

## 未来网络一阶段设计文档

题目不再重复阐述。可以很容易的想到，两点之间直线最短，应该尽量让信号沿着直线传播，这也是基本的思路。

现在假设只有两个基站，如图 1 所示。其中，\*代表地面基站，►代表 T 时刻无人机所在的位置，X 和 Y 分别是横坐标与纵坐标。

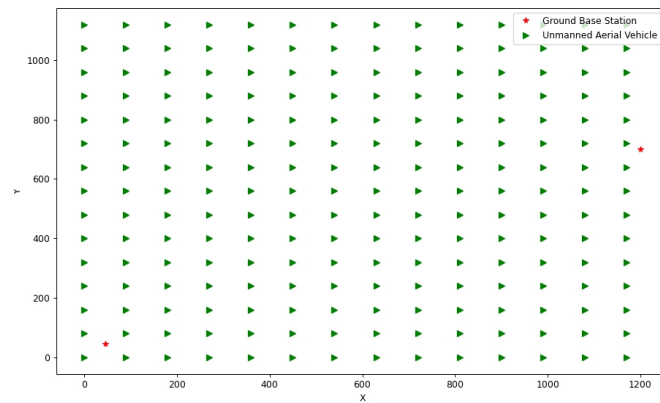


图 1.

现在要做的就是让信号通过无人机的转发，尽可能的沿着直线进行传播，到达目的基站。如图 2 所示。--代表的是传播路径。

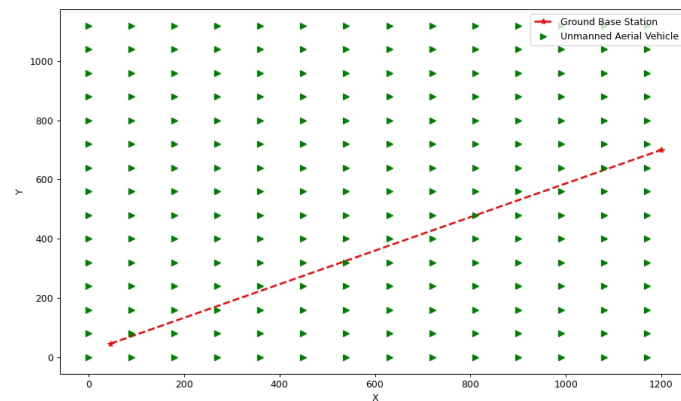


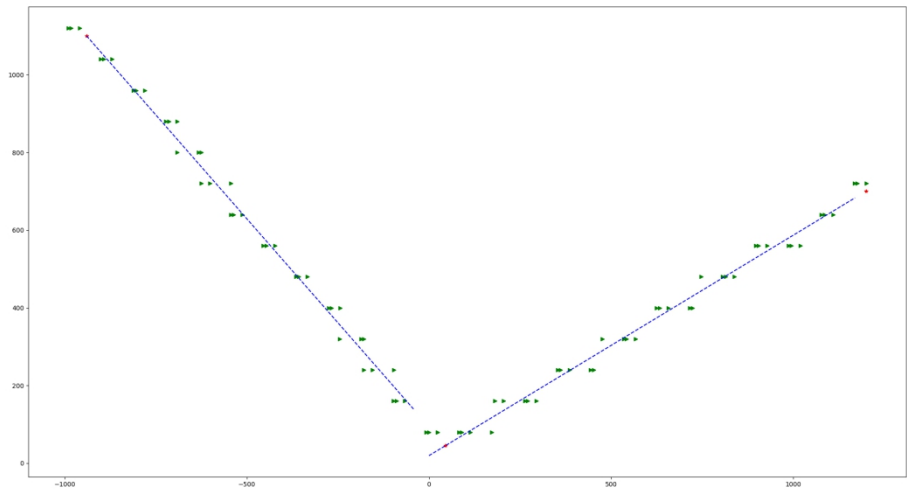
图 2.

由于每次转发信号都会产生时间消耗 $t_f$ ，所以在满足上述的情况下，还要满足使用尽可能少的无人机进行转发。综上所述，本算法的基本思路如下：

- 1，尽量让信号沿着直线传播。
- 2，尽量使用尽可能少的无人机进行转发。

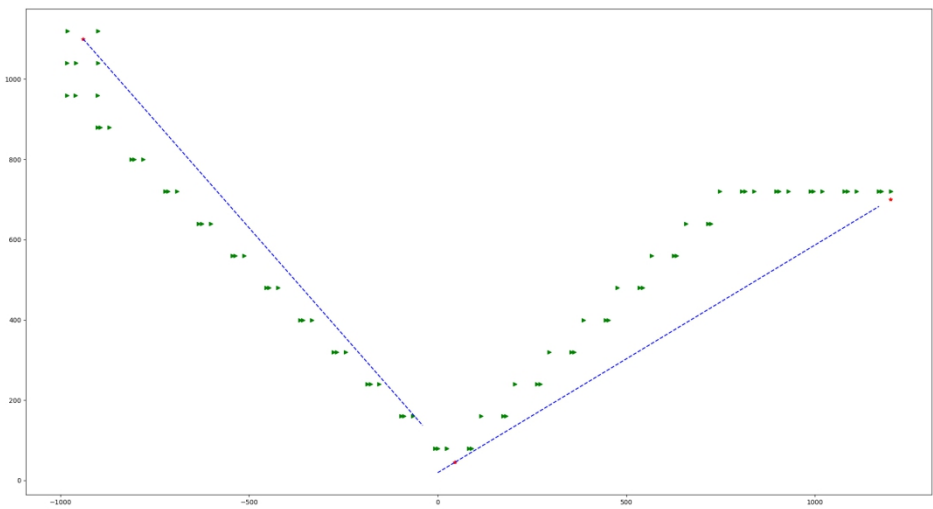
由于无法确定哪种是最优，所以让程序跑两次，最后选择用时最短的路径。第一次信号沿直线传播，第二次选择距离重点最近的空中基站传播。

按照直线传播的路径如下图所示例：



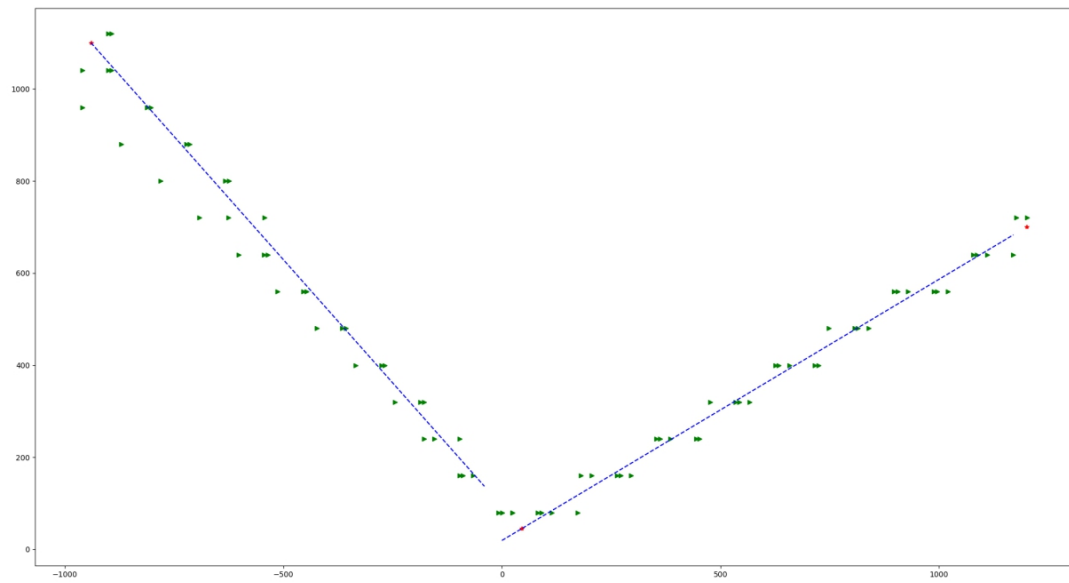
最终的时延为：**9.705256s**

每次按照距离终点最近的方式传播路径如下图所示：



最终的时延为：**9.596107s**

由于无法用一条路径跑出两个效果，所以跑两条路径，最后的路径如下所示：



**最终的时延为：9.592201s**

### 一些算法上的细节：

由于信号的转发的是有范围的，所以第一步是找出所有能转发信号的无人机。然后再可以转发信号的无人机中挑选合适的无人机进行转发。具体做法如下：

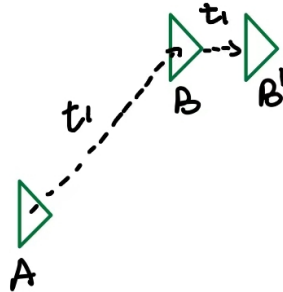
1，计算能够转发信号的基站：由于地面基站的转发距离限制为  $D = 70$ ，无人机的转发距离限制为  $d = 125$ 。根据这个限制，以及始发基站的坐标、速度  $v$ 、时间  $t$ 、无人机之间的间距  $D_{\text{inter}} = 80, D_{\text{intra}} = 90$ 。可以计算出每次能够转发的候选无人机。计算的伪代码如下：

```
已知条件：设发射位置为  $S_a = \{x_a, y_a, z_a\}$ ，接收点位置为  $S_b = \{x_b, y_b, z_b\}$ 。发射的距离限制为 Distance. 速度  $v$ 、信号到达发射点时间  $t$ 、转发代价  $t_f$ 
需要求解：横坐标编号  $m$ ，纵坐标编号  $n$ 。
time =  $t_f + \text{distance} / 10000.0 + t$ ; // 计算最长发射时间。
d_cir =  $\sqrt{\text{distance}^2 - (z_a - z_b)^2}$ ; // 计算水平距离
xmax, xmin =  $x_a + d_{\text{cir}}, x_a - d_{\text{cir}}$ ; // 计算经过 time 时间后，能够满足需求的 X
ymax, ymin =  $y_a + d_{\text{cir}}, y_a - d_{\text{cir}}$ ; // 同上
m_max, m_min =  $\text{floor}(y_{\text{max}} / D_{\text{inter}}), \text{floor}(y_{\text{min}} / D_{\text{intra}})$ ; // 计算 m 的最大最小值
n_max, n_min =  $\text{floor}((x_{\text{max}} - v * \text{time}) / D_{\text{inter}}), \text{floor}((x_{\text{min}} - v * \text{time}) / D_{\text{inter}})$ ; // 同上
for m in m_min:m_max:
    for n in n_min:n_max:
        x, y, z =  $v * \text{time} + m * D_{\text{intra}}, n * D_{\text{inter}}, z_b$ ; // 计算所有的位置
        if (dis( $S_a, \{x, y, z\}$ ) < Distance):
            保存 {m, n};
    end
end
```

2，从所有候选  $m, n$  中挑选最优路径。挑选的思路就是上述所说的两种思路。

3，循环 1、2 直到最终到达目的基站。

在信号传播的过程中，由于空中基站是运动的，所以需要考虑运动的这段时间，如下图所示



基站 A 向基站 B 传输的过程中，基站 B 也在往前移动，并且它们的运动时间是一样的  
其中  $t_1 = t_f + distance(A, B)/10000.0$ 。这里的做法是：直接假设  $disance = 125$ ,  
作为最大的时间  $max\_time$ ，以 A 开始发送的时间作为最小时间。然后再计算以如下  
公式得到的每一个时间：

$$time = min\_time + i * (max\_time - min\_time)/1000$$

其中  $i \in [0, 1000]$ 。选择一个最合适的时间作为输出。