

# MẠNG XÃ HỘI

## Bài 2. ĐỒ THỊ MẠNG XÃ HỘI (tiếp theo)

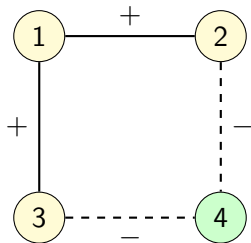
ThS. Lê Nhật Tùng

- 1 2.4 Đồ thị có dấu
- 2 2.5 Sử dụng NetworkX để tính toán số đo trong đồ thị mạng xã hội

- 1 2.4 Đồ thị có dấu
- 2 2.5 Sử dụng NetworkX để tính toán số đo trong đồ thị mạng xã hội

## 2.4.1 Định nghĩa đồ thị có dấu

- **Đồ thị có dấu** (signed graph) là cặp có thứ tự  $(G, \sigma)$  với:
  - $G = (V, L)$  là đồ thị có tập đỉnh  $V$  và tập cung  $L$
  - $\sigma : L \rightarrow \{p, \text{cho dòng } n\}$  là hàm dấu để gán dấu  $p$  cho dòng  $n$
- **Ý nghĩa dấu:**
  - Dấu cộng (đường liền): biểu thị quan hệ tích cực, hợp tác
  - Dấu âm (đường đứt): biểu thị quan hệ tiêu cực, đối kháng



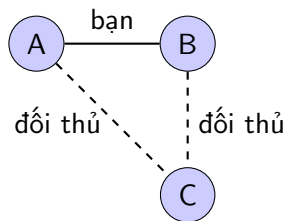
Ví dụ về đồ thị có dấu

- **Biểu diễn các mối quan hệ:**

- Cung dương: quan hệ bạn bè, đồng minh, hợp tác
- Cung âm: quan hệ đối thủ, xung đột, cạnh tranh

- **Bài toán quan trọng:**

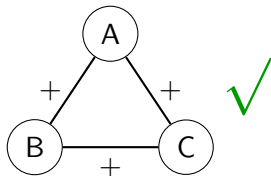
- Nghiên cứu hiệu tác động giữa hai lực âm dương
- Phân tích sự cân bằng trong mạng xã hội
- Dự đoán xung đột và liên minh tiềm năng



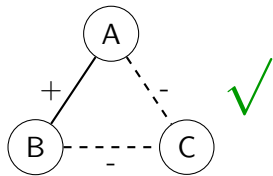
## 2.4.3 Cân bằng cấu trúc của đồ thị có dấu

- Đối với bất kỳ hai người nào, ta có thể có các cung âm hay dương;
- Đối với ba người hình thành tam giác và phải có một hay cả ba cung nối chúng đều dương.
- Các tam giác mất cân bằng là nguồn gốc của căng thẳng hay không hòa hợp.
  - Cần dàn xếp để giảm thiểu đến mức nhỏ nhất trạng thái tam giác mất cân bằng;
  - Tính chất cân bằng cấu trúc: Với mọi bộ 3 node, nếu chúng ta xét 3 cạnh nối với chúng, hoặc cả ba cạnh là dương, hoặc một cạnh duy nhất là dương;
  - Đồ thị cân bằng nếu nó thỏa tính chất trên.

## 2.4.3 Cân bằng cấu trúc của đồ thị có dấu - Đồ thị cân bằng

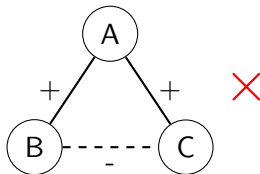


A, B, C là  
bạn lẫn nhau  
đồ thị cân bằng

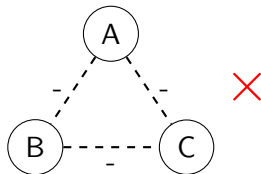


A, B là bạn  
lẫn nhau  
A, B không  
là bạn của C  
đồ thị cân bằng

## 2.4.3 Cân bằng cấu trúc của đồ thị có dấu - Đồ thị không cân bằng



A là bạn của B, C  
nhưng B không  
là bạn của C  
đồ thị không  
cân bằng

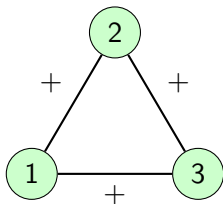


A, B, C không  
là bạn của nhau  
đồ thị không  
cân bằng

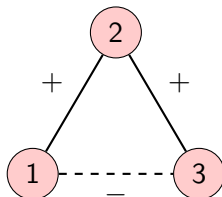


## 2.4.3 Cân bằng cấu trúc của đồ thị có dấu

- **Structural Balance Theory** nghiên cứu sự cân bằng trong đồ thị có dấu:
  - "Bạn của bạn là bạn"
  - "Kẻ thù của kẻ thù là bạn"
  - "Bạn của kẻ thù là kẻ thù"
  - "Kẻ thù của bạn là kẻ thù"
- **Ứng dụng:**
  - Dự đoán sự phát triển của quan hệ xã hội
  - Phát hiện cộng đồng và phân cụm mạng
  - Phân tích xung đột và đề xuất giải pháp



Cân bằng



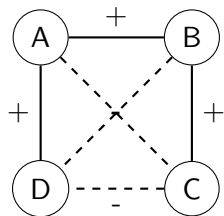
Không cân bằng

# Bài tập: Xác định tính cân bằng của đồ thị có dấu

**Bài tập:** Cho đồ thị có dấu G như hình vẽ.

Hãy:

- 1 Xác định tất cả các tam giác trong đồ thị
- 2 Kiểm tra tính cân bằng của từng tam giác
- 3 Kết luận về tính cân bằng của đồ thị G
- 4 Nếu đồ thị không cân bằng, đề xuất cách điều chỉnh để đạt cân bằng



## Gợi ý

- Xét từng tam giác ABC, BCD, ACD, ABD
- Nhớ rằng: Tam giác cân bằng khi có một hoặc ba cạnh dương
- Đồ thị cân bằng khi mọi tam giác đều cân bằng

## 1. Các tam giác trong đồ thị:

- ABC: (+, +, -)
- BCD: (+, -, -)
- ACD: (-, -, +)
- ABD: (+, -, +)

## 2. Kiểm tra tính cân bằng:

- ABC: không cân bằng (2+, 1-)
- BCD: cân bằng (1+, 2-)
- ACD: cân bằng (1+, 2-)
- ABD: không cân bằng (2+, 1-)

## 3. Kết luận:

- Đồ thị G không cân bằng do có hai tam giác không cân bằng (ABC và ABD)

## 4. Đề xuất điều chỉnh:

- Cách 1: Đổi dấu cạnh AC từ - thành +
- Cách 2: Đổi dấu cạnh AB và BC từ + thành -
- Cách 3: Đổi dấu cạnh BD từ - thành +

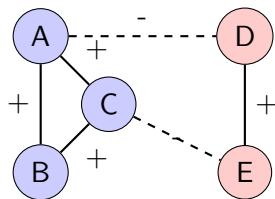
## 2.4.3 Phân hoạch đồ thị có dấu

- **Bài toán:** Phân hoạch các đỉnh của đồ thị có dấu sao cho:
  - Các cung nối các đỉnh thuộc cùng cluster là cung dương
  - Các cung nối hai đỉnh thuộc cluster khác nhau là cung âm
- **Định nghĩa:**
  - Đồ thị được phân hoạch theo cách trên được gọi là phân hoạch được hay gom cụm được
  - Đồ thị thỏa điều kiện trên được gọi là đồ thị cân bằng

## 2.4.3 Phân hoạch đồ thị có dấu (tiếp)

### Ví dụ minh họa:

- Cung dương: biểu diễn quan hệ bạn bè
- Cung âm: biểu diễn quan hệ đối thủ
- Đồ thị âm dương cân bằng có hai cụm:
  - Một cụm là đối tác
  - Cụm kia là đối thủ



Cluster X

Cluster Y

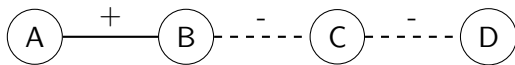
### Tính chất:

- Giữa các bạn của A trong X, sẽ chỉ có các cung dương
- Giữa X và Y, chỉ có các cung âm

## 2.4.4 Tính chất của đồ thị có dấu

### Dấu của đường đi trong đồ thị

- Dấu của đường đi là tích các dấu của cung trên đường đi đó
- Đường đi sẽ có dấu:
  - Dương: nếu có số chẵn cung âm
  - Âm: nếu có số lẻ cung âm



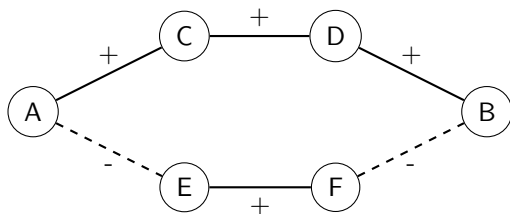
Đường đi dương (hai cung âm)

# Định lý 1 về đồ thị có dấu

## Định lý 1

Đồ thị có dấu là cân bằng nếu và chỉ nếu mỗi cặp đỉnh trên tất cả các đường đi giữa chúng đều có cùng dấu.

**Ví dụ minh họa:** Xét các đường đi từ A đến B trong đồ thị dưới đây:



- **Đường trên:**  $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B = (+)(+)(+) = +$
- **Đường dưới:**  $A \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow B = (-)(+)(-) = +$
- **Kết luận:** Đồ thị cân bằng vì mọi đường đi đều dương

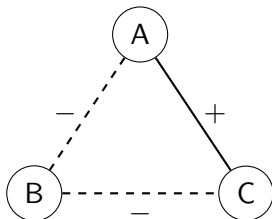
# Định lý 2 về đồ thị có dấu

## Định lý 2

Đồ thị có dấu là cân bằng khi và chỉ khi từng nửa vòng tròn đều có tích dấu dương.

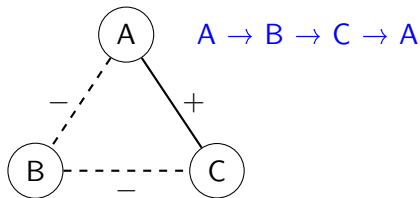
### Nửa vòng tròn (semicycle)

- **Định nghĩa:** Nửa vòng tròn là một chu trình không có chu trình con
- Trong tam giác: nửa vòng tròn chính là chu trình qua 3 đỉnh  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$





## Định lý 2 về đồ thị có dấu (tiếp)



**Phân tích nửa vòng tròn:**

- $A \rightarrow B$ :  $(-)$
- $B \rightarrow C$ :  $(-)$
- $C \rightarrow A$ :  $(+)$

**Kết quả:**  $(-)(-)(+) = +$

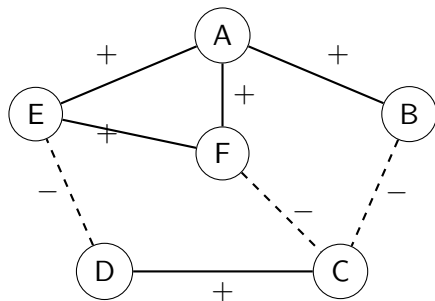
### Tính cân bằng của đồ thị

- Nửa vòng tròn duy nhất có tích dấu dương
- Theo định lý 2  $\Rightarrow$  Đồ thị cân bằng

### Lưu ý quan trọng

- Chỉ xét chu trình hoàn chỉnh (đường đi khép kín)
- Không quan tâm đến các đường đi không khép kín
- Tích dấu của nửa vòng tròn quyết định tính cân bằng

## Định lý 2 - Ví dụ với đồ thị phức tạp



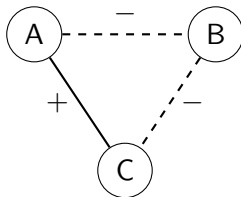
**Cấu trúc đồ thị:**

- 6 đỉnh (A,B,C,D,E,F)

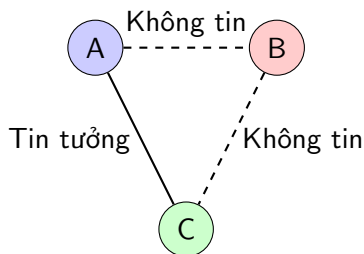
## 2.4.5 Một số ứng dụng đồ thị có dấu

### Ứng dụng trong cộng đồng trực tuyến

- Các nền tảng: Amazon, Epinions,...
- Quan hệ giữa người dùng:
  - Dương (+): tin tưởng
  - Âm (-): không tin tưởng
- Đặc điểm: Mọi người không quen biết nhau trực tiếp



Mô hình quan hệ tin tưởng



## Giả thuyết:

- A không tin B
- B không tin C
- $\Rightarrow$  A tin C

## Lý thuyết cân bằng cấu trúc

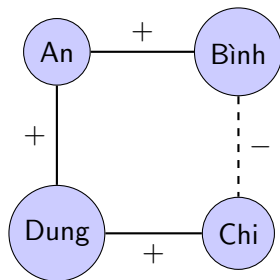
- Nếu A không tin B và B không tin C
- Thì A thường tin C (giả định lý thuyết cân bằng đúng)

## Ứng dụng thực tế

- **Dự đoán quan hệ:**
  - Dự đoán mức độ tin tưởng giữa người dùng
  - Đề xuất kết nối giữa các thành viên
- **Phát hiện cộng đồng:**
  - Nhóm người tin tưởng lẫn nhau
  - Xác định các nhóm đối lập
- **Đánh giá độ tin cậy:**
  - Xếp hạng người dùng dựa trên mạng lưới tin tưởng
  - Phát hiện người dùng đáng ngờ

## Hạn chế

- Không phải lúc nào lý thuyết cân bằng cũng đúng
- Cần kết hợp nhiều yếu tố khác để đánh giá
- Quan hệ tin tưởng có thể thay đổi theo thời gian



(+): Bạn bè

(-): Chặn/Unfriend

## Quan hệ dương (+):

- Kết bạn
- Like/Comment tích cực
- Share bài viết

## Quan hệ âm (-):

- Chặn người dùng
- Unfriend
- Report nội dung

## Tình huống thực tế

Xét nhóm bạn trong một lớp học:

- An và Bình là bạn thân (+)
- Bình unfriend Chi do mâu thuẫn (-)
- Chi và Dung là bạn cùng phòng (+)
- An và Dung học cùng nhóm (+)

## Dự đoán mối quan hệ

Dựa trên lý thuyết cân bằng:

- An có thể sẽ hạn chế tương tác với Chi
- Nếu không, có thể gây căng thẳng trong nhóm bạn
- Nhóm có thể tách thành hai phía: (An, Bình) và (Chi, Dung)

# Ứng dụng

## Các hành vi tương tác chi tiết

- **Tương tác tích cực (+):**

- Thường xuyên like/love bài viết | Comment ủng hộ, động viên
- Tag nhau trong post vui vẻ | Share bài viết với lời khen

- **Tương tác tiêu cực (-):**

- Các reaction tiêu cực (angry, sad) | Comment chỉ trích, phản đối | Block story/post của nhau | Unfriend sau tranh cãi

## Ứng dụng cho Facebook

- **Gợi ý kết bạn thông minh:**

- Ưu tiên gợi ý "bạn của bạn" có tương tác tích cực | Tránh gợi ý người có mâu thuẫn với bạn bè

- **Sắp xếp newsfeed:**

- Ưu tiên hiển thị nội dung từ nhóm tương tác tích cực | Hạn chế nội dung từ người dùng có quan hệ tiêu cực



- 1 2.4 Đồ thị có dấu
- 2 2.5 Sử dụng NetworkX để tính toán số đo trong đồ thị mạng xã hội

## 2.5.1 Chuẩn bị môi trường làm việc

### Cài đặt thư viện

- Python 3.x
- Các thư viện cần thiết:
  - NetworkX: `pip install networkx`
  - Numpy: `pip install numpy`
  - Pandas: `pip install pandas`
  - Matplotlib: `pip install matplotlib`

## Code khởi tạo cơ bản

- Import các thư viện cần thiết:
  - `import networkx as nx`
  - `import numpy as np`
  - `import pandas as pd`
  - `import matplotlib.pyplot as plt`
- Tạo đồ thị:
  - Vô hướng: `G = nx.Graph()`
  - Có hướng: `DG = nx.DiGraph()`

## 2.5.2 Dataset mẫu cho thực hành

### Dataset có sẵn trong NetworkX

- Zachary's Karate Club
  - `G = nx.karate_club_graph()`
  - 34 nodes, 78 edges
  - Dữ liệu về câu lạc bộ karate thật
- Les Misérables network
  - `G = nx.les_miserables_graph()`
  - Mạng lưới nhân vật trong tiểu thuyết

### Dataset thực tế từ SNAP

- Facebook network data
  - 4039 nodes, 88234 edges
  - Dữ liệu quan hệ bạn bè thực
- Email communication network
  - Dữ liệu email trong tổ chức
  - Phân tích luồng thông tin

## 2.5.3 Tính toán các số đo cơ bản

### Các phép tính cơ bản

- 1 Mật độ mạng:
  - `density = nx.density(G)`
- 2 Bậc của đỉnh:
  - `degrees = dict(G.degree())`
  - Bậc trung bình: `avg = sum(degrees.values()) / len(G)`
- 3 Ma trận kề:
  - `adj_matrix = nx.adjacency_matrix(G)`
  - Chuyển sang DataFrame để dễ xem

### Hiển thị kết quả

- Sử dụng matplotlib để vẽ phân phối bậc
- Vẽ heatmap cho ma trận kề
- Lưu kết quả vào file CSV để phân tích

## 2.5.4 Tính toán số đo trung tâm

### Degree Centrality

- Đồ thị vô hướng:
  - `deg_cent = nx.degree centrality(G)`
- Đồ thị có hướng:
  - `in_cent = nx.in_degree centrality(DG)`
  - `out_cent = nx.out_degree centrality(DG)`

### Closeness & Betweenness

- Closeness Centrality:
  - `close_cent = nx.closeness centrality(G)`
- Betweenness Centrality:
  - `bet_cent = nx.betweenness centrality(G)`

## 2.5.5 Phân tích và trực quan hóa kết quả

### Tổng hợp kết quả

- Tạo DataFrame chứa các số đo
- Xác định top nodes theo từng tiêu chí
- So sánh các số đo với nhau
- Phân tích ý nghĩa trong thực tế

### Trực quan hóa

- Vẽ đồ thị với:
  - Kích thước nút tỷ lệ với centrality
  - Màu sắc thể hiện cộng đồng
  - Label cho các nút quan trọng
- Biểu đồ so sánh các số đo
- Heatmap ma trận tương quan

## 2.5.5 Phân tích và trực quan hóa kết quả

### Báo cáo kết quả

- Xuất dữ liệu ra file
- Tạo báo cáo tự động
- Lưu các biểu đồ chất lượng cao



Chúc các bạn học thật tốt!