

建圖定位系統  
BSLAM 產品手冊

（公開文件）

賓鑫智能科技股份有限公司

更新日期：2020 年 10 月 19 日

**溫馨提示：**

產品使用前，務必請仔細閱讀產品說明書。

在使用前，請將主控器固定於穩固的平面上。

請保持主控器的乾燥，避免主機殼內的部件過熱。請勿將散熱口掩蓋或堵塞。

在將主控器與電源連接前，請確認電源電壓值，以及電源端子的連接方式符合要求。

請將電源線置於不會被踩踏的地方，且不要在電源線上堆置任何物件。

當您需連接或拔除任何設備前，須確定所有的電源線事先已被拔掉。

請留意手冊上提到的所有注意和警告事項。

設備在使用過程中出現異常情況，請找專業人員處理。

請不要將本設備置於或保存在環境溫度高於 70 °C 上，否則會對設備造成傷害。

本文檔的最終解釋權在上海賓通智慧科技有限公司，文檔的微小改動恕不另行通知。

## 目錄

1. 產品簡介.....	5
1.1 產品介紹.....	5
1.1.1 產品定位.....	5
1.1.2 目標使用者.....	5
1.1.3 產品形態.....	5
1.2 主要功能.....	6
1.3 使用環境.....	8
1. 長閉環.....	8
2. 高動態.....	9
3. 長走廊.....	10
4. 窄巷道.....	10
5. 鏡面.....	11
6. 地面不平.....	11
7. 水霧和粉塵.....	12
8. 行駛過程中雷達與牆面/物體距離極近.....	12
9. 不固定場景.....	12
10. 以上多種因素同時發生.....	12
2. 詳細說明.....	13
2.1 IPC+套裝軟體產品形態的硬體設備外觀和尺寸.....	13
2.2 感測器配置資訊.....	15
2.3 介面說明.....	15
2.4 接線步驟.....	15
3. 操作詳情.....	15
3.1 核心功能操作步驟.....	15
3.2 參數配置.....	21
3.2.1 是否開啟自啟動定位.....	21
3.2.2 已配置感測器查看.....	22
3.2.3 增加感測器.....	22
3.3 建圖.....	23
3.3.1 開啟建圖.....	23
3.3.2 錄製感測器資料.....	24

---

3.3.3 地圖管理.....	24
3.3.4 地圖調整.....	24
3.4 定位.....	25
3.4.1 定位.....	25
3.4.2 重定位.....	26
3.5 狀態監控.....	27
3.6 幫助.....	27
4. 其他注意事項.....	27
4.1 常見故障分析.....	27
4.2 License 到期.....	28

## 1. 產品簡介

### 1.1 產品介紹

#### 1.1.1 產品定位

BSLAM1.1 是 BITO 自主研發的一款建圖與定位軟體，用於為移動機器人提供穩定可靠的高精度定位資料，使移動機器人具備自主導航的能力。BSLAM1.1 支持 2D/3D 雷射雷達及 IMU 等多感測器，支援大面積、高動態等複雜場景，在理想環境下可以達到 $\pm 10\text{mm}$  定位精度，並提供易用的圖形化操作介面和通用的 TCP 資料介面，供移動機器人集成商適配和二次開發。

#### 1.1.2 目標使用者

BSLAM1.1 的目標使用者為具備二次開發能力的移動機器人集成商。在與一台移動機器人的運動控制系統完成初次資料介面適配後，實地部署階段，可以由普通現場應用工程師完成常見場景下的地圖構建和維護的操作。對於極端複雜場景，例如長閉環、高動態等環境，BITO專業的 SLAM 技術人員提供手工閉環，精修地圖，配置特殊區域，精調參數等功能，使移動機器人可以在複雜場景下依然可以穩定定位。

#### 1.1.3 產品形態

BSLAM 具有兩種產品形態，一種是 SDK 套裝軟體的形式，可以安裝在客戶的電腦/控制器上。另一種是 IPC+套裝軟體的形式，方便沒有硬體控制器的客戶使用。圖左為 SDK 套裝軟體形式，圖右為 IPC+套裝軟體形式。





## 1.2 主要功能

表 1 產品功能清單

序號	模組	功能	功能描述	標準配置	擴展配置
1	UI 友好交互	登入介面	使用者及密碼登入，保護客戶軟體的使用權限	由 bito 提供的用戶名及密碼，本版不支援用戶自設	
2		多語言	中、繁、英三語	中、繁、英三語	
3		UI 引導頁面	SLAM 的 UI 介面功能簡述及操作引導	/	
4	通用設置	感測器選型	通過 UI 介面配置建圖及定位的感測器，選擇 2D/3D 模式，可融合多感測器（IMU、裡程計）	感測器資訊輸入： frame_id 及 topic_name 目前推薦搭配感測器 2D：倍加福 R2000 3D：Velodyne VLP16	根據實際場景選擇感測器
5		感測器參數輸入	通過 UI 介面輸入感測器相對於機器人中心的安裝位置	感測器的安裝位置	
6		已配置感測器顯示	查看已經配置的感測器資訊	/	/
7		重啟軟體	修改參數後無需重啟電腦，直接一鍵快速完成重啟	/	/

8	建圖管理	掃描新地圖	通過 UI 進行 2D/3D 建圖，建圖過程即時展示建圖效果（2D 螢幕展示）	2D 模式/3D 模式建圖	是否錄製 bag 資料
9		地圖管理	地圖基礎資訊查看（名字、大小、預覽、時間、類型），地圖重命名、地圖載入、地圖刪除、地圖相關資料下載（TXT、PNG、PCD 檔）及 bag 包資料下載	/	/
10		地圖平移旋轉	通過 UI 對地圖整體進行平移旋轉	旋轉角度、平移位置，可精調、可快速粗調也可輸入數位	/
11		點雲效果查看	建圖完成後，在地圖管理頁面可以查看該地圖的 3D 點雲效果（評判地圖品質）	/	/
12		手動閉環	該功能目前沒有 UI 介面，後臺將地圖沒有閉環上的地圖進行手動閉環（環境複雜，客戶一直無法建圖成功，由 BITO 工作人員進行地圖修整服務）	通過命令操作，操作人員為 BITO 工作人員，不對外	/
13	定位管理	定位	通過 UI 即時查看機器人定位	2D 模式/3D 模式定位	/
14		即時記錄當前位姿	即時記錄機器人位置，使機器人斷電開機啟動後可以直接定位成功（斷電後機器人不移動位置）	/	/
15		點擊滑動重定位	機器人斷電後被挪動到距離原點及斷電點較遠的地方，或是移動到環境複雜的空間，通過 UI 操作給出機器人大概的位置輔助定位	局部搜索/全域搜索	/
16		地圖即時更新	無 UI 介面，若開啟該功能地圖則開始即時更新，適用於變化率高的環境或大面積的環境，該功能暫不對外，客戶不可直接操作，可以根據專案進行選擇	/	/
17	狀態監控	狀態監控	查看工作狀態、感測器狀態、定位地圖名稱、系統 CPU 及 RAM	/	/
18		異常日誌	異常日誌記錄，方便出現問題進行排查使用	/	/
19		感測器異常上報	雷達掉線、雷達遮擋等異常檢查及上報	/	1. /
20	幫助	說明頁面	查看引導頁面，下載產品相關資料（產品手	/	/

冊及產品功能介紹視頻)					
21	介面	TCP/socket 協議	SLAM 資料通過 TCP/socket 協定傳輸，實現多平臺系統相容，不約束客戶的作業系統	/	/
22	運維部署	無源碼離線安裝包	無源碼離線安裝，適用於需要 SDK 的客戶	倍加福款、VLP 款	/
23		鏡像安裝	鏡像安裝，適用於 IPC 客戶	倍加福款、VLP 款	/
24		license	限定使用時間，根據商務溝通決定產品使用時間	產品使用時間	/

### 1.3 使用環境

**BSLAM1.1** 屬於自然鐳射 SLAM，因此對於使用場景有一定要求，尤其是在需要高精度伺服的工位元，需要確保現場有足夠的靜態標誌物。在已知的適用場景下，用戶可以獨立完成現場的建圖操作。然而在以下幾種複雜場景中，由於環境缺少足夠的靜態環境資訊，**BSLAM** 無法直接實現高精度穩定定位。**BITO** 提供額外的配套服務，提供對現場環境進行改造的指導，以及專業的精修地圖和調試服務。

已知的適用場景：

空間規整且在雷達掃描範圍內，靜態特徵資訊豐富的場景。

已知的複雜場景：

#### 1. 長閉環

場景難點：

機器人需要走很長的一圈才能回到建圖的起點，這時如果累積的誤差過大，會造成閉環失敗。

對策：

1. 專業人員手動輔助閉環
2. 融合 gps 或二維碼等在關鍵點位提供全域定位。



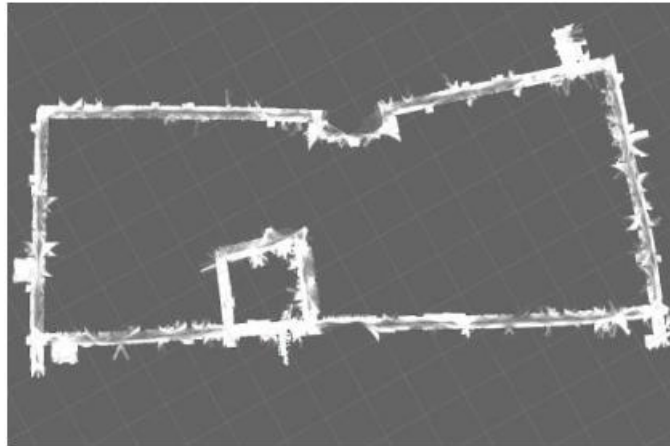


圖 2 長閉環場景示意圖

## 2. 高動態

### 場景難點：

在工廠的倉儲區，貨物頻繁移動，導致地圖頻繁變更，容易造成 SLAM 丟失定位或精度降低。

### 對策：

1. 機器人雷達安裝高於所有貨物，雷射雷達可以打到固定的牆面。
2. 在倉儲區加裝靜態隔離擋板或反光柱。
3. 局部地圖更新。



圖 3 高動態場景示意圖

### 3. 長走廊

#### 場景難點：

酒店長廊、商場長廊，辦公室長廊都是日常生活中常見的場景，這些長廊沒有明顯的特徵，會造成機器人在長走廊上運動的時候，出現建圖和定位錯誤。

#### 對策：

1. 在長廊中擺放一些綠植，可以有效改善定位建圖出現偏差的情況。但是這裡，花盆的表面最好為啞光高反表面，並且高度高於雷達掃描平面。
2. 將走廊側壁特徵化：對於走廊側壁可探測的（滿足雷達探測要求），可以採用黑色飾面每隔 3~4m 劃一個 30cm 左右的不可探測區；對於走廊側壁本身不可探測的，可以採用上述“鏡面反射表面或玻璃”中描述的方法來轉換成可探測表面，再每隔 3~4m 保留一段大約 30cm 的不可探測區。
3. 使用長距離雷達，可以直接打到走廊盡頭。



圖 4 長走廊示意圖

### 4. 窄巷道

#### 場景難點：

窄巷道大幅度遮擋雷達視野。

對策：

1. 降低運行速度；
2. 調整雷達安裝位置，使其具備更大視角。

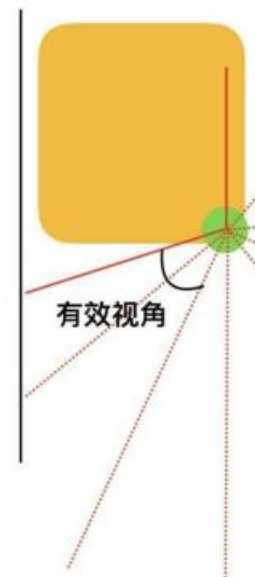


圖 5 窄通道示意圖

## 5. 鏡面

場景難點：

玻璃鏡面反射，表面拋光、光滑的牆面等，會使雷射雷達產生大量噪點，並且無特徵物。

對策：

1. 直接對鏡面反射的材料做磨砂處理或直接粘貼標準的高反啞光膠帶或磨砂膜，可顯著改善雷達回應，提高可測量距離；

## 6. 地面不平

**場景難點：**

地面不平時，尤其對於 2D 雷達，會存在雷達打到地面或者打到天花板的情況，此時做點雲匹配時會有誤匹配。

**對策：**

1. 墊平地面
2. 使用 3D 雷達

---

**7. 水霧和粉塵****場景難點：**

雷達感測器產生噪點。

**對策：**

1. 改善運行環境，減少水霧和粉塵。

---

**8. 行駛過程中雷達與牆面/物體距離極近****場景難點：**

雷達與牆面距離過近，車在某些點位靠近機台很近可視範圍少，尤其是潛伏式車型

**對策：**

2. 聯繫賓通工作人員針對宅通道配置定制區並為配置區更換特殊軟體參數

---

**9. 不固定場景****場景難點：**

場景不固定，例如機器人運行期間，工廠一些捲簾門/酒店的房間門存在隨機開關的情況，開關門後視野範圍不同，並且環境變動，與之前所建地圖不匹配

**對策：**

1. 屬於複雜場景，需要聯繫賓通工作人員針對這種場景配置特殊功能，該場景 BSLAM1.1 暫不支持

---

**10. 以上多種因素同時發生**

### 場景難點：

實際場景，很有可能同時存在以上多種影響定位的因素，比如長走廊兩邊是玻璃牆，且有行人經過；工廠環境在兩排立體貨架間的窄巷道兩邊的存貨狀態頻繁變化等。

### 對策：

1. 加裝靜態標示物比如反光柱、隔離板等；
2. 在需要伺服的工位元使用視覺伺服，保證取放精度；
3. 使用局部地圖更新。

## 2. 詳細說明

### 2.1 IPC+套裝軟體產品形態的硬體設備外觀和尺寸



圖 6 IPC+套裝軟體產品形態的示意圖

表 1 產品配置表

外觀	
尺寸	133 x 138 x 70 mm
系統	
CPU	7th Gen Intel Core (i3/i5/i7) Kaby Lake U
記憶體	Max. 32GB, 2x DDR4 SO-DIMM sockets

硬碟	1x M.2 2280 slot (SATA/PCIe3.0 x4)
有線網卡	2x GbE LAN
無線網卡	有
<b>介面</b>	
有線網口	2x LAN (RJ-45, GbE)
WIFI	支持
USB	2x USB2.0
	2x USB3.0
COM 口	1x COM (RS232)
	2x COM (RS485)
電源開關	有
<b>環境參數</b>	
電源	12-24V +/- 10% , 65W
工作溫度	0 ~ 45° C @ 0.3m/s air flow
	0 ~ 50° C @ 0.7m/s air flow
儲存溫度	-20 to 85° C
相對濕度	5 to 95% RH
<b>軟體平臺</b>	
系統版本	Ubuntu16.04 (Linux)
<b>認證</b>	
CE	有
FCC	FCC
RoHS	有

## 2.2 感測器配置資訊

表 2 推薦的感測器配置資訊表

感測器類型	型號	備註
3D 雷射雷達	Velodyne VLP16	16 線鐳射
2D 雷射雷達	倍加福 R2000	單線鐳射
IMU	Xsens MT110	姿態模組

## 2.3 介面說明

詳情請查看附件《TCP 方式與 BSLAM 通信協定 v1.0》

## 2.4 接線步驟

步驟一：將雷達插入 BITO IPC 控制器/客戶安裝了 BSLAM 軟體的控制器

注：若為客戶自己的控制器，則需要將接入雷達的網口 IP 設成：192.168.1.120

步驟二：將客戶的控制器有線網口配置為 192.168.103.102，以獲取 BSLAM 資料，並且需要將現場的無線網路也設置成 103 網段，以獲取 WEB 資料（若客戶有特殊網段需求，請與商務聯繫並修改）

注：若提供給客戶的是 BITO IPC 控制器，則公司出貨時雙網口 IP 已定義；

若客戶直接購買的 SDK 形態的產品則跳過此步驟

## 3.1 核心功能操作步驟

該部分主要說明 BSLAM 產品的正常操作流程，除此之外一些特殊功能的詳細說明請看第三部分後文

步驟一：打開 Google Chrome 瀏覽器，輸入 192.168.103.102:8080

步驟二：登入 BSLAM 軟體（預設使用者名及密碼皆為 admin）  
 步驟三：參數配置（如圖 7、8、9 所示，紅色框步驟為示例）



圖 7 BSLAM 參數配置 1

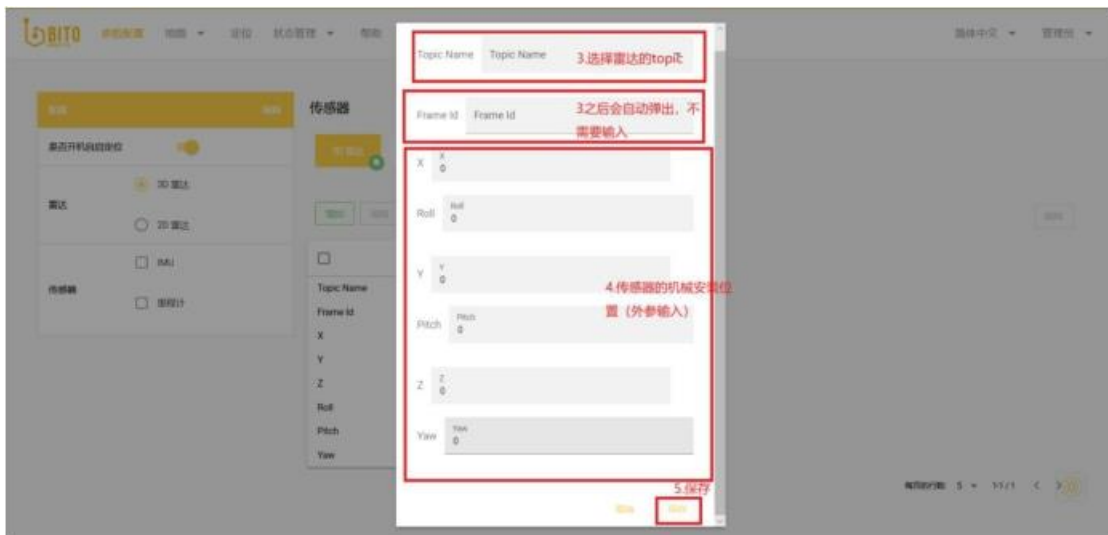


圖 8 BSLAM 參數配置 2



1. 選擇雷達 2D/3D
2. 點擊增加按鈕彈出參數輸入框
3. 選擇雷達的 topic (2D 雷達為/xxxxx/scan; 3D 雷達為/xxxxx/velodyne\_points。  
注：topic 為感測器的話題名稱，/xxxxx 為機器人主機名稱，frame\_id 當選定 topic 名字後會自動彈出，無須填寫)
4. 將感測器相對於機器人的機械安裝位置輸入框中
5. 保存
6. 點擊重啟按鈕使參數生效

IMU 直接插到 BSLAM IPC 上/客戶控制器的 USB 介面上即可使用 (IMU 的驅動包已經安裝並配置在 BSLAM 軟體中，插上即可使用)，如果使用 IMU 則與配置雷達步驟一致 (注意：IMU 默認安裝位置相對於機器人中心為 0，則參數配置中的 X, Y, Z, Roll, Pitch, Yaw 皆輸入 0)；如果使用里程計，則需要客戶通過 TCP 協定將傳輸資料給 BSLAM (詳情請看《TCP 方式與 BSLAM 通信協定 v1.0》，若客戶里程計為 ros 介面，資料結構為 nav\_msgs/Odometry，則插線後直接 UI 配置參數使用即可)，配置方式與 IMU 是一致的 (注意：里程計默認安裝位置相對於機器人中心也為 0，則參數配置中的 X, Y, Z, Roll, Pitch, Yaw 皆輸入 0)。



圖 9 BSLAM 參數配置 3

注意：如果需要修改已配置好參數的感測器 (如圖 10 所示，黑色框步驟為示例)



圖 10 BSLAM 修改已配置參數

1. 勾選需要修改/刪除的感測器
2. 點擊編輯進行修改（若刪除則選中感測器後點擊刪除按鈕，若只有一個感測器則不允許刪除）
3. 點擊重啟按鈕使配置生效

步驟四：建圖（如圖 11 所示，紅色框步驟為示例）

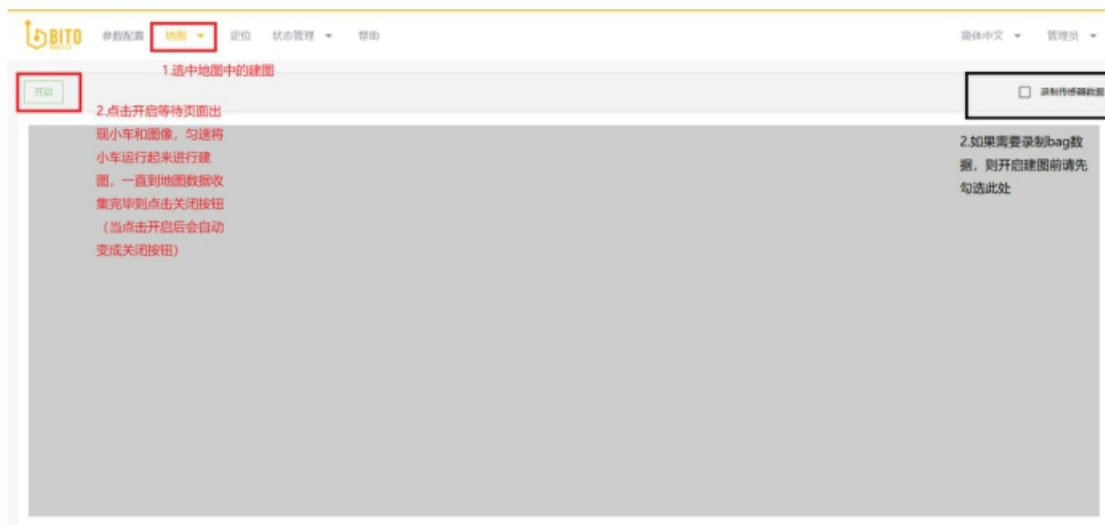


圖 11 BSLAM 開啟建圖

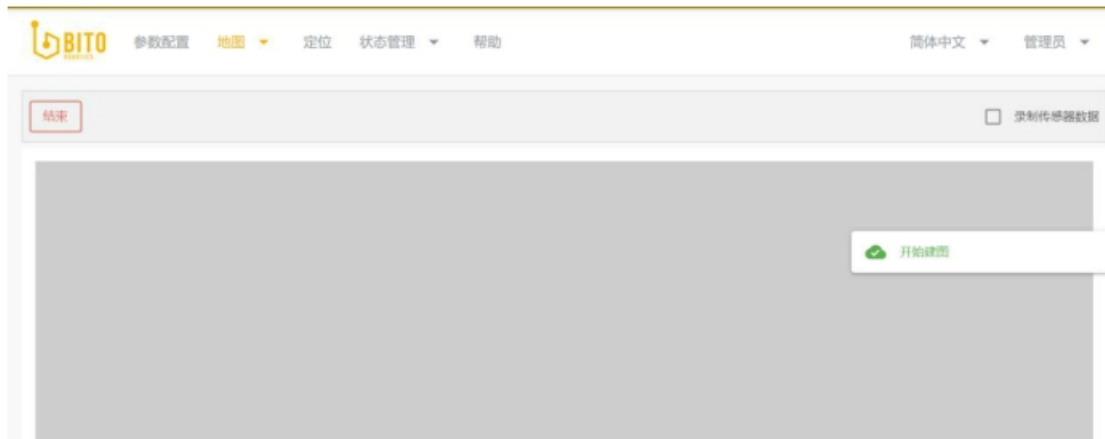


圖 12 BSLAM 建圖中

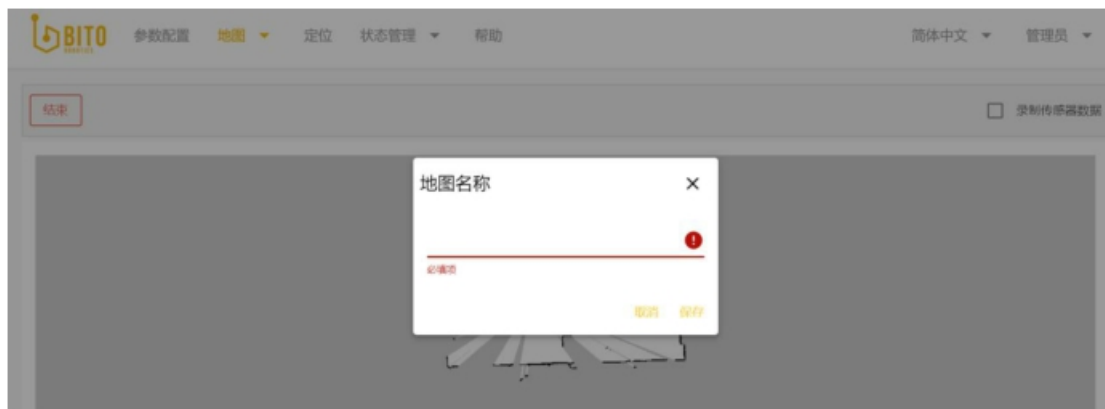


圖 13 BSLAM 保存地圖

1. 點擊地圖中的建圖
2. 點擊開啟按鈕並等待頁面出現小車和圖像，勻速運行機器人一直到介面中地圖建立完整（建議速度：線速度小於  $1\text{m/s}$ ，角速度小於  $0.3\text{rad/s}$ ，多直線行走，少轉彎），若場景複雜或者遇到異常需要收集現場資料，可以先勾選錄制感測器資料再點擊開啟按鈕
3. 點擊結束按鈕（當開啟建圖後，開啟按鈕會跳轉成結束按鈕）
4. 輸入地圖名字
5. 保存

步驟五：地圖管理頁面載入地圖（如圖 14 所示，紅色框步驟所示）



圖 14 BSLAM 地圖管理

1. 點擊地圖下的地圖管理
2. 通過預覽查看地圖效果
3. 點擊點雲查看點雲效果
4. 通過預覽和點雲效果評判地圖是否工整，是否有雜亂點/線，若地圖無問題後點擊載入按鈕用於定位

步驟六：定位（如圖 15 示，紅色框步驟所示）



圖 15 BSLAM 開啟定位

1. 進入定位介面
2. 開啟定位

若機器人位置不對，可以使用重定位功能給機器人初始位置（詳情可見後文 3.4.2 重定位及圖 20 所示）

1. 點擊重定位
2. 在地圖上滑鼠點擊不鬆開此時介面上會出現小車圖示，轉動滑鼠可發現小車頭方向變化，選定小車方向後鬆開滑鼠
3. 在介面輸入搜索範圍（範圍是基於給定機器人位置為中心的圓）
4. 點擊確認後等待機器人定位成功
5. 確認機器人位置是否正確，若不正確則重新重定位

## 3.2 參數配置

參數配置的簡單說明，參數配置原則上只需要第一次使用的時候進行參數配置，建圖與定位參數為同一個，不可建圖一套參數，定位為另一套參數。

### 3.2.1 是否開啟自啟動定位

該功能若打開，則下次開機則自動啟動定位，並且使用地圖為最後一次載入的地圖，地圖名可在狀態監控中查看。

### 3.2.2 已配置感測器查看



圖 16 BSLAM 已配參數

如圖所示為 3.1 核心功能操作步驟三中已參數配置的感測器，若下次需要使用則點擊編輯後點選保存並重啟即可。

### 3.2.3 增加感測器



圖 17 BSLAM 外參配置

點選感測器後點擊增加按鈕，輸入感測器資訊，感測器 topic 名（topic 名字為感測器資料話題的名字）為下拉清單形式輸入，不可自訂輸入（2D 默認為：/主機名稱/scan；3D 默認為：/主機名稱/velodyne\_points；IMU 默認為：/主機名稱/imu；里程計默認為：/主機名稱/odom/wheel），選擇 topic 名後，對應的 frame id 會自動顯示，frame\_id 是感測器話題中的其中一個資料，可以認為是感測器識別字。X，Y，Z，Roll，Pitch，Yaw 為感測器相對於機器人中心的機械安裝位置（里程計及 imu 默認為在機器人中心，則全部輸入 0）。保存配置後點擊右下角的重啟按鈕使參數生效即可。

### 3.3 建圖

#### 3.3.1 開啟建圖

參數配置完成後，點擊開啟建圖，等待介面上有圖像及小車出來後推著機器人行走一圈直到肉眼可見地圖建立完成（需要回到建圖原點），**建圖過程不易過快，尤其是旋轉的時候**（參

考速度：線速度 0.5-1m/s，角速度 0.3-0.5rad/s），建圖完成後保存地圖，地圖保存成功後在地圖管理頁面可查看地圖。

---

### 3.3.2 錄製感測器資料

該功能用於 BITO 售後服務使用，當客戶場景過於複雜或遇到一些異常情況需要 BITO 售後服務的時候可快速提供現場資料資訊以便支援。若需要使用該功能，則只需在開啟建圖之前勾選錄制感測器資料再開始建圖即可（詳情可見 2.4.2 核心操作步驟四中的第 2 點，圖 7 所示），地圖保存後，相應的感測器資料也會在對應的地圖後查看並下載（詳情可見 3.1 核心功能操作步驟五，圖 14 所示）。

---

### 3.3.3 地圖管理

該功能用於建圖後的地圖管理，除了基礎的重命名，刪除，下載等基礎功能，還可以查地圖點雲效果及預覽。**建圖後的地圖需要通過預覽及查看點雲評判地圖品質後再使用**（查看地圖是否工整，點雲顯示的時候查看是否有過多雜亂點雲）。

---

### 3.3.4 地圖調整

機器人擺放不正，所建地圖是歪斜的，造成視覺不美觀，可以通過平移旋轉的方式進行調整，按一下方向/方向按鈕為精調，點擊不放為粗調，也可直接輸入數字調整。

該功能同樣適用於多樓層建圖需要統一原點（其他使用方法可諮詢 BITO 人員後自行進行拓展使用）。



操作



圖 18 BSLAM 地圖調整

注：該功能需要先載入地圖開啟定位後才能使用

## 3.4 定位

### 3.4.1 定位

當載入選定地圖後，開啟定位，等機器人定位資料（如圖 19 所示）出現並穩定後可正常使用（控制器可以通過 BSLAM 的機器人狀態上報獲取機器人工作狀態，詳情請看《TCP 方式與 BSLAM 通信協定 v1.0》）。



圖 19 BSLAM 定位資料

注：使用了調整功能後的地圖，地圖原點位置變動，載入地圖後第一次會無法正常定位，需要使用重定位功能。

### 3.4.2 重定位

第一次開啟定位建議在建圖原點開啟，正常斷電重啟系統（注：斷電前定位正確，斷電後機器人不移動位置）是可以自動定位成功的，若斷電後機器人被移動並距離斷電位置較遠的地方可能會定位不成功，可使用重定位功能。

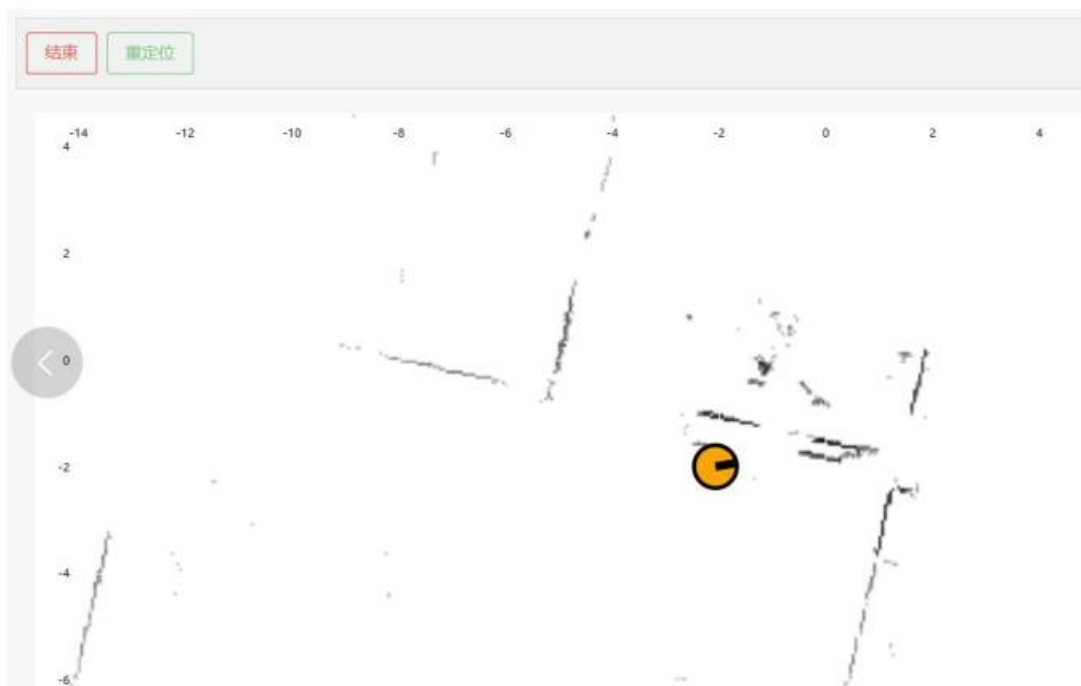


圖 20 BSLAM 重定位

點擊重定位按鈕，找到機器人在地圖上的相對位置後，在地圖上點擊（不鬆開滑鼠）並滑鼠往機器人面向方向滑動再鬆開，給出機器人大概的位姿（點擊時機器人位置，滑動是機器人頭面向方位），之後在右邊輸入框輸入搜索範圍。



圖 21 BSLAM 重定位搜索範圍

### 3.5 狀態監控

狀態監控會監控系統的 CPU 及 RAM 佔用情況，並且當感測器異常的時候除了可在狀態監控狀況看到，還會彈窗報警。

### 3.6 幫助

說明頁面主要是提供關於產品的部分資料。

## 4. 其他注意事項

### 4.1 常見故障分析

建圖異常：

6. 建圖有重影：建圖過程請緩慢低速運行（線速度 0.5m/s，角速度 0.3m/s）
7. 保存地圖失敗：建圖時間過長，小車建圖過程中請不要一直停放在原地不動

8. 保存 bag 資料失敗：資料過大、電腦記憶體過滿

定位異常：

1. 定位資料異常：定位過程中感測器異常掉線
2. 定位資料跳動過大（觀察定位介面的定位資料，如圖 19 所示，XY 單位為 M，若 XY 跳動超過 0.015m）：環境變化量超過允許範圍
3. 定位資料重複定位精度降低：感測器位置形變；環境變化量過大
4. 重定位異常：工廠環境過於相似
5. 開機自啟定位資料異常：斷電前定位資料不正確或斷電後機器人被移動位置

資料獲取異常：

1. 獲取不到資料：插拔網線；監控頁面查看工作狀態及感測器狀態

## 4.2 LICENSE 到期

當 License 到期，則無法繼續使用產品，請聯繫 BITO 的售後人員。



Error

请联系BITO客服人员

after-sale@bitorobotics.ltd

圖 22 BSLAM License 到期