

MEDIDA DE ROBUSTEZ DE REDES UTILIZANDO TEORIA DA INFORMAÇÃO**Tiago Schieber**

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos, 6627 - Belo Horizonte - MG - CEP 31.270-901
tiagoschieber@gmail.com

Laura C. Carpi

Departament de Física i Enginyeria Nuclear
Universitat Politècnica de Catalunya
Colom 11, Terrassa 08222, Barcelona, Spain
lauracarpi@gmail.com

Martín Gómez Ravetti

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos, 6627 - Belo Horizonte - MG - CEP 31.270-901
martin.ravetti@dep.ufmg.br

Dentro da Teoria de Redes, um importante desafio é o estudo de robustez estrutural de redes ao enfrentar uma sequência de falhas aleatórias ou direcionadas. Neste trabalho discutimos e analisamos uma nova definição dinâmica de robustez com base na Teoria da Informação. Com este fim utilizamos medidas de divergências considerando as distribuições de grau e distância das redes.

As falhas são aqui definidas como um processo temporal e a robustez da rede é então avaliada medindo diferenças entre topologias após cada falha. Desta forma o método fornece uma informação dinâmica sobre os danos estruturais. Através desta metodologia conseguimos capturar eficientemente todas as perturbações da rede. Os métodos mais comuns para analisar a robustez da rede, são métodos baseados percolação R_{π_d} e no tamanho da maior componente convexa R_{bc} . Uma versão completa do estudo aqui analisado pode ser encontrado em [1].

A metodologia está baseada no uso da divergência de Jensen-Shannon, se consideramos duas distribuições de probabilidade, P e Q, então a divergência é uma medida de dissimilaridade entre as densidades :

$$\mathcal{J}^H(P, Q) = H\left(\frac{P+Q}{2}\right) - \frac{H(P) + H(Q)}{2},$$

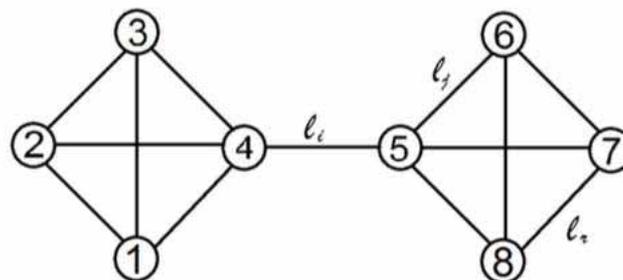
onde, $H(P) = -\sum_{p_i > 0} p_i \log_2 p_i$ é a entropia de Shannon que mede a quantidade de incerteza. Desta forma podemos definir a Robustez Estrutural de uma rede para uma dada sequência temporal de n falhas $(G_t)_{t \in \{1, 2, \dots, n\}}$

$$R_P(G | (G_t)_{t \in \{1, 2, \dots, n\}}) = \prod_{t=1}^n [1 - \mathcal{J}^H(P(G_t), P(G_{t-1}))],$$

sendo $G_0 = G$.

Para caracterizar a rede, utilizamos duas distribuições de probabilidade, a distribuição de grau da rede e a distribuição de distância. A probabilidade de grau, $P_{deg}(k)$, indica a fração de nodos com grau k . Ao contrario, a probabilidade de distância, $P_{\delta}(k)$, é a fração de pares de nodos a distância k .

Num experimento inicial testamos uma pequena rede para avaliar o comportamento das diferentes medidas de robustez. A Figura 1 apresenta o caso.



Edge Removed	$R_{P_{\delta}}$	$R_{P_{deg}}$	R_{bc}	R_{π_d}
l_i	0.447	0.862	0.500	0.000
l_j	0.943	0.922	1.000	0.750
l_r	0.998	0.857	1.000	1.000

Figura 1 Computação de diferentes medidas de robustez para 3 falhas individuais, l_i , l_j e l_r .
 Figura retirada de [1].

Diferente dos métodos encontrados na literatura, a metodologia proposta pode capturar eficientemente as desconexões, por pequenas que sejam. Contudo a distribuição de distância se apresenta como a mais adequada para avaliar as flutuações estruturais.

Referências

Schieber, T. et. al. (2015), Information Theory Perspective on Network Robustness. *ArXiv e-prints*. 1410.8525.