

# 比赛计分公式

## 特别注意：公式中参数后续会调整

### 1 订单送达奖励，分段函数计算

订单在给定时间窗内送达用户，得分为正，送达较早得分相对较高。

订单在给定时间窗后送达，得分为负数，越晚送达惩罚值越大。若订单所在的无人机坠机则不计算订单超时送达惩罚。

设订单集合为 $O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$ ，订单 $o_i$ 时间窗 $tw_i = [st_i, et_i]$ ，订单 $i$ 的任务完成时间为 $t_i$ ，其中 $\gamma$ 为奖励衰减系数（定义在5中）， $\eta$ 为轨迹规划

奖励系数（定义在6中），参数 $y = 20$ ，记总奖励值为 $R_d$

$$R_d = \begin{cases} \eta \times \gamma \times R_d' & R_d' \geq 0 \\ R_d' & R_d' < 0 \end{cases}$$

$$R_d' = \sum_{i \in [1, n]} r(o_i, t_i)$$

$$r(o_i, t_i) = \begin{cases} 100 \times (\frac{1}{et_i - st_i} \times (et_i - t_i)) + y & st_i \leq t \leq et_i \\ y & t < st_i \\ -100 \times \frac{1}{et_i - st_i} \times (t - et_i) & t > et_i \end{cases}$$

### 2 飞行中的无人机电量不足（小于等于0），较大的负数（较大的惩罚）

∴ 无人机坠机，无人机损毁本次比赛后续不可用，事故时刻无人机上订单作废

设此项惩罚值为 $P_b$ ，违反此项约束的无人机总数为 $n_b$

$$P_b = -100000 \times n_b$$

### 3 飞行过程中撞机与降落叠机惩罚，较大的负数

叠机判断：降落在某位置的无人机超过了该位置的无人机容量上限

涉事两无人机损毁，本次比赛后续不可用，事故时刻无人机上订单作废

设此项惩罚值为 $P_o$ ，违反此项约束的无人机总数为 $n_o$

$$P_o = -100000 \times n_o$$

### 4 超时停留惩罚，线性函数，随着超时增加惩罚值变大

违反此约束的无人机集合为 $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ ，无人机 $d_i$ 在不可永久停留点(换电站、取货点、送货点)上停留时间为 $t_i$ ，当 $t_i > c$ 时存在项惩罚值为

$$P_i, \text{ 参数 } g = -20, c = 40。$$

注意：测试场景进对换电站进行了超时停留判断，正式比赛场景中 will 加入对取货点和送货点的超时停留判断

$$p_i = g \times \frac{1}{c} \times (t_i - c)$$

$$P_t = \sum_{i \in [1, n]} p_i$$

5 飞行成本

∴ 飞行成本 用于引导用户在进行航线规划时，尽量避开航线投影下发行人、车辆、人员较多的区域，用奖励衰减系数 $\gamma$ 表示

当前比赛地图语义 (PLAT\_GROUND , VEGETATION , MOTORWAY = 4, BUILDING = 8, OTHERS = 18 )

计算方法:

统计本次任务所有无人机执行过的飞行航线，依据航线投影下方二维平面上voxel的语义，计算该衰减系数 $\gamma$ 。

设无人机集合为  $D = \{d_1, d_2, \cdots, d_n\}$ ,  $P(d_i) = \{p_1^{d_i}, p_2^{d_i}, \cdots, p_l^{d_i}\}$ 表示无人机 $d_i$ 所执行的轨迹点集合,  $len(A)$ 表示A集合中元素个数

$S(p_i)$ 表示点 $p_i$ 在二维平面上投影点的质量系数(不同语义有不同的系数)

	PLAT_GROUND	VEGETATION	MOTORWAY	BUILDING	DANGEROUS
质量系数	1	1	0.9	0.95	0.85

$$\gamma = (\sum_{d_i \in D} \frac{\sum_{p_j \in P(d_i)} S(p_j)}{len(P(d_i))}) / len(D)$$

6 轨迹规划奖励

∴ 比赛提供两种无人机轨迹规划接口：WayPoint模式（简单）、Trajectory模式（复杂）

WayPoint模式：仅需给出无人机轨迹转折点，转折点间系统自动直线补齐，无人机最大飞行速度小于Trajectory模式。

Trajectory模式：需要规划无人机轨迹，以100ms为间隔规划无人机轨迹（考虑速度，加速度），无人机最大飞行速度大于WayPoint模式。

对于没有有轨迹规划背景的同学，建议使用WayPoint模式生成轨迹，从而可以更专注的开发高效的运筹算法。对于有机器人规划背景的同学，建议使用Trajectory模式自行规划更优的无人机轨迹。我们通过轨迹规划奖励系数，对使用Trajectory模式规划无人机轨迹的同学进行适度的奖励。

设无人机集合为  $D = \{d_1, d_2, \cdots, d_n\}$ ,  $T_i^W$  为无人机 $d_i$ 飞行WayPoint模式规划轨迹的总时长,  $T_i^T$  为无人机 $d_i$ 飞行Trajectory模式规划轨迹的总时长, 轨迹规划奖励系数使用 $\eta$ 表示, 参数 $d$ 用来调整奖励的幅度, 当前取值 $d = 0.05$

$$\eta = 1 + \frac{\sum_{i \in n} T_i^T}{\sum_{i \in n} T_i^T + \sum_{i \in n} T_i^W} \times d$$