

# Machine Learning

## CPS 863

Terceiro Trimestre de 2024

Professor: Edmundo de Souza e Silva

### Lista de Exercícios 5

#### ATENÇÃO!

- Faça as listas de forma que TODAS AS RESPOSTAS sejam DEVIDAMENTE COMENTADAS (passos para se chegar a resposta).
- A entrega da lista deve ser feita em UM ÚNICO arquivo PDF. Não envie vários pedaços separadamente!
- ATENÇÃO! Faça as listas de forma que TODAS AS RESPOSTAS sejam DEVIDAMENTE COMENTADAS (passos para se chegar a resposta).

**Não procure a solução na Internet ou em livros ou no chatGPT**, pois o objetivo é que você mesmo avalie o que sabe. Obviamente, caso você já tenha conhecimento do problema, não leia a resposta (mesmo que já conheça o resultado final) e tente fazer sozinho. Só assim você poderá ter uma ideia melhor dos tópicos que você ainda não domina com desenvoltura.

- Anote as dúvidas encontradas para resolver **sozinho**. Em classe gostaria de saber quais as dúvidas que cada um teve para resolver o problema sem olhar a resposta.
- Qualquer referência a código é MUITO menos importante do que a EXPLICAÇÃO DOS PASSOS que foram realizados. O que mais importa é a explicação de como se chegou na solução.
- Para facilitar escrever a lista de forma clara, é possível traduzir equações a mão para LaTeX: <https://mathpix.com/>, ver também [https://www.overleaf.com/learn/latex/Questions/Are\\_there\\_any\\_tools\\_to\\_help\\_transcribe\\_mathematical\\_formulae\\_into\\_LaTeX%3F](https://www.overleaf.com/learn/latex/Questions/Are_there_any_tools_to_help_transcribe_mathematical_formulae_into_LaTeX%3F)

#### Questão 1 HMM

Considere o robô da lista anterior, que pode se mover pelos quadrados da figura abaixo.

Para tentar melhorar a previsibilidade de se detectar a posição do robô da Figura 1, sensores são colocados no ambiente onde o robô circula. Há 4 tipos de sensores (**R**, **B**, **Y**, **G**), conforme mostrado na Figura 1. Quando o robô está em qualquer um dos quadrados o respectivo sensor emite um sinal (para um receptor) com a letra igual ao tipo do sensor. Entretanto, os sensores **não são perfeitos**, e podem emitir um sinal errado com probabilidade 0.1. Por exemplo, quando o robô está num dos quadrados azuis, emite um sinal **b** com probabilidade 0.9, ou um dos restantes sinais **r** ou **y** ou **g**, com probabilidade 0.1/3. Como outro exemplo, suponha que o robô esteja na posição inicial conforme mostrado na Figura 1. Em 3 unidades de tempo, uma possível sequência de sinais recebidos poderiam ser **r g b**, se o robô for para norte e depois para leste. Entretanto, mesmo com o mesmo movimento, os sinais recebidos poderiam ser também **r g g** ou **b b b**, etc.

Seu objetivo é determinar a posição do robô, a partir dos sinais recebidos dos sensores.

- Explique como você fará uma HMM que possa permitir prever a posição do robô a partir dos sinais recebidos.
- Suponha que o receptor de sinais tenha recebido a sequência **r r y r y r b g b r y y g b**. Qual a probabilidade desta sequência ocorrer? Explique e implemente o algoritmo necessário para responder a pergunta.



### Questão 3 *Markov Reward models*

Considere a Questão 1, e o seguinte problema. A Figura 1 é modificada, de forma que o muro no quadrado  $[3, 4]$  é retirado, e dá lugar a um quadrado vermelho. Além disso, o robô ganha um prêmio de R\$100,00 ao atingir o quadrado  $[4, 4]$  (azul), mas **perde**:

- R\$40,00 cada vez que passa por um quadrado verde;
- R\$30,00 cada vez que passa por um quadrado vermelho;
- R\$5,00 cada vez que passa por um quadrado azul;
- R\$10,00 cada vez que passa por um quadrado amarelo.

O robô perde R\$1,00 a cada movimento, mesmo que sendo para o mesmo quadrado. Suponha que o robô escolhe uma das 4 direções aleatoriamente e caso a direção seja uma parede ele permanece no mesmo quadrado, (exatamente como no problema da lista anterior) e perde dinheiro conforme explicado acima.

1. Ignore a indicação dos sensores e mostre os passos necessários para calcular o **valor médio** do valor recebido ao atingir o quadrado do prêmio.