

**Conhecimento e Raciocínio**

*Licenciatura em Engenharia Informática*: 2º ano - 2º semestre 2020/2021

# Ficha de Trabalho nº 11

**Redes Bayesianas: GENIE**

1. **Objetivo e Estrutura**

Este trabalho consiste na implementação de algumas Redes Bayesianas (Belief-Nets) destinadas a exemplificar inferências do tipo causal e do tipo diagnóstico.

Para a sua implementação recorre-se ao GENIE, uma aplicação freeware no domínio académico proveniente da Universidade de Pittsburg e disponibilizada agora pela BayesFusion.

Pode consultar a documentação e tutoriais em: <https://support.bayesfusion.com/docs/GeNIe/>

1. **Bibliografia**

Moodle: Acetatos das aulas teóricas.

Documentação Genie: <https://support.bayesfusion.com/docs/GeNIe/>

1. **Instalação Genie**

No Moodle encontra-se o ficheiro de instalação (apenas disponível para Windows).

A instalação em MacOS deve ser feita utilizando o Wine:

* <https://support.bayesfusion.com/docs/GeNIe/introduction_geniemac.html>

1. **Redes Bayesianas**

Em muitos problemas reais não existe informação completa sobre o ambiente, seja por falha na obtenção de dados, imprecisão nos aparelhos de medida ou impossibilidade na sua obtenção. Nestas situações, há necessidade de recorrer a técnicas de raciocínio probabilístico. As redes Bayesianas enquadram-se neste tipo de técnicas e usam a teoria das probabilidades e a teoria de Bayes, que considera a probabilidade como o grau de certeza da ocorrência de um evento.

Uma Rede Bayesiana é representada por um grafo acíclico e dirigido, no qual os nós representam as variáveis aleatórias (atributos) e os arcos as dependências entre os atributos. Um arco é dirigido das causas para os efeitos. Um atributo A pode não ter dependências e nesse caso possui uma tabela de probabilidade do tipo P(A); Caso tenha dependências, a sua tabela de probabilidade será do tipo P(C|A,B). Ver um exemplo, na figura seguinte:

P(A) = 0.3

P(B) = 0.7

A

B

C

P(C|A,B)

Desenhar uma rede Bayesiana envolve duas fases:

* Desenhar a rede
* Estimar as probabilidades condicionais envolvidas (usar históricos, peritos, etc)

Uma rede Bayesiana permite três tipos de cálculos:

* Calcular a probabilidade conjunta de qualquer acontecimento
* Efetuar cálculos de inferência causal (das causas para os efeitos)
* Efetuar cálculos de inferência de diagnóstico (dos efeitos para as causas)

1. **Trabalho a Realizar**

**5.1. Diagnóstico Médico (Tuberculose)**

Crie uma rede Bayesiana e grave-a com o nome **Tuberculose.**

Construa a rede que modela a seguinte situação.

Suponha que num dado país:

1. 1% da população tem tuberculose
2. Uma radiografia é positiva (indica a presença da doença) em 95% dos casos em que a doença foi efetivamente contraída
3. Uma radiografia é interpretada como positiva em 0.5% dos casos que afinal se verificou não serem efetivamente de tuberculose

Use o Genie para responder às seguintes questões:

* + Na presença efetiva de tuberculose (evidência), qual a probabilidade da radiografia ser positiva? E negativa?
  + **Resposta: Positiva: 0.95; Negativa: 0.05**
  + Na ausência de tuberculose (evidência), qual a probabilidade da radiografia ser positiva? E negativa?
  + **Resposta: Positiva: 0.005; Negativa: 0.995**
  + A radiografia é positiva (evidência). Qual a probabilidade de existir tuberculose?
  + **Resposta: 0.6574**

**NOTAS:**

1. Para indicar que uma radiografia é positiva ou negativa, use a opção **Set Evidence** no nó que construir para as radiografias.
2. Para calcular a probabilidade de tuberculose ausente ou presente, use a opção **Network Update**
3. Para verificar as probabilidades resultantes no nó Tuberculose, use a opção **Set Evidence** nesse nó, apenas para consulta.
4. Use *Clear Evidence* para limpar as evidências anteriores de cada nó

**5.2. Cálculo de probabilidades conjuntas**

Uma casa possui um alarme que toca quando há assaltos, mas por vezes, também quando há um tremor de terra. Quando toca, os vizinhos João e Maria telefonam ao dono, segundo as probabilidades assinaladas na rede Bayesiana da figura.



* Crie uma nova rede no Genie e grave-a com o nome ***Alarme***
* Crie a rede Bayesiana e atribua as probabilidades de acordo com as da figura
* Use o Genie para calcular a probabilidade de João e Maria telefonarem ambos, o alarme tocar e não ocorrer nenhum roubo nem tremor de terra, isto é:

P(JoaoTelefona, MariaTelefona, Alarme, ¬Assalto, ¬Terramoto)

* **Seleccione as evidências cima indicadas e de seguida escolha a opção “Network – Probability of Evidence”. Deve obter o valor 0.0006281**

**5.3. Inferência Causal e inferência de Diagnóstico**

A prática de exercício físico e uma dieta saudável condicionam o aparecimento de doença cardíaca. Uma dieta desadequada pode ser responsável pelo aparecimento de azia. A doença cardíaca causa pressão arterial elevada e dor no peito. Por sua vez, a dor no peito pode também ser causada pela azia. De acordo com a sua experiência, foram estabelecidas as seguintes probabilidades:



* Crie uma nova rede no Genie e grave-a com o nome ***DoencaCardiaca***
* Crie a rede Bayesiana e atribua as probabilidades de acordo com as da figura
* Use o Genie para responder às seguintes questões:
  + Um indivíduo X pratica exercício.
  + De acordo com a rede Bayesiana da figura, qual a probabilidade de ser candidato a uma doença de coração?
  + **Deve obter o valor 0.4**
  + Sem qualquer informação adicional, e no cenário descrito por esta rede, qual a probabilidade de uma pessoa ter uma doença do coração.
  + **Deve obter o valor 0.49**
  + Qual a probabilidade de uma pessoa ter tensão alta, sabendo que pratica exercício e tem dieta saudável?
  + **Deve obter o valor 0.3625**
  + Qual a probabilidade de um paciente ter doença do coração, sabendo que este tem tensão arterial elevada, não faz exercício nem tem uma dieta saudável?
  + **Deve obter o valor 0.9272**

**5.4 Diagnóstico de Falhas (Inferência de Diagnóstico)**

Crie uma rede Bayesiana e grave-a com o nome **Falhas.**

Construa a rede que modele a seguinte situação:

Um sistema de elevadores tem 3 causas habituais de falhas: a unidade de controlo, os sensores de piso e o motor. Estas três falhas originam três tipos de evidências: cheiro a queimado, paragem no piso errado, desnível a chegada. As frequências de ocorrência, consultados os técnicos, são:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Motor OK | Motor OK | Motor Avariado | Motor Avariado |
|  | Controlo OK | Controlo Avariado | Controlo OK | Controlo Avariado |
| Cheiro a queimado presente | Quase nunca | Por vezes | Frequentemente | Quase sempre |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Sensores OK | Sensores OK | Sensores Avariados | Sensores Avariados |
|  | Controlo OK | Controlo Avariado | Controlo OK | Controlo Avariado |
| Paragem num Piso Errado | Quase nunca | Frequentemente | Pouco Frequentemente | Quase sempre |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Sensores OK | Sensores OK | Sensores Avariados | Sensores Avariados |
|  | Controlo OK | Controlo Avariado | Controlo OK | Controlo Avariado |
| Desnível à Chegada | Quase Nunca | Por Vezes | Muito Frequentemente | Quase sempre |

Os termos linguísticos foram traduzidos pelas seguintes probabilidades (condicionadas):

Quase nunca 0.05

Por vezes 0.30

Pouco frequentemente 0.60

Frequentemente 0.70

Muito frequentemente 0.80

Quase sempre 0.95

A empresa possui o seguinte resumo extraído do histórico de falhas:

|  |  |
| --- | --- |
| **Causa** | **Nº de ocorrências** |
| Unidade de controlo | 300 |
| Sensores | 200 |
| Motor | 500 |

* Use o *Genie* para construir a rede adequada ao diagnóstico de falhas acima descrito.
* Procure responder às seguintes questões:
  + Qual a probabilidade do motor, da unidade de controlo e dos sensores avariarem e ocorrer um desnível á chegada?
  + Dadas as especificações da rede, qual a probabilidade de ocorrer uma paragem no piso errado?
  + Sabendo que ocorreu cheiro a queimado e um desnível à chegada, quais as probabilidades de ocorrência de avaria no motor?

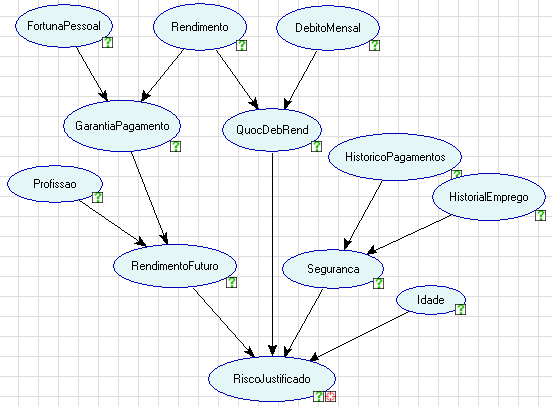
**5.5 Inferência Causal**

A figura seguinte representa uma rede Bayesiana destinada à avaliação do risco num processo de concessão de crédito.

Uma rede deste tipo destina-se à realização de inferências causais, isto é, dos nós sem pais (que funcionam como evidências) para o nó ou nós objectivo (neste caso, o nó Risco Justificado)

Implemente esta rede tendo em atenção as seguintes condições:

1. Atribua a cada nó valores de probabilidade razoáveis, adaptados à semântica da rede.
2. Aos nós sem pais (Fortuna Pessoal, Rendimento, etc) associe distribuições de probabilidade uniformes, ou seja, atribua a mesma probabilidade a cada um dos termos linguísticos ou intervalo de valores que considerar.
3. Marque o nó Risco Justificado (saída da rede) como único nó objectivo.



Realize testes com este modelo e verifique a razoabilidade dos resultados obtidos. Se necessário, altere as definições que realizou para cada nó.

**5.6 Inferência Mista**

A seguinte Rede Bayesiana, cuja implementação é fornecida com o enunciado deste trabalho, foi implementada com base em dados reais respeitantes ao diagnóstico da gripe H1N1. Observe a implementação da rede, compreenda a sua implementação, identifique causas e efeitos. Realize alguns testes.

