

# Robomaster2023南工骁鹰电控组考核

## 第一次考核（C语言）试题

### 0：作答须知

- Task 1 请自行新建Word文档作答，并命名为 `task1.docx`。
- Task 2 请新建 `.c` 文件作答，并放入名为“task2”的文件夹。
- Task 3 请新建名为“task3”的文件夹，用以存放整个工程文件和以及任务报告。
  - 工程文件指整个工程，包括源代码等。编译平台不限。
  - 任务报告包含两部分，第一部分为任务三前面的简答题；第二部分为任务三的效果展示截图，请截图展示所有已经实现的效果，并对运行环境、条件等予以说明。任务报告请使用pdf格式提交，命名为 `task3报告.pdf`。
- 请将以上三个任务所需提交的文件放在一个文件夹中，并将其转为压缩包后上交。提交格式和要求如下：
  - 格式：压缩格式可使用rar/zip/7z等常见格式。
  - 命名：命名形式为“姓名-学号-第一次考核”，例如“张三-220320466-第一次考核.rar”。
  - 请确认无误后将整个压缩包通过邮件的方式提交至如下邮箱地址：`1739364530@qq.com`，邮件标题同压缩包命名。
- 作答限制
  - 不允许他人协助作答，考试期间和他人交流如有涉及到题目相关内容视为作弊（培训群提问除外）。允许在互联网上搜索相关资料。
  - 作答不限地点，但有规定的截止时间。
- 考核结束后会有一次面试，面试时会根据本次测试中所提交的task2和task3的代码提出一些简单的问题。请尽可能在面试时带上自己的电脑，用以现场展示运行task3的代码。task3给分分为两部分：笔试和面试。笔试给分依据为提交源码和任务报告，面试给分依据为面试时的答题情况和展示效果。
- 附：提交的整个文件夹结构示例：



### Task I：简答题 (9\*2分)

请尽量突出要点，准确表述。

1. 简述C语言关键字 `volatile` 的含义。
2. 简述C语言关键字 `static` 的含义。
3. 什么是格式化输出？有哪些函数可以实现格式化输出？
4. `&` 和 `&&` 的区别是什么？
5. C语言中字符串是怎样存储的？
6. 如何限制一个变量只能在本文件中所使用？

7. 数组作为参数传入函数，传递是数组的值还是数组的指针？
8. 写一个宏定义，命名为 MIN，功能为实现【输入两个参数返回较小的一个】
9. 嵌入式系统经常需要对变量或寄存器进行位操作。现给定一个8位整形变量(uint8\_t) **a**，请写出两个函数，要求这两个函数均只有一个输入参数和一个返回值，其中一个函数的功能是将**a**的第五位赋值为0，另一个函数的功能是将**a**的第五位赋值为1。

## Task II: C语言程序设计 (5\*4分+2分)

链表问题：

### 约定

在下面的问题中，使用的定义如下：

```
struct node {  
    int          data; //数据域的数据，有一个int  
    struct node* next; //指针域  
}  
  
typedef struct node  node_t;  
typedef struct node* nodeptr_t;
```

### 问题

请实现如下函数。函数的功能和接口均已给出，其中功能及参数的意义见函数前的注释。请据此完成函数体以实现其完整功能。在完善这些函数的同时，最好编写代码对其功能进行测试，请将所有函数和测试用代码写在同一个.c文件中并上交该文件。

#### 1. Count()

```
/**  
 * Count - 返回一个链表里给定整数的出现次数  
 *  
 * @head:      查找的链表的头指针  
 * @value:     需要查找的值  
 */  
int Count(nodeptr_t head, int value);
```

#### 2. GetNth()

```
/**  
 * GetNth - 返回给定链表在给定索引处的data。  
 *  
 * @head:      给定的链表头指针  
 * @index:     索引，即链表从头部开始的计数值  
 */  
int GetNth(nodeptr_t head, int index);
```

### 3. DeleteList()

```
/**
 * DeleteList - 删除链表并置头指针为 NULL
 *
 * @headRef:    指向链表头指针的指针。
 */
void DeleteList(nodeptr_t* headRef);
```

### 4. SortedInsert()

```
/**
 * SortedInsert - 向已排序的链表中插入新节点。排序指按照data大小对链表进行排序
 *
 * @headRef:    已排序的链表
 * @newNode:    新的节点
 */
void SortedInsert(nodeptr_t* headRef, nodeptr_t *newNode);
```

### 5. InsertSort()

```
/**
 * InsertSort - 链表的插入排序
 *
 * @headRef:    链表的头指针的指针
 */
void InsertSort(nodeptr_t* headRef)
```

## task III：大作业：“云台控制模拟” (40分，不包括拓展题)

云台是RM比赛用机器人的重要模块之一，完整的云台提供空间中的三个自由度（yaw,pitch,roll），目前的RM比赛中一般只使用其中的yaw轴和pitch轴。我们可以使用C语言程序对云台进行建模，并模拟对云台的控制过程。本题中为了简化只研究pitch轴。

### 请完成下列简答：

请在搜索查阅资料后,根据自己的理解作答。

#### 简答一

请用自己的语言阐述什么是开环控制，什么是闭环控制，同时比较二者的优势和劣势并说明。

#### 简答二

简述PID控制。

### 请完成下列题目，实现对应的要求即可

## 题目一

完成简答二后你应该对pid控制有了基本的了解，我们在附件中给出了机器人控制中实现该控制算法的文件样例，即pid.c和pid.h。其中pid.c并不完整，请根据注释的提示将其补全。

## 题目二

完成控制算法之后，我们需要对云台本身进行建模，并且用代码实现各个物理量的可视化，即每一个可变的物理量都对应代码中的一个变量。这些物理量满足下面的关系：（为了让没有大学物理基础的同学也可以理解，这里提供了可以直接使用的公式以方便作答）

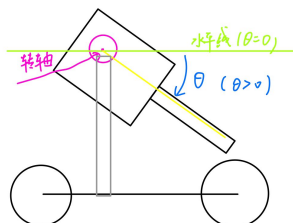
我们对pitch轴进行简化建模，它的物理模型可以简化为：

$$mgr \cdot \cos(\theta) + M + M_f = I\beta$$

其中

$$\beta = \frac{d\omega}{dt}$$
$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

其中， $\theta$ 为云台pitch轴当前旋转角度相对于云台放置于水平位置时旋转角度的差值,我们规定 $\theta$ 向下为正（如图）； $\omega$ 为 $\theta$ 对时间 $t$ 的导数； $\beta$ 为 $\omega$ 对时间 $t$ 的导数。关于变量求导的实现，网络上有一些相关资料，同时会需要调用毫秒级的时间戳的库，均可以通过搜索引擎查询具体方法。



$M$ 为电机的输出扭矩

而

$$m、g、r、I$$

均为常数，分别为：质量、重力加速度、质心和转轴间的距离、云台绕pitch轴转动的转动惯量

假设常量的数值分别为：（均统一取国际单位制）

<b>m</b>	<b>5</b>
<b>g</b>	9.8
<b>r</b>	0.05
<b>I</b>	0.02

此外有阻力矩  $M_f = -0.01 * \dot{\theta}$

阻力矩这里做了简化，现实情况并不一定满足这个函数关系。

给定初始状态： $t = 0$  时有  $\theta = 0, \dot{\theta} = 0$ 。

根据上面的描述，请对云台进行建模。建模成功的测试效果为：在控制台给定输入力矩M的值，相当于这个恒定力矩M恒定地作用给云台，控制台输出从时间为0开始，一段合适的长度的时间内，每隔一个较小的单位时间  $\theta$  的值。我们以单位时间5ms为例（实际间隔时间可以自定，但应该是毫秒级），我们期望的输出如下：

t (s)	$\theta$ (rad)
0	0
0.005	0.003063
0.010	0.009187
0.015	0.018375
... ..	... ..
... ..	... ..
直到 $\theta$ 到达限位(限位即 $+\frac{\pi}{2}$ 或 $-\frac{\pi}{2}$ )，停止打印	

题目三

上一题是输入了一个恒定值M，对应着在实际中使电机输出恒定扭矩，到达限位后也不会改变，这样无法实现精确地将电机控制到指定的位置，即无法实现“指哪打哪”。

本题则需要在前一题的模型的基础上改变一下思路。电机输出扭矩M不再是定值，而是要根据反馈的变化进行一定的改变，具体办法即为云台控制算法。云台的 $\theta$ 和 $\dot{\theta}$ 是控制算法的输入，而M则是控制算法的输出，这些都是不断变化的。

电机的控制一共有三环，电流环、速度环、位置环。（有时电流环会被称为电压环）

我们的控制思想为先考虑最外层的位置环，位置环pid的输入目标值ref即为目标位置，即用户输入的目标值 $\theta_{target}$ ，反馈值fdb则为当前 $\theta$ 的值，经过了PID运算后会输出一个output，这个output再作为下一个环--速度环的目标值ref（提示：直接将位置环output赋值给速度环ref）。速度环的反馈值fdb则为 $\dot{\theta}$ ，速度环再进行一次PID运算可以得到速度环的输出output，这个output放入电流环，作为输出力矩M（提示：电流环这里存在简化，此处将速度环的output赋值给M即可）。得到了M，就回到了题目二了。计算位置pid和速度pid得到M的一个过程是循环执行的，我们以周期2ms为例，每2ms就会循环地执行一次上述的工作，因此  $\theta, \dot{\theta}$  和 M 都是会随时间变化实时更新的。

请利用C语言编程实现：用户输入一个目标位置（即云台的角度目标值  $\theta_{target}$ ），云台在上述控制算法的作用下实时改变 M，从而使得云台角度趋近目标值，响应效果越稳定越好。

实现用户在控制台输入目标角度  $\theta_{target}$  的值之后，我们以单位时间5ms为例（实际间隔时间可以自定，但应该是毫秒级），我们期望的输出如下：

(给定初始状态： $t = 0$  时有  $\theta = 0, \dot{\theta} = 0$ )

t (s)	$\theta$ (rad)	$\dot{\theta}$ (rad/s)	M (N·m)
0	0	0	... ..
0.005	... ..	... ..	... ..
0.010	... ..	... ..	... ..
0.015	... ..	... ..	... ..
... ..	... ..	... ..	... ..
... ..	... ..	... ..	... ..

直到 $\theta$ 和 $\theta_{target}$ 之间的误差小于某个规定的阈值，例如 $\theta$ 和 $\theta_{target}$ 之间的误差小于 $1^\circ$ ，我们则近似认为已经到达了目标位置，停止打印。

## 拓展题目(分数暂未定)

该任务为拓展项，属于开放性问题，没有上限，难度对于大部分同学而言较大，在本测试中占较少的分数，请根据自身实际情况斟酌作答：

- 实现云台的鼠标遥控，即用户可以通过鼠标控制云台两轴位置的目标值
- 实现在控制的同时实时输出以下两条曲线：各电机当前位置反馈值对时间的函数曲线，用户输入的位置期望对时间的函数曲线
- 实现图形界面，将这个云台可视化，方法不限
- 实现除PID以外的其他云台控制算法