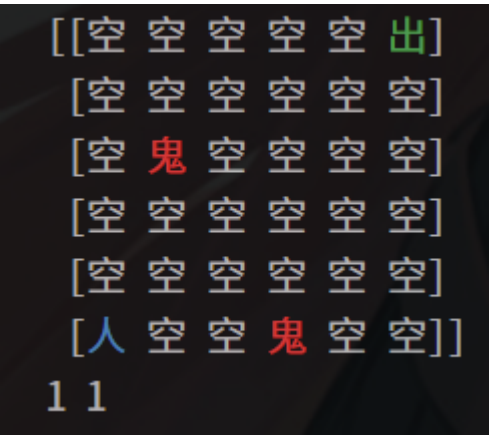


问题一：鬼屋内部没有墙壁，设计行动规则，并给出机器人成功到达出口过程的路线

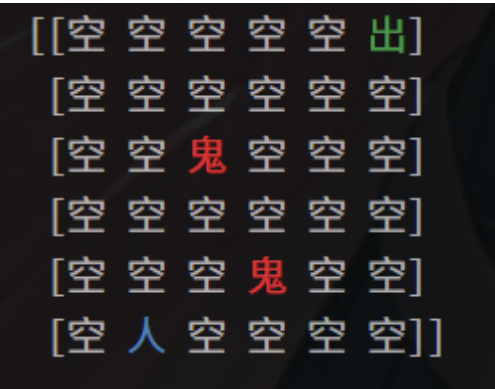
行动规则：

寒意浓度	0	1	2	3	4
机器人行动	可以行动	可以行动	可以行动	不行动	不行动

机器人一开始在(1,1)创建，将(1,1)作为元素加入探索集。
我使用了随机函数生成幽灵以及他们的方向为(flag=0，左或者下；flag=1，右或者上)
假设幽灵在(4,1)向上移动,(2,4)向右移动



此时已知机器人邻域为：(1,2),(2,1) 把他们加入前沿队列
经过寒意浓度感知 $h(1,2)=0, h(2,1)=0$
如果前沿队列中有可以行动的寒意浓度，则优先选择他，这里随机选择(2,1)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列

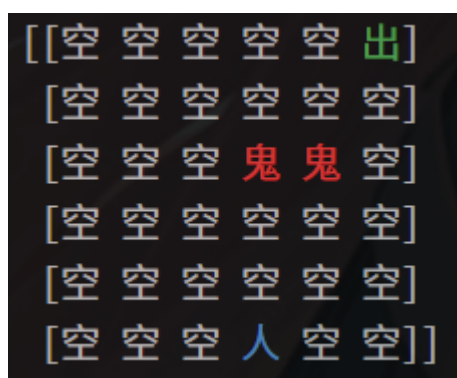


此时机器人邻域为(已在探索集的不添加)：(2,2),(3,1) 把他们加入前沿队列
经过寒意浓度感知 $h(2,2)=0, h(3,1)=1$

寒意浓度都可以行动，我们仍然随机选择(3,1)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列



此时机器人邻域为(已在探索集的不添加)：(3,2),(4,1) 把他们加入前沿队列
经过寒意浓度感知 $h(3,2)=1, h(4,1)=0$
寒意浓度都可以行动，我们仍然随机选择(4,1)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列

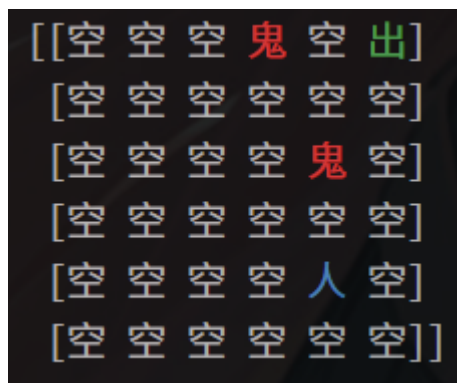


此时机器人邻域为(已在探索集的不添加)：(4,2),(5,1) 把他们加入前沿队列
经过寒意浓度感知 $h(4,2)=0, h(5,1)=0$
寒意浓度都可以行动，我们仍然随机选择(4,2)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列



此时机器人邻域为(已在探索集的不添加)：(3,2),(4,3),(5,2) 把他们加入前沿队列
经过寒意浓度感知 $h(3,2)=0, h(5,2)=0, h(4,3)=0$

寒意浓度都可以行动，我们仍然随机选择(5,2)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列



此时机器人邻域为(已在探索集的不添加)：(5,1),(5,3),(6,2) 把他们加入前沿队列
经过寒意浓度感知 $h(6,2)=0$, $h(5,1)=0$, $h(5,3)=2$
寒意浓度都可以行动，我们仍然随机选择(6,2) 这里已经存在失败风险了
并将他添加到探索集，并清空前沿队列



此时机器人邻域为(已在探索集的不添加)：(5,2),(6,3) 把他们加入前沿队列
经过寒意浓度感知 $h(6,3)=0$, $h(5,2)=0$
寒意浓度都可以行动，我们仍然随机选择(6,3) 这里会有绕圈子情况，但是一定不会走到重复的路，所以只会失败，而不会死循环
并将他添加到探索集，并清空前沿队列

```

[[空 空 空 空 空 出]
[空 空 空 空 空 空]
[空 空 鬼 鬼 空 空]
[空 空 空 空 空 人]
[空 空 空 空 空 空]
[空 空 空 空 空 空]]

```

```

[[空 空 空 空 空 出]
[空 空 空 空 空 空]
[空 鬼 空 空 空 人]
[空 空 空 鬼 空 空]
[空 空 空 空 空 空]
[空 空 空 空 空 空]]

```

```

[[空 空 空 空 空 出]
[空 空 空 空 空 人]
[鬼 空 空 空 空 空]
[空 空 空 空 空 空]
[空 空 空 鬼 空 空]
[空 空 空 空 空 空]]

```

```

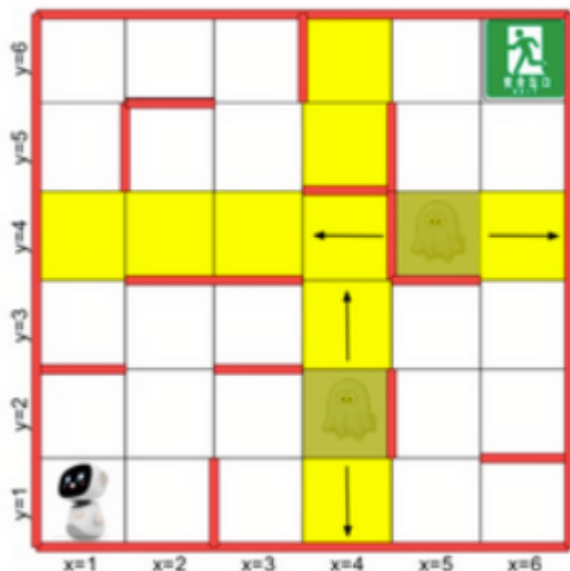
[[空 空 空 空 空 人]
[空 空 空 空 空 空]
[空 鬼 空 空 空 空]
[空 空 空 空 空 空]
[空 空 空 空 空 空]
[空 空 空 鬼 空 空]]

```

路径：

(2,1)->(3,1)->(4,1)->(4,2)->(5,2)->(6,2)->(6,3)->(6,4)->(6,5)->(6,6)
 直到这里，我们很顺利，躲开了绕远路和失败，不过也存在绕着出口兜圈的情况，需要优化

问题二：鬼屋内部有墙壁，设计行动规则，尽可能快速到达并给出机器人成功到达出口过程的两条路线，评估到达目的地的成功率和平均时间？



问题 B 和问题 C

我们使用启发式函数的方式，我们设置启发式函数为**曼哈顿距离**

此时已知机器人邻域为： $(1,2)$ ， $(2,1)$ 把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(1,2)=0$ ， $h(2,1)=0$

前沿队列中有可以行动的寒意浓度，并按照启发式函数最小排序，如果没有就不行动

如果相同就随机选择 曼哈顿距离同为9

这里随机选择 $(2,1)$

并将他添加到探索集，并清空前沿队列



此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加)： $(2,2)$

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(2,2)=0$

寒意浓度都可以行动，我们选择 $(2,2)$

并将他添加到探索集，并清空前沿队列

```

[[空 空 空 空 空 出]
 [空 空 空 空 空 空]
 [空 空 空 鬼 空 空]
 [空 空 空 鬼 空 空]
 [空 人 空 空 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]]

```

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (1,2),(2,3),(3,2)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(1,2)=0$, $h(2,3)=0$, $h(3,2)=1$

寒意浓度都可以行动, 曼哈顿距离后两个比较小, 我们选择(2,3)

并将他添加到探索集, 并清空前沿队列

```

[[空 空 空 空 空 出]
 [空 空 空 空 空 空]
 [空 空 空 鬼 鬼 空]
 [空 人 空 空 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]]

```

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (1,3),(3,3)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(1,3)=0$, $h(3,3)=1$

寒意浓度都可以行动, 曼哈顿距离后一个比较小, 我们选择(3,3)

并将他添加到探索集, 并清空前沿队列

```

[[空 空 空 空 空 出]
 [空 空 空 鬼 空 空]
 [空 空 空 空 空 鬼]
 [空 空 人 空 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]]

```

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (4,3)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(4,3)=0$

寒意浓度都可以行动, 曼哈顿距离为5, 我们选择(4,3)

并将他添加到探索集, 并清空前沿队列

[	空	空	空	鬼	空	出]
[	空	空	空	空	空	空]
[	空	空	空	空	鬼	空]
[	空	空	空	人	空	空]
[	空	空	空	空	空	空]
[	空	空	空	空	空	空]

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (4,4), (5,3)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(4,4)=2$, $h(5,3)=2$

寒意浓度都可以行动, 曼哈顿距离为4, 我们选择(5,3)

并将他添加到探索集, 并清空前沿队列

[	空	空	空	空	空	出]
[	空	空	空	鬼	空	空]
[	空	空	空	鬼	空	空]
[	空	空	空	空	人	空]
[	空	空	空	空	空	空]
[	空	空	空	空	空	空]

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (6,3), (5,2)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(6,3)=0$, $h(5,2)=0$

寒意浓度都可以行动, 前者曼哈顿距离为3, 我们选择(6,3)

并将他添加到探索集, 并清空前沿队列

[	空	空	空	空	空	出]
[	空	空	空	空	空	空]
[	空	空	鬼	鬼	空	空]
[	空	空	空	空	空	人]
[	空	空	空	空	空	空]
[	空	空	空	空	空	空]

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (6,4), (6,2)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(6,4)=0$, $h(6,2)=0$

寒意浓度都可以行动，前者曼哈顿距离为2，我们选择(6,4)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列

此后与问题一情况一样，在启发式函数的引导下，路径更加清晰同时，不会走弯路了
路线：

(2,1)->(2,2)->(2,3)->(3,3)->(4,3)->(5,3)->(6,3)->(6,4)->(6,5)->(6,6)

另一条分析方法与这一条相似
从这里开始



此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加)：(1,2),(2,3),(3,2)
把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(1,2)=0, h(2,3)=0, h(3,2)=1$

寒意浓度都可以行动，曼哈顿距离后两个比较小，我们选择(3,2)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列



此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加)：(3,1),(4,2)
把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(3,1)=0, h(4,2)=0$

寒意浓度都可以行动，曼哈顿距离后一个比较小，我们选择(4,2)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列

```

[[空 空 空 空 空 出]
 [空 空 空 鬼 空 空]
 [空 空 空 空 空 鬼]
 [空 空 空 空 空 空]
 [空 空 空 人 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]]

```

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (4,3),(4,1)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(4,3)=0$, $h(4,1)=0$

寒意浓度都可以行动, 曼哈顿距离前一个比较小, 我们选择(4,3)

并将他添加到探索集, 并清空前沿队列

```

[[空 空 空 鬼 空 出]
 [空 空 空 空 空 空]
 [空 空 空 空 鬼 空]
 [空 空 空 人 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]]

```

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (4,4),(5,3)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(5,3)=2$, $h(4,4)=2$

寒意浓度都可以行动, 曼哈顿距离都为4, 我们选择(4,4)就会失败, 这里我们选择(5,3)

虽然是上帝视角, 但是也侧面印证了我们对寒意浓度的设定上有小问题, 如果需提高成功率, 可以尝试改变行动规则

并将他添加到探索集, 并清空前沿队列

```

[[空 空 空 空 空 出]
 [空 空 空 鬼 空 空]
 [空 空 空 鬼 空 空]
 [空 空 空 空 人 空]
 [空 空 空 空 空 空]
 [空 空 空 空 空 空]]

```

此时机器人邻域为(已在探索集的不添加,被墙挡住的不添加): (6,3),(5,2)

把他们加入前沿队列

经过寒意浓度感知 $h(6,3)=0$, $h(5,2)=0$

寒意浓度都可以行动，曼哈顿距离前一个比较小，我们选择(6,3)
并将他添加到探索集，并清空前沿队列

此后与上一条路线一样

(1,2)->(2,2)->(3,2)->(4,2)->(4,3)->(5,3)->(6,3)->(6,4)->(6,5)->(6,6)

评估

至此两条路线走完，可以说算法上并不复杂，在两次路径模拟中，我们发现寒意浓度几乎没有影响路径的行动，所以需要重新设置行动基准，例如我演示的第二条路线的关键一步，如果机器人可以在(4,4)及时停止，就可以绕过幽灵到达终点，提高成功率(虽然绕了远路)

测试的几条线路，成功的路线几乎都走了下半条路，10步到达了终点。

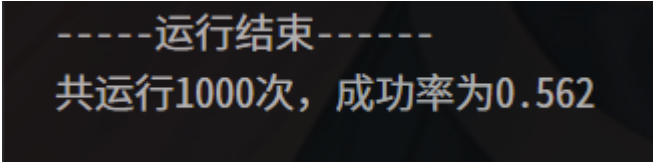
当然，这是幽灵被随机到我指定的位置而得到的情况，正常情况下，会有更多线路

我推测成功率应该在50%之上，平均步数应该在11步左右(因为启发式函数的指引，很难有绕远路的情况发生，上半条路比较远，需要12步左右，下半条不出意外的话10步即可)

预测好了

对寒冷值为 ≤ 3 行动的行为规则 进行了1000次模拟，成功率大概在53%左右，通过半数，并且方差相对比较大

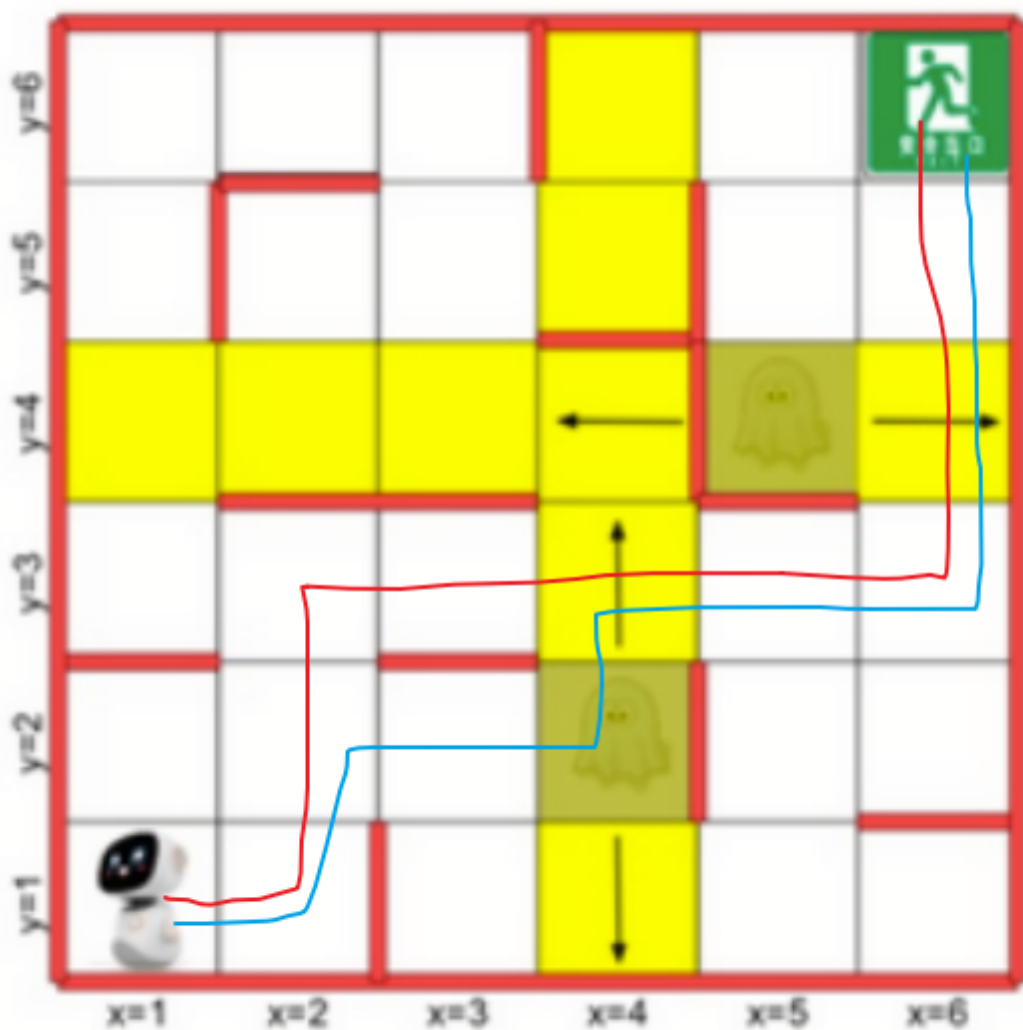
对寒冷值为 ≤ 2 行动的行为规则 进行了1000次模拟，成功率也接近53%，同样通过半数，方差相对较小，二者没有特别巨大的差距



```
-----运行结束-----  
共运行1000次，成功率为0.562
```

这里我选择了前者，因为我认为机器人更冒险的行动会更快到达终点，在成功率相近的前提下要更快。

问题三：假设机器人预先知道所有墙壁位置以及幽灵初始位置和初始方向，请设计一个搜索算法找到最快路径？



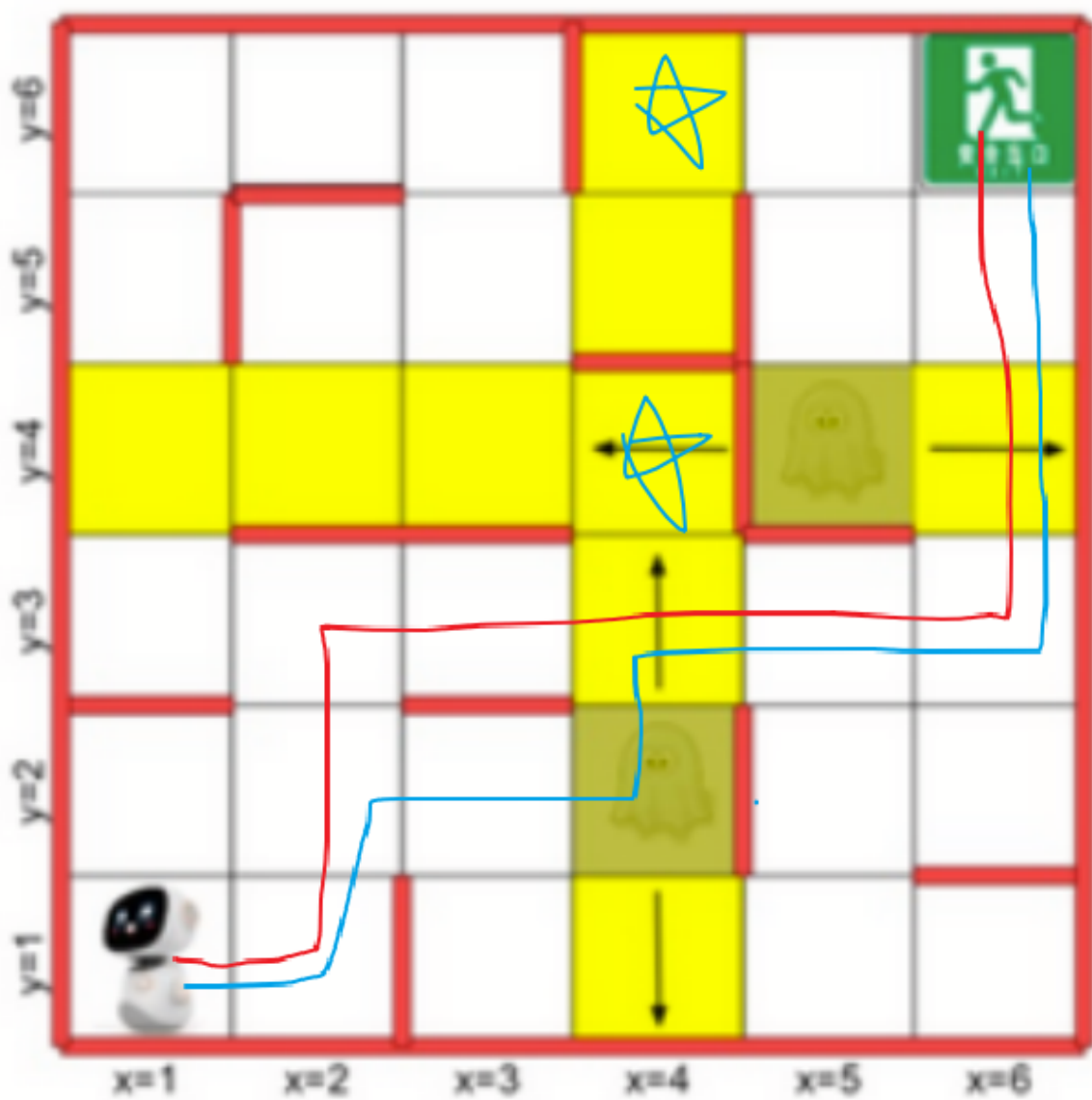
问题 B 和问题 C

最短路径已经很明显了，根据曼哈顿距离，最短距离就为**10**步。

最快路径就需要考虑幽灵的位置。

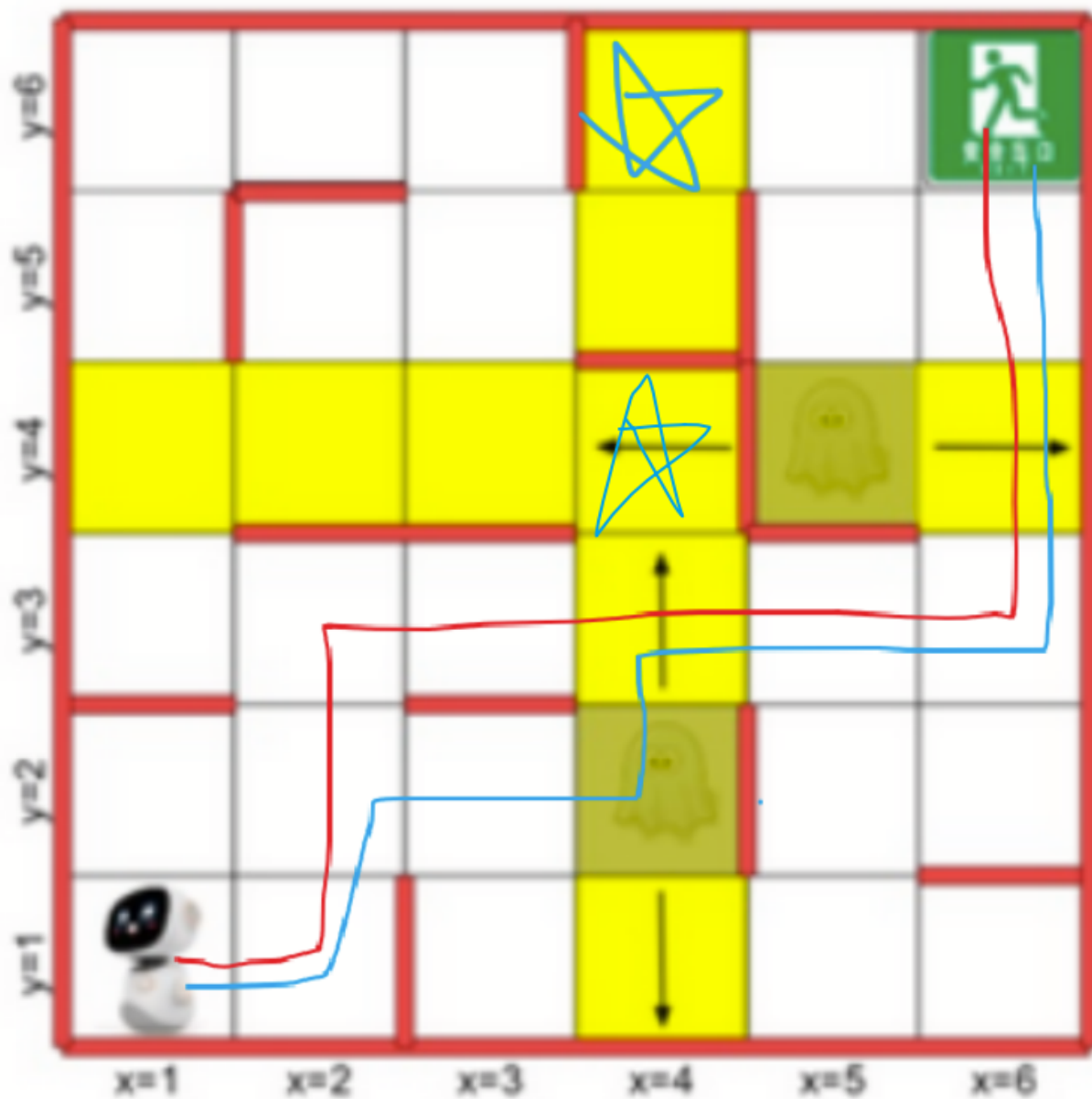
红线到达从纵向“幽灵走廊”需要**5**步，蓝线到达纵向“幽灵走廊”需要**4**步，我们已知幽灵的出发路线和方向之后，就可以尽可能选择这两条路，因为可以等待，所以绕远路反而不划算。

我们先考虑纵向幽灵的出现位置和方向，对路径选择的影响而暂时不管横向幽灵

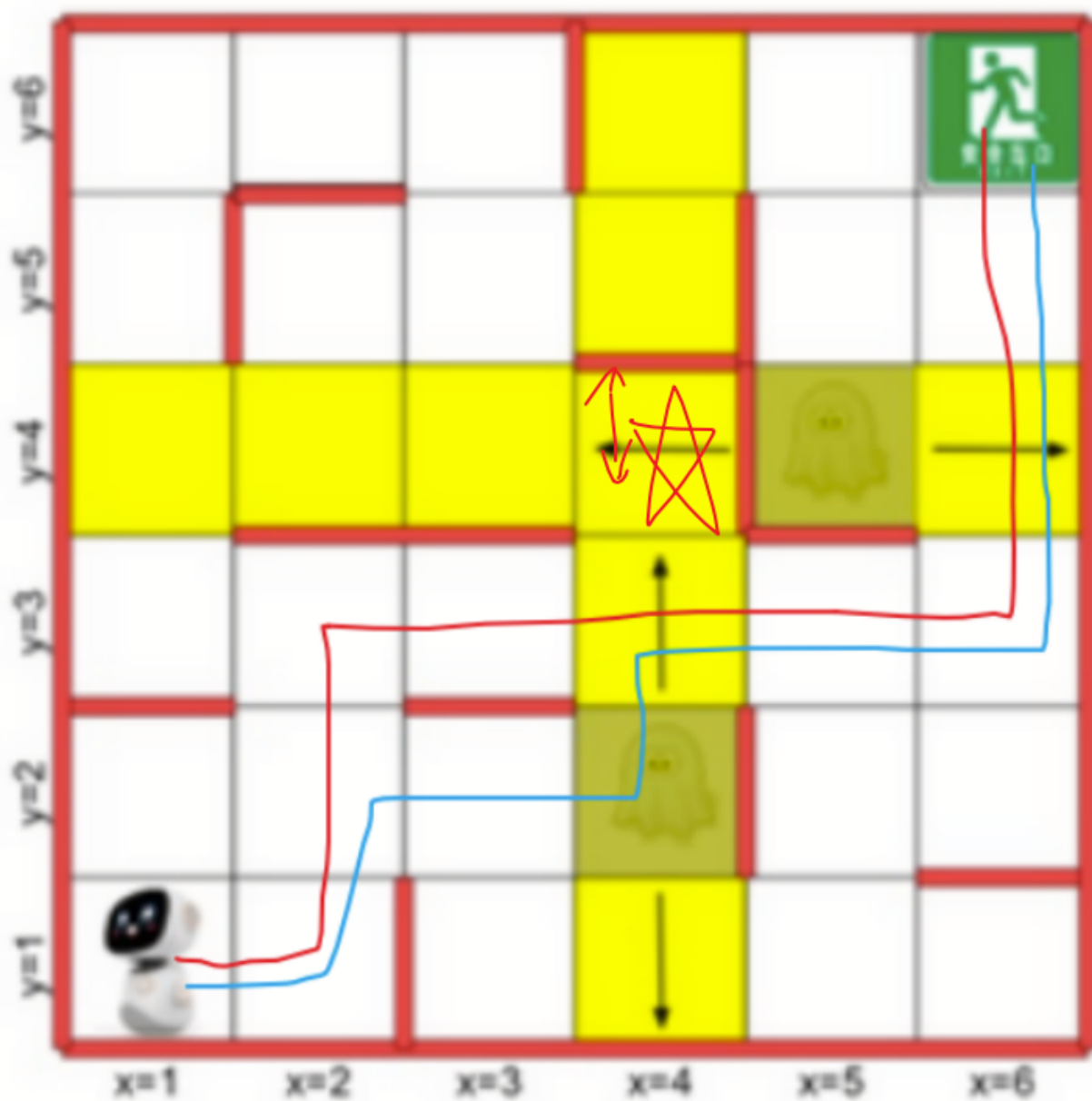


问题 B 和问题 C

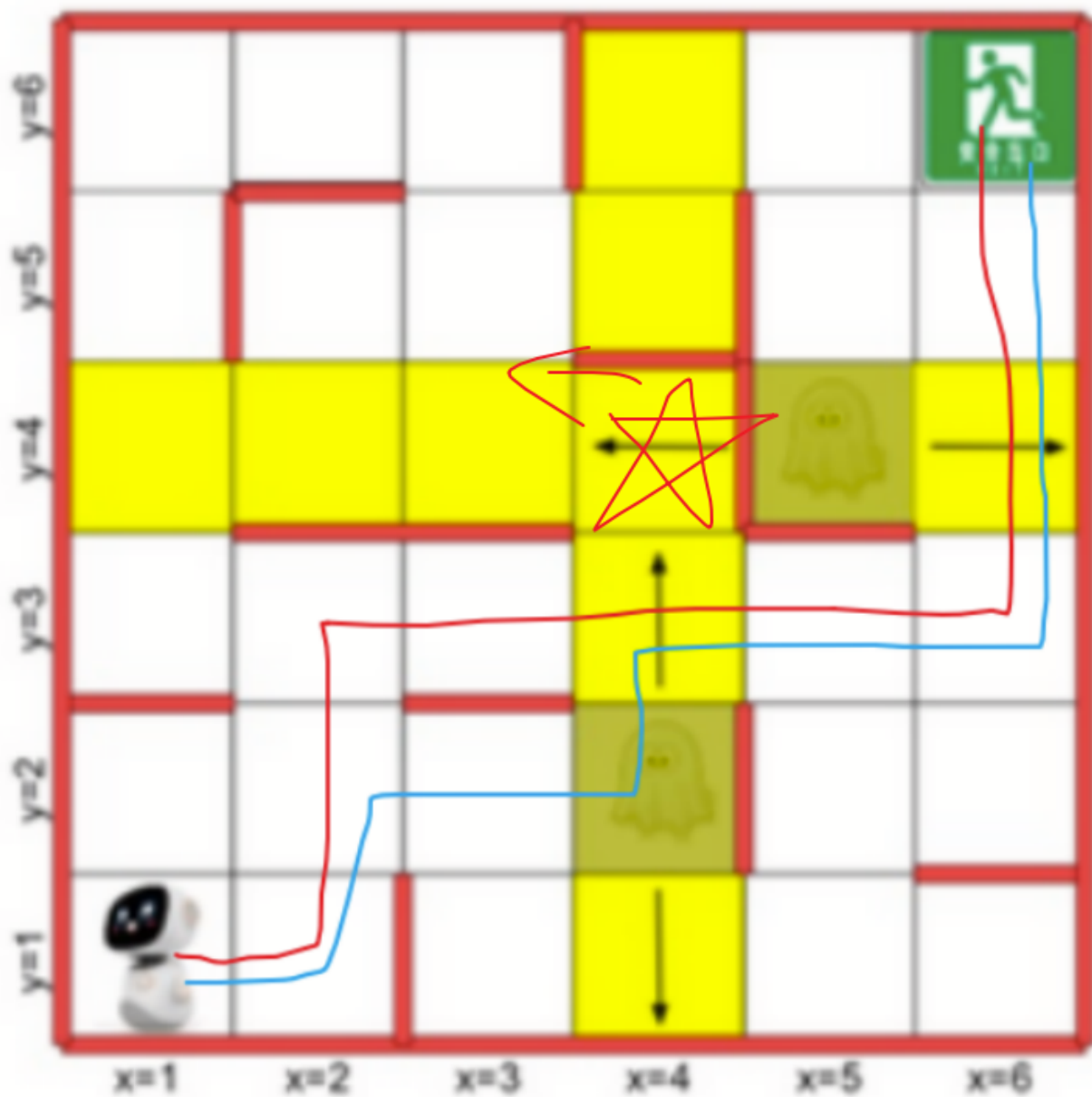
上图是幽灵朝下运动会和蓝线相遇的情况



上图是幽灵向上运动与蓝线相遇的情况



在这个位置生成的幽灵如果向上向下都会与红线相遇，很神奇的是他们都在同一个位置



横向行动的幽灵如果要接触两根线，只能生成在如图(4,4)位置向左移动

因此 如果让机器人走这两条路线，随机到的幽灵位置方向应该不在上述位置方向

反之，如果满足就都能通过这两条线通过

(横向移动不生成在(4,4)向左) \wedge (纵向移动不生成在(4,4)与(4,6) \vee 纵向移动不生成在(4,4))

我们进一步处理通过不了的情况：

所有红线无法通过的情况化简得到：(1) \vee (2)

**1) (4,4)向左

2)(4,4)向上和下

所有蓝线无法通过的情况化简得到：(1) \vee (2) \vee (3)

**1) (4,4)向左

2)(4,4)向上和下

3)(4,6)向上和下

所有红蓝线无法通过的情况化简得到：(1)v(2)

1) (4,4)向左

2)(4,4)向上和下

所以机器人行动规则应该为：

一开始检测两个幽灵位置：

如果横向幽灵在(4,4)向左或者纵向幽灵在(4,4)：停止一回合

如果纵向幽灵在(4,6)：选择红线

否则选择蓝线或者红线都能到达终点

然而上面好像不算搜索算法，只能算人为路径规划

或者还有一种思路：

在启发式函数仍然为曼哈顿路径的前提下，

为机器人增加一个预测函数：

行动逻辑伪代码如下：

把前沿队列按照曼哈顿距离升序，弹出第一个

如果第一个的坐标是幽灵行动的下一个坐标，就停止一轮行动

清空前沿队列

根据第二问我们的效果来看，启发式函数可以自发带领机器人选择蓝线或者红线，所以不需要人为规划，我们只需要在合适的地方不行动，躲开幽灵即可。

这样就可以在保证安全的前提下快速到达终点，距离为10步，使用了11个回合到达路线可能为红线或者蓝线

具体可以在代码中见到 图像和探索过程