**慧灵机械手臂SDK开发包说明文档**

* **C#版本**

运行环经：vs2010运行库、net framework 4.0以上框架；

开发环经：vs2010以上开发工具。

**1、准备工作**

* 新建c#工程，复制对应版本的库文件到相应的文件夹下，包括ClassLibrary\_ControlBean.dll，share.dll，server.exe，small\_scara\_interface.dll，32位应用复制到bin\Debug下，64位复制到bin\x64\Debug下；
* 工程中添加将ClassLibrary\_ControlBean.dll添加到引用中
* 主程序中添加using TcpserverExDll；using ControlBeanExDll；
* 首先调用 TcpserverEx.net\_port\_initial()初始化网络；
* 调用TcpserverEx.card\_number\_connect(int card\_number)查询设备是否已连接；
* 调用ControlBeanEx robot= TcpserverEx.get\_robot(int card\_number)，获得对应机械臂实例；
* 调用robot.initial(int generation,float z\_travel)初始化机械臂
* 调用robot. set\_arm\_length(float l1,float l2)设置机械臂关节1（大臂），关节2（小臂长度）如不调用此函数默认l1=200,l2=200；
* 初始化完成后，调用 robot.unlock\_position()解锁机械臂；

10，解锁后，通过调用robot的其他控制函数控制机械臂；

**2、函数说明**

1）TcpserverEx类：

成员函数如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **函数名** | **传入参数说明** | **返回值说明** |
| 1 | static void net\_port\_initial()  说明：用于初始化网络服务器； | 无 | 无 |
| 2 | static int card\_number\_connect(int card\_number);  说明：查询机械臂是否已连接； | 1)card\_number 机械臂对应的ID号(机械臂IP地址的第四位) | =0 未连接  =1 已连接  =2 传入参数错误  =101 传入参数NAN |
| 3 | static ControlBeanEx get\_robot(int card\_number);  说明：获取机械臂实例； | 1)card\_number 机械臂对应的ID号(机械臂IP地址的第四位) | 返回机械臂实例 |
| 4 | static void close\_tcpserver();  说明：关闭网络服务器 | 无 | 无 |

2）ControlBeanEx类

成员变量：

float x;//机械臂设定位置x坐标(mm)

float y; //机械臂设定位置y坐标(mm)

float z; //机械臂设定位置z坐标(mm)

float angle1; //机械臂设定位置关节1坐标(deg)

float angle2; //机械臂设定位置关节2坐标(deg)

float rotation;// //机械臂设定位置关节4坐标(deg)

bool communicate\_success;//上位机与机械臂连接情况，true已连接，false未连接

bool initial\_finish;//机械臂初始化情况，true已初始化，false未初始化

bool move\_flag;//机械臂运动情况，true正在运动，false运动结束

bool servo\_off\_flag;//机械臂伺服情况，true伺服关闭，false，伺服开启

--  **以上变量需要调用get\_scara\_param()后更新；**

bool isReach\_after\_judge;//

--  **以上变量需要调用judge\_position\_gesture()返回ture，后更新；**

float angle1\_after\_judge;// judge\_position\_gesture()函数中x,y坐标对应的关节1角度坐标

float angle2\_after\_judge; // judge\_position\_gesture()函数中x,y坐标对应的关节2角度坐标

--  **以上变量需要调用judge\_position\_gesture()返回ture，并且angle2\_after\_judge=true后更新；**

int efg\_type;

float efg\_distance;

-- **以上变量需要调用**get\_efg\_state()**返回1后更新；**

功能相关成员函数：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **函数名** | **传入参数说明** | **返回值说明** |
| 1 | int initial(int generation, float z\_travel);  说明：初始化机械臂相关参数 | 1)generation  Z-Arm机型传入1  Snake机型传入2  2)z\_travel  机械臂上下最大行程 | =0 尚未建立通讯，本次初始化不成功；  =1 正在初始化；  =2 generation参数错误；  =3机械臂当前位置不在限定范围；  =11 手机端正在控制，本次初始化不成功  =12 z\_travel传输错误  =101 传入参数NAN |
| 2 | void get\_scara\_param();  说明：更新机械臂当前状态，调用该函数后成，员变量x,y,z,angle1,angle2,rotation, communicate\_success, initial\_finish,  move\_flag,servo\_off\_flag更新，初始化后调用有效； | 无 | 无 |
| 3 | void set\_arm\_length(float l1, float l2);  说明：设置关节1，关节2臂长，如不调用Z-Arm，Snake默认200，200； | 1)l1  关节1长度  2)l2  关节2长度 | 无 |
| 4 | int unlock\_position();  说明：解锁函数，控制机械臂前，一定要先解锁； | 无 | =0 未连接  =1 已连接 |
| 5 | bool is\_connected();  说明：查询机械臂是否连接 | 无 | =true 已连接  =false 未连接 |
| 6 | int get\_card\_num();  说明：获取机械臂id号,初始化后调用； | 无 | 返回机械臂id号 |
| 7 | int get\_joint\_state(int joint\_num);  说明：获取关节状态，初始化后调用有效； | 1)joint\_num  关节编号 | =0 关节发生复位，需要重新初始化，  =1 关节正常，可以运动  =2传入参数错误  =3未初始化  =4 关节状态获取失败（旧机型不支持）  =5 发生碰撞;  =6 处于拖动模式; |
| 8 | bool set\_drag\_teach(bool state);  说明：**仅Z-Arm机型支持**，开启拖动示教模式，关节3以外其他关节可以拖动，初始化后调用有效； | 1)state  true开启  false关闭 | =true 设置成功  =false 设置失败 |
| 9 | bool get\_drag\_teach();  说明：**仅Z-Arm机型支持**，获取机械臂是否处于拖动示教模式，初始化后调用有效； | 无 | =false 处于非拖动示教模式  =true 处于拖动示教模式 |
| 10 | bool set\_cooperation\_fun\_state(bool state);  说明：**仅Z-Arm机型支持**，设置是否开启碰撞检测状态，初始化后调用有效； | 1)state  true 开启碰撞检测功能  false 关闭碰撞检测功能 | =true 设置成功  =false 设置失败 |
| 11 | bool get\_cooperation\_fun\_state();  说明：**仅Z-Arm机型支持**，，获取当前是否开启碰撞检测，初始化后调用有效 | 无 | =true 当前开启  =false 当前关闭 |
| 12 | bool is\_collision();  说明：**仅Z-Arm机型支持，**判断机械臂是否发生了碰撞检测，初始化后调用有效； | 无 | =true 发生碰撞，碰撞后可调用  set\_cooperation\_fun\_state（false)接触警报；  =false 未发生碰撞 |

运动相关函数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **函数名** | **传入参数说明** | **返回值说明** |
| 1 | int set\_position\_move(  float goal\_x,  float goal\_y,  float goal\_z,  float rotation,  float speed,  float acceleration,  int interpolation,  int move\_mode); | 1)goal\_x  目标点的x坐标值，单位mm  2)goal\_y  目标点的y坐标值，单位mm  3)goal\_z  目标点的z坐标值，单位mm  4)rotation  目标点的J4角度值，单位deg  5)speed  运行速度 mm/s，只运动rotation为deg/s  6)acceleration  T形插补时的加速度值，  仅当interpolation=2时有效；  7)interpolation  1为s型曲线插补，2为T型曲线插补  8)move\_mode  =1为MOVEJ  各个关节从当前位置移动到目标位置，中间运动轨迹一般不为直线  =2为MOVEL  当前位置到目标位置的运动轨迹为直线（如果可以到达） | =0 机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1 本次指令生效，机械臂开始移动  =2设置速度小于等于零  =3尚未初始化  =4 MOVEL运动方式下，中间过程点发生越界，无法到达，机械臂将停止不在运动  =6机械臂伺服未开启  =7 MOVEL运动方式下，存在中间过程点无法以机械臂当前姿态（手系）达到，机械臂将停止不在运动  =8 设置加速度小于等于零  =9 插补方式参数错误  =10 move\_mode移动方式错误  =11手机端在控制=12 z\_travel传输错误  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 2 | int set\_angle\_move(  float angle1,  float angle2,  float z,  float rotation,  float speed); | 1)angle1  目标点关节1的绝对角度，单位 deg  2)angle2  目标点关节2的绝对角度，单位deg  3)z  目标点关节3的绝对坐标，单位mm  4)rotation  目标点关节4的绝对坐标，单位deg  5)speed  运行速度 单位  判断当前位置和目标点之间各关节角度的差值，同时除以speed，得到各关节运动时间，取较长时间为最终的运动时间，在反算出各关节实际的运行速度 | =0 机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1 本次指令生效，机械臂开始移动  =2设置速度小于等于零  =3尚未初始化  =4位置点发生越界  =6机械臂伺服未开启  =11手机端在控制  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 3 | int xyz\_move(  int direction,  float distance,  float speed); | 1)direction  =1 x轴方向运动  =2 y轴方向运动  =3 z轴方向运动  2)distance  direction方向上相对于当前位置的偏移量  3)speed  单位mm/s | =0 机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1 本次指令生效，机械臂开始移动  =2设置速度小于等于零  =3尚未初始化  =4过程点无法到达  =5 方向参数错误  =6机械臂伺服未开启  =7存在中间过程点无法以机械臂当前姿态（手系）达到，机械臂将停止不在运动  =11手机端在控制  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 4 | int single\_joint\_move(  int axis,  float distance,  float speed); | 1)axis  输入1或2或3或4，分别对应关节1-关节4  2)distance  相对于当前位置移动距离，  当axis=3时，distance单位为mm，axis=1或2或4时，distance单位deg  3)speed  移动速度，  当axis=3时，speed单位为mm/s，axis=1或2或4时，speed单位deg/s | =0 机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1 本次指令生效，机械臂开始移动  =2设置速度小于等于零  =3尚未初始化  =4 目标位置无法到达  =5 输出轴号参数错误  =6机械臂伺服未开启  =11手机端在控制  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 5 | int trail\_move(  int point\_number,  float\* x,  float\* y,  float\* z,  float\* r,  float speed);  说明：将一段轨迹中所有的点坐标的x(mm),y(mm),z(mm),r(deg)四个自由度用四个 float数组表示，并指明点总数和运行速度，传进trail\_move函数中；  注意：轨迹中相邻两点之间的之间的直线距离要等于1mm | 1)point\_number  需要执行的点数  2)\*x  x坐标数组的首地址,数组中数据的单位为mm  3)\*y  y坐标数组的首地址,数组中数据的单位为mm  4)\*z  z坐标数组的首地址,数组中数据的单位为mm  5)\*r  r坐标数组的首地址,数组中数据的单位为deg  6)speed 运行速度 | =0 机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1 本次指令生效，机械臂开始移动  =2设置速度小于等于零  =3尚未初始化  =4 轨迹中第一个点发生越界  =6机械臂伺服未开启  =11手机端在控制  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 6 | int change\_attitude(  float speed); | 1)speed  变换手系时的关节速度（deg/s），会判断两个手系之间关节角度的差值，同时除以speed，得到各关节运动时间，去较长时间为最终的运动时间 | =0机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1本次指令生效，机械臂开始移动  =2 传入的速度小于等于0  =3 尚未初始化  =4 另一姿态无法到达  =6伺服未开启  =11 手机端正在控制  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 7 | void stop\_move();  说明：结束机械臂当前正在执行的指令 | 无 | 无 |
| 8 | void servo\_off();  说明：关闭伺服 | 无 | 无 |
| 9 | bool servo\_on();  说明：开启伺服 | 无 | 无 |
| 10 | bool is\_robot\_goto\_target();  说明：判断机械臂是否到达目标点，判定标准为set\_allow\_offset\_at\_target\_position函数传入的四个参数 | 无 | =true 已到达  =false 未到达 |
| 11 | void set\_allow\_offset\_at\_target\_position(float x\_distance, float y\_distance, float z\_distance, float r\_distance); | 1)x\_distance  x坐标偏差  2)y\_distance  y坐标偏差  3)z\_distance  z坐标偏差  4)r\_distance  r坐标偏差 | 无 |
| 12 | void set\_catch\_or\_release\_accuracy(  float accuracy);  说明：机械臂竖直向下运动时，到达目标点的所能允许的误差 | 1)accuracy 所能允许的误差 | 无 |
| 13 | bool judge\_in\_range(  float x,  float y,  float z,  float rotation);  说明：判定传入坐标可否到达； | 1)x  x坐标  2)y  y坐标  3)z  z坐标  4)rotation  x坐标 | =true 可以到达  =false 无法到达 |
| 14 | bool judge\_position\_gesture(  float x, float y);  说明：判断调用set\_position\_move()函数,move\_mode=1，机械臂从当前位置运动到x，y坐标，在x，y坐标点关节1，关节2的角度坐标,move\_flag=0是，调用有效； | 1)x  目标点x坐标  2)y  目标点y坐标 | =ture  调用成功  =false  调用失败，机械臂正在运动 |
| 15 | int joint\_home(  int joint\_num);  说明：可使机械臂关节在已连接，但未初始化时，回到零位，调用成功后，机械臂恢复未初始化状态； | 1)joint\_num  关节编号 | =0 未连接  =1调用成功  =2传入参数错误  =3机械臂正在初始化 |
| 16 | int movel\_xyz(  float goal\_x, float goal\_y, float goal\_z, float goal\_r, float speed);  说明：r轴轴心运动轨迹为直线，初始化成功后可以调用，调用后函数立刻返回，可再次调用，动态链接库可保存1001个点位，此时有两种情况：   1. 如果机械臂距离上次的目标点仍有一定距离时，机械臂将不会在上次的目标停留，而是以一定的速度通过改点，并去往该目标点， 2. 如果机械臂距离上次的目标点小于一定距离时，机械臂将减速运行到上次的目标点，并在该点速度为0，而后开始加速去往该目标点。 | 1. goal\_x坐标，单位mm 2. goal\_y坐标，单位mm 3. goal\_z坐标，单位mm 4. goal\_r坐标，单位mm 5. goal\_speed坐标，单位mm/s | =0 机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1 本次指令生效，机械臂开始移动  =2设置速度小于等于零  =3尚未初始化  =4 此运动方式下，中间过程点发生越界，无法到达，机械臂将停止不在运动  =6机械臂伺服未开启  =7 MOVEL运动方式下，存在中间过程点无法以机械臂当前姿态（手系）达到，机械臂将停止不在运动  =11手机端在控制  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 17 | int movej\_xyz(  float goal\_x, float goal\_y, float goal\_z, float goal\_r, float speed, float roughly);  说明：r轴轴心运动轨迹为曲线，初始化成功后可以调用，调用后函数立刻返回，此时函数可再次调用，动态链接库可保存4个点位；目标点实际姿态依据开始点，即优先选择当前姿态； | 1. goal\_x坐标，单位mm 2. goal\_y坐标，单位mm 3. goal\_z坐标，单位mm 4. goal\_r坐标，单位mm 5. goal\_speed坐标，单位mm/s 6. roughly工差，无单位取值范围[0,1]   =0时，机械臂将减速运行至该目标点，同时在该点速度为0；  =1时，如果该点后没有新的目标点，运动情况等同于=0时；如果有新的目标点，机械臂将以一定速度在该点周围通过，并去往下一个目标点； | =0 机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1 本次指令生效，机械臂开始移动  =2设置速度小于等于零  =3尚未初始化  =4 此运动方式下，中间过程点发生越界，无法到达，机械臂将停止不在运动  =6机械臂伺服未开启  =11手机端在控制  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 18 | int movej\_angle(  float angle1, float angle2, float goal\_z, float goal\_r, float speed, float roughly);  说明：r轴轴心运动轨迹为曲线，初始化成功后可以调用，调用后函数立刻返回，此时函数可再次调用，动态链接库可保存4个点位； | 1. goal\_angle1坐标，单位mm 2. goal\_angle2坐标，单位mm 3. goal\_z坐标，单位mm 4. goal\_r坐标，单位mm 5. goal\_speed坐标，单位mm/s 6. roughly工差，无单位取值范围[0,1]   =0时，机械臂将减速运行至该目标点，同时在该点速度为0；  =1时，如果该点后没有新的目标点，运动情况等同于=0时；如果有新的目标点，机械臂将以一定速度在该点周围通过，并去往下一个目标点； | =0 机械臂正在运行其他指令，本次制定无效  =1 本次指令生效，机械臂开始移动  =2设置速度小于等于零  =3尚未初始化  =4 此运动方式下，中间过程点发生越界，无法到达，机械臂将停止不在运动  =6机械臂伺服未开启  =11手机端在控制  =101 传入参数NAN  =102 发生碰撞，无法运动  =103 关节发生复位，需要重新初始化； |
| 19 | bool wait\_stop()  说明：初始化后调用有效，阻塞至机械臂运动结束 | 无 | =true 运动结束  =false 无意义，为预留值 |
| 20 | void clear\_move\_list\_buf()  说明：初始化后调用，将删除movel\_xyz，movej\_xyz,movej\_angle三个函数的目标点至两个点位； | 无 | 无 |
| 21 | int pause\_move();  说明：初始化后调用，暂停机械臂的运动，函数返回后，经过一定延时（几百毫秒），将实际停止运动 | 无 | 默认返回1 |
| 22 | int resume\_move()  说明：初始化后调用，恢复机械臂的运动 | 无 | 默认返回1 |