

Trabalho 2 de Inteligência Artificial

Antonio Mileysson França Bragança¹

¹Turma: Engenharia da computação. Matrícula: 21850963

Maio de 2025

As redes bayesianas são ferramentas robustas para modelagem e raciocínio em sistemas complexos com variáveis incertas. Ao estruturar as relações entre os diversos componentes do sistema como uma rede de nós interconectados, essas redes permitem calcular, de maneira eficiente, a probabilidade de diferentes resultados com base nas evidências observadas.

Neste trabalho, será desenvolvido um sistema de diagnóstico para um farol de bicicleta movido a dínamo, utilizando uma rede bayesiana. As variáveis relevantes estão listadas na tabela abaixo.

Variável	Significado	Valores
<i>Li</i>	Luz ligada (<i>Light is on</i>)	<i>t/f</i>
<i>Str</i>	Condição da rua (<i>Street condition</i>)	<i>dry, wet, snow_covered</i>
<i>Flw</i>	Volante do Dínamo desgastado (<i>Dynamo flywheel worn out</i>)	<i>t/f</i>
<i>R</i>	Dínamo deslizando (<i>Dynamo sliding</i>)	<i>t/f</i>
<i>V</i>	Dínamos mostra a tensão (Voltagem) (<i>Dynamo shows voltage</i>)	<i>t/f</i>
<i>B</i>	Lâmpada ok (<i>Light bulb ok</i>)	<i>t/f</i>
<i>K</i>	Cabo ok (<i>Cable ok</i>)	<i>t/f</i>

As seguintes variáveis são independentes aos pares: *Str*, *Flw*, *B*, *K*.

Além disso, temos que (R, B) , (R, K) , (V, B) , (V, K) são independentes e a seguinte equação é válida:

$$P(Li|V, R) = P(Li|V)$$

$$P(V|R, Str) = P(V|R)$$

$$P(V|R, Flw) = P(V|R)$$

1 Questão 1

1.1 (a) Desenhe a rede causalidade entre as variáveis: Str, Flw, R, V, B, K e Li

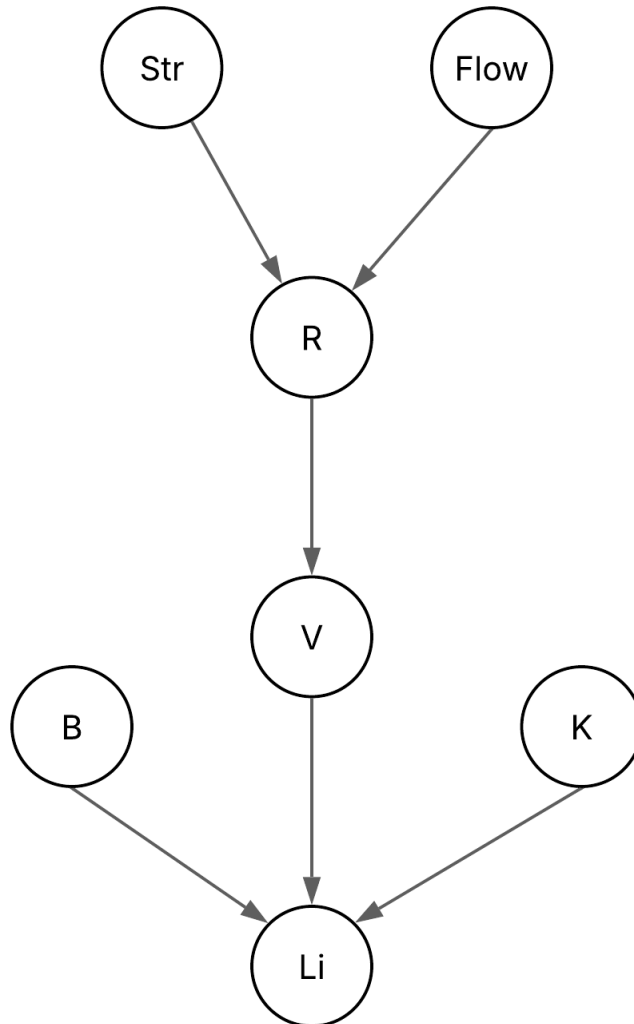


Figura 1: diagrama da rede de casualidade

1.2 (b) e (c) Insira todos os CPTs faltantes no gráfico (tabela de probabilidades condicionais)

1.2.1 Tabela de probabilidade (Str)

$P(Str = dry)$	0,85
$P(Str = wet)$	0,10
$P(Str = snow_covered)$	0,05

1.2.2 Tabela de probabilidade (Flw)

$P(Flw = t)$	0,10
$P(Flw = f)$	0,90

1.2.3 Tabela de probabilidade (R) sendo afetado por (Str) e (Flw)

Str	Flw	$P(R)$
<i>dry</i>	<i>t</i>	0,10
<i>dry</i>	<i>f</i>	0,01
<i>wet</i>	<i>t</i>	0,55
<i>wet</i>	<i>f</i>	0,2
<i>snow_covered</i>	<i>t</i>	0,80
<i>snow_covered</i>	<i>f</i>	0,60

1.2.4 Tabela de probabilidade (V) sendo afetado por (R)

R	$P(V)$
<i>t</i>	0,80
<i>f</i>	0,20

1.2.5 Tabela de probabilidade (B)

B	$P(B)$
<i>t</i>	0,97
<i>f</i>	0,03

1.2.6 Tabela de probabilidade (K)

K	$P(K)$
<i>t</i>	0,9
<i>f</i>	0,1

1.3 (d) Mostre que a rede não contém uma aresta (Str, Li).

A aresta representa uma conexão direta na rede, definindo a dependência entre os elementos. Nesse caso específico da relação entre a condição da rua(Str) e a luz ligada(Li), essa conexão não está presente, pois há uma dependência direta entre esses dois fatores, ou seja, a condição da rua (Str) influencia o dínamo deslizante(R) e é essa relação que influencia diretamente se a luz está ligada(Li).

1.4 (e) Calcule $P(V|Str = snow_covered)$

$$P(V|Str = snow_covered) =$$

$$P(V|R) \cdot P(R|Str = snow_covered) + P(V|\neg R) \cdot P(\neg R|Str = snow_covered)$$

Substituindo os valores de $P(V|R)$ e $P(V|\neg R)$, temos:

$$P(V|Str = snow_covered) =$$

$$0,80 \cdot P(R|Str = snow_covered) + 0,20 \cdot P(\neg R|Str = snow_covered)$$

Precisamos determinar os valores de $P(R|Str = snow_covered)$ e $P(\neg R|Str = snow_covered)$, logo fazemos:

$$P(R|Str = snow_covered) = P(R|Str = snow_covered, Flw = t) \cdot P(Flw = t) +$$

$$P(\neg R|Str = snow_covered, Flw = f) \cdot P(Flw = f)$$

$$P(R|Str = snow_covered) = 0,80 \cdot 0,10 + 0,60 \cdot 0,90 = 0,62$$

$$P(\neg R|Str = snow_covered) = 1 - P(R|Str = snow_covered) = 1 - 0,62 = 0,38$$

Substituindo os valores encontrados:

$$P(V|Str = snow_covered) = 0,80 \cdot 0,62 + 0,20 \cdot 0,38 = 0,572$$

2 Questão 2: Implemente em ProbLog o problema da questão anterior e mostre a solução para 1. (e)

% Definindo as probabilidades das variáveis

0.97::b. *% Probabilidade de a lâmpada estar ok (b)*

0.90::k. *% Probabilidade de o cabo estar ok (k)*

```

% Definindo as probabilidades condicionais para a luz ligada (li)
0.99::li :- v, b, k.
0.01::li :- v, b, \+k.
0.01::li :- v, \+b, k.
0.001::li :- v, \+b, \+k.
0.3::li :- \+v, b, k.
0.005::li :- \+v, b, \+k.
0.005::li :- \+v, \+b, k.
0.0::li :- \+v, \+b, \+k.

% A variável str (condição da rua) pode ter três estados:
% dry (seca), wet (molhada) ou snow_covered (coberta de neve)
0.85::str(dry).
0.10::str(wet).
0.05::str(snow_covered).

% A variável flw indica se o volante do dínamo está desgastado ou não
0.10::flw. % A probabilidade complementar (0.90) é implícita

% Definição das probabilidades condicionais para a variável r (dínamo deslizando)
% Dada a condição da rua (str) e o estado do volante (flw)
0.10::r :- str(dry), flw.
0.01::r :- str(dry), \+flw.
0.55::r :- str(wet), flw.
0.20::r :- str(wet), \+flw.
0.80::r :- str(snow_covered), flw.
0.60::r :- str(snow_covered), \+flw.

% Definição das probabilidades condicionais para a variável v (voltagem)
% Dada a condição do dínamo deslizando (r)
0.80::v :- r.
0.20::v :- \+r.

% Evidência observada: A condição da rua é "snow_covered"
evidence(str(snow_covered)).

% Consulta para calcular a probabilidade de v (voltagem)
query(v).

% Resultado esperado: A probabilidade de v, dado que a rua está coberta de neve

```

3 Considerações Finais

Quando obtemos o valor calculado em Problog, esse valor pode ser ligeiramente diferente do valor obtido por meio da abordagem manual. Aqui estão alguns pontos que podem explicar as discrepâncias:

- O Problog pode usar uma precisão diferente para cálculos probabilísticos, especialmente se ele estiver fazendo inferência com uma abordagem numérica baseada em amostras (como Monte Carlo) ou uma técnica de aproximação.
- A inferência no Problog, pode ser feita utilizando uma abordagem de propagação de crenças ou amostragem, o que leva em conta diferentes configurações do modelo e faz a estimativa das probabilidades de forma um pouco diferente de um simples cálculo analítico. Isso pode resultar em pequenas diferenças de valores devido à natureza da técnica de inferência.
- Em alguns casos, a implementação específica do Problog pode usar heurísticas ou métodos de otimização para acelerar a convergência dos cálculos, o que pode alterar ligeiramente os valores finais em comparação com uma abordagem manual que siga uma sequência de passos mais rígidos e exatos.

Em resumo, as discrepâncias entre os valores calculados por Problog e os obtidos por abordagens manuais são esperadas devido às diferenças nas técnicas de inferência, precisão numérica e modelagem probabilística. No entanto, essas pequenas variações não comprometem a validade do modelo, sendo apenas uma consequência natural das diferenças metodológicas entre o cálculo manual e a inferência probabilística computacional.