

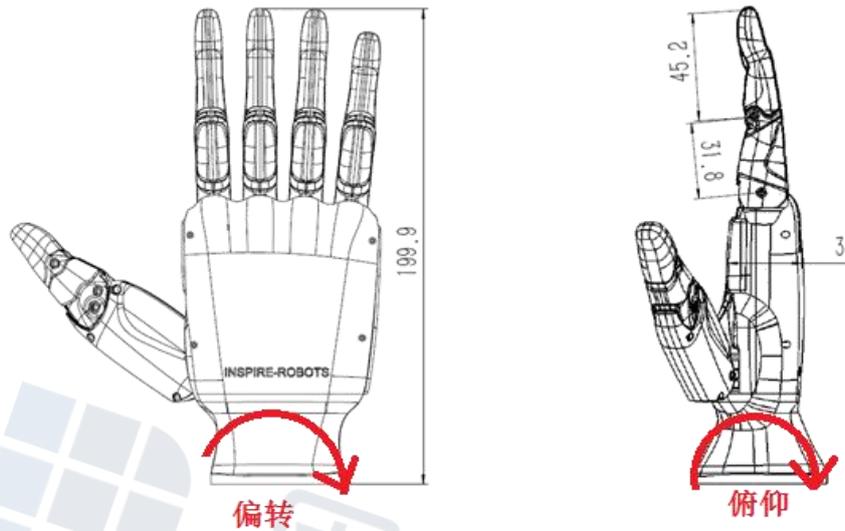
仿人五指灵巧手 手腕模块补充说明



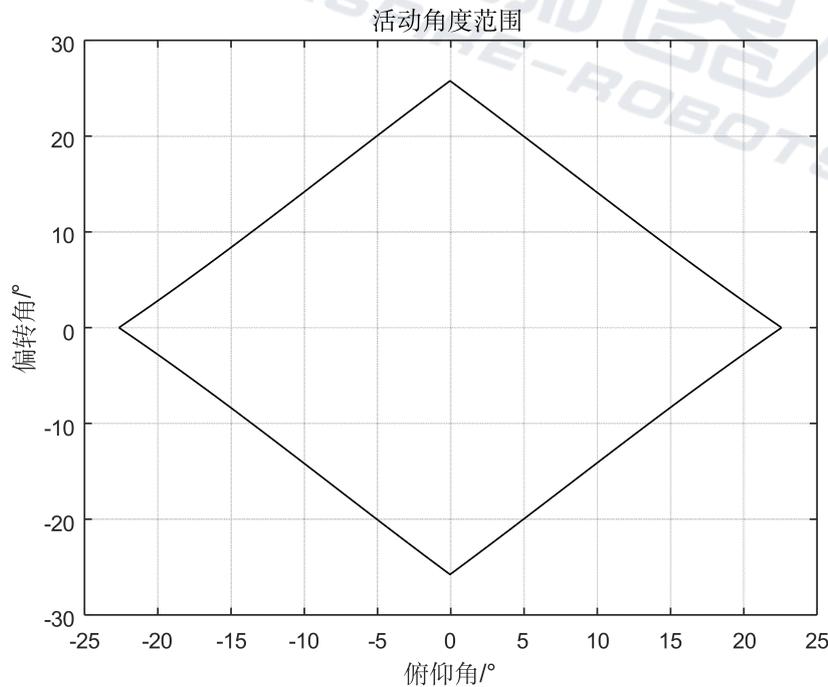
灵巧手手腕模块补充说明

1. 概述

手腕具有两自由度，分别是偏转和俯仰，如下图：



两个自由度的活动角度范围如下图所示：



俯仰角范围：[-22.66°, 22.12°]

偏转角范围：[-25.50°, 25.50°]

2. 通讯协议

2.1 寄存器说明

手腕相关的控制以及状态寄存器定义如下，设置和读取方法与灵巧手其他寄存器的读写方法相同，具体方法见灵巧手用户手册。

RS232/CAN 协议下手腕相关寄存器地址					
地址	含义	缩写	长度	读写权限	备注
1020	手腕俯仰实际角度	WRIST_PITCH_ANGLE	2byte	R	数值/100 为°, 例如 1125 表示 11.25°
1022	手腕偏转实际角度	WRIST_YAW_ANGLE	2byte	R	同上
1024	手腕 1 号伺服电缸电流	WRIST_CURRENT1	2byte	R	单位 mA
1026	手腕 2 号伺服电缸电流	WRIST_CURRENT2	2byte	R	单位 mA
1028	手腕 1 号伺服电缸故障码	WRIST_ERROR1	1byte	R	
1030	手腕 2 号伺服电缸故障码	WRIST_ERROR2	1byte	R	
1032	手腕 1 号伺服电缸温度	WRIST_TEMP1	1byte	R	
1033	手腕 2 号伺服电缸温度	WRIST_TEMP2	1byte	R	
1038	手腕偏转设置角度	WRIST_YAW_ANGLE_SET	2byte	W/R	数值/100 为°, 例如 1125 表示 11.25°
1040	手腕俯仰设置角度	WRIST_PITCH_ANGLE_SET	2byte	W/R	同上
1042	手腕运动时间设置	PROFILE_TIME_MS_SET	2byte	W/R	单位 ms, 从当前位置运动到目标位置的运行时间, 通过设置改参数来控制手腕运行速度。

2.2 RS232、RS485 读写寄存器操作

RS232、RS485 通讯参数都是 115200bps、8 数据位、1 停止位、无奇偶校验。

2.2.1. 读手腕寄存器的操作

读手腕寄存器的指令帧格式如下，其中 **Address** 为所要读取寄存器的起始地址，**Hands_ID** 是灵巧手的 ID 号，**Address_L** 为 **Address** 的低 8 位，**Address_H** 为 **Address** 的高 8 位，**Register_Length** 为所要读寄存器的长度(单位是 byte)，**checksum** 为校验和，是除应答帧头外其余数据的累加和的低字节。

	数值	说明
byte[0]	0xEB	包头
byte[1]	0x90	包头
byte[2]	ID	手腕 ID 号
byte[3]	0x04	该帧数据部分长度
byte[4]	0x30	读寄存器
byte[5]	0x46	寄存器起始地址低八位
byte[6]	0x06	寄存器起始地址高八位
byte[7]	18	读取寄存器的长度
byte[8]	Checksum	校验和

灵巧手对读寄存器指令的回复帧如下：

	数值	说明
byte[0]	0x90	包头
byte[1]	0xEB	包头
byte[2]	ID	灵巧手 ID 号
byte[3]	Register_Length+3	该帧数据部分长度
byte[4]	0x30	说明该帧是对读寄存器命令的回复
byte[5]	Address_L	寄存器起始地址低八位

byte[6]	Address_H	寄存器起始地址高八位
byte[7] ... byte[7+Register_Length-1]	Data[0] ... Data[Register_Length-1]	寄存器数值
byte[7+ Register_Length]	Checksum	校验和

举例说明，以读取手腕两个伺服电缸电流为例。伺服电缸电流存储在寄存器组 **WRIST_CURRENT** 组中，起始地址为 1024 (0x03FC)，长度为 4byte (0x04)，那么这条指令帧的格式如下：

	数值	说明
byte[0]	0xEB	包头
byte[1]	0x90	包头
byte[2]	0x01	灵巧手 ID 号为 1
byte[3]	0x04	该帧数据部分长度
byte[4]	0x30	读寄存器
byte[5]	0xFC	寄存器起始地址低八位
byte[6]	0x03	寄存器起始地址高八位
byte[7]	0x02	读取寄存器的长度
byte[8]	0x36	校验和

手腕对这条指令的回复帧如下：

	数值	说明
byte[0]	0x90	包头
byte[1]	0xEB	包头
byte[2]	0x01	ID 号
byte[3]	0x05	该帧数据部分长度 2+ 3
byte[4]	0x30	说明该帧是对读寄存器命令的回复
byte[5]	0xFC	寄存器起始地址低八位
byte[6]	0x03	寄存器起始地址高八位

byte[7] byte[8]	0x0000	转换为整形 00x0000
byte[9] byte[10]	0x000	转换为整形 0(0x0000)
byte[11]	0x35	校验和

从这条回复帧，可以得出两个伺服电缸的电流值都是 0A.

2.2.2. 写手腕寄存器的操作

写手腕寄存器的指令帧格式如下，Data[0]- Data[Register_Length-1]为所要写入的数据。

	数值	说明
byte[0]	0xEB	包头
byte[1]	0x90	包头
byte[2]	ID	ID
byte[3]	Register_Length+3	该帧数据部分长度
byte[4]	0x31	写寄存器命令标志
byte[5]	Address_L	寄存器起始地址低八位
byte[6]	Address_H	寄存器起始地址高八位
byte[7] ... byte[7+Register_Length-1]	Data[0] ... Data[Register_Length-1]	所要写入寄存器的数据
byte[7+ Register_Length]	checksum	校验和

灵巧手对写寄存器指令的回复帧如下：

	数值	说明
byte[0]	0x90	包头
byte[1]	0xEB	包头
byte[2]	ID	灵巧手 ID 号
byte[3]	4	该帧数据部分长度
byte[4]	0x31	说明该帧是对写寄存器命令的回复
byte[5]	Address_L	寄存器起始地址低八位

byte[6]	Address_H	寄存器起始地址高八位
byte[7]	1	
byte[8]	checksum	校验和

举例说明，以设置手腕（ID 为 1）的俯仰角和偏转角为 -10.00° 和 10.00° 。需要对寄存器 WRIST_YAW_ANGLE_SET (1038) 和 WRIST_PITCH_ANGLE_SET (1040) 进行修改，那么需要发送的指令为：

	数值	说明
byte[0]	0xEB	包头
byte[1]	0x90	包头
byte[2]	0x01	ID 号
byte[3]	0x07	该帧数据部分长度 4 + 3
byte[4]	0x31	写寄存器命令标志
byte[5]	0x0E	寄存器起始地址低八位
byte[6]	0x04	寄存器起始地址高八位
byte[7] byte[8]	0x18FC	-10.00° ，应将寄存器设置为 -1000(0xFC18)
byte[9] byte[10]	0xEB03	10.00° ，应将寄存器设置为 1000(0x03EB)
byte[11]	0x4D	校验和

手腕对这条指令的回复帧如下：

	数值	说明
byte[0]	0x90	包头
byte[1]	0xEB	包头
byte[2]	0x01	ID 号
byte[3]	0x04	该帧数据部分长度
byte[4]	0x31	说明该帧是对写寄存器命令的回复
byte[5]	0x0E	寄存器起始地址低八位

byte[6]	0x04	寄存器起始地址高八位
byte[7]	0x01	
byte[8]	0x49	校验和

2.3 CAN 读写寄存器操作

波特率为 1000K，采用扩展标示符、数据帧格式。不使用标准标示符及远程帧。其中扩展标示符共 29 位，从低位至高位定义如下：

bit0~13，Hand_ID 最大支持 16383 个设备。

bit14~25：要操作寄存器的起始地址。

bit26~28：读写标志位，0 表示为读灵巧手寄存器操作，1 表示为写灵巧手寄存器操作，4 表示为读灵巧手手腕寄存器操作，5 表示为写灵巧手手腕寄存器操作。

标识符	bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
含义	预留	W/R 0:R 为读灵巧手寄存器操作 1:W 为灵巧手写寄存器操作 4:R 为读灵巧手手腕寄存器操作 5:W 为写灵巧手手腕寄存器操作	寄存器地址 Address	Hand_ID

2.3.1. 读寄存器操作

读寄存器的标识符设置如下：

标识符	bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
含义	预留	4	Address	Hand_ID

数据长度为 1 Byte。

数据内容为：预读取寄存内容的长度。

灵巧手手腕收到以上指令并正确解析后会回复以下帧：

标识符：

标识符	bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
含义	预留	4	Address	Hand_ID

数据长度：返回寄存器数据的长度。

数据内容：寄存器数据。

例如欲读 ID 为 1 的灵巧手手腕的两个伺服电缸电流，应向相 CAN 总线发送一下帧：

标识符：二进制为 0001 0001 0000 0000 0000 0000 0000 0001

bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
0	4	CURRENT_ACT(0)的地址为 1024; 二进制为 010000000000	1

数据长度:1

数据内容:4,两个伺服电缸电流分别都为 一个整型数据，数据长度为 2byte。

灵巧手返回帧如下：

标识符：二进制为 0000 0001 1000 0100 0000 0000 0000 0001

bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
0	4	CURRENT_ACT(0)的地址为 1024; 二进制为 010000000000	1

数据长度:4

数据内容如下，伺服电缸电流是整型，需要将下面数据转化为整型（低字节在前，高字节在后），高低字节交换后的 16 进制为 0x0000，转化为 10 进制为 0。

byte0	byte1	Byte2	Byte3
0x00	0x00	0x00	0x00

2.3.2. 写寄存器操作

写寄存器的标识符设置标识符：

标识符	bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
含义	预留	5	Address	Hand_ID

数据长度：欲写入寄存器内数据的长度。

数据内容：欲写入寄存器内的数据。

灵巧手收到以上指令并正确解析后会回复以下帧：

标识符	bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
含义	预留	5	Address	Hand_ID

数据长度：0

例如欲将 ID 为 1 的灵巧手手腕的俯仰角和偏转角为 -10.00° 和 10.00° ，应向相

CAN 总线发送一下帧：

标识符：二进制为 0001 0101 0000 0011 1000 0000 0000 0001

bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
0	5	ANGLE_SET(0)的地址为 1492; 二进制为 010000001110	1

数据长度:4

数据内容如下，设置手腕的俯仰角和偏转角为 -10.00° （0xFC18）和 10.00° （0x03EB）。

byte0	byte1	Byte2	Byte3
0xFC	0x18	0x03	0xEB

灵巧手返回帧如下：

标识符：二进制为 0001 0101 0000 0011 1000 0000 0000 0001

bit 31-29	bit 26-28	bit14-25	bit 13-0
0	5	ANGLE_SET (0)的地址为 1038; 二进制为 010000001110	1

数据长度:0