



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Introdução à Aprendizagem Automática — 2024/2025

Algoritmos Evolucionários

Estes exercícios devem ser resolvidos utilizando Python notebooks devido à possibilidade de gerar um relatório integrado com o código. É assumido que o estudante é proficiente em programação. Todas as respostas devem ser justificadas e os resultados discutidos e comparados com os *baselines* apropriados.

A pontuação máxima da tarefa é de 2 pontos. Os exercícios opcionais (se existentes) ajudam a alcançar a pontuação máxima, complementando erros ou falhas.

Deadline: final da aula da semana de 2 a 6 de dezembro, 2024

Imagine uma simplificação do jogo *mastermind* em que é preciso adivinhar um padrão. Na nossa simplificação há apenas duas cores e podemos fazer jogos com padrões de vários tamanhos. Em cada jogo sabemos que o padrão a adivinhar tem um tamanho específico. A maneira com o agente que joga sabe o seu resultado será discutida durante o exercício.

Exercício 1

1. Construa a simulação com as seguintes funcionalidades:

- Crie uma função que produza um padrão de bits aleatório de um tamanho específico (o padrão de bits pode ser codificado como uma sequência de 0s e 1s)
- Crie uma função que gere padrões aleatórios e conte quantas tentativas e quanto tempo demora a gerar o padrão de bits “correto”. Faça dois gráficos sobre a evolução das tentativas / tempo vs o número de bits no padrão (2, 4, 8, 12, 16, ...). Cada “ponto” no gráfico deve ser um box-plot baseado nos resultados de 30 tentativas. Utilize um conjunto fixo de sementes para poder reproduzir as experiências. Pare quando os tempos de execução na sua máquina ultrapassarem uma hora para recolher os resultados para um determinado número de bits, mesmo que não tenha atingido 16 bits. Compare a diferença de tentativas e tempos de exe-

cução para cada tamanho de padrão. Nas alíneas seguintes use o padrão maior que executa em tempo-útil.

- c) Crie uma função que mede a *fitness* do padrão adivinhado. Esta função deve ter um valor máximo quando o padrão adivinhado coincide exatamente com o padrão “correto” e diminui à medida que a distância entre padrões aumenta.
- d) Crie uma função para mutar (inverter um bit) um dado padrão. Utilize esta função num ciclo em que a alteração só é aceite se gerar uma solução melhor (ou seja, uma solução com maior aptidão). Pare após 1000 mutações ou quando o padrão gerado pela mutação for igual à solução. Converge sempre para a solução correta?

2. Gere um conjunto aleatório de padrões (uma população, por exemplo, de 100 padrões) e avalie cada um dos padrões. Selecione os 30% melhores e, com base neles, gere por mutação um novo conjunto de 100 padrões do seguinte modo: 30% da antiga população, o que corresponde aos 30% melhores e os restantes 70% são os gerados por mutação. Repetir os processos até a melhor avaliação estagnar. Compare de forma justa os métodos de pesquisa testados até agora, incluindo os seus tempos de execução. Utilize sempre 30 testes para cada resultado. Como habitual, os boxplots com bigodes são uma boa opção para comparar a distribuição dos resultados dos vários testes.

3. Conceba um procedimento de cruzamento para este tipo de padrão. Proceda de modo idêntico ao indicado na alínea anterior.

Exercício 2

Explique as **alterações que seriam necessárias** na função de avaliação, mutação e cruzamento para lidar com um problema semelhante em que o **tamanho do padrão de bits alvo fosse desconhecido**.

Recomendação: se tentar implementar as suas ideias para perceber melhor as alterações a fazer inclua o código na submissão.

Exercício 3

Explique as **alterações que seriam necessárias** na função de avaliação, mutação e cruzamento para lidar com um problema semelhante em que **o padrão fosse de dígitos decimais e não binários**.

Recomendação: se tentar implementar as suas ideias para perceber melhor as alterações a fazer inclua o código na submissão.

Exercício 4 [Opcional]

Explique as **alterações que seriam necessárias** na função de avaliação, para aplicar este procedimento ao **problema do labirinto-robô** do conjunto de exercícios sobre Aprendizagem por Reforço.