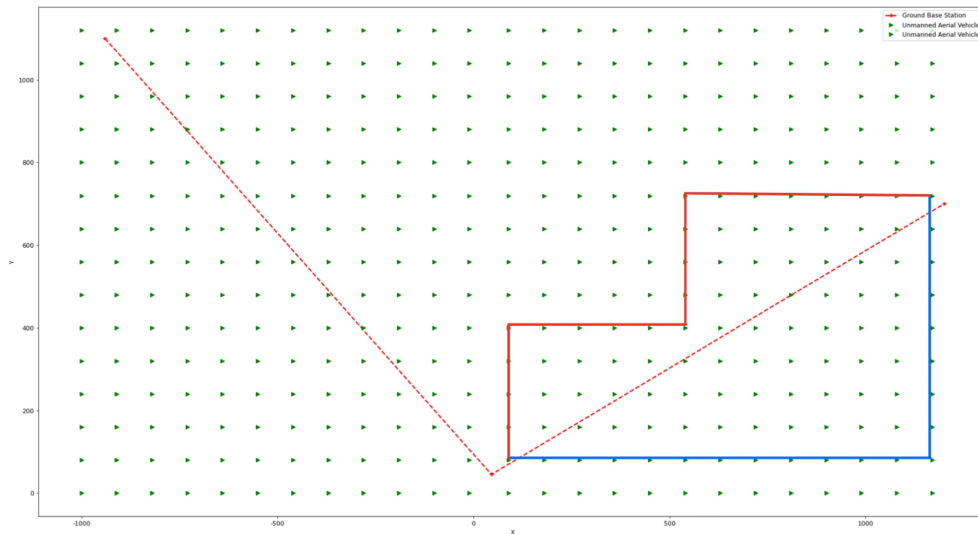


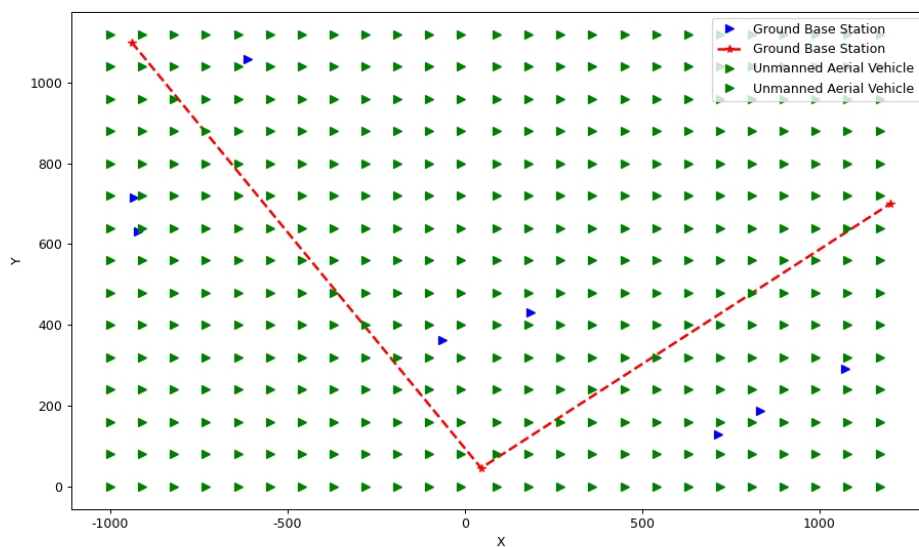
未来网络二阶段设计文档

由于二阶段空中基站的传播极限距离 $d=115$ ，所以基站只能向上下左右四个方向传播。而且不难观察到，由于只能上下左右传播，所以在没有高空平台的前提下，它们无论如何走，最后的投影距离都等于一直往上走，再一直往上走的距离之和（因为空中基站运动很慢，几乎静止）。如下图所示：



上图中，红线部分与蓝线部分所走时间是一样的。因此**二阶段只需要考虑如何让信号往靠近目的地的方向移动到终点即可。**

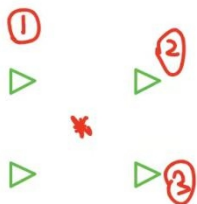
但是，二阶段除了空中基站外，还有高空平台，其分布如下图所示：



其中 ► 代表空中平台。

由于一次需要发送十个信号，而且链路的容量为 3，所以需要现将 10 个信号分为 {3,3,3,1}，四组发送，以 0.0 时刻从 0 地面基站发送到 1 地面基站为例：

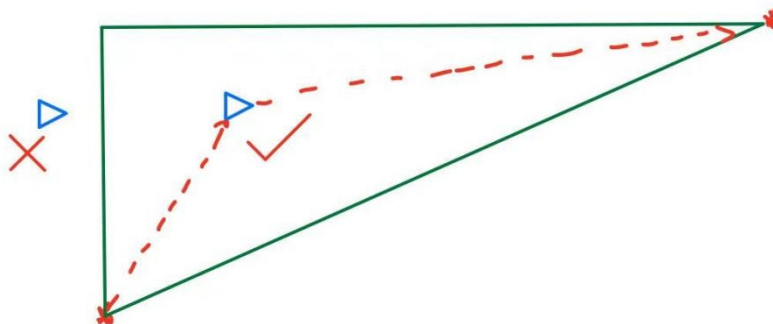
为了减少信号的冲突，将信号从不同的基站发出，如下图所示：



假设 1, 2, 3 基站是可以发送信号的，而且 2 基站距离目的地最近，那么发送 {3,3,3,1} 的顺序就是 2 基站、3 基站、1 基站、2 基站。如果少于三个基站，或者四个都可以发送，也是按照这个逻辑。这样做的目的是：

假设这些基站在发送后都经过 2 号基站，如果都从 2 号基站开始发送，那么需要等待的时间最少是 $0.1+0.2+0.3=0.6s$ ，但是如果分开发送，那么等待的时间（在上述情况中）就变成了 $0.1+0.1+0.1+0.1+0.1 = 0.5s$ 。而且这样做带来了更多可能的路径。发送之后就开始下面的基站与基站之间的传送。

首先以 0 基站和 1 基站组成的直线，将平面分为两部分，直线上面部分和直线下面部分，针对每一部分，找出每个部分能够“利用”的空中平台，然后再判断其有没有用。能否到达如下图所示：



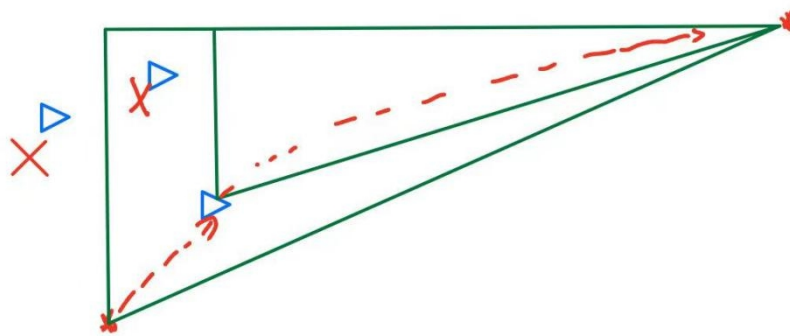
*代表地面基站，▷代表空中平台，能够“利用”的空中平台为：处于始发基站和目的基站所围的矩形中，用数学表达如下。

设 $\text{start_site} = \{x_1, y_1, h_z\}$, $\text{end_site} = \{x_2, y_2, h_2\}$, $\text{site} = \{x, y, h\}$, 分别表示始发基站、目的基站、空中平台，若空中平台可用，则满足：

$$\min(x_1, x_2) < x < \max(x_1, x_2)$$

$$\min(y_1, y_2) < y < \max(y_1, y_2)$$

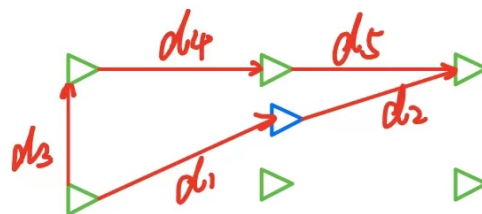
利用这个公式，可以以此判断每个空中平台能否到达，如下图所示。



然后依次在从上面和下面走一次，选择所花时间最短的路径最为最优路径。

为了防止时间冲突，在检测到冲突时，则延时一定的时间。时间的大小为前一个信号完成传输的时间。

如何确定空中平台是否有用。直接计算使用该基站和不使用该基站两种情况，然后比较两次的距离就可以知道有没有用。如下图所示：

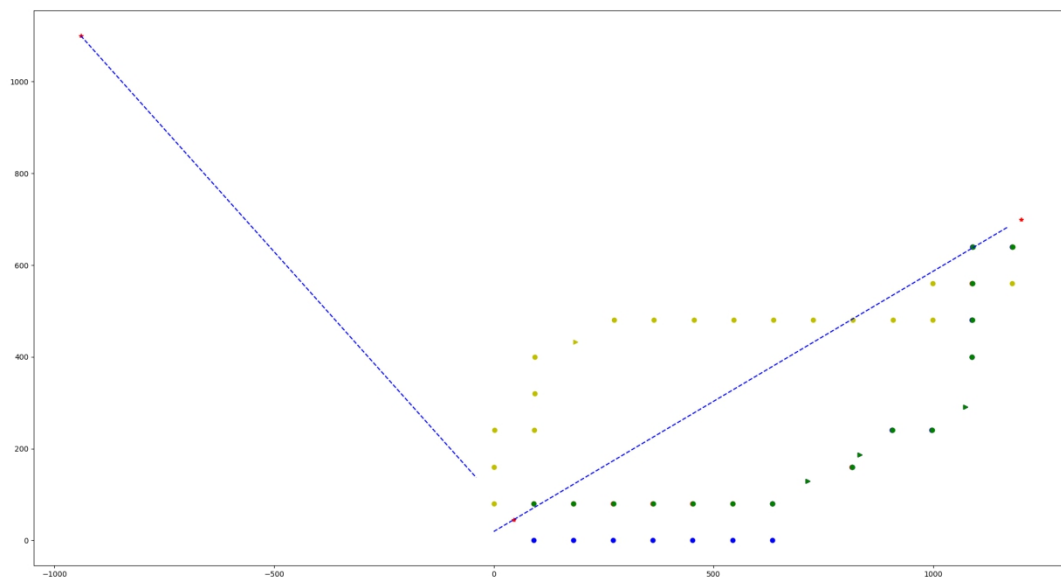


只需要比较 $d_1 + d_2$ 和 $d_3 + d_4 + d_5$ 的距离就可以。由于每次转发的 $t_f = 0.15$ ，相当于传输 1000 米，所以每次转发就加 1000 米。

为了减少链路的复用次数，在搜索了上面的两条链路之后，再使用上面的搜索策略搜索一遍，不同的是，这次的搜索将不和前面的搜索产生冲突，若某段链路产生了冲突，则换一个链路。

如此一来，相当于每次会搜索出四条路径，最后比较每条路径的时间花费，选择最少时间花费的那条路径作为最优路径。

下图是 0 时刻，地面基站 0 到地面基站 1 的四条路径，每个颜色代表一跳路径，部分有重叠：



此外，此工作还有很多可以考虑的地方，比如考虑空中平台之间的组合、考虑更多的路径等。