**2017 RoboMaster夏令营**

**技术报告**

**2017.8**

**目录**

[1 机械部分 4](#_Toc489868695)

[1.1设计动机 4](#_Toc489868696)

[1.2设计需求 4](#_Toc489868697)

[1.3设计方案 4](#_Toc489868698)

[1.3.1 底盘机构 4](#_Toc489868699)

[1.3.2 云台设计 4](#_Toc489868700)

[1.3.3 机械爪设计 5](#_Toc489868701)

[1.4方案的优点与不足 5](#_Toc489868702)

[2 嵌入式部分 6](#_Toc489868703)

[2.1 整体方案 6](#_Toc489868704)

[2.2运动学解算方法 6](#_Toc489868705)

[2.3云台与底盘控制方案 6](#_Toc489868706)

[2.4串口高效读取 6](#_Toc489868707)

[2.5 难点与不足 6](#_Toc489868708)

[3 算法部分 7](#_Toc489868709)

[3.1 开发环境介绍 7](#_Toc489868710)

[3.1.1 硬件环境 7](#_Toc489868711)

[3.1.2 算法环境 7](#_Toc489868712)

[3.2整体技术方案概述 7](#_Toc489868713)

[3.2.1技术原理介绍 7](#_Toc489868714)

[3.3 算法整体框架设计 7](#_Toc489868715)

[3.4 算法功能模块说明 7](#_Toc489868716)

[3.4.1定位算法 8](#_Toc489868717)

[3.4.1导航算法 8](#_Toc489868718)

[3.4.2跟踪射击 8](#_Toc489868719)

[3.4.3单兵逻辑 8](#_Toc489868720)

[3.4.4多兵作战 8](#_Toc489868721)

[3.4.5控制 8](#_Toc489868722)

[3.5测试结果 8](#_Toc489868723)

[3.6 可优化方案 9](#_Toc489868724)

[4 夏令营感想、总结 10](#_Toc489868725)

# 1 机械部分

## 1.1设计动机

比赛目标是什么？用来干什么？

## 1.2设计需求

比赛的功能需求

各需求的优先级

大概的设计时间

## 1.3设计方案

详细的机械方案

稳定性分析

### 1.3.1 底盘机构

如激光雷达、摄像头等传感器如何安放

有悬挂和无悬挂的区别，为什么要这样设计？

### 1.3.2 云台设计

如何防止卡弹

如何提高子弹一致性

### 1.3.3 机械爪设计

飞机抓球机构如何设计

陆地机器人和空中机器人对接的机构怎么设计的

## 1.4方案的优点与不足

# 2 嵌入式部分

## 2.1 整体方案

嵌入式系统作为底层感知和驱动模块，对机器人的赛场表现有着极为重要的影响。其功能和作用类似于人类的中枢神经，感知器官和肌肉。利用车身自带的传感器（包括裁判系统）和驱动器（电调等），嵌入式系统可以向上位机反馈自身状态（里程计，云台方位，总血量，卡弹状态，系统状态机），并可以根据上位机经过解算后发布的图像坐标（x, y, d）及速度指令(v\_x, v\_y, v\_w),通过电调驱动云台和底盘完成运动，使其能够巡航和打击对方。

因此，我们对嵌入式系统的功能要求如下：1.读取各传感器的数值（感知）；2.对传感器数据进行初步的融合和解算（底层数据处理）；3.结合上位机和传感器信息，利用电调等驱动模块，驱动底盘，云台等的运动（驱动）；

## 2.2运动学解算方法

底盘：根据麦轮的结构及安装方位（图2.2.1），可以结算底盘正逆运动学方程。

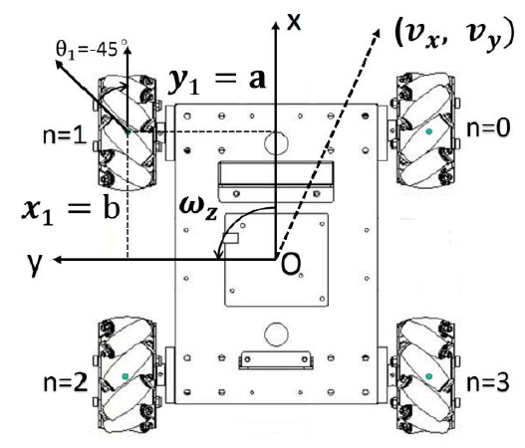
正运动学方程：

图2.2.1 自动车底盘结构图

正运动学方程

Vw = (V1 + V2 + V3 + V4)/4;

Vx = (V1 + V2 - V3 - V4)/4;

Vy = (-V1 + V2 + V3 - V4)/4;

逆运动学方程：

V1 = (+Vx - Vy + Vw);

V2 = (+Vx + Vy + Vw);

V3 = (-Vx + Vy + Vw);

V4 = (-Vx - Vy + Vw);

其中：Vx,Vy为x，y方向的速度，V1 , V2 , V3 , V4 分别为四个麦轮的转速；

云台：根据图2.2.2所示的云台结构，可以推算出云台的旋转矩阵：

其中，yaw为偏航角，pitch为俯仰角，l为炮管长度。

该旋转矩阵不仅能解算炮管姿态，也能为视觉算法提供相机的外参数矩阵；

## 2.3底盘与云台的控制方案

底盘的控制方案：考虑到动静摩擦力的影响，底盘系统具有一定死区，故其运动控制选择了鲁棒性较强的传统PID控制器，通过调节参数达到自己的需求；由于底盘打滑比较容易引起里程计误差，所以，通过调节参数，将底盘车轮的速度阶跃响应调节成一个较为平滑的曲线，使其打滑大为减少，里程计信息更为准确；

云台的控制方案：

射击云台是一个光机电一体化系统，云台的运动控制必须考虑多方面的因素，具体如下所示：

1.图像信息的滞后性：

首先，ROS并非实时系统，其图像信息于实际有一定的延时，故跟踪特性会受到较大影响，故运动射击效果并不好；

2.相机运动带来的虚影的影响：

根据视觉算法的设计，图像曝光时间较长（为了减小场地灯光频率不高的影响），这使得相机运动速度与识别率反相关，故应该限制云台的运动速度；

3.云台重心不在支点所带来的扭矩及运动耦合：

由于云台重心不在支点，故其由于重力产生的力矩会影响到系统的平稳运行，由于云台本身运动频率不高，我们可以使用状态反馈线性化的方法，使之线性化；

4.各个连接线的弹力和摩擦力带来的影响：

这些方面属于系统误差，一方面硬件和结构尽力减少摩擦力和弹力，另一方面，控制器的设计应选择一定的稳定裕度，以免失控；

根据这些要求，利用最优控制原理，我们制定了如下性能评价函数：

其中： ，为误差函数;

为终端时刻（预计开火时刻）;

S为终端性能指标（评定发射时刻t1的云台状态误差e(t1)对性能指标影响程度的定常矩阵）（评价打击是否准确）；

Q(t)为过程性能指标（评定云台调节过程中的误差对性能指标的影响程度，可以为时变矩阵）（评价收敛过程快慢）；

R(t)为输入性能指标（评定云台调节过程中的输入对性能指标的影响程度，可以为时变矩阵）（评价输入能量大小）。

通过调节S,Q(t),R(t)的值，就可以直观地调节云台的瞄准精度，瞄准速度，以及所需能量的大小，再使用Matlab即可快速的算出其对应的状态反馈。用来为各个环路的控制器设计提供参考。

在实验过程中，由于没有积分状态重构，常有一定静差存在，所以我们又增加了积分状态重构，使得实际控制效果达到了预期目标。

## 2.4串口高效读取

串口的高效读取在读取裁判系统中极为重要，因为裁判系统的uart不仅要发送周期性数据（例如：比赛信息），也会发送非周期性数据（例如：实时打击信息，测速信息）。对于这种不定长度的，具体数据如图2.4.1所示。

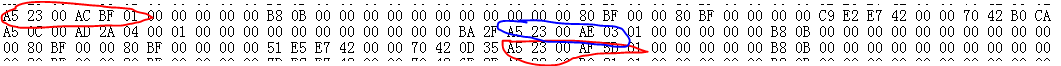


图2.4.1 比赛信息数据帧（红色）和实时打击数据帧（蓝）

针对这种情况，官方提供的数据接收方式并不实用，实时打击信息和测速信息有较大概率无法被读到。

为了避免漏帧，我们对官方代码进行一些优化，如图2.4.2所示，首先，通过逐个位移指针的方式寻找数据帧，判定条件为帧头，帧尾，校验，长度等，找到后，读取解析并存入相应变量中，然后直接从帧尾+1的地址出开始读取下一帧数据，如果当前还没收到完整的数据帧，则通过memcpy将当前数据存入至缓存区的前面，此后接收到的数据通过memcpy放在这个帧的后面，使他们拼接成完整的一帧，以免漏帧。

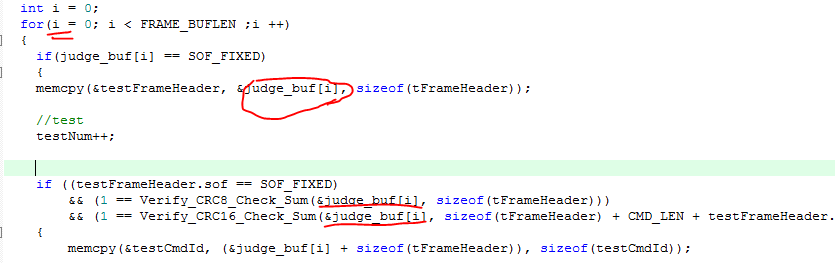


图2.4.2 指针的逐地址搜索（红色标记处）

## 2.5 底层状态机

底盘控制状态机：因为有了串口的高效读取，我们可以通过裁判系统来快速感知攻击者，并可以直接在底层完成部分类似于人类膝跳反射的活动，例如进行快速闪避等等，底盘运动状态机下图所示。

搜索模式

寻找打击者模式

射击模式

站桩射击模式

扭动射击模式

闪避模式

侧面受到攻击

正面受到攻击

发现敌人

未被敌人攻击

被敌人攻击

图2.5.1 底盘运动状态机

云台控制状态机：根据图像识别的数据，进行卡尔曼滤波，可以在被装甲板被打击闪烁的情况下得到稳定的装甲板的x,y,d的信息，根据此信息，可以控制云台状态机在搜索和瞄准之间进行切换，瞄准完成后可以进行站桩射击，受到打击后会切换成扭动射击，已进行规避动作，具体状态机如图2.5.2所示。

搜索模式

瞄准模式

扭动射击模式

站桩射击模式

发现目标

瞄准完成

目标丢失

被敌人攻击

目标丢失

图2.5.2 云台运动状态机

## 2.6 难点与不足

1.云台系统的模型受摩擦力和弹力的影响较大，系统模型难以建立；

2.UWB的数据没有及时融合进来，这对导航有一定影响；

3.很多信息融合的工作都为功能实现的部分让路了，有些遗憾；

4.长时间卡弹自动断电功能没有添加，直接影响到了最后的比赛结果。

# 3 算法部分

## 3.1 开发环境介绍

### 3.1.1 硬件环境

使用了哪些计算设备、传感器；

整个系统的坐标系、硬件框架。

### 3.1.2 算法环境

如果需要自己搭建的，详细的描述一下环境搭建的过程，或者指明网上可参考的链接。

如果自己在搭建的过程中遇到较大的坑，详细记录解决办法。

使用了哪些第三方库函数。

## 3.2整体技术方案概述

### 3.2.1技术原理介绍

涉及到的相关技术背景、算法等进行描述。

## 3.3 算法整体框架设计

从要实现的功能出发，详细描述算法的整体设计架构，需要附图说明。

## 3.4 算法功能模块说明

算法功能尽可能的模块化，使得整个系统做到高内聚，低耦合，提高系统的稳定性以及可维护性。这一章尽可能的有详细的算法流程图说明。

### 3.4.1定位算法

使用的定位算法是什么

有什么锅

### 3.4.1导航算法

使用的导航算法是什么

和其他导航算法相比，该算法有什么优缺点

### 3.4.2跟踪射击

如何实现跟踪射击

如何动态预测敌方位置

### 3.4.3单兵逻辑

单兵作战逻辑是怎样的？

### 3.4.4多兵作战

使用的通信方式是什么、延时是多少

如何实现多兵作战？

多兵策略是什么

### 3.4.5控制

见嵌入式部分的要求

## 3.5测试结果

在算法调试的过程中，记录结果。系统不可能一蹴而就，是个逐步优化的过程。

## 3.6 可优化方案

夏令营时间有限，在方案实施的过程中，不断积累，可能会产生新的想法，对现有系统有没有可以优化的方案，有的话尽可能的描述出来。

# 4 夏令营感想、总结



RoboMaster大赛组委会

邮箱：[robomaster@dji.com](mailto:robomasters@dji.com)

官方论坛：[http://bbs.robomaster.com](http://bbs.robomasters.com)

官方网站：<http://www.robomasters.com>

电话：075536383255（周一至周五10:00-19:00）

地址：广东省深圳市南山区西丽镇茶光路1089号集成电路设计应用产业园2楼202



**微信**  **微博**

ROBOMASTERTM 是大疆创新的商标。

Copyright © 2017 大疆创新 版权所有