

Báo cáo về Các Chỉ số Cơ bản của Mạng

Tác giả: [TRẦN MINH CHIẾN]

Ngày: December 24, 2024

Contents

1	Độ đo cơ bản của mạng (Basic Network Metrics)	2
1.1	1. Average Degree (Độ bậc trung bình)	2
1.2	2. Network Diameter (Đường kính mạng)	2
1.3	3. Graph Density (Độ đặc của đồ thị)	2
1.4	4. Connected Components (Thành phần liên thông)	2
1.5	5. Average Path Length (Độ dài đường đi trung bình)	3
1.6	6. Average Clustering Coefficient (Hệ số cụm trung bình)	3
2	Độ đo tính trung tâm (Centrality Metrics)	3
2.1	1. Degree Centrality (Tính trung tâm theo bậc)	3
2.2	2. Betweenness Centrality (Tính trung tâm trung gian)	4
2.3	3. Closeness Centrality (Tính trung tâm gần gũi)	4
2.4	4. Eigenvector Centrality (Tính trung tâm giá trị riêng)	4
2.5	5. PageRank (Xếp hạng trang)	5
2.6	6. HITS (Hub and Authority)	5
2.7	7. Eccentricity (Tâm sai)	5

1 Độ đo cơ bản của mạng (Basic Network Metrics)

1.1 1. Average Degree (Độ bậc trung bình)

- **Ý nghĩa:** Số lượng cạnh trung bình nối với mỗi đỉnh trong mạng, biểu thị mức độ kết nối.
- **Công thức:**

$$\text{Average Degree} = \frac{2 \times E}{N}$$

với E là số cạnh và N là số đỉnh trong mạng.

- **Phạm vi:** $0 \leq \text{Average Degree} \leq N - 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị cao cho thấy mạng có sự kết nối tốt giữa các đỉnh.

1.2 2. Network Diameter (Đường kính mạng)

- **Ý nghĩa:** Độ dài của đường đi ngắn nhất dài nhất giữa hai đỉnh bất kỳ, biểu thị khoảng cách xa nhất trong mạng.
- **Phạm vi:** $1 \leq \text{Network Diameter} \leq N - 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị nhỏ biểu thị mạng có sự kết nối chặt chẽ và hiệu quả.

1.3 3. Graph Density (Độ đặc của đồ thị)

- **Ý nghĩa:** Biểu diễn mức độ các đỉnh trong đồ thị được kết nối với nhau.
- **Công thức:**

$$\text{Graph Density} = \frac{2 \times E}{N \times (N - 1)}$$

- **Phạm vi:** $0 \leq \text{Graph Density} \leq 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị gần 1 thể hiện mạng có kết nối chặt chẽ.

1.4 4. Connected Components (Thành phần liên thông)

- **Ý nghĩa:** Số lượng nhóm các đỉnh được kết nối với nhau mà không có kết nối với nhóm khác.
- **Phạm vi:** $1 \leq \text{Connected Components} \leq N$.
- **Chỉ số tốt:** Số lượng ít (gần 1) thể hiện mạng có sự kết nối tốt giữa các đỉnh.

1.5 5. Average Path Length (Độ dài đường đi trung bình)

- **Ý nghĩa:** Độ dài trung bình của tất cả các đường đi ngắn nhất giữa các cặp đỉnh trong mạng.
- **Phạm vi:** $1 \leq \text{Average Path Length} \leq \text{Network Diameter}$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị thấp thể hiện sự kết nối hiệu quả giữa các đỉnh.

1.6 6. Average Clustering Coefficient (Hệ số cụm trung bình)

- **Ý nghĩa:** Biểu thị mức độ mà các đỉnh trong mạng có xu hướng tạo thành các cụm.
- **Công thức:**

$$C_i = \frac{2 \times \text{Number of closed triplets at } i}{\text{Number of possible triplets at } i}$$

Hệ số cụm trung bình là trung bình của các hệ số cụm của tất cả các đỉnh:

$$\text{Average Clustering Coefficient} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i$$

- **Phạm vi:** $0 \leq \text{Average Clustering Coefficient} \leq 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị cao (gần 1) thể hiện mạng có xu hướng kết nối cụm mạnh.

2 Độ đo tính trung tâm (Centrality Metrics)

2.1 1. Degree Centrality (Tính trung tâm theo bậc)

- **Ý nghĩa:** Đo lường mức độ kết nối của một đỉnh dựa trên số lượng liên kết trực tiếp của nó.
- **Công thức:**

$$C_D(v) = \frac{\deg(v)}{N - 1}$$

với $\deg(v)$ là số cạnh kết nối đến đỉnh v và N là số đỉnh trong đồ thị.

- **Phạm vi:** $0 \leq C_D(v) \leq 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị cao thể hiện đỉnh có vai trò quan trọng trong việc kết nối với các đỉnh khác.
- **Đối với đồ thị có hướng:** Bao gồm *In-degree Centrality* (liên kết đến) và *Out-degree Centrality* (liên kết đi).

2.2 2. Betweenness Centrality (Tính trung tâm trung gian)

- **Ý nghĩa:** Đo lường mức độ mà một đỉnh nằm trên đường đi ngắn nhất giữa các cặp đỉnh khác.
- **Công thức:**

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}}$$

với σ_{st} là số đường đi ngắn nhất giữa s và t , và $\sigma_{st}(v)$ là số đường đi ngắn nhất đi qua v .

- **Phạm vi:** $0 \leq C_B(v) \leq 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị cao biểu thị đỉnh đóng vai trò cầu nối quan trọng trong mạng.

2.3 3. Closeness Centrality (Tính trung tâm gần gũi)

- **Ý nghĩa:** Đo lường khả năng tiếp cận của một đỉnh đến tất cả các đỉnh khác trong mạng.
- **Công thức:**

$$C_C(v) = \frac{N - 1}{\sum_{u \neq v} d(v, u)}$$

với $d(v, u)$ là khoảng cách ngắn nhất giữa v và u .

- **Phạm vi:** $0 \leq C_C(v) \leq 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị cao thể hiện đỉnh dễ dàng tiếp cận các đỉnh khác.

2.4 4. Eigenvector Centrality (Tính trung tâm giá trị riêng)

- **Ý nghĩa:** Đo lường mức độ quan trọng của một đỉnh dựa trên tầm quan trọng của các đỉnh mà nó kết nối.
- **Công thức:** Được tính từ vector riêng lớn nhất của ma trận kề A :

$$A\mathbf{x} = \lambda\mathbf{x}$$

với \mathbf{x} là vector giá trị riêng và λ là giá trị riêng lớn nhất.

- **Phạm vi:** $0 \leq C_E(v) \leq 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị cao biểu thị đỉnh có ảnh hưởng lớn trong mạng.

2.5 5. PageRank (Xếp hạng trang)

- **Ý nghĩa:** Đo lường tầm quan trọng của một đỉnh dựa trên số lượng và chất lượng các liên kết đến nó.
- **Công thức:**

$$PR(v) = \frac{1-d}{N} + d \sum_{u \in \text{In}(v)} \frac{PR(u)}{\text{Out}(u)}$$

với d là hệ số giảm (thường là 0.85), $\text{In}(v)$ là các đỉnh liên kết đến v , và $\text{Out}(u)$ là số liên kết đi từ u .

- **Phạm vi:** $0 \leq PR(v) \leq 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị cao thể hiện đỉnh có nhiều liên kết chất lượng đến nó.

2.6 6. HITS (Hub and Authority)

- **Ý nghĩa:** Đo lường tầm quan trọng của đỉnh dựa trên hai khái niệm:
 - **Hub:** Đỉnh trỏ đến các đỉnh quan trọng (authority).
 - **Authority:** Đỉnh được nhiều hub trỏ đến.
- **Công thức:** Tính từ vector giá trị riêng của ma trận kề:

$$\mathbf{H} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{A}^T \quad \text{và} \quad \mathbf{A} = \mathbf{A}^T \cdot \mathbf{H}$$

với H và A lần lượt là điểm hub và authority.

- **Phạm vi:** $0 \leq H(v), A(v) \leq 1$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị cao cho thấy vai trò quan trọng của đỉnh trong mạng.

2.7 7. Eccentricity (Tâm sai)

- **Ý nghĩa:** Khoảng cách lớn nhất từ một đỉnh đến bất kỳ đỉnh nào khác trong mạng.
- **Công thức:**

$$\text{Eccentricity}(v) = \max_{u \in V} d(v, u)$$

với $d(v, u)$ là khoảng cách ngắn nhất giữa v và u .

- **Phạm vi:** $1 \leq \text{Eccentricity}(v) \leq \text{Network Diameter}$.
- **Chỉ số tốt:** Giá trị thấp biểu thị đỉnh dễ tiếp cận các đỉnh khác trong mạng.