

氏名 堀和希

学籍番号 1W203103

### 課題

以下の 3x3 のマップを持つ迷路でロボットが探索行動をすると仮定する。観測は 16 の可能性があり、行動は{上、右、下、左、止まる}の 5 種類である。指示した移動方向へ実際に移動できる確率は 0.8 であり、0.2 の確率でスリップして止まる。得られた観測結果は 0.7 の確率で正しく、0.02 の確率でそれ以外の 15 個のうちいずれかの観測が誤認識として得られるとする。

“Exploration and observation”で示された行動  $a$  を行い観察  $o$  が得られたとした時、以下の問いに答えよ。

(1)  $t=1$  での図を参考に  $t=2\sim 4$  の数値を埋めなさい。ただし、計算結果は少数第四位になるように四捨五入して良い。(電卓の使用を想定しているが、プログラムを作成して計算しても良い)

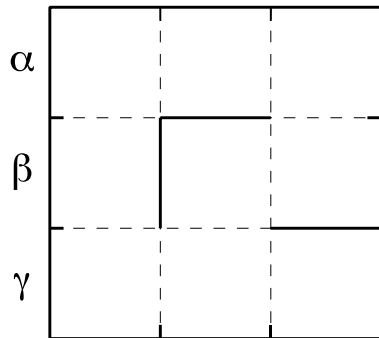
(2)  $t=4$  で最大の確率となる状態 (場所) はどこか、記号で答えなさい。

答  $C, \alpha$

ただし、以下が授業で示したベイズフィルタのアルゴリズムである。

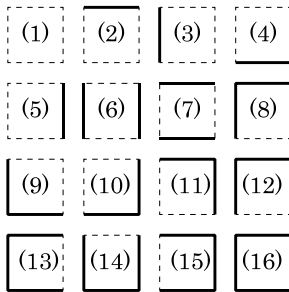
- $F_0(s_0)$ の初期化 (観測なしでの確率分布)  $F_0(s_0) = P(s_0)$
- for  $t = 1$  to  $T$  do
  - $a_{t-1}$  で行動し  $o_t$  を観測
  - $G_t$  を計算
    - $G_t(s_t) \leftarrow P(o_t|s_t)P(s_t|a_{t-1})$   
 $= P(o_t|s_t) \sum_{s_{t-1}} P(s_t|s_{t-1}, a_{t-1})F_{t-1}(s_{t-1})$
  - $F_t$ を正規化 (確率の定義にあうように合計を 1 とする)
    - $F_t(s_t) \leftarrow \frac{G_t(s_t)}{\sum_s G_t(s)}$
- end for

Map    A        B        C



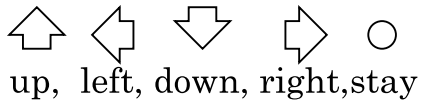
$$s_t \in \{(A, \alpha), (B, \beta), (C, \alpha), \\ (A, \beta), (B, \beta), (C, \beta), \\ (A, \gamma), (B, \gamma), (C, \gamma)\}$$

Observations



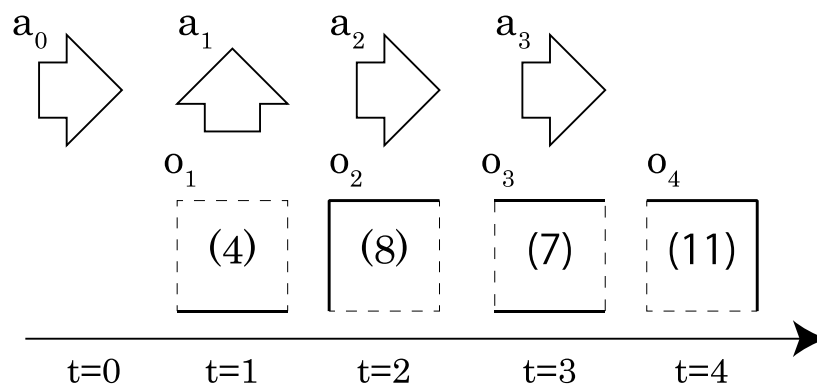
$$o_t \in \{(1), (2), (3), (4), \\ (5), (6), (7), (8), \\ (9), (10), (11), (12), \\ (13), (14), (15), (16)\}$$

Acitons



$$a_t \in \{\text{up, left, down, right, stay}\}$$

Exploration and observaiton



t=1

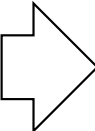
$F(s_0)$	A	B	C
a	0.1	0.1	0.1
b	0.1	0.2	0.1
g	0.1	0.1	0.1

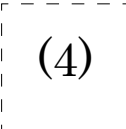
$G(s_1)$	A	B	C
a	0.0004	0.002	0.0036
b	0.002	0.0008	0.0052
g	0.0004	0.07	0.0036

$P(s_1   a_0)$	A	B	C
a	0.02	0.1	0.18
b	0.1	0.04	0.26
g	0.02	0.1	0.18

$F(s_1)$	A	B	C
a	0.0045	0.0227	0.0409
b	0.0227	0.0091	0.0591
g	0.0045	0.7955	0.0409

$P(o_1   s_1)$	A	B	C
a	0.02	0.02	0.02
b	0.02	0.02	0.02
g	0.02	0.7	0.02

$a_0 =$  

$o_1 =$  

t=2

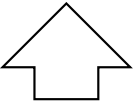
$F(s_1)$	A	B	C
a	0.0045	0.0227	0.0409
b	0.0227	0.0091	0.0591
g	0.0045	0.7955	0.0409

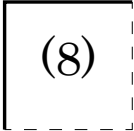
$G(s_2)$	A	B	C
a	0.0159	0.0005	0.0018
b	0.0002	0.4518	0.0002
g	0	0.0032	0.0008

$P(s_2   a_1)$	A	B	C
a	0.0227	0.0227	0.0882
b	0.0082	0.6455	0.0118
g	0.0009	0.1591	0.0409

$F(s_2)$	A	B	C
a	0.0335	0.001	0.0037
b	0.0003	0.9525	0.0005
g	0	0.0067	0.0017

$P(o_2   s_2)$	A	B	C
a	0.7	0.02	0.02
b	0.02	0.7	0.02
g	0.02	0.02	0.02

$a_1 =$  

$o_2 =$  

t=3

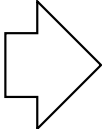
$F(s_2)$	A	B	C
$\alpha$	0.0335	0.001	0.0037
$\beta$	0.0003	0.9525	0.0005
$\gamma$	0	0.0067	0.0017

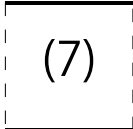
$G(s_3)$	A	B	C
$\alpha$	0.0001	0.0189	0.0001
$\beta$	0	0.0038	0.0152
$\gamma$	0	0	0.0001

$P(s_3   a_2)$	A	B	C
$\alpha$	0.0067	0.027	0.0045
$\beta$	0.0003	0.1905	0.7625
$\gamma$	0	0.0014	0.0071

$F(s_3)$	A	B	C
$\alpha$	0.0035	0.4929	0.0023
$\beta$	0.0002	0.0993	0.3974
$\gamma$	0	0.0007	0.0037

$P(o_3   s_3)$	A	B	C
$\alpha$	0.02	0.7	0.02
$\beta$	0.02	0.02	0.02
$\gamma$	0.02	0.02	0.02

$a_2 =$  

$o_3 =$  

t=4

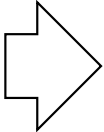
$F(s_3)$	A	B	C
$\alpha$	0.0035	0.4929	0.0023
$\beta$	0.0002	0.0993	0.3974
$\gamma$	0	0.0007	0.0037

$G(s_4)$	A	B	C
$\alpha$	0	0.002	0.2777
$\beta$	0	0.0004	0.0095
$\gamma$	0	0	0.0001

$P(s_4   a_3)$	A	B	C
$\alpha$	0.0007	0.1014	0.3967
$\beta$	0.0002	0.0199	0.4768
$\gamma$	0	0.0001	0.0043

$F(s_4)$	A	B	C
$\alpha$	0	0.007	0.9584
$\beta$	0	0.0014	0.0329
$\gamma$	0	0	0.0003

$P(o_4   s_4)$	A	B	C
$\alpha$	0.02	0.02	0.7
$\beta$	0.02	0.02	0.02
$\gamma$	0.02	0.02	0.02

$a_3 =$  

$o_4 =$ 

(11)

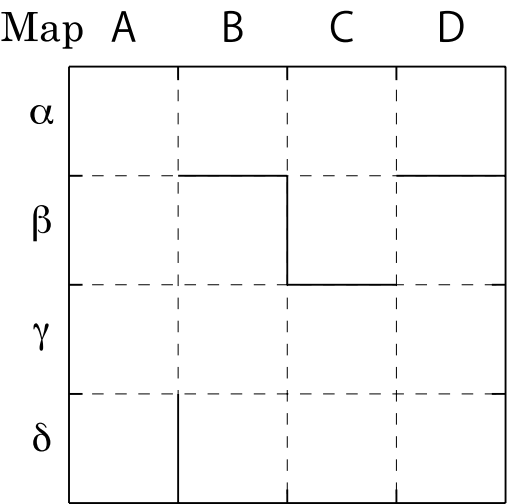
発展課題

計算機プログラムを作成し、以下のようなマップ上で指定の行動を行った後、 $t=4$  の時の各状態の確率を求め、以下の問いに答えよ。

ただし、初期時刻  $t=0$  での状態の確率分布は等確率とする。言語はなんでも良いが、実行方法を示した README.txt を添付して、実行可能であることを担保しなさい。

(1)  $t=4$  で最大の確率となる状態（場所）はどこか、記号で答えなさい。

答 A,  $\beta$



$s_t \in \{(A, \alpha), (B, \beta), (C, \alpha), (D, \alpha),$   
 $(A, \beta), (B, \beta), (C, \beta), (D, \beta),$   
 $(A, \gamma), (B, \gamma), (C, \gamma), (D, \gamma),$   
 $(A, \delta), (B, \delta), (C, \delta), (D, \delta)\}$

Exploration and observaiton

