

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

- Average Degree:

- **Ý nghĩa:** Trung bình số lượng cạnh kết nối đến một đỉnh. Phản ánh mức độ kết nối trung bình của mạng.

$$\text{Average Degree} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{n}$$

- **Trong đó:**
 - k_i là degree của nút i .
 - n là số lượng nút.
- **Phạm vi:** $[0, n-1]$.
- **Tốt:** Phù hợp để đánh giá mức độ liên kết của mạng; giá trị cao thể hiện mạng có tính kết nối mạnh.

- Network Diameter:

- **Ý nghĩa:** Khoảng cách lớn nhất giữa hai nút bất kỳ trong mạng.
- **Công thức:** Là giá trị lớn nhất của tất cả các độ dài đường đi ngắn nhất giữa hai nút.
- **Phạm vi:** Từ **1** (nếu tất cả các nút kết nối trực tiếp) đến **$n - 1$** (nếu mạng dạng đường thẳng).
- **Tốt nhất khi nào:** Mạng có đường kính nhỏ thường hiệu quả hơn trong truyền thông tin.

- Graph Density:

- **Ý nghĩa:** Tỷ lệ giữa số lượng cạnh thực tế và số cạnh tối đa mà mạng có thể có.
- Công thức: $\text{Density} = \frac{2m}{n(n-1)}$ (đối với mạng vô hướng)
- **Trong đó:**
 - trong đó m là số lượng cạnh, n là số lượng nút.
- **Phạm vi:** Từ 0 đến 1.

- **Tốt nhất khi nào:** Giá trị cao biểu thị mạng dày đặc với nhiều liên kết.
- **Connected Components:**
 - **Ý nghĩa:** Số lượng thành phần liên thông trong mạng.
 - **Công thức:** Không có công thức cụ thể; Gephi tính bằng cách xác định các cụm liên thông.
 - **Phạm vi:** Từ 1 (mạng hoàn toàn liên thông) đến n (mỗi nút là một thành phần riêng lẻ).
 - **Tốt:** Mạng nên có ít thành phần liên thông để tăng tính gắn kết.
- **Average Path Length:**
 - **Ý nghĩa:** Độ dài trung bình của các đường đi ngắn nhất giữa tất cả các cặp nút trong mạng.

$$APL = \frac{\sum_{i \neq j} d(i, j)}{n(n-1)}$$

- **Trong đó:** $d(i, j)$ là khoảng cách ngắn nhất giữa nút i và j .
- **Phạm vi:** Lớn hơn hoặc bằng 1.
- **Tốt:** Giá trị nhỏ thể hiện khả năng truyền thông tin nhanh chóng.
- **Average Clustering Coefficient**
 - **Ý nghĩa:** Đo lường mức độ các nút có xu hướng hình thành cụm (cluster).

$$C_i = \frac{2 \times \text{Số tam giác tại nút } i}{k_i(k_i - 1)}$$

- **Trong đó:** k_i là degree của nút i .
 - **Phạm vi:** Từ 0 đến 1.
 - **Tốt:** Giá trị cao biểu thị mạng có cấu trúc chặt chẽ và cụm rõ ràng.
- 2. Độ đo tính trung tâm (Centrality Metrics):**

- **Degree Centrality:**
 - **Ý nghĩa:** Đo lường mức độ kết nối trực tiếp của một nút.
 - **Công thức:**

$$C_D(v) = \frac{\text{Degree của nút } v}{n - 1}$$

- **Phạm vi:** Từ 0 đến 1.
- **Tốt:** Nút có giá trị cao thường là trung tâm của mạng.

- **Betweenness Centrality:**

- **Ý nghĩa:** Đo lường số lần một nút nằm trên đường đi ngắn nhất giữa hai nút khác.

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

- **Trong đó:**
 - σ_{st} : là số đường đi ngắn nhất giữa s và t .
 - $\sigma_{st}(v)$: là số đường đi ngắn nhất đi qua v .
- **Phạm vi:** Không giới hạn, tùy thuộc vào số lượng nút và cạnh.
- **Tốt nhất khi nào:** Nút có giá trị cao đóng vai trò trung gian quan trọng.

- **Closeness Centrality:**

- **Ý nghĩa:** Đo lường mức độ gần gũi của một đỉnh đến các đỉnh khác trong mạng.
- **Công thức:**

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

- **Trong đó:** $d(u, v)$ là khoảng cách ngắn nhất giữa u và v .
- **Phạm vi:** $[0, 1]$
- **Tốt:** Giá trị cao cho thấy đỉnh có thể tiếp cận nhanh các đỉnh khác.

- **Eigenvector Centrality:**

- **Ý nghĩa:** Đo lường tầm quan trọng của một đỉnh dựa trên kết nối đến các đỉnh quan trọng khác.

- **Công thức:** Dựa trên giá trị riêng lớn nhất của ma trận kề.
- **Phạm vi:** $[0,1]$
- **Tốt:** Giá trị cao biểu thị đỉnh kết nối với các đỉnh có ảnh hưởng.

- **PageRank:**

- **Ý nghĩa:** Đo lường tầm quan trọng của đỉnh dựa trên liên kết (cạnh) và giá trị PageRank của các đỉnh liên kết.
- **Công thức:**

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

- **Trong đó:** d là hệ số giảm (thường là 0.85).
- **Phạm vi:** $[0,1]$
- **Tốt:** Giá trị cao biểu thị đỉnh quan trọng trong mạng.

- **HITS (Hub and Authority):**

- **Ý nghĩa:** Đo lường mức độ nút là trung tâm (hub) và là nguồn thông tin (authority).
- **Hub:** Từ 1 đến đường kính của mạng.
- **Authority:** Đỉnh được nhiều Hub trỏ tới.
- **Công thức:** Dựa trên hệ phương trình lặp:

$$\text{Authority}(v) = \sum_{u \in \text{In}(v)} \text{Hub}(u)$$

$$\text{Hub}(v) = \sum_{u \in \text{Out}(v)} \text{Authority}(u)$$

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

- **Phạm vi:** $[0, 1]$
- **Tốt:** Hub hoặc Authority cao biểu thị vai trò quan trọng.

- **Eccentricity:**

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

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

- **Phạm vi:** Từ 1 đến đường kính của mạng.
- **Tốt:** Giá trị nhỏ biểu thị đỉnh có khả năng tiếp cận tốt đến các đỉnh khác.