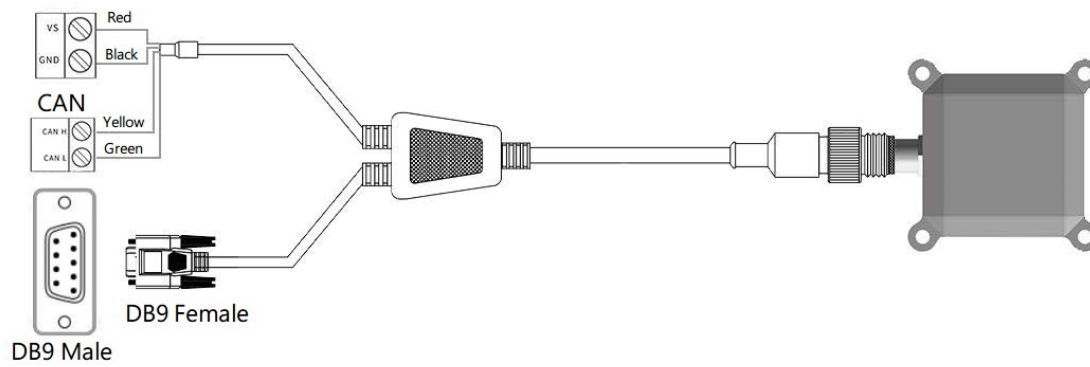
Number	Color	Name	Type	RS-232
1	紅 RED	VCC	Power	Vin+
2	黑 Black	GND	Power	GND
3	黃 Yellow	CAN H	AIO _r	CAN High
4	綠 Green	CAN L	AIO	CAN Low
5	白 White	TXD	O	模組訊號 RS-232 輸出
6	棕 Brown	RXD	I	模組接收 RS-232 訊號

2.1.3. 連接線說明

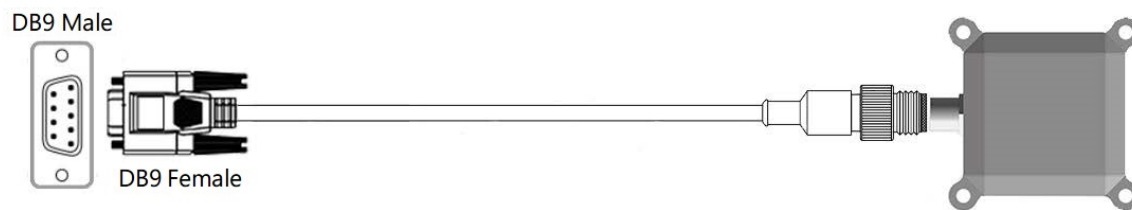
Item	Specification
材質	PUR
預設長度	1.5 米

Part Number	Specification
M8-A to DB9 CAN EX	M8-A 6芯轉 DB9 + CAN · 電源線外置 · 無同步功能
M8-A to DB9	M8-A 6芯轉 DB9 · 電源線內置 · Pin 9 = Vcc
M8-A to USB	內建 cp2102n USB 轉 RS 232 晶片 · 用戶可自行下載 cp2102n 驅動

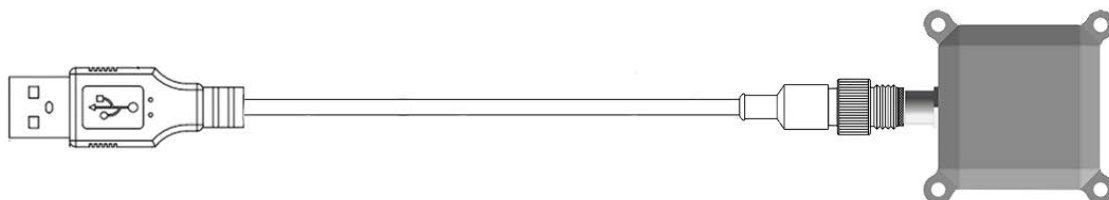
M8-A to DB9 CAN EX



M8-A to DB9, Pin 9 = Vcc



M8-A to USB



2.2. 電氣規格

2.2.1. RS-232、CAN 共同參數

Parameter	Condition	Min	Type	Max	Unit	Note
輸入電壓	RS-232	5	24	36	V	支援EMC指令2014/30/EU·反極性保護·短路保護。
	CAN	7	24	36		
	USB	4.9	5	5.5		
功耗			<0.6		W	
工作溫度		-40	25	85	°C	
啟動時間				1	s	啟動時間指的是系統從關機到開機有效資料輸出的時間。 在此期間應該保持模組靜止。

2.2.2. RS-232

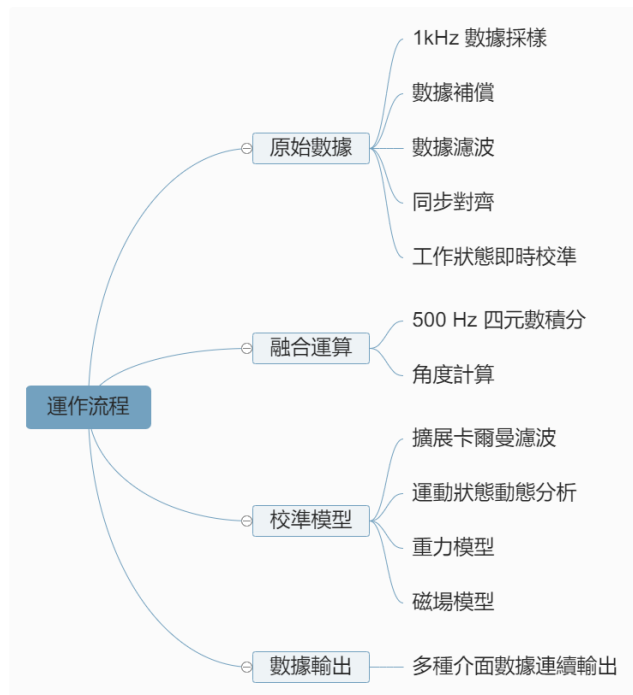
Parameter	Specification	備註
波特率	9600/115200/230400/460800/921600 bps(預設115200)	
協議	私有 IMU91 二進制協議	
幀率	5/10/50/100/250/500Hz(預設100)	
訊號輸入電壓	-15V to 15V	
訊號輸出電壓	±5.4V	典型值

2.2.3. CAN

Parameter	Specification	備註
波特率	125K/250K/500K/1000K(預設500K)	
協議	CANopen	
幀率	5/10/50/100/200Hz(預設100)	
輸出電壓	CAN H: 2.75 to 4.5V · 典型值=3.5V CAN L: 0.5 to 2.25V · 典型值=1.5V	
差分輸出	1.5 to 3V	
輸入電壓	0.9 to 9V	
差分輸入閾值	0.5 to 0.9V	

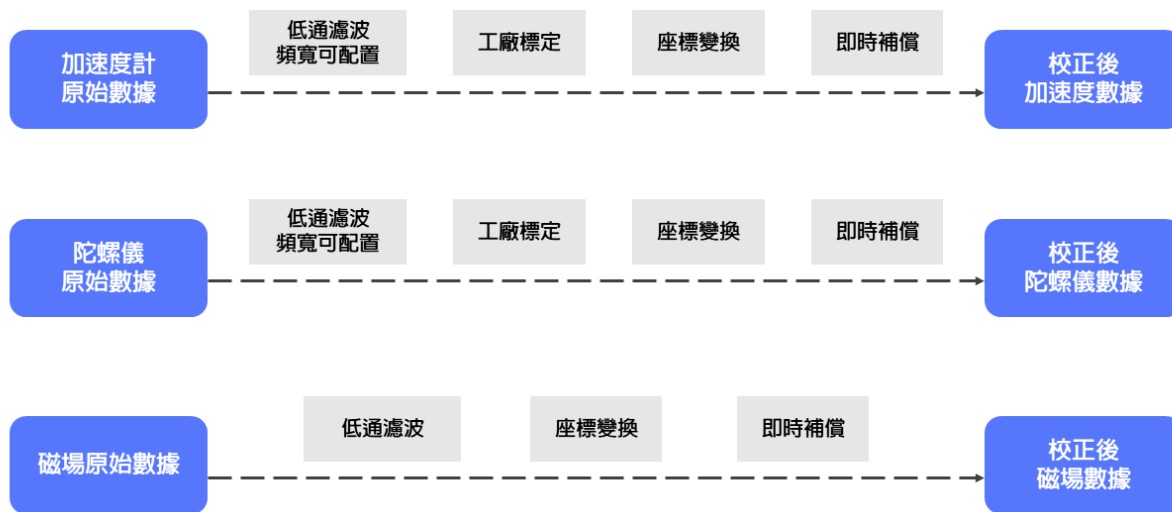
2.3. 軟體架構

CH10X系列採用了自主研發的擴充套件卡爾曼濾波和IMU噪聲動態分析技術，可以滿足高動態下姿態角的精度，減少航向角的漂移。演算法架構如下圖：



內嵌運算系統

內嵌運算系統主要工作是標定補償原始的感測數據，讓所有產品保持的數據和性能保持一致。



原始數據

以高感度晶片，1kHz採樣頻率採集加速度計、陀螺儀、地磁場的原始數據。

低通濾波

CH10X系列為客戶提供多種低通濾波方案，您可自由運用於不同場景。

工廠標定

每顆感測晶片的生產過程中，存在一些共性的零偏，比例因子、跨軸等誤差，除此之外還會受到溫度變化的影響。我們的產線已導入專業校正儀器將這些誤差的影響降低到最小。

座標變換

推薦您水平安裝本產品，但是受限於部分特殊的使用場景，若您不得不將模組安裝在特殊角度，可參考配置手冊，旋轉感測器的座標系。

線上補償

模組上電時需靜止1秒，此時產品在自動採集並計算目前的陀螺零偏狀態，動態補償以校正陀螺儀的數據。

地磁場即時校正

模組在移動旋轉過程中，會自動校正現場環境的地磁場，無須介入。

卡爾曼融合演算法

處理器利用擴充套件卡爾曼演算法將加速度計、陀螺儀、磁力計的原始數據進行固定頻率(預設500Hz)的四元數全姿解算，通過數據融合可以得到四元數、歐拉角等融合後的資訊。陀螺儀、加速度計的零偏也透過演算法降至最低，這對於需要低延時、低抖動姿態資訊作為控制輸入資訊的系統非常重要。

運動狀態動態分析

根據加速度計、陀螺儀的即時數據，可以間接分析目前載體的運動狀態，從而調整卡爾曼融合狀態，使模組效能處於最佳狀態。

2.3.1. 數據輸出種類

數據輸出種類	數據內容
原始數據	加速度、角速度、溫度、磁場
融合數據	歐拉角(俯仰、橫滾、航向)、四元數

2.3.2. 融合數據性能

姿態角量程

- 俯仰(Pitch) : $\pm 90^\circ$
- 橫滾(Roll) : $\pm 180^\circ$
- 航向(Yaw) : $\pm 180^\circ$

姿態角精度

型號	CH104	CH108
俯仰/橫滾(靜態)	0.1°	0.1°
俯仰/橫滾(動態)	0.1°	0.1°
航向角靜態漂移(6DOF) ^①	<0.12°/h	<0.12°/h
航向角動態漂移誤差(6DOF) ^②	5°	3°
航向角(地磁輔助) ^③	2°	2°
航向角旋轉誤差(6DOF) ^④	<1.3°	<1°

① 模組在25°C絕對靜止1hr測得

② 模組在室內清潔機器人上運動1hr測得，室溫25°C， 1σ

③ 地磁校正之後，周邊無磁場干擾情況下室溫25°C測得，需要將產品配置為AHRs模式(部分產品支援)

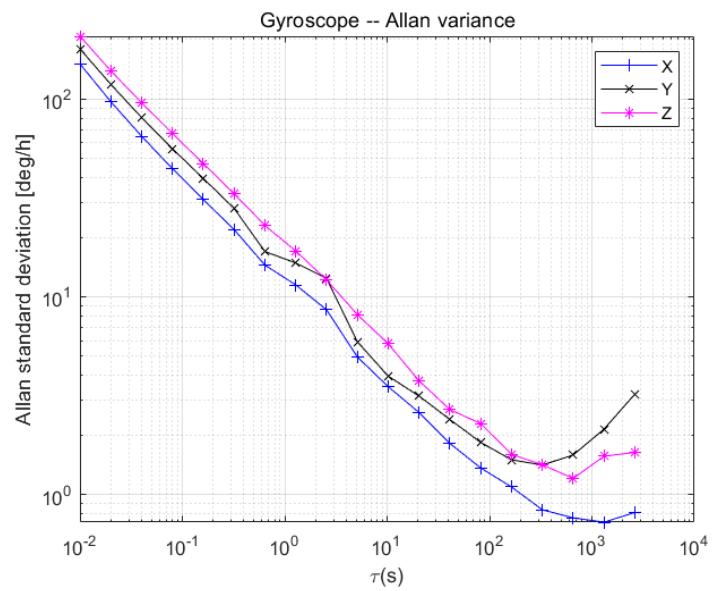
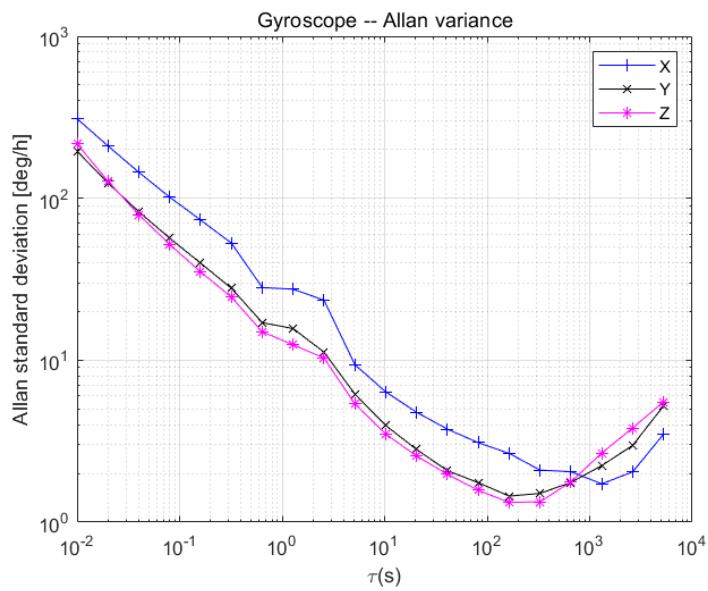
④ 轉台連續以100°/s旋轉10圈，航向角累積誤差，室溫25°C

2.3.3. 感測性能參數表

陀螺儀

Parameter	Condition	Product	Min	Type	Max	Unit	Note
量程				2000		°/s	
解析度				16bit			
比例因數	100°/s	CH104 CH108		<300 <300	350 300	ppm	轉檯正反各旋轉10圈·取平均測得
非線性	最佳擬合直線 Fs=2000°/s		-0.05	-	0.05	%Fs	在指定範圍內與最佳擬合直線的最大偏差
3dB頻寬				116		Hz	
取樣速率				1000		Hz	
零偏不穩定性	Allan Variance	CH104 CH108		2.5 1.76		°/h	測試樣品平均值
零偏重複性	Allan Variance	CH104 CH108		0.05 0.03		°/s	測試樣品平均值
角度隨機遊走	Allan Variance	CH104 CH108		0.3 0.21		°/√h	測試樣品平均值
零偏全溫變化-40-85°C	Z Y X			0.015 0.05 0.03	0.035 0.18 0.08	°/s	實驗室溫箱轉檯測得·溫升斜率小於5°C/min

陀螺儀Allan方差

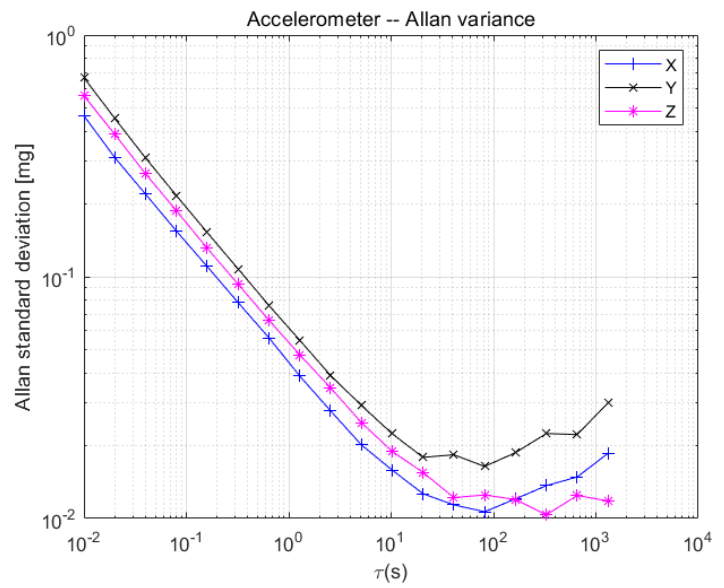
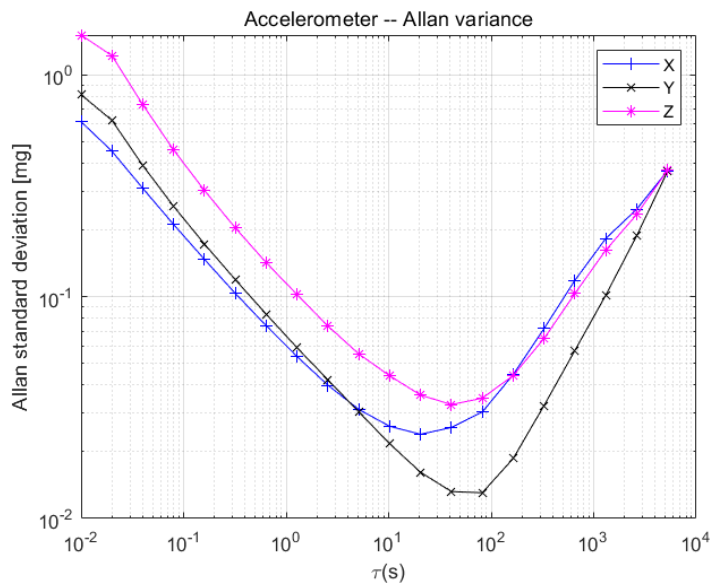


左:CH104 / 右:CH10108

加速度計參數

Parameter	Condition	Product	Min	Type	Max	Unit	Note
量程				12		g	1g = 1x 重力加速度
解析度				16bit			
初始零偏					10	mg	
非線性	最佳擬合直線Fs=3g			0.5		%Fs	在指定範圍內與最佳擬合直線的最大偏差
3dB頻寬				145		Hz	
取樣速率				1600		Hz	
零偏不穩定性	Allan Variance	CH104 CH108	30 21			ug	測試樣品平均值
零偏重複性	Allan Variance	CH104 CH108	1.5 0.6			mg	測試樣品平均值
隨機遊走	Allan Variance	CH104 CH108	0.04 0.028			m/svh	測試樣品平均值
零偏全溫變化	-40-85°C			1	2.5	mg	實驗室溫箱轉檯測得·溫升斜率小於5°C/min

加速度計Allan方差



左:CH104 / 右:CH0108

磁感測器參數

Parameter	Condition	Min	Type	Max	Unit	Note
量程		-8	-	8	Gauss	
解析度	Fs=2G		2		mGauss	
取樣速率			200Hz			
線性度	最佳擬合直線Fs=2G		0.1		Fs%	

3. 其他功能

3.1. 地磁校正

3.1.1. 校正步驟

模組內建自動地磁校正系統，不需要使用者發送任何指令，該系統在後臺自動採集一段時間內地磁場數據，並做分析比較，剔除異常數據，一旦數據足夠，就會嘗試地磁校正。所以，當使用地磁輔助(9軸)模式時，不需要使用者任何干預即可完成地磁校正。但是模組仍然提供介面來讓使用者檢查目前校正狀態。自動校正的前提是需要模組有充分的姿態變化，並且維持一定時間，內部校正系統才能蒐集不同姿態下的地磁場資訊，從而完成校正，靜止狀態下是無法進行地磁校正的。

當首次使用模組並且需要使用地磁輔助(9軸)模式時，應進行如下校正操作：



1. 檢查周圍是否存在磁場干擾：實驗室鐵質或者含有鐵質的桌子、電腦、電機、手機等旁邊都屬於常見的干擾區域。建議將模組拿到室外空曠處，即使沒有條件拿到室外，儘量將模組遠離(>0.5m)干擾源。
2. 在儘量小範圍內(位置不動，只是旋轉)，緩慢旋轉模組，讓模組盡量旋轉到最多種角度(每個軸至少都旋轉360°，持續約1分鐘)。一般情況下即可完成校正。如果始終沒能成功校正模組，說明周圍地磁場干擾比較大。
3. 如果客戶安裝位置改變(比如上一次校正是拿著模組單獨去校正的，使用的時候卻是安裝在目標裝置上)。則需要帶著目標裝置進行重新校正。
4. 使用 **LOG MAGCONFIG** 檢視地磁校正參數：

```
1 | ...
2 |
3 | MAG BIS:
4 | 0.029
5 | -22.062
6 | 11.926
```

如果MAG BIS為一個不全為0的3x1向量，說明地磁校正成功，如果MAG BIS全部為0，說明地磁校正不成功，請回到1重新開始校正步驟。

3.1.2. 常見的地磁干擾分類

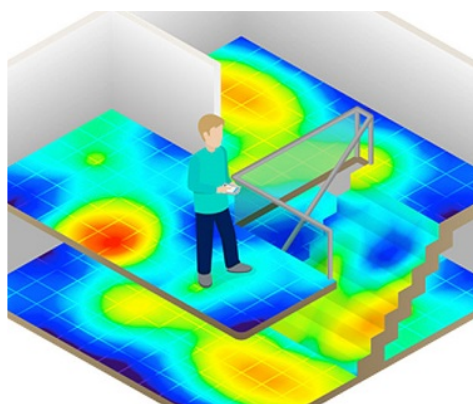
地磁干擾可分為空間磁場干擾與感測器座標系下的磁場干擾，如下圖所示：

Distortions that move with the sensor	Distortions that do not move with the sensor
	
<ul style="list-style-type: none">• Calibration errors• Hard iron effects• Soft iron effects• Etc.	<ul style="list-style-type: none">• Spatial distortions• Temporal distortions• Etc.

空間磁場干擾(干擾不隨感測器位姿改變而改變)

空間磁場干擾指的是磁場干擾處於世界座標系下，不隨感測器運動而運動。

典型干擾源：各種固定的地磁干擾源，傢俱，家用電器，連接線，房屋內的鋼筋結構等。一切不隨磁感測器運動而運動的干擾源，下圖是典型的室內磁場分佈圖。



對模組的影響：無論磁場感測器是否校正的好，這些空間磁場的干擾(或者說環境磁場不均勻)都會使得空間地磁場發生畸變。地磁補償會錯誤，無法獲得正確的航向角。他們是造成室內地磁融合難以使用的主要原因。這種干擾不能被校正，會嚴重影響地磁效能。空間磁場干擾在室內尤其嚴重。

應對措施：只能儘量避免這種干擾源

感測器座標系下的干擾(干擾隨感測器位姿改變而改變)

定義：地磁場干擾源隨感測器運動而運動

典型干擾源：與模組固定在一起的PCB板子，儀器裝置等。他們和磁感測器視為同一個剛體，隨磁感測器運動而運動。

對模組的影響：對感測器造成硬磁/軟磁干擾。這些干擾可以通過地磁校正演算法加以很好的消除。

應對措施：對模組進行地磁校正。

3.1.3. 地磁使用注意事項

在室內環境下，空間磁場干擾尤其嚴重，而且空間磁干擾並不能通過校正來消除。在室內環境下儘管模組內建均質磁場檢測及遮蔽機制，但地磁輔助(9軸)模式航向角的準確度很大程度上取決於室內磁場畸變程度，如果室內磁場環境很差(如電腦機房旁，實驗室，車間，地下車庫等)，即使校正後航向角精度可能還不如6軸模式甚至會出現大角度誤差。

模組的自動地磁校正系統只能處理和模組安裝在一起的，固定的磁場干擾。安裝環境如果有磁場干擾，這種干擾必須是固定的，並且這個干擾磁場與模組安裝之後不會再發生距離變化(例：模組安裝在一個鐵材料(機器人)之上，因為機器人金屬材料會有磁場干擾，這時就需要把機器人與模組一起旋轉校正，並且模組在使用當中是不會和機器人再分開的(發生相對位移)，一旦分開是需要再重新校正。

3.1.4. 案例分析

假設客戶想在移動機器人上使用9軸模式獲得準確的不漂移的航向角，模組安裝在機器人上(看做一個剛體)，由於機器人本身的金屬結構(部件，電路)會有一個很大的硬磁干擾，相當於上文提到的"感測器坐標系下的干擾"。這部分干擾可以被校正。由於機器人的電機啟動停止，以及機器人在室內經過各種房間的磁干擾導致空間磁場改變，會產生上文中提到的"空間磁場干擾"。這部分干擾不能被校正。兩種干擾同時存在的可能性很大，給9軸模式造成了很大挑戰。這時候建議客戶用6軸模式，如果9軸模式必須使用則要做到如下幾點：

1. 校正：必須帶著機器人一起校正(機器人足夠小)，單獨把模組拿下來校正好再安裝上去是不正確的做法。必須將機器人和模組視做一個剛體去校正才能得到正確的校正結果，具體校正環節請參考上文，校正成功後，重新上電(復位)生效。
2. 由於室內磁環境複雜，即使校正正確完成可能還是會出現較大的航線誤差，尤其是電機開關，功率改變時，對磁場影響巨大。

如果應用場合不需要地磁感測器，可以忽略地磁感測器，產品默認處於6軸模式，即地磁場不參與解算，不建議機器人行業使用9軸姿態感測器

3.2. 6軸模式與9軸模式

模式	使用環境	典型應用	優點	缺點
6軸	不用考慮磁場影響	無人駕駛 傾角檢測	姿態角輸出穩定性 完全不受磁場干擾	在沒有外界參考條件下航向角隨時間緩慢漂移
9軸	需要考慮磁場影響	指南針 尋北系統	航向角不會隨時間 漂移一旦檢測到地 磁場可快速修正航 向角指北	任何磁干擾都會使航向角準確度下降。干擾嚴重的情況下航向角無法指向正確方向。使用前需要校正感測器

支援地磁的產品，無論在哪種模式下都會輸出地磁資訊，6軸模式地磁不會參與方向角運算，9軸地磁會參與方向角運算