

# TODO List

## 仿真

☒ 初版MDP的构建

☒ 初始位置设定范围

100km\*100km的矩形场地，对应x, y是1倍关系，x, y(-50e3,50e3)

出生高度为8000，z为2000；高度为9000，z为1000，高度+z等于10000，10000为原点z

双方初始区域为直径 5km 的半圆形区域，初始高度在 8000m-12000m 内随

机，速度在 0.8Ma-1.2Ma 随机，双方对头且双方初始态势相同（例：红方有人机

初始高度为 8000m，则蓝方有人机初始高度也为 8000m

红（-50e3~-47.5e3,-2.5e3~2.5e3,-2000~2000）

蓝（50e3~47.5e3,-2.5e3~2.5e3,-2000~2000）

☒ 环境单独测试

☐ test\_fc测试不同的初始范围

☒ 写多进程的测试脚本


☒ 红方的飞控在蓝方上没用,红蓝的信息不一样?

忘记设置蓝方的cmd了

### ▼ 测试相对高度发弹

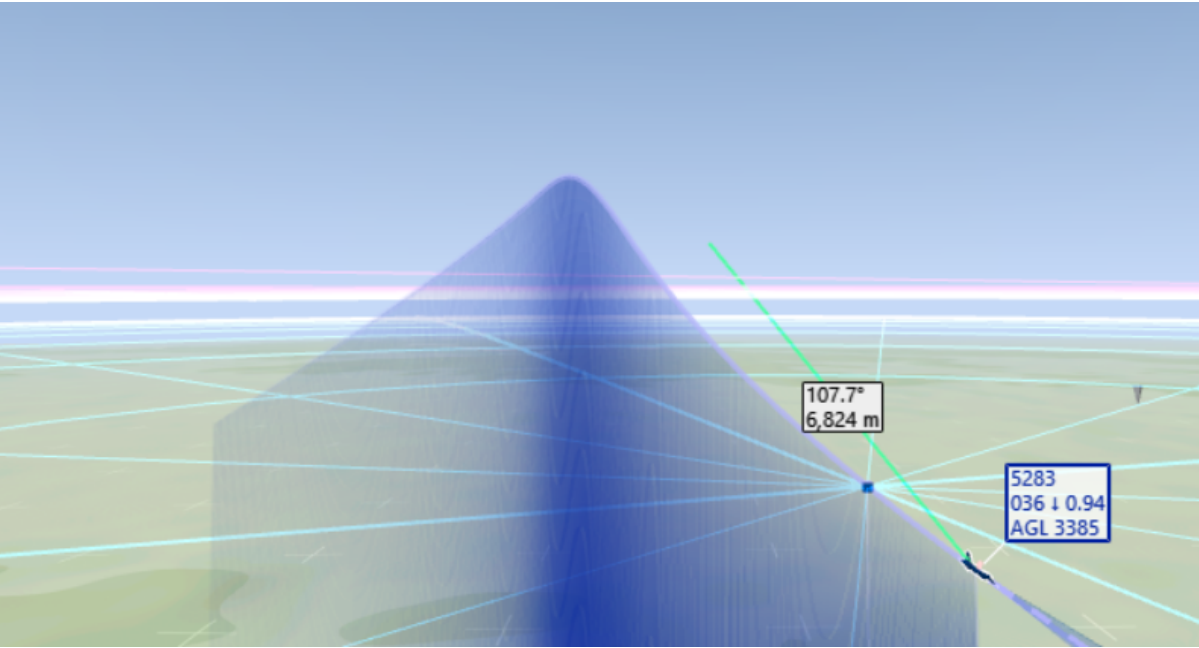
对飞，h为蓝方相对高度 蓝方打红方 红方平飞

h(m)	pitch (°)	dis(m)	中弹	击中概率	
-600	10	3700	0	6%	
-1000	10	9000	0	6%	
-600	5	7800	0	5%	
-500	pi/13	1900	0	6	
-1500	60	1600	0	0 导弹自己玩咯	
-200	2.7	2800	0	5	
0	0	2800	0	5	
		4800	0	5	
2900	-60	3400	0	导弹自己玩咯	

2000	-30	4200	0	12%、11%	
900	-10	4900	0	6	

蓝追着红方飞

h(m)	pitch (°)	dis(m)	中弹	击中概率	
0	0	4800	1	100	
-500	10	2000	1	99	
-600	10	2600	1	99	
-1000	10	3900	1	99	
-1500	10	5400	1	98	
-2000	30	5400	1	92	
-2800	45	3800	0	84	45后都打不中 飞机会失速
-2600	40	3600	1	87	
2400	-40	3600	1	90	
2800	-45	3800	1	87	
2400	-60	2700	0	导弹自己玩咯	制导就不行
900	-10	5100	1	99	
1900	-30	3600	1	94	



蓝机的控制给的一直是空集，但是飞机没有继续上升，是不是飞机模型有油量限制或是动力学不一样

结论：

- 对飞打不到，追击好打
- 追击 从上而下命中率大于从下而上
- 相对高度越高 影响一点，确实会减少命中率
- $\text{pitch} \geq 40$  不建议发弹
- 当 $\text{pitch} \geq 45$ , 飞机保持直飞到一定高度就会失速,  $< 45$ , 保持直飞到一定高度会如上图下降。
- 仿真的制导真的很垃圾 对飞打不到也和制导相关，如果在制导过程目标机做大机动 导弹制动根本跟不上而脱靶 之前做过相关实验（所以嘱托戴博的保底盘旋规则是很无敌的）

#### ▼ 中距测试

对飞

dis	中弹 (0/1)	未制导 (0/1)	概率
27000	0	1	5%

追击

dis	中弹 (0/1)	未制导 (0/1)	概率
27000	1	1	100%

被蓝机追击情况 下27000m发两枚中距弹，均令其进入末制导

红机在中距末制导导弹距离多少米开始做机动能避弹

dis	是否中弹	命中概率	
3000	1	100	一发解决
4000	1	100	一发解决
5000	1	49%	一发解决
6000	0.5（两枚中一枚）	32%不中，23%中	均后发导弹中
7000	0	19%,13%	
8000	0	12%,9%	

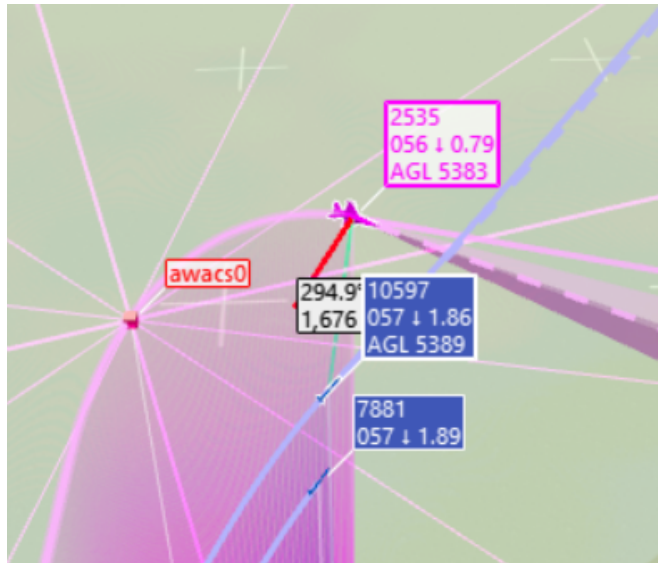
结论：

- 近距离的制导和中距的末制导是一样的，对飞是永远打不中的
- 但是中距进入末制导时与目标距离更远，所以不可逃逸范围更大，比近距难躲

tip：中距只要发弹后本机雷达扫到目标10s就进入末制导,目标距离<20000m即可；

近距发射就进入末制导，但发射距离为光电雷达范围，最大目标距离10000m

- 测试中红机判断开始做机动的时机是根据红机雷达中导弹的粗略信息，测试距离结果可直接用
- 就算导弹在红机身后依旧能被雷达探测，在20000m处开始有导弹雷达信息。
- 机动统一为右掉头大机动，这个机动随便躲近距，中距需要提前6000m做机动
- 



#### ▼ 侧面测试

导弹对侧面的情况和对飞和追击情况不同，可以从下图看出，导弹会解算目标的预定直飞轨迹，如下图

结果：红机直飞 一发击中 命中概率52%



#### 1. 中距

红机机动实验，根据dis判断机动时机，实验均为向导弹方向做掉头机动 红机yaw为0

dis	是否中弹	命中概率	
3000, 4000	1	45% 45%不中, 41%中	一发解决或两发 基本一发
5000	0.66 (两枚中一枚或两枚不中)	36%中; 36%不中, 30不中% 36%不中, 30%中	三种情况 概率差不多
6000	0.66 (两枚中一枚或两枚不中)	30%中; 30%不中, 25不中% 30%不中, 25%中	三种情况 概率差不多
7000	0.5 (两枚全中或两枚不中)	24%中; 24%不中, 17不中%	多次实验只出现两种结果, 要么一发解决, 要么全部不中。 出现不中的概率大于中
8000	0.5 (两枚全中或两枚不中)	17%中; 17%不中, 11%不中	多次实验只出现两种结果, 要么一发解决, 要么全部不中 两者出现的概率差不多
9000	0	8%不中, 一发自己玩	不容易命中
10000	0	导弹自己玩咯	

## 结论

- 侧面避弹情况有随机性, 大于9000m做机动, 才能稳稳避弹
- 背向导弹方向做机动是给导弹增加制动空间, 更容易被击中, 且越早做机动命中概率越高。实验的所有背向导弹方向的机动都是击中

## 1. 近距

近距的实验考虑较多 除了相对高度、pitch 甚至还有目标机的yaw, 实验较多

### 1. 同样测相对高度和pitch对命中率影响 红机直飞

h(m)	pitch (°)	dis(m)	中弹	击中概率
0	0	2100	1	52
		5200	1	52
		1500	0	导弹自己玩

## 2. 测目标红机不同的yaw对命中率影响

yaw		

### ☒ 环境接入GRL

- ☒ 把专家系统封装成规则智能体
- ☒ 修改MDP
- ☒ 环境添加飞控
- ☒ 距离奖励
- ☒ pred\_enemy\_info计算
- ☒ 测试AC中的FC

### ☐ 测试MDP

- ☒ 基础运行测试

### ☐ AC的初始位置和姿态

- ☐ 飞机不发蛋, lock list里没有敌方信息

每架飞机在发射导弹后有0.5秒的发射间隔，此时间内不能再发射导弹。这可能没考虑到，要补上要雷达扫到飞机持续时间达到条件 才有lock\_list.

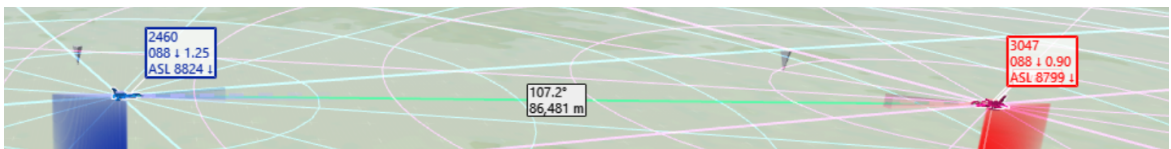
近距：雷达持续扫到目标

0.25s (刚刚测试初始就满足发射位置，在sim\_time=0.35,lock\_list有目标ID出现，雷达没有信息，enemy\_info有信息)

中距：载机火控雷达探测到目标，且该目标在载机雷达探测扇面内连续时间超过0.4s，且该目标与载机的距离小于导弹最大发射距离（未知，让戴博问了，不给），刚刚测试是在75km左右就在list

### ☐ 确认enemy\_info出现的条件：目前发现，和仿真时间无关，和雷达是否扫描到也无关

有时候，敌方信息会先出现，1.6s（就测了一次）后出现雷达信息。也有时候同时出现两个，也有时候敌方信息会消失



但快90km就能雷达扫到吗，此时rws和enemy都有信息。后续测试，对着飞87km左右就能有敌方信息，但如果是追着飞（蓝追红），范围会大大减小

由于雷达探测范围的变化和敌机相对位置(两个轴z,y的旋转角度)相关, 是否需要在全局信息或obs中加入这些信息

一个 120 度角的扇面, 其俯仰范围为[-10, 32]度。雷达仅能探测飞机目标, 无法探测到导弹目标。

(2) RCS 特性: 飞机前向±30 度范围内 RCS 均值为 0.1 平方米量级。飞机的 RCS 由表格插值计算, 表格的两个查找键值是照射飞机在被照射飞机的机体轴坐标系下的 z 轴旋转角度和 y 轴旋转角度。

(3) 雷达与 RCS 交互逻辑。通过雷达波发射能量和对方飞机的相对位置姿态解算出最大发现距离  $R_{max}$ , 计算方式如下:

$$R_{max} = K * \sqrt[4]{RCS}$$

其中, K 为常数 106066,  $R_{max}$  的单位为米。如果对方飞机距雷达载机的距离小于  $R_{max}$ , 且位于载机雷达的探测扇面内, 则认为雷达探测到对方飞机。仿真平台将

☐ 初始即死亡是为什么?

一般是超界毁伤, 速度失控目前都没有见到过

☐ 什么姿态导致容易出现自毁(过高/过低/速度失控)? 它的roll, pitch是什么?

超出xyz的边界自毁。测试了很多, 没有失控现象

那pitch和roll的初始为什么会对飞控影响那么大呢? 这里的失控是指飞控控不了了。

有飞机模型有防止失控的机制

☒ 什么时候算脱靶?

近距: 没有明说。刚刚测试发现, miss\_target只是中距才会变化的量。

近距的脱靶判断就是自身导弹消失且目标敌方依旧存在, miss\_target一直是false

导弹飞偏了怎么算? 如何判断导弹飞偏了? 是target\_ind没了么?

导弹飞偏了没有状态量判断, 飞偏(一般是错过目标, 距离目标100m内)自动销毁 导弹信息消失

中距: 导弹进入中制导, 持续扫到目标直至导弹进入末制导(导弹距离目标飞机小于20km), 若期间中断了没有扫到的时间超过1s, 直接判断脱靶, miss\_target=true

☒ 对专家系统训练

☒ 专家系统有问题, 会报错, 这个不做子

☐ 换边

## 算法

- ☐ 模块化输入的单独处理
- ☐ 考虑集中执行的算法方案

## 框架

- ☒ torch在windows上如何使用gpu
- ☒ 分布式的读档测试
- ☒ 分布式的流程测试
- ☒ 分布式的local存储测试
- ☐ 分布式的exploiter测试

## 问题

- ☐ 飞控score下降
  - 可能跟姿态控制有关
- ☐ Global state中用绝对位置会不会好点?
  - 不是与原点距离小于15km就是在热区吗
  - 现在友方的位置是相对本机的位置, 这不太利于热区位置预测
  - 那再给友方一个与原点距离的特征? 或者热区标志?