

Universidade do Minho

2ºSemestre 2017/18

(MIEI, 3ºAno)

Modelos Estocásticos de Investigação Operacional

Trabalho Prático

Identificação do Grupo

<i><u>Número:</u></i>	<i><u>Nome completo:</u></i>	<i><u>Rubrica:</u></i>

Data de entrega: 2018-04-____

Parte 1

No início de cada semana (5 dias), um equipamento é inspecionado de modo a determinar o seu estado de funcionamento. O equipamento poderá ser encontrado num dos estados $i=1,2,\dots,N$, onde o estado i é melhor do que o estado $i+1$.

O equipamento vai deteriorando-se com o tempo. Assim, se o seu estado atual é i e não for realizada nenhuma ação de manutenção ou reparação, então, no início da semana seguinte, o equipamento encontrar-se-á no estado j ($j \geq i$) com probabilidade q_{ij}^* .

Perante a constatação de que o equipamento se encontra num determinado estado i ($1 \leq i < N$), há sempre a opção de se efetuar uma manutenção preventiva do tipo 1 ou do tipo 2. Estes tipos de manutenção demoram meio dia e um dia a realizar, respetivamente, períodos durante os quais o equipamento permanecerá inativo. Alternativamente, pode optar-se por deixar o equipamento continuar a operar no seu estado “degradado” atual.

A eficiência (α) do equipamento é tanto menor quanto maior é o seu estado de degradação, de acordo com a fórmula $\alpha = 1 - e^k/240$, onde k é a média aritmética dos valores dos estados no início de uma semana e no início da semana seguinte. Exemplo: $k=1$ ou $k=1.5$, durante uma determinada semana, se a transição for de $i=1$ para $j=1$ ou para $j=2$, respetivamente.

O estado $i=N$ representa o grau de degradação máximo que, embora não impedindo o equipamento de funcionar, obriga, contudo, a efetuar-se “de imediato” (no início da semana em que se observa) uma reparação que se prolonga por um período de um dia ou um dia e meio, com probabilidades de 0.35 e 0.65, respetivamente. Durante este período, o equipamento permanecerá inativo.

Uma manutenção do tipo 1 ao equipamento no estado i ($i > 1$) repõe o equipamento no estado $i-1$ ou $i-2$, com probabilidades 0.6 e 0.4, respetivamente. Uma manutenção do tipo 2 e a reparação, quando prontas, repõem o equipamento no estado de “tão bom como quando novo”, i.e. no estado $i=1$.

- a) Determine a política de manutenção que minimiza a fração de tempo não produtivo do equipamento, quer devido às paragens para manutenção e reparação, quer devido à sua ineficiência de funcionamento. Para isso, formule e resolva o problema com base num modelo de Programação Dinâmica Estocástica. *(Sugestão: Construa uma folha de cálculo, ou crie um programa numa linguagem de programação à sua escolha, para correr automaticamente o algoritmo e gerar assim a solução pretendida).*
- b) Diga em que contexto(s) o objetivo da política determinada em a) lhe parece ser razoável, ou mais adequado, numa situação real. (Por exemplo, refira potenciais especificidades do sistema relativas aos custos das manutenções, reparações e inatividade). Discuta, para outros contextos que considere serem também relevantes na realidade, que outros objetivos poderão ser formulados.

* Os valores das probabilidades de degradação (q_{ij}) do equipamento devem ser obtidos a partir da folha de cálculo “miei_meio_tp_dados.xlsm” (em anexo), usando como input o número mecanográfico de um dos alunos do grupo de trabalho. Em caso de dificuldade na utilização deste gerador, queira por favor solicitar a telhada@dps.uminho.pt o envio de um ficheiro de dados, não esquecendo de indicar o número mecanográfico de alguém do seu grupo.

N.B. “Condição atual” refere-se ao estado do equipamento no início de cada semana.

Parte 2

Efetue uma pesquisa em revistas científicas[†] e selecione um artigo (diferente do exemplo em baixo) que esteja relacionado com a aplicação de Processos Markovianos e/ou Programação Dinâmica Estocástica no estudo de problemas reais. Faça um pequeno resumo (500 a 800 palavras) dos aspetos nele abordados, reportando, nomeadamente, a problemática, e o tipo, as principais características, a função e as condições de aplicação do modelo proposto, bem como as questões concretas a que o modelo dá resposta. Não se esqueça de citar e referenciar convenientemente o artigo selecionado, usando o formato de referência seguinte (exemplo):

- Carnero M., and Gómez A. (2016). A multicriteria decision-making approach applied to improving maintenance policies in healthcare organizations. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 16:47, 1-22. doi: [10.1186/s12911-016-0282-7](https://doi.org/10.1186/s12911-016-0282-7)

Normas gerais:

- Grupos de até 4 alunos.
- Relatório sucinto a entregar em papel (AGRAFAR no canto superior esquerdo):
 - Página 1 (rosto) – incluir a 1ª pág. deste documento, preenchida manualmente (traçar a(s) última(s) linha(s) da tabela de identificação do grupo se este tiver menos de 4 elementos.)
 - Páginas 2-10 (**max**) – responder claramente às questões formuladas, começando por indicar, de forma sucinta, todas as considerações e simplificações admitidas na formulação do problema; descrever sucintamente a folha de cálculo ou o programa onde foi implementado o método de solução. N.B.: fazer uma síntese dos resultados obtidos e remeter para anexo os resultados gerados pelo *software* usado.
 - Anexo A1 – Ficheiro dos dados das probabilidades de degradação (imprimir o ficheiro “*miei_meio_tp_dados.xlsm*” após ter gerado os valores).
 - Anexo A2 – Listagem do código do programa criado, ou, no caso de ter sido desenvolvida uma folha de cálculo, anexar uma página com as primeiras iterações e outra com as últimas iterações consideradas.
 - Eventualmente, outros anexos com resultados...

[†] Utilize, por exemplo, a Biblioteca do Conhecimento Online (www.b-on.pt), usando palavras-chave relacionadas com o tema e área de aplicação (ex., “markov model, logistics support system”, “markov model, maintenance policy”, etc.). As editoras (ex. Elsevier, Springer...) também têm motores de pesquisa próprios que podem ser usados para o efeito. Obs.: Para ter acesso ao texto completo dos artigos, deve ligar-se à www a partir da rede UMinho; para se ligar remotamente à rede UMinho, deve usar o serviço VPN (consultar <http://www.scom.uminho.pt>).