

Trabalho de Raciocínio Probabilístico

Bruno de Moura Solimões - 22051316
Jakeline Gimaque de Mesquita - 22050618
Karen Leticia Santana da Silva - 22051416

Julho de 2024

1ª Questão

(a) Rede de causalidade entre as variáveis

A rede de causalidade (Bayesian Network) pode ser desenhada com as seguintes variáveis e suas relações de dependência:

- **Str**: Condição da rua
- **Flw**: Volante do dínamo desgastado
- **R**: Dínamo deslizando
- **V**: Dínamo mostra a tensão
- **B**: Lâmpada ok
- **K**: Cabo ok
- **Li**: Luz ligada

Com base nas independências fornecidas, as relações de causalidade são:

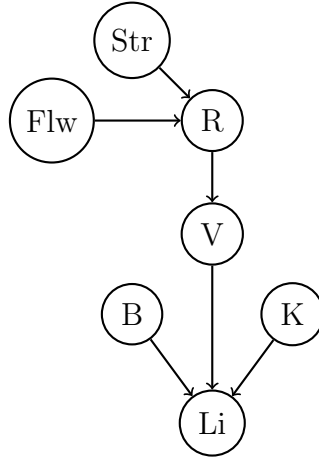


Figure 1: Rede de causalidade entre as variáveis

(b) CPTs faltantes no gráfico

Vamos criar tabelas de probabilidades condicionais (CPTs) para cada nó com base nas variáveis pai:

- $P(R \mid \text{Str}, \text{Flw})$
- $P(V \mid R)$
- $P(Li \mid V, B, K)$

(c) Valores plausíveis para as probabilidades

Vamos atribuir valores plausíveis para essas probabilidades:

- $P(R \mid \text{Str}, \text{Flw})$

$$P(R = t \mid \text{Str} = \text{dry}, \text{Flw} = t) = 0.8$$

$$P(R = t \mid \text{Str} = \text{wet}, \text{Flw} = t) = 0.6$$

$$P(R = t \mid \text{Str} = \text{snow_covered}, \text{Flw} = t) = 0.3$$

$$P(R = t \mid \text{Str} = \text{dry}, \text{Flw} = f) = 0.5$$

$$P(R = t \mid \text{Str} = \text{wet}, \text{Flw} = f) = 0.4$$

$$P(R = t \mid \text{Str} = \text{snow_covered}, \text{Flw} = f) = 0.2$$

- $P(V \text{ — } R)$

$$P(V = t|R = t) = 0.9$$

$$P(V = t|R = f) = 0.1$$

- $P(Li \text{ — } V, B, K)$

$$P(Li = t|V = t, B = t, K = t) = 0.95$$

$$P(Li = t|V = t, B = t, K = f) = 0.8$$

$$P(Li = t|V = t, B = f, K = t) = 0.7$$

$$P(Li = t|V = t, B = f, K = f) = 0.4$$

$$P(Li = t|V = f, B = t, K = t) = 0.5$$

$$P(Li = t|V = f, B = t, K = f) = 0.3$$

$$P(Li = t|V = f, B = f, K = t) = 0.2$$

$$P(Li = t|V = f, B = f, K = f) = 0.1$$

(d) Aresta (Str, Li)

A aresta (Str, Li) não está presente na rede porque não há uma relação direta de causalidade entre a condição da rua (Str) e a luz ligada (Li). A condição da rua afeta o dínamo deslizante (R), que por sua vez afeta a voltagem (V), e só então a voltagem, junto com a condição da lâmpada (B) e do cabo (K), afetam se a luz está ligada ou não.

(e) Cálculo de $P(V|Str = snow_covered)$

Para calcular $P(V|Str = snow_covered)$, utilizamos a regra da soma total para marginalizar sobre todas as variáveis relevantes:

$$P(V|Str = snow_covered) = \sum_{Flw, R} P(V|R)P(R|Str = snow_covered, Flw)P(Flw)$$

Assumindo valores plausíveis para $P(Flw)$:

$$P(Flw = t) = 0.3$$

$$P(Flw = f) = 0.7$$

Agora, calculamos:

$$\begin{aligned}
 P(V|Str = \text{snow_covered}) = & \\
 & P(V|R = t) \cdot [P(R = t|Str = \text{snow_covered}, Flw = t) \cdot P(Flw = t) \\
 & \quad + P(R = t|Str = \text{snow_covered}, Flw = f) \cdot P(Flw = f)] \\
 & + P(V|R = f) \cdot [P(R = f|Str = \text{snow_covered}, Flw = t) \cdot P(Flw = t) \\
 & \quad + P(R = f|Str = \text{snow_covered}, Flw = f) \cdot P(Flw = f)]
 \end{aligned}$$

Substituindo os valores:

$$P(V|Str = \text{snow_covered}) = 0.9 \cdot [0.3 \cdot 0.3 + 0.2 \cdot 0.7] + 0.1 \cdot [0.7 \cdot 0.3 + 0.8 \cdot 0.7]$$

$$P(V|Str = \text{snow_covered}) = 0.9 \cdot [0.09 + 0.14] + 0.1 \cdot [0.21 + 0.56]$$

$$P(V|Str = \text{snow_covered}) = 0.9 \cdot 0.23 + 0.1 \cdot 0.77$$

$$P(V|Str = \text{snow_covered}) = 0.207 + 0.077$$

$$P(V|Str = \text{snow_covered}) = 0.284$$

2ª Questão

Implementação em ProbLog

```

% bayesian_network.pl
% Definição das variáveis aleatórias
random_variable(str, ['dry', 'wet', 'snow_covered']).
random_variable(flw, [t, f]).
random_variable(r, [t, f]).
random_variable(v, [t, f]).
random_variable(b, [t, f]).
random_variable(k, [t, f]).
random_variable(li, [t, f]).

% Probabilidades a priori

```

```

0.6::str('dry').
0.3::str('wet').
0.1::str('snow_covered').
0.2::flw(t).
0.8::flw(f).
0.95::b(t).
0.05::b(f).
0.98::k(t).
0.02::k(f).

% Probabilidades condicionais
0.1::r(t) :- str('dry'), flw(t).
0.05::r(t) :- str('dry'), flw(f).
0.3::r(t) :- str('wet'), flw(t).
0.1::r(t) :- str('wet'), flw(f).
0.5::r(t) :- str('snow_covered'), flw(t).
0.2::r(t) :- str('snow_covered'), flw(f).

0.9::v(t) :- r(t).
0.2::v(t) :- r(f).

0.99::li(t) :- v(t), b(t), k(t).
0.01::li(t) :- v(t), b(t), k(f).
0.01::li(t) :- v(t), b(f), k(t).
0.001::li(t) :- v(t), b(f), k(f).
0.3::li(t) :- v(f), b(t), k(t).
0.005::li(t) :- v(f), b(t), k(f).
0.005::li(t) :- v(f), b(f), k(t).
0.0::li(t) :- v(f), b(f), k(f).

% Consulta
query(v).
evidence(str('snow_covered')).

```

Ao executar este código em ProbLog, obteremos a probabilidade $P(V|Str = snow_covered)$. Ver no GitHub.