

TCP 方式與 SLAM 通信協定
V1.1

（公開文件）

賓鑫智能科技股份有限公司

更新日期：2020 年 10 月 26 日

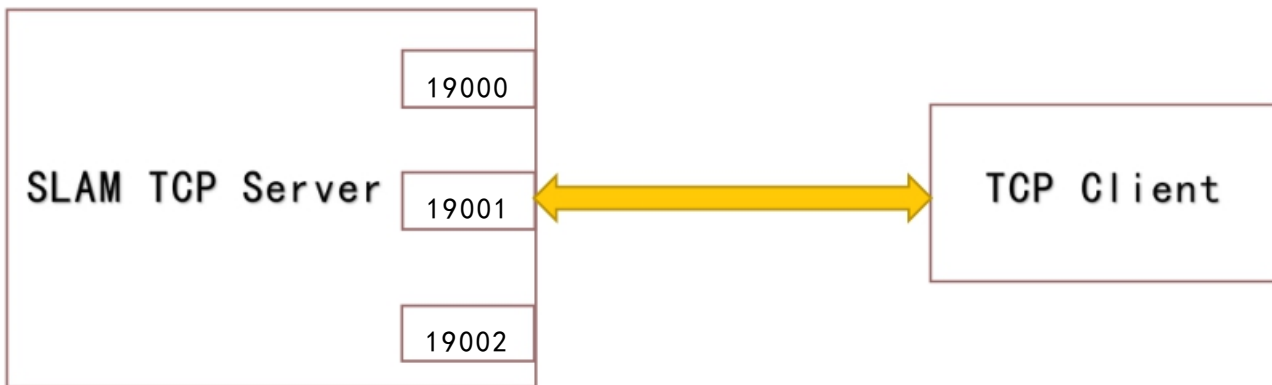
目錄

第一章 概述.....	3
1. 協議簡介.....	3
2. 報文結構.....	4
3. 報文類型目錄.....	5
4. 錯誤回饋.....	5
4.1 回饋報文結構.....	5
4.2 錯誤碼描述.....	6
第二章 通訊示例.....	7
1. 訂閱消息.....	7
1.1 訂閱位姿.....	7
1.1.1 位姿 json.....	8
1.2 訂閱定位狀態.....	8
1.2.1 定位狀態 json.....	9
1.3 訂閱 2D 點雲.....	9
1.3.1 2D 點雲 json.....	11
1.4 訂閱位姿匹配度.....	12
1.4.1 定位狀態 json.....	13
2 資料登錄.....	13
2.1 IMU 輸入.....	13
Json 資料區字元表示:.....	14
2.1.1 imu json.....	14
2.2 輪子里程計輸入.....	14
2.2.1 輪子里程計 json.....	15
3. 請求服務.....	15
3.1 重定位服務.....	15
3.1.1 重定位請求 json.....	16
3.1.2 重定位應答 json.....	17

1. 協議簡介

該協定是在使用者沒有自訂與 SLAM 模組通信協定的條件下所編寫，協定通信方式採用 TCP 方式，使用者作為一個 TCP 用戶端與 SLAM 模組服務端進行通信，服務端開設三個埠，服務端週期性傳輸的消息通過 19000 埠，客戶發送訂閱消息請求後，服務端週期性的即時傳輸所訂閱的消息，用戶端請求一次便可，非週期性資料通過 19001 埠請求傳輸，用戶端請求一次，服務端發送一次。

另一個埠 19002 作為使用者感測器資料即時輸入埠，與使用者建立連接後服務端即時性的接收使用者端的感測器資料。



19000 埠：用戶端單次請求，服務端迴圈發送即時性資料

19001 埠：用戶端單次請求，服務端單次發送所請求資料

19002 埠：用戶端與服務端建立連接後，用戶端迴圈發送即時性資料，服務端接收若出現異常，給出回饋

2. 報文結構

用戶端與服務端交互報文采用小端模式，報文采用固定頭部大小為 20 位元組，資料區為變長的 json 格式表示資料內容，報文檢錯採用 CRC32 檢錯碼，格式如下：

欄位	內容	大小 (byte)	描述
協議頭	0xAA 0x55 0xAA 0x55	4	固定協議頭部
協議版本	0x01	1	協議版本號
協議頭長度	0x14	1	協定頭長度取決於協定版本
報文序號		2	與可端請求報文一致。
報文類型		2	不同請求與應答都對應不同類型，詳見報文類型目錄
數據區長度		4	數據區的長度
保留		6	保留資料，使用者可忽略
數據區		變長	長度等於報文頭中的資料區長度
crc 校驗		4	crc 校驗碼

注：CRC32 生成多項式採用國際標準 $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

3. 報文類型目錄

報文類型	名稱	功能	埠
0x0001	relocation_req	重定位請求	19001
0x8001	relocation_res	重定位回應	19001
0x0002	get_position_req	獲得位姿請求	19000
0x8002	get_position_res	獲得位姿回應（週期性傳輸）	19000
0x0003	localization_state_req	查詢定位狀態請求	19000
0x8003	localization_state_res	查詢定位狀態回應（週期性傳輸）	19000
0x0007	match_score_req	獲得位姿匹配度請求	19000
0x8007	match_score_res	獲得位姿匹配度回應（週期性傳輸）	19000
0x0004	imu_data_req	imu 資料登錄（頻率不低於 200hz）	19002
0x8004	imu_data_res	imu 資料登錄回應（接收異常時回應）	19002
0x0005	odom_data_req	輪子里程計資料登錄（頻率不低於 50hz）	19002
0x8005	odom_data_res	輪子里程計數據回應（接收異常時回應）	19002
0x0006	get_laserscan_req	獲得 2D 雷射雷達點雲資料請求	19001
0x8006	get_laserscan_res	獲得 2D 雷射雷達點雲資料回應	19001

4. 錯誤回饋

任何情況下的錯誤回饋都是建立在通訊鏈路正常的情況下，在此基礎上服務端若接收消息出現錯誤，服務端會向提供錯誤消息的鏈路，發出錯誤消息報文，報文結構中 json 資料包含錯誤碼及相應錯誤碼的描述。

4.1 回饋報文結構

報頭：報文類型根據接收出現異常的請求類型，將其最高位置於 1 其餘不變，具體報頭格式如下

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x8xxx	xxxxxxxx	0	如下	xxxxxxxx

JSON 數據區：

欄位	類型	描述	可缺省
ret_code	number	API 錯誤碼	否
err_msg	string	錯誤資訊	否

4.2 錯誤碼描述

錯誤碼	錯誤碼解釋
-13	json 解析錯誤
-25	包頭解析錯誤
-26	未定義的消息類型
-28	資料包 crc 校驗錯誤

第二章 通訊示例

1. 訂閱消息

用戶端通過服務端 19000 埠發送訂閱所需消息請求報文，服務端 19000 埠接收到訂閱報文請求，將迴圈式發送所請求的消息。資料表示為小端模式。

1.1 訂閱位姿

16 進制請求： 55 aa 55 aa 01 14 01 00 02 00 04 00 00 00 00 00 00 00 00 00 6b
2a 9f fe

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x0002	0x00000004	0	0xfe9f2a6b

16 進制應答： 55 aa 55 aa 01 14 01 00 02 80 cf 00 00 00 00 00 00 00 00 00 7b
22 74 69 6d 65 73 74 61 6d 70 22 3a 31 33 34 34 35 30 39 35 30 34 2c 22 78
22 3a 35 2e 34 35 36 31 31 31 2c 22 79 22 3a 36 2e 33 34 35 36 31 31 2c 22
7a 22 3a 31 2e 31 32 33 34 35 36 2c 22 71 78 22 3a 31 2e 30 30 30 30 30 30
2c 22 71 79 22 3a 33 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 71 7a 22 3a 35 2e 30 30 30
30 30 30 2c 22 71 77 22 3a 36 2e 36 36 36 36 37 37 2c 22 76 78 22 3a 34 2e
31 31 31 31 31 31 2c 22 76 79 22 3a 35 2e 33 34 34 35 30 30 2c 22 76 7a 22
3a 32 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 77 78 22 3a 31 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22
77 79 22 3a 32 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 77 7a 22 3a 33 2e 30 30 30 30 30
30 7d 5c 0b 9d 68

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x8002	0x000000cf	0	如下	0x689d0b5c

JSON 資料區字元表示：

```
{"timestamp":1344509504,"x":5.456111,"y":6.345611,"z":1.123456,"qx":1.000000,
"qy":3.000000,"qz":5.000000,"qw":6.666677,"vx":4.111111,"vy":5.344500,"vz":2.
000000,"wx":1.000000,"wy":2.000000,"wz":3.000000}
```

欄位	類型	描述	可缺省
timestamp	number	定位時間戳記	是
x	number	機器人的 x 座標，單位 m	是
y	number	機器人的 y 座標，單位 m	是
z	number	機器人的 z 座標，單位 m	是
qx	number	機器人方位，四元數	是
qy	number	機器人方位，四元數	是
qz	number	機器人方位，四元數	是
qw	number	機器人方位，四元數	是
vx	number	機器人 x 方向速度，單位 m/s	是
vy	number	機器人 y 方向速度，單位 m/s	是
vz	number	機器人 z 方向速度，單位 m/s	是
wx	number	機器人 x 方向角速度，單位 rad/s	是
wy	number	機器人 y 方向角速度，單位 rad/s	是
wz	number	機器人 z 方向角速度，單位 rad/s	是

1.1.2 位姿 JSON

1.2 訂閱定位狀態

16 進制請求：55 aa 55 aa 01 14 01 00 03 00 04 00 00 00 00 00 00 00 00 04
66 3a 65

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x0003	0x00000004	0	0x653a6604

16 進制應答：55 aa 55 aa 01 14 01 00 03 80 22 00 00 00 00 00 00 00 00 7b
 22 72 6f 62 6f 74 5f 6c 6f 63 61 6c 69 7a 61 74 69 6f 6e 5f 73 74 61 74 65
 22 3a 30 7d 78 67 ec b4

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x8003	0x00000022	0	如下	0xb4ec6778

JSON 資料區字元表示：

```
{"robot_localization_state":0}
```

欄位	類型	描述	可缺省
rebot_localization_state	number	0 正常，1 重定位中，2 未準備好，3 機器人未準備好，4 機器人異常，5 機器人切換地圖中	否

1.2.1 定位狀態 JSON

1.3 訂閱 2D 點雲

16 進制請求：55 aa 55 aa 01 14 01 00 06 00 04 00 00 00 00 00 00 00 00 14

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x0006	0x00000004	0	0xfd991114

11 99 fd

16 進制應答: 55 aa 55 aa 01 14 01 00 06 80 33 03 00 00 00 00 00 00 00 00 7b
 22 6c 61 73 65 72 73 22 3a 5b 7b 62 65 61 6d 73 3a 5b 7b 22 61 6e 67 6c 65
 22 3a 30 2e 33 34 30 30 30 30 2c 22 64 69 73 74 22 3a 35 2e 30 30 30 30
 30 2c 22 69 6e 74 65 6e 73 69 74 79 22 3a 30 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 76
 61 6c 69 64 22 3a 74 72 75 65 7d 2c 7b 22 61 6e 67 6c 65 22 3a 30 2e 34 37
 30 30 30 30 2c 22 64 69 73 74 22 3a 32 2e 33 30 30 30 30 30 2c 22 69 6e 74
 65 6e 73 69 74 79 22 3a 35 2e 30 30 30 30 30 2c 22 76 61 6c 69 64 22 3a
 74 72 75 65 7d 2c 7b 22 61 6e 67 6c 65 22 3a 30 2e 36 30 30 30 30 30 2c 22
 64 69 73 74 22 3a 35 35 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 69 6e 74 65 6e 73 69 74
 79 22 3a 36 2e 30 30 30 30 30 2c 22 76 61 6c 69 64 22 3a 74 72 75 65 7d
 2c 7b 22 61 6e 67 6c 65 22 3a 30 2e 37 33 30 30 30 30 2c 22 64 69 73 74 22
 3a 36 36 2e 30 30 30 30 30 2c 22 69 6e 74 65 6e 73 69 74 79 22 3a 37 2e
 30 30 30 30 30 30 2c 22 76 61 6c 69 64 22 3a 74 72 75 65 7d 2c 7b 22 61 6e
 67 6c 65 22 3a 30 2e 38 36 30 30 30 30 2c 22 64 69 73 74 22 3a 34 2e 32 33
 34 35 30 30 2c 22 69 6e 74 65 6e 73 69 74 79 22 3a 31 2e 32 33 30 30 30 30
 2c 22 76 61 6c 69 64 22 3a 74 72 75 65 7d 2c 7b 22 61 6e 67 6c 65 22 3a 30
 2e 39 39 30 30 30 30 2c 22 64 69 73 74 22 3a 37 38 2e 30 30 30 30 30 30 2c
 22 69 6e 74 65 6e 73 69 74 79 22 3a 36 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 76 61 6c
 69 64 22 3a 74 72 75 65 7d 5d 2c 22 64 65 76 69 63 65 5f 69 6e 66 6f 22 3a
 7b 22 64 65 76 69 63 65 5f 6e 61 6d 65 22 3a 22 6c 61 73 65 72 5f 73 69 6d
 22 2c 22 6d 61 78 5f 61 6e 67 6c 65 22 3a 34 2e 31 37 30 30 30 30 2c 22 6d
 61 78 5f 72 61 6e 67 65 22 3a 31 32 33 34 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 6d 69
 6e 5f 61 6e 67 6c 65 22 3a 30 2e 33 34 30 30 30 30 2c 22 6d 69 6e 5f 72 61
 6e 67 65 22 3a 31 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 73 63 61 6e 5f 66 72 65 71 22
 3a 30 2e 32 30 30 30 30 30 2c 22 74 69 6d 65 5f 69 6e 63 72 65 6d 65 6e 74
 22 3a 31 2e 30 30 30 30 30 30 7d 2c 22 68 65 61 64 65 72 22 3a 7b 22 64 61
 74 61 5f 6e 73 65 63 22 3a 31 35 39 32 38 39 36 36 35 32 36 33 31 39 31 31
 35 32 31 2c 22 66 72 61 6d 65 5f 69 64 22 3a 22 6c 61 73 65 72 5f 6c 69 6e
 6b 22 2c 22 70 75 62 5f 6e 73 65 63 22 3a 31 32 30 30 30 30 31 32 33 34 35
 2c 22 73 65 71 22 3a 38 7d 2c 22 65 78 74 69 6e 73 69 63 73 22 3a 7b 22 78
 22 3a 31 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 79 22 3a 30 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22
 7a 22 3a 32 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 72 6f 6c 6c 22 3a 30 2e 30 30 30 30
 30 30 2c 22 70 69 74 63 68 22 3a 2d 30 2e 30 30 30 30 30 30 2c 22 79 61 77
 22 3a 30 2e 32 30 30 30 30 30 7d 7d 5d 7d a0 9b 9c 6c

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x8006	0x00000333	0	如下	0x6c9c9ba0

JSON 資料區字元表示

```

{"lasers": [{beams: [
{"angle":0.340000, "dist":5.000000, "intensity":0.000000, "valid":true},
{"angle":0.470000, "dist":2.300000, "intensity":5.000000, "valid":true},
{"angle":0.600000, "dist":55.000000, "intensity":6.000000, "valid":true},
{"angle":0.730000, "dist":66.000000, "intensity":7.000000, "valid":true},
{"angle":0.860000, "dist":4.234500, "intensity":1.230000, "valid":true},
{"angle":0.990000, "dist":78.000000, "intensity":6.000000, "valid":true}],
"device_info":
{"device_name":"laser_sim", "max_angle":4.170000, "max_range":1234.000000, "min_angle":0.340000, "min_range":1.000000, "scan_freq":0.200000, "time_increment":1.000000},
"header":
{"data_nsec":1592896652631911521, "frame_id":"laser_link", "pub_nsec":12000012345, "seq":8},
"extinsics": {"x":1.000000, "y":0.000000, "z":2.000000, "roll":0.000000, "pitch":-0.000000, "yaw":0.200000}}]}
    
```

1.3.1 2D 點雲 JSON

欄位	類型	描述	可缺省
angle	number	當前一個鐳射資料點相對雷達座標系的角度	是
dist	number	當前一個鐳射資料點的測距值	是
intensity	number	當前一個鐳射資料點的光強度值	是

valid	bool	當前一個鐳射資料點是否有效	是
device_name	string	2D 雷射雷達設備名	是
max_angle	number	鐳射掃描的所有點中相對雷達座標系的最小角度	是
max_range	number	鐳射測距的最大量程	是
min_angle	number	鐳射掃描的所有點中相對雷達座標系的最大角度	是
main_range	number	鐳射測距的最小量程	是
scan_freq	number	掃描頻率	是
time_increment	number	相鄰 2 個鐳射點雲之間掃描的時間差	是
data_nsec	number	點雲資料獲取的時間戳記，單位納秒	是
frame_id	string	雷射雷達座標系名稱	是
pub_nsec	number	點雲資料發佈的時間戳記，單位納秒	是
seq	number	當前雷達資料的序列編號，每次新資料在原來基礎上+1	是
x	number	雷射雷達在機器人坐標系下的 x 座標	是
y	number	雷射雷達在機器人坐標系下的 y 座標	是
z	number	雷射雷達在機器人坐標系下的 z 座標	是
roll	number	雷射雷達在機器人坐標系下的 roll 角	是
pitch	number	雷射雷達在機器人坐標系下的 pitch 角	是
yaw	number	雷射雷達在機器人坐標系下的 yaw 角	是

1.4 訂閱位姿匹配度

16 進制請求：55 aa 55 aa 01 14 01 00 07 00 04 00 00 00 00 00 00 00 00 00 7b
5d 3c 66

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x0007	0x00000004	0	0x663c5d7b

16 進制應答： 55 aa 55 aa 01 14 01 00 07 80 1c 00 00 00 00 00 00 00 00 00 7b
22 6d 61 74 63 68 5f 73 63 6f 72 65 22 3a 30 2e 35 32 33 34 31 30 7d 61 d2
ef bb

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x8007	0x0000001c	0	如下	0x61d2efbb

JSON 資料區字元表示：

```
{"match_score":0.523410}
```

欄位	類型	描述	可缺省
match_score	number	當前位姿下雷達點雲與地圖的匹配度	否

1.4.1 定位狀態 JSON

2 資料登錄

用戶端與服務端的 19002 埠建立連接, 連接建立後, imu 資料按照不低於 200hz 頻率, 輪子里程計 odom 按照不低於 50hz, 迴圈發送 IMU、odom 報文, 服務端接收出現錯誤將返回相應錯誤碼。

2.1 IMU 輸入

16 進制輸入： 55 aa 55 aa 01 14 01 00 04 00 50 00 00 00 00 00 00 00 00 7b
22 74 69 6d 65 73 74 61 6d 70 22 3a 31 37 33 37 33 37 2c 22 77 78 22 3a 35
2e 35 30 30 2c 22 77 79 22 3a 34 2e 35 2c 22 77 7a 22 3a 33 2e 32 2c 22 61
78 22 3a 31 2e 31 2c 22 61 79 22 3a 32 2e 33 2c 22 61 7a 22 3a 33 2e 33 7d
00 58 6d 3b

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x0004	0x00000050	0	如下	0x3b6d5800

JSON 資料區字元表示：

```
{"timestamp":173737, "wx":5.500, "wy":4.5, "wz":3.2, "ax":1.1, "ay":2.3, "az":3.3}
```

2.1.1 IMU JSON

JSON 數據區：見下表

欄位	類型	描述	可缺省
timestamp	number	定位時間戳記，單位 ns	否
wx	number	imu 坐標系 x 方向角速度，單位 rad/s	否
wy	number	imu 坐標系 y 方向角速度，單位 rad/s	否
wz	number	imu 坐標系 z 方向角速度，單位 rad/s	否
ax	number	imu 坐標系 x 軸方向加速度，單位 m/ 2	否
ay	number	imu 坐標系下 y 軸方向加速度，單位 m/ 2	否
az	number	imu 坐標系下 z 軸方向加速度，單位 m/ 2	否

16 進制輸入：55 aa 55 aa 01 14 01 00 05 00 4d 00 00 00 00 00 00 00 00 7b 22 74 69 6d 65
 73 74 61 6d 70 22 3a 31 37 33 38 32 31 2c 22 78 22 3a 32 2e 33 30 30 2c 22 79 22 3a 34 2e
 36 2c 22 7a 22 3a 33 2e 32 2c 22 76 78 22 3a 31 2e 31 2c 22 76 79 22 3a 31 2e 33 2c 22 76
 77 22 3a 33 2e 33 7d 0d 03 bf 64

2.2 輪子里程計輸入

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x0005	0x0000004d	0	如下	0x64bf030d

資料區字元表示：

```
{"timestamp":173821,"x":2.300,"y":4.6,"z":3.2,"vx":1.1,"vy":1.3,"vw":3.3}
```

2.2.1 輪子里程計 JSON

欄位	類型	描述	可缺省
timestamp	number	定位時間戳記，單位 ns	否
x	number	在 odom 坐標系下 x 座標，單位 m	否
y	number	在 odom 坐標系下 y 座標，單位 m	否
z	number	在 odom 坐標系下 z 座標，單位 m	否
vx	number	機器人坐標系下 x 方向速度，單位 m/s	否
vy	number	機器人坐標系下 y 方向速度，單位 m/s	否
vz	number	機器人坐標系下 z 方向速度，單位 m/s	否

3. 請求服務

用戶端通過服務端 19001 埠，採用一問一答的形式與服務端通訊。

3.1 重定位服務

16 進制請求： 55 aa 55 aa 01 14 01 00 01 00 3b 00 00 00 00 00 00 00 00 00 7b
22 78 22 3a 31 2e 35 30 30 2c 22 79 22 3a 32 2e 35 2c 22 7a 22 3a 33 2c 22

71 78 22 3a 31 2e 30 2c 22 71 79 22 3a 32 2c 22 71 7a 22 3a 33 2c 22 71 77

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x0001	0x0000003b	0	如下	0x2653ff53

22 3a 34 7d 53 ff 53 26

資料區字元表示：

```
{"x":1.500, "y":2.5, "z":3, "qx":1.0, "qy":2, "qz":3, "qw":4}
```

16 進制應答：55 aa 55 aa 01 14 01 00 01 80 15 00 00 00 00 00 00 00 00 7b
22 63 6f 6e 66 69 72 6d 22 3a 66 61 6c 73 65 7d cd b6 f6 0c

協議頭	協議版本	頭長度	報文序號	報文類型	數據長度	保留	json 區	CRC32
0xaa55aa55	0x01	0x14	0x0001	0x8001	0x00000015	0	如下	0x0cf6b6cd

資料區字元表示：

```
{"confirm":false}
```

3.1.1 重定位請求 JSON

欄位	類型	描述	可缺省
x	number	機器人的 x 座標，單位 m	是
y	number	機器人的 y 座標，單位 m	是
z	number	機器人的 z 座標，單位 m	是
qx	number	機器人在地圖中的定位	是
qy	number	機器人當前所執行軌跡	是
qz	number	保留	是
qw	number	保留	是

欄位	類型	描述	可缺省
confirm	bool	是否成功設置好機器人位姿	否

3.1.2 重定位應答 JSON