

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：

定义：

探索集：记录走过的单元

安全集：定义已知安全的单元

危险集：定义已知危险的单元

行动集：机器人四邻域-危险集-探索集 得到

命题列表：装载命题的列表

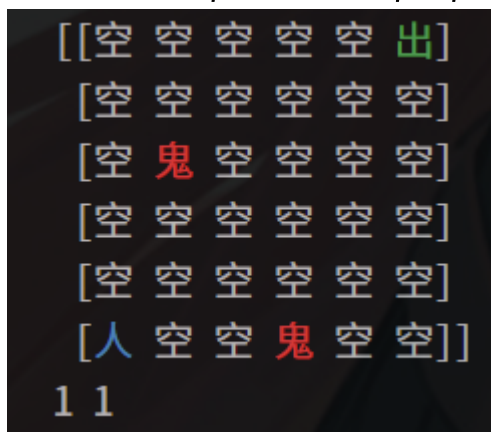
命题： $\{8\text{邻域或者}4\text{邻域}\}=\text{幽灵数量}$

启发式函数：优先选择行动集里面与出口曼哈顿距离最小的单元格

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： $(1,2), (2,1), (2,2)$

感知环节：

经过寒意浓度感知 $h(1,1)=0$

得到命题 $\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0$ 加入命题列表

推断环节：

安全集加入 $\{(1,2), (2,1), (2,2)\}$

危险集不变

行动集加入 $\{(1,2), (2,1)\}$

行动环节：

安全移动，行动集如果与安全集有交集

随机移动，行动集与安全集没有交集，说明安全性未知，冒险向出口行动

这里有交集，进行安全移动

这里随机选择(2,1)

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1),(2,1)\}$
安全集: $\{(1,1),(2,1),(2,2)\}$
危险集: $\{\}$
行动集: $\{(1,2),(2,1)\}$
命题列表: $[\{(1,2),(2,1),(2,2)\}=0]$



此时已知机器人八邻域为: $(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1)$

四邻域: $(1,1),(2,2),(3,1)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(2,1)=0$

得到命题 $\{(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1)\}=0$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1)\}$ 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集不变

行动集加入 $\{(2,2),(3,1)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里随机选择 **(3,1)**

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1),(2,1),(3,1)\}$
安全集: $\{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1)\}$
危险集: $\{\}$
行动集: $\{(2,2),(3,1)\}$
命题列表: $[\{(1,2),(2,1),(2,2)\}=0, \{(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1)\}=0]$
化简后为: $[\{(1,1),(2,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1)\}=0]$

```

[[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 空 空 空 空 空]
 [空 空 人 空 空 空]]

```

此时已知机器人八邻域为: $(2,1), (2,2), (3,2), (4,2), (4,1)$

四邻域: $(2,1), (3,2), (4,1)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(3,1)=0$

得到命题 $\{(2,1), (2,2), (3,2), (4,2), (4,1)\}=0$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{(2,1), (2,2), (3,2), (4,2), (4,1)\}$ 因为是集合, 多余的不会重复添加
危险集不变

行动集加入 $\{(3,2), (4,1)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里随机选择 $(4,1)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (3,1), (4,1)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (4,2), (4,1)\}$

危险集: $\{\}$

行动集: $\{(3,2), (4,1)\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0, \{(2,1), (2,2), (3,2), (4,2), (4,1)\}=0]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1), (4,2), (4,1)\}=0]$

```

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

```

此时已知机器人八邻域为: $(3,1), (3,2), (4,2), (5,2), (5,1)$

四邻域: $(3,1), (4,2), (5,1)$

感知环节：

经过寒意浓度感知 $h(4,1)=0$

得到命题 $\{(3,1),(3,2),(4,2),(5,2),(5,1)\}=0$ 加入命题列表

推断环节：

安全集加入 $\{(3,1),(3,2),(4,2),(5,2),(5,1)\}$ 因为是集合，多余的不会重复添加
危险集不变

行动集加入 $\{(4,2),(5,1)\}$

行动环节：

安全移动，行动集如果与安全集有交集

随机移动，行动集与安全集没有交集，说明安全性未知，冒险向出口行动

这里有交集，进行安全移动

这里随机选择 $(4,2)$

并将他添加到探索集

探索集： $\{(1,1),(2,1),(3,1),(4,1),(4,2)\}$

安全集： $\{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(4,2),(4,1),(5,2),(5,1)\}$

危险集： $\{\}$

行动集： $\{(4,2),(5,1)\}$

命题列表： $[\{(1,2),(2,1),(2,2)\}=0, \{(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1)\}=0,$
 $\{(2,1),(2,2),(3,2),(4,2),(4,1)\}=0, \{(3,1),(3,2),(4,2),(5,2),(5,1)\}=0]$

化简后为： $[\{(1,1),(2,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1),(4,2),(4,1),(5,2),$
 $(5,1)\}=0]$



此时已知机器人八邻域为： $(3,2),(3,3),(4,3),(5,3),(5,2),(5,1),(4,1),(3,1)$

四邻域： $(3,2),(4,3),(5,2),(4,1)$

感知环节：

经过寒意浓度感知 $h(4,2)=0$

得到命题 $\{(3,2),(3,3),(4,3),(5,3),(5,2),(5,1),(4,1),(3,1)\}=0$ 加入命题表

推断环节：

安全集加入 $\{(3,2),(3,3),(4,3),(5,3),(5,2),(5,1),(4,1),(3,1)\}$

因为是集合，多余的不会重复添加

危险集不变

行动集加入 $\{(3,2),(4,3),(5,2)\}$

行动环节：

安全移动，行动集如果与安全集有交集

随机移动，行动集与安全集没有交集，说明安全性未知，冒险向出口行动

这里有交集，进行安全移动

这里随机选择(5,2)

并将他添加到探索集

探索集：{(1,1),(2,1),(3,1),(4,1),(4,2),(5,2)}

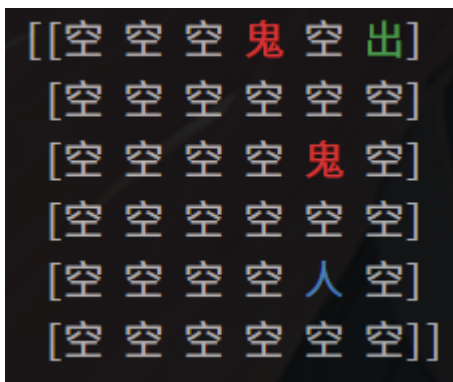
安全集：{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(4,2),(4,1),(5,2),(5,1),(5,3)}

危险集：{}

行动集：{(3,2),(4,3),(5,2)}

命题列表：[{(1,2),(2,1),(2,2)}=0,{(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1)}=0,
{(2,1),(2,2),(3,2),(4,2),(4,1)}=0,{(3,1),(3,2),(4,2),(5,2),(5,1)}=0,
{(3,2),(3,3),(4,3),(5,3),(5,2),(5,1),(4,1),(3,1)}=0]

化简后为：[{(1,1),(2,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1),(4,2),(4,1),(5,2),(5,1),
(5,3)}=0]



此时已知机器人八邻域为：(4,2),(4,3),(5,3),(6,3),(6,2),(6,1),(5,1),(4,1)

四邻域：(4,2),(5,3),(6,2),(5,1)

感知环节：

经过寒意浓度感知 $h(5,2)=1$

得到命题{(4,3),(6,3),(6,1),(4,1),(5,4),(3,2)}=1 加入命题表

推断环节：

安全集加入{(6,2),(5,1)}

因为是集合，多余的不会重复添加

危险集 加入 {(4,3),(6,3),(6,1),(4,1),(5,4),(3,2),(5,3),(4,2)}

行动集加入 {(5,1),(6,2)}

行动环节：

安全移动，行动集如果与安全集有交集

随机移动，行动集与安全集没有交集，说明安全性未知，冒险向出口行动

这里有交集，进行安全移动

这里随机选择(6,2)
并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (3,1), (4,1), (4,2), (5,2), (6,2)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (4,2), (4,1), (5,2), (5,1), (5,3), (6,2), (5,1)\}$

危险集: $\{(4,3), (6,3), (6,1), (4,1), (5,4), (3,2), (5,3), (4,2)\}$

行动集: $\{(5,1), (6,2)\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0, \{(2,1), (2,2), (3,2), (4,2), (4,1)\}=0, \{(3,1), (3,2), (4,2), (5,2), (5,1)\}=0, \{(3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\}=0, \{(4,3), (6,3), (6,1), (4,1), (5,4), (3,2)\}=1]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,1), (1,2), (2,2), (3,1), (4,2), (5,2), (5,1), (5,3)\}=0, \{(4,3), (6,3), (6,1), (4,1), (5,4), (3,2)\}=1]$



此时已知机器人八邻域为: $(5,2), (5,3), (6,3), (6,1), (5,1)$

四邻域: $(5,2), (6,3), (6,1)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(6,2)=0$

得到命题 $\{(5,2), (5,3), (6,3), (6,1), (5,1)\}=0$ 加入命题表

推断环节:

安全集加入 $\{(5,2), (5,3), (6,3), (6,1), (5,1)\}$

因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集 加入 $\{\}$

行动集加入 $\{(6,3), (6,1)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里随机选择(6,3)

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (3,1), (4,1), (4,2), (5,2), (6,2), (6,3)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (4,2), (4,1), (5,2), (5,1), (5,3), (6,2), (5,1), (6,3), (6,1)\}$

危险集: $\{(4,3), (6,3), (6,1), (4,1), (5,4), (3,2), (5,3), (4,2)\}$

行动集: $\{(5,1), (6,2)\}$

命题列表: $\{ \{(1,2), (2,1), (2,2)\} = 0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\} = 0, \{(2,1), (2,2), (3,2), (4,2), (4,1)\} = 0, \{(3,1), (3,2), (4,2), (5,2), (5,1)\} = 0, \{(3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\} = 0, \{(4,3), (6,3), (6,1), (4,1), (5,4), (3,2)\} = 1, \{(5,2), (5,3), (6,3), (6,1), (5,1)\} = 0 \}$

化简后为: $\{ \{(1,1), (2,1), (1,2), (2,2), (3,1), (4,2), (5,2), (5,1), (5,3), (6,3), (6,1)\} = 0$

$\{(4,3), (4,1), (5,4), (3,2)\} = 1 \}$

[[空空空空出]
[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]]

[[空空空空出]
[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 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]]

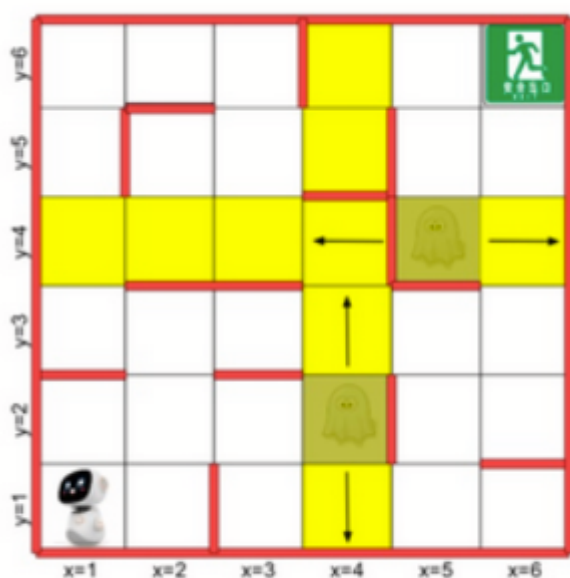
```

路径：

$(2, 1) \rightarrow (3, 1) \rightarrow (4, 1) \rightarrow (4, 2) \rightarrow (5, 2) \rightarrow (6, 2) \rightarrow (6, 3) \rightarrow (6, 4) \rightarrow (6, 5) \rightarrow (6, 6)$

这是相当理想的情况

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),(2,2)

感知环节：

经过寒意浓度感知 $h(1,1)=0$

得到命题{(1,2),(2,1),(2,2)}=0 加入命题列表

推断环节：

安全集加入{(1,2),(2,1),(2,2)}

危险集不变

行动集加入 {(1,2),(2,1)}

行动环节：

安全移动，行动集如果与安全集有交集

随机移动，行动集与安全集没有交集，说明安全性未知，冒险向出口行动

这里有交集，进行安全移动

这里随机选择(2,1)

并将他添加到探索集

探索集：{(1,1),(2,1)}

安全集：{(1,1),(2,1),(2,2)}

危险集：{}

行动集：{(1,2),(2,1)}

命题列表：[{(1,2),(2,1),(2,2)}=0]



此时已知机器人八邻域为：(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1)

四邻域：(1,1),(2,2),(3,1)

感知环节：

经过寒意浓度感知 $h(2,1)=0$

得到命题{(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1)}=0 加入命题列表

推断环节：

安全集加入{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1)} 因为是集合，多余的不会重复添加

危险集不变

行动集加入 {(2,2),(3,1)}

行动环节：

安全移动，行动集如果与安全集有交集

随机移动，行动集与安全集没有交集，说明安全性未知，冒险向出口行动

这里有交集，进行安全移动

这里随机选择(3,1)

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (3,1)\}$
安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1)\}$
危险集: $\{\}$
行动集: $\{(2,2), (3,1)\}$
命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0]$
化简后为: $[\{(1,1), (2,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0]$



此时已知机器人八邻域为: $(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)$

四邻域: $(1,2), (2,3), (3,2), (2,1)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(2,2)=0$

得到命题 $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}$ 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集不变

行动集加入 $\{(1,2), (2,3), (3,2)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里随机选择(2,3)

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (2,3)\}$
安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}$
危险集: $\{\}$
行动集: $\{(1,2), (2,3), (3,2)\}$
命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

$\{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,2)\}=0]$

化简后为: $[\{(1,1),(2,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3)\}=0]$



此时已知机器人八邻域为: $(1,3),(2,3),(3,3),(2,2),(1,2),(1,4),(2,4),(3,4)$

四邻域: $(1,3),(2,4),(3,3),(2,2)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(2,3)=0$

得到命题 $\{(1,3),(2,3),(3,3),(2,2),(1,2),(1,4),(2,4),(3,4)\}=0$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{(1,3),(2,3),(3,3),(2,2),(1,2),(1,4),(2,4),(3,4)\}$ 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集不变

行动集加入 $\{(1,3),(2,4),(3,3)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里随机选择 $(3,3)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1),(2,1),(2,3),(3,3)\}$

安全集: $\{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,2),(1,3),(1,4),(2,4),(3,4)\}$

危险集: $\{\}$

行动集: $\{(1,3),(2,4),(3,3)\}$

命题列表: $[\{(1,2),(2,1),(2,2)\}=0, \{(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1)\}=0,$

$\{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,2)\}=0,$

$\{(1,3),(2,3),(3,3),(2,2),(1,2),(1,4),(2,4),(3,4)\}=0]$

化简后为: $[\{(1,1),(2,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,4),(2,4),(3,4)\}=0]$



此时已知机器人八邻域为: $(2,3), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2), (3,2), (2,2)$

四邻域: $(2,3), (3,4), (4,3), (2,2)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(3,3)=0$

得到命题 $\{(2,3), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2), (3,2), (2,2)\}=0$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{(2,3), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2), (3,2), (2,2)\}$ 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集不变

注意存在围墙, 行动集不得加入有围墙存在的单元格

行动集加入 $\{(3,4)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里随机选择 $(3,4)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (2,3), (3,3), (3,4)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2), (1,3), (1,4), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2)\}$

危险集: $\{\}$

行动集: $\{(3,4)\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

$\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0,$

$\{(1,3), (2,3), (3,3), (2,2), (1,2), (1,4), (2,4), (3,4)\}=0,$

$\{(2,3), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2), (3,2), (2,2)\}=0]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,4), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2)\}=0]$

```

[[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]]

```

此时已知机器人八邻域为: $(3,3), (3,4), (4,4), (5,4), (5,3), (5,2), (4,2), (3,2)$

四邻域: $(3,3), (4,4), (5,3), (4,2)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(4,3)=1$

得到命题 $\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{\}$ 减去危险集 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集 加入 $\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (3,3), (4,4), (5,3), (4,2)\}$

注意存在围墙, 行动集不得加入有围墙存在的单元格

行动集加入 $\{\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里无交集, 进行随机移动 获取四邻域减去探索集得到

$\{(4,4), (5,3), (4,2)\}$ 选择与出口曼哈顿距离最小的

这里随机选择 $(5,3)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (2,3), (3,3), (3,4), (5,3)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,1), (2,3), (1,2), (1,3), (1,4), (2,4), (4,3)\}$

危险集: $\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (3,3), (4,4), (5,3), (4,2)\}$

行动集: $\{\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

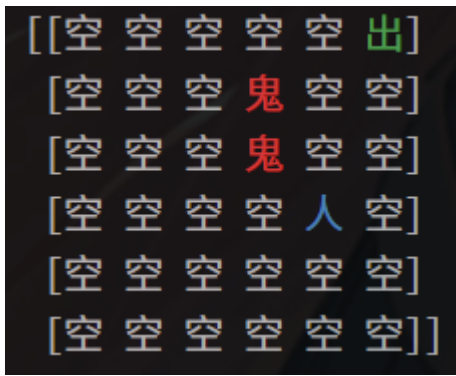
$\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0,$

$\{(1,3), (2,3), (3,3), (2,2), (1,2), (1,4), (2,4), (3,4)\}=0,$

$\{(2,3), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2), (3,2), (2,2)\}=0,$

$\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,1), (1,2), (2,2), (3,1), (3,3), (1,4), (2,4), (4,4), (4,3), (4,2)\}=0, \{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1]$



此时已知机器人八邻域为: $(4,3), (4,4), (5,4), (6,4), (6,3), (6,2), (5,2), (4,2)$

四邻域: $(4,3), (5,4), (6,3), (5,2)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(5,3)=1$

得到命题 $\{(4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}=1$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{\}$ 减去危险集 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集 加入 $\{(4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}$

注意存在围墙, 行动集不得加入有围墙存在的单元格

行动集加入 $\{\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里无交集, 进行随机移动 获取四邻域减去探索集得到

$\{(4,3), (6,3), (5,2)\}$ 选择与出口曼哈顿距离最小的

这里随机选择 $(6,3)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (2,3), (3,3), (3,4), (5,3), (6,3)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,1), (2,3), (1,2), (1,3), (1,4), (2,4)\}$

危险集: $\{(4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}$

行动集: $\{\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

$\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0,$

$\{(1,3), (2,3), (3,3), (2,2), (1,2), (1,4), (2,4), (3,4)\}=0,$

$\{(2,3), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2), (3,2), (2,2)\}=0,$

$\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1,$

$\{(4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}=1]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,1), (1,2), (2,2), (3,1), (3,3), (1,4), (2,4), (4,3),$

$(4,2)\}=0, \{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1), (4,4), (6,4),$

$(4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}=1]$



此时已知机器人八邻域为: $(5,3), (5,4), (6,4), (6,2), (5,2)$

四邻域: $(5,3), (6,4), (6,2)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(6,3)=0$

得到命题 $\{(5,3), (5,4), (6,4), (6,2), (5,2)\}=0$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{(5,3), (5,4), (6,4), (6,2), (5,2)\}$ 减去危险集 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集 加入 $\{\}$ 减去安全集

注意存在围墙, 行动集不得加入有围墙存在的单元格

行动集加入 $\{(5,3), (6,4), (6,2)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里选择 $(6,4)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (2,3), (3,3), (3,4), (5,3), (6,3), (6,4)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,1), (2,3), (1,2), (1,3), (1,4), (2,4), (5,3), (5,4), (6,4), (6,2), (5,2)\}$

危险集: $\{(4,4), (4,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}$

行动集: $\{(5,3), (6,4), (6,2)\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

$\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0,$

$\{(1,3), (2,3), (3,3), (2,2), (1,2), (1,4), (2,4), (3,4)\}=0,$

$\{(2,3), (2,4), (3,4), (4,4), (4,3), (4,2), (3,2), (2,2)\}=0,$

$\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1,$

$\{(4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}=1,$

$\{(5,3), (5,4), (6,4), (6,2), (5,2)\}=0]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,1), (1,2), (2,2), (3,1), (3,3), (1,4), (2,4), (4,3), (4,2), (5,3), (5,4), (6,4), (6,2), (5,2)\}=0,$

$\{(3,4), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1), (4,4), (4,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}=1]$

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

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



此时已知机器人八邻域为：(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,2)

四邻域：(1,2),(2,3),(3,2),(2,1)

感知环节：

经过寒意浓度感知 $h(2,2)=0$

得到命题{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,2)}=0 加入命题列表

推断环节：

安全集加入{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,2)} 因为是集合，多余的不会重复添加

危险集不变

行动集加入 {(1,2),(2,3),(3,2)}

行动环节：

安全移动，行动集如果与安全集有交集

随机移动，行动集与安全集没有交集，说明安全性未知，冒险向出口行动

这里有交集，进行安全移动

这里随机选择(3,2)

并将他添加到探索集

探索集：{(1,1),(2,1),(3,2)}

安全集：{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,2)}

危险集：{}

行动集：{(1,2),(2,3),(3,2)}

命题列表：[{(1,2),(2,1),(2,2)}=0,{(1,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1)}=0,

{(1,1),(2,1),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3),(1,2)}=0]

化简后为：[{(1,1),(2,1),(1,2),(2,2),(3,2),(3,1),(3,3),(2,3)}=0]



此时已知机器人八邻域为: $(2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)$

四邻域: $(2,2), (3,3), (4,2), (3,1)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(3,2)=0$

得到命题 $\{(2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)\}=0$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{(2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)\}$ 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集不变

行动集加入 $\{(4,2), (3,1)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里随机选择 $(4,2)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (3,2), (4,2)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,2), (3,2), (3,3), (2,3), (1,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)\}$

危险集: $\{\}$

行动集: $\{(4,2), (3,1)\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

$\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0,$

$\{(2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)\}=0]$

化简后为: $[\{(1,1), (1,2), (3,2), (2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)\}=0]$



此时已知机器人八邻域为: $(3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)$

四邻域: $(3,2), (4,3), (5,2), (4,1)$

感知环节:

经过寒意浓度感知 $h(4,2)=0$

得到命题 $\{(3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\}=0$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{(3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\}$ 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集不变

行动集加入 $\{(4,3), (4,1)\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里有交集, 进行安全移动

这里随机选择 $(4,3)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (3,2), (4,2), (4,3)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,2), (2,3), (1,2), (4,2), (2,1), (3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\}$

危险集: $\{\}$

行动集: $\{(4,3), (4,1)\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

$\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0,$

$\{(2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)\}=0,$

$\{(3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\}=0]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,2), (2,3), (1,2), (2,3), (4,2), (2,1), (3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\}=0]$



此时已知机器人八邻域为: $(3,3), (3,4), (4,4), (5,4), (5,3), (5,2), (4,2), (3,2)$

四邻域: $(3,3), (4,4), (5,3), (4,2)$

经过寒意浓度感知 $h(4,3)=1$

得到命题 $\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1$ 加入命题列表
推断环节:

安全集加入 $\{\}$ 减去危险集 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集 加入 $\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (3,3), (4,4), (5,3), (4,2)\}$

注意存在围墙, 行动集不得加入有围墙存在的单元格

行动集加入 $\{\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里无交集, 进行随机移动 获取四邻域减去探索集得到

$\{(4,4), (5,3), (4,2)\}$ 选择与出口曼哈顿距离最小的

这里随机选择 $(5,3)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (3,2), (4,2), (4,3), (5,3)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,2), (2,3), (1,2), (4,2), (2,1), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (3,1)\}$

危险集: $\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (3,3), (4,4), (5,3), (4,2)\}$

行动集: $\{\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

$\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0,$

$\{(2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)\}=0,$

$\{(3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\}=0,$

$\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,2), (1,2), (4,2), (2,1), (3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,1), (3,1)\}=0,$

$\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1]$

```

[[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]]

```

此时已知机器人八邻域为: $(4,3), (4,4), (5,4), (6,4), (6,3), (6,2), (5,2), (4,2)$

四邻域: $(4,3), (5,4), (6,3), (5,2)$

经过寒意浓度感知 $h(4,3)=1$

得到命题 $\{(4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}=1$ 加入命题列表

推断环节:

安全集加入 $\{\}$ 减去危险集 因为是集合, 多余的不会重复添加

危险集 加入 $\{(4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}$

注意存在围墙, 行动集不得加入有围墙存在的单元格

行动集加入 $\{\}$

行动环节:

安全移动, 行动集如果与安全集有交集

随机移动, 行动集与安全集没有交集, 说明安全性未知, 冒险向出口行动

这里无交集, 进行随机移动 获取四邻域减去探索集得到

$\{(6,3), (5,2)\}$ 选择与出口曼哈顿距离最小的

这里随机选择 $(6,3)$

并将他添加到探索集

探索集: $\{(1,1), (2,1), (3,2), (4,2), (4,3), (5,3), (6,3)\}$

安全集: $\{(1,1), (2,2), (2,3), (1,2), (2,1), (4,3), (5,3), (5,2), (3,1)\}$

危险集: $\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (5,3), (4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}$

行动集: $\{\}$

命题列表: $[\{(1,2), (2,1), (2,2)\}=0, \{(1,1), (1,2), (2,2), (3,2), (3,1)\}=0,$

$\{(1,1), (2,1), (2,2), (3,2), (3,1), (3,3), (2,3), (1,2)\}=0,$

$\{(2,2), (2,3), (3,3), (4,3), (4,2), (4,1), (3,1), (2,1)\}=0,$

$\{(3,2), (3,3), (4,3), (5,3), (5,2), (5,1), (4,1), (3,1)\}=0,$

$\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1)\}=1,$

$\{(4,4), (6,4), (4,2), (6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}=1]$

化简后为: $[\{(1,1), (2,2), (1,2), (4,2), (2,1), (3,2), (4,3), (5,3), (3,1)\}=0,$

$\{(3,4), (5,4), (5,2), (3,2), (4,5), (6,3), (2,3), (4,1), (4,4), (6,4), (4,2),$

$(6,2), (3,3), (5,5), (5,1)\}=1]$

此后与上一条路线一致

$(1,2) \rightarrow (2,2) \rightarrow (3,2) \rightarrow (4,2) \rightarrow (4,3) \rightarrow (5,3) \rightarrow (6,3) \rightarrow (6,4) \rightarrow (6,5) \rightarrow (6,6)$

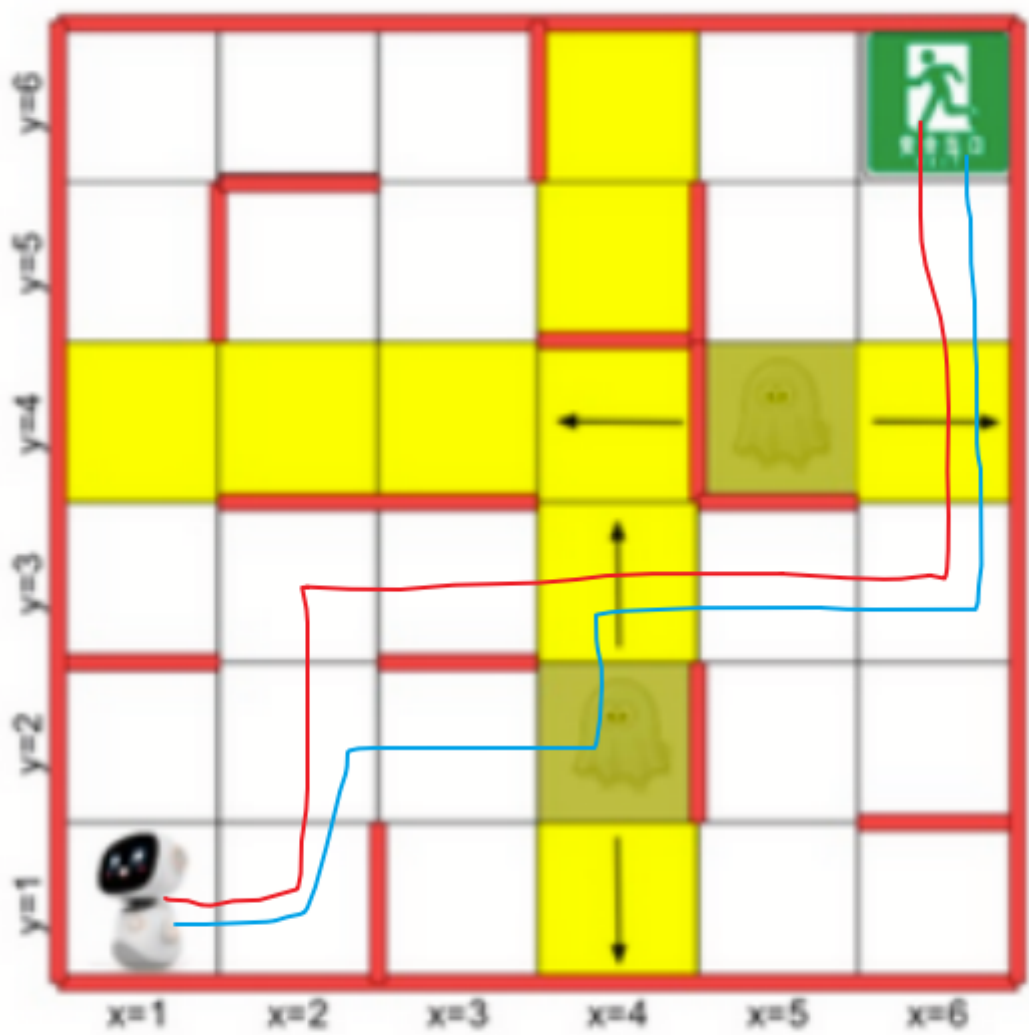
评估

至此两条路线走完，由于编程上的欠缺，AB两问题我写出了太多bug，以至于不得不使用半成品靠文字演示，在两次路径模拟中，机器人都按照知识库做了相对好的选择

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)
回合数会根据幽灵刷新位置有变化

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？



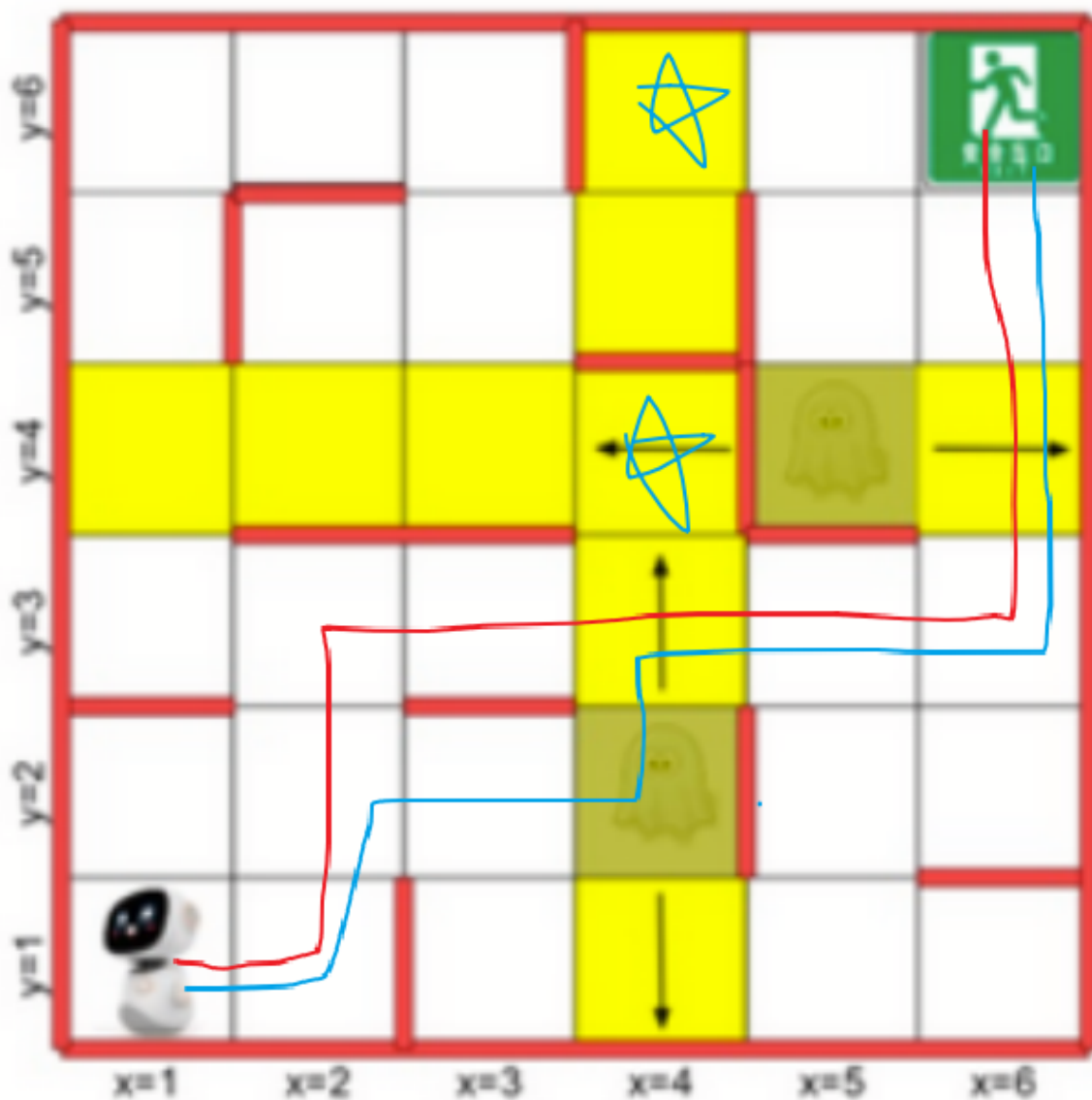
问题 B 和问题 C

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。

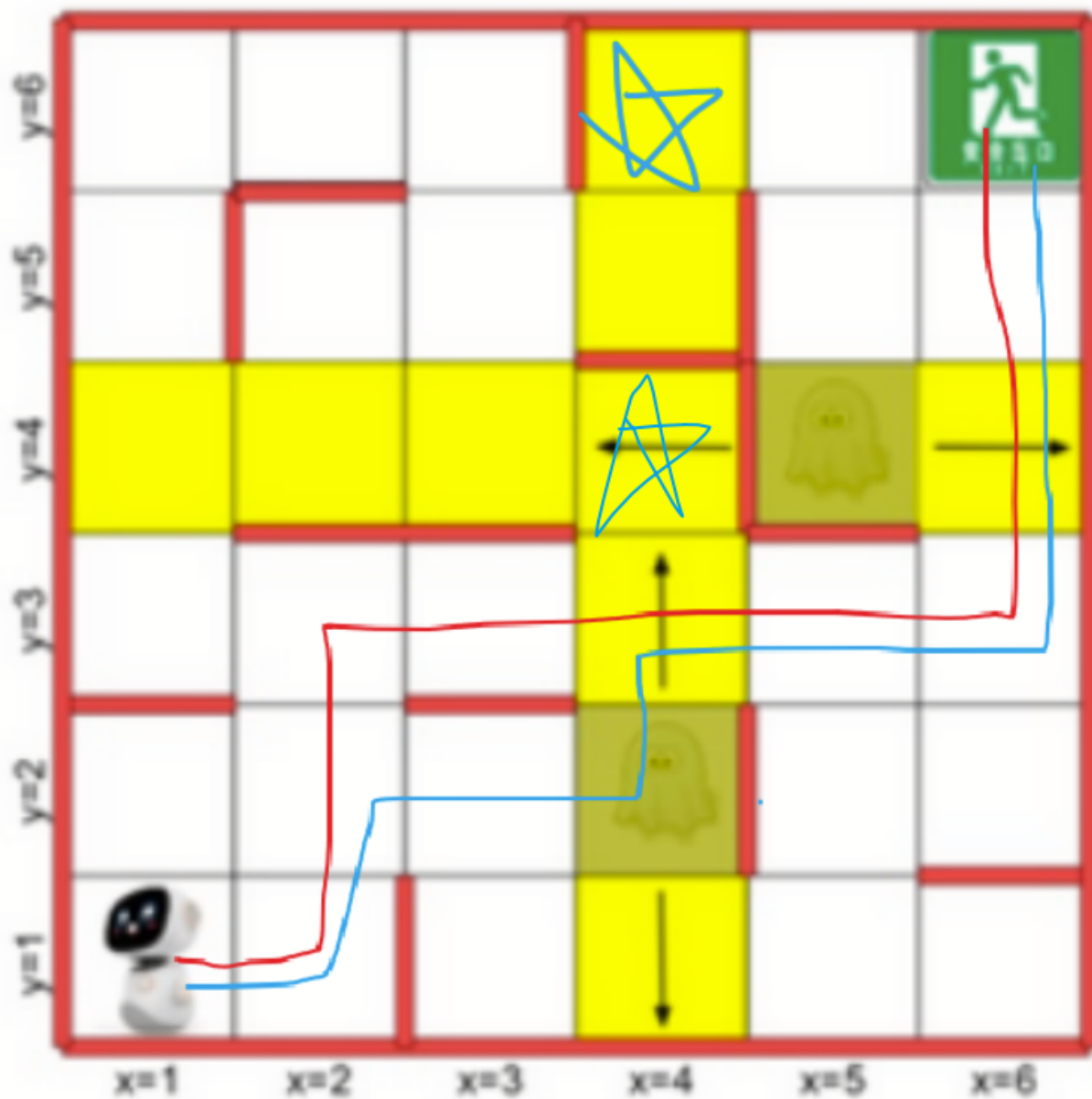
红线到达纵向“幽灵走廊”需要5步，蓝线到达纵向“幽灵走廊”需要4步，我们已知幽灵的出发路线和方向之后，就可以尽可能选择这两条路，因为可以等待，所以绕远路反而不划算。

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

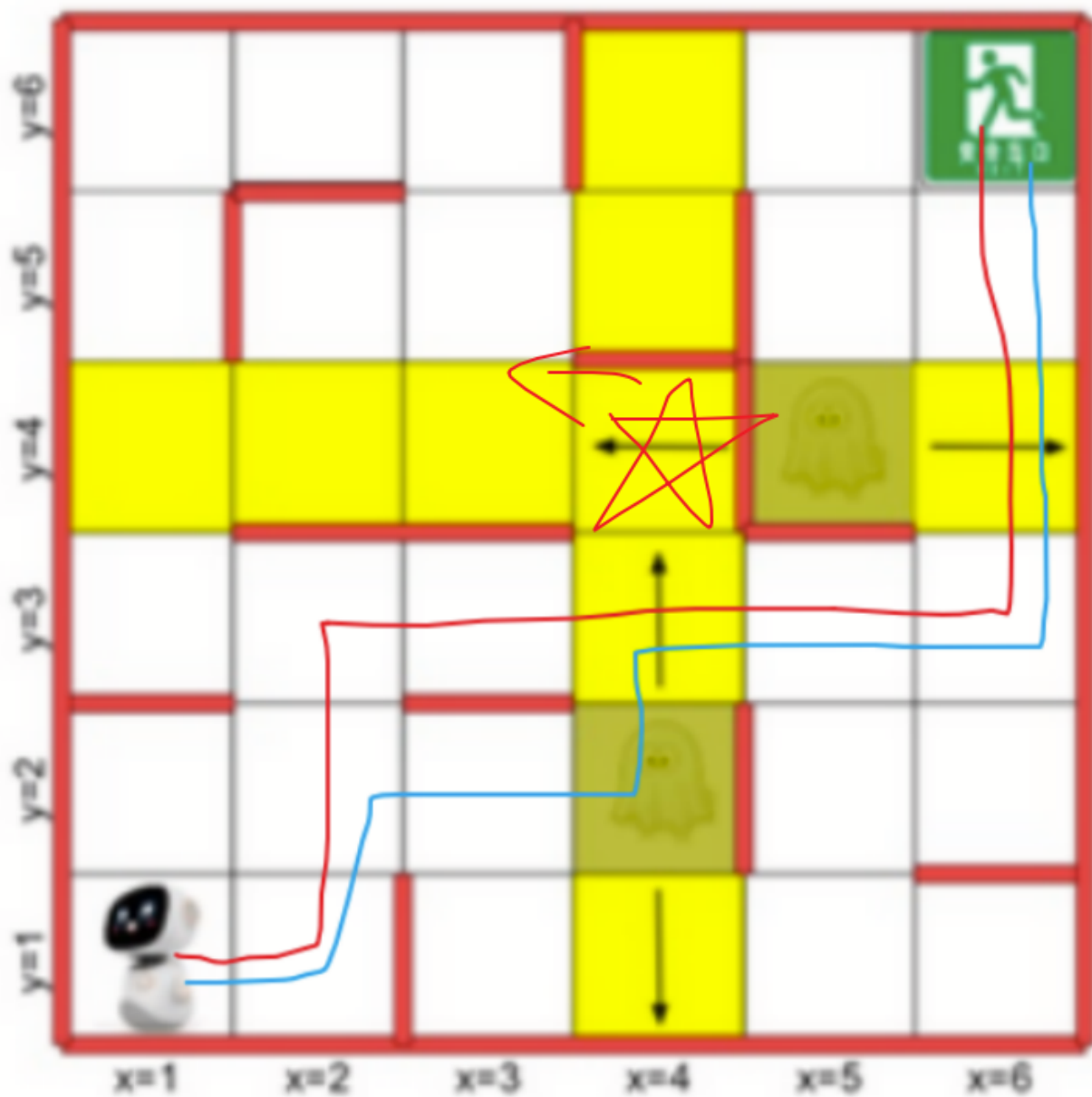
上图是幽灵朝下运动会和蓝线相遇的情况



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 如果能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) \vee (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：

见文件夹Question3

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

根据搜索效果来看，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