

# Cơ Sở Dữ Liệu Phân Tán

## Bài tập về nhà - IS211.M21

Nguyễn Hồ Duy Tri, Nguyễn Thị Kim Yến  
Sinh viên: Phạm Đức Thế - 19522253

Thứ 6, ngày 01 tháng 04 năm 2022

### Bài Tập Phân Mảnh Dọc

#### Bài Tập 1

Cho tập  $Q = \{q1, q2, q3, q4, q5\}$  các truy vấn, tập  $A = \{A1, A2, A3, A4, A5\}$  lần lượt là các thuộc tính **MaCN**, **GioiTinh**, **MaPX**, **MaTo**, **Luong** của quan hệ:

**CONGNHAN**(**MaCN**, **TenCN**, **NgaySinh**, **GioiTinh**, **MaPX**, **MaTo**, **Luong**)

Tập  $S = \{S1, S2, S3, S4\}$  các vị trí (sites) trong hệ cơ sở dữ liệu phân tán. Giả sử số truy xuất đến các cặp thuộc tính cho mỗi ứng dụng tại các vị trí:  $ref_i(q_j) = 1$ ; với mọi  $i, j$ .

Ma trận truy vấn sử dụng thuộc tính (use) và ma trận tần số sử dụng truy vấn (acc) tại các vị trí như sau:

|    | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|----|----|----|----|----|----|
| q1 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| q2 | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  |
| q3 | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| q4 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| q5 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |

**Ma trận USE**

|    | S1 | S2 | S3 | S4 |
|----|----|----|----|----|
| q1 | 0  | 5  | 2  | 3  |
| q2 | 5  | 10 | 5  | 0  |
| q3 | 10 | 10 | 0  | 10 |
| q4 | 20 | 0  | 10 | 10 |
| q5 | 10 | 10 | 15 | 15 |

**Ma trận ACC**

1. Tính ma trận AA. (1 điểm)

**Lời giải.**

- Tính toán ma trận AA:

$$Aff(A_1, A_1) = acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) = 0 + 5 + 2 + 3 = 10$$

$$Aff(A_1, A_2) = 0$$

$$Aff(A_1, A_3) = acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) = 0 + 5 + 2 + 3 = 10$$

$$Aff(A_1, A_4) = 0$$

$$Aff(A_1, A_5) = acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) = 0 + 5 + 2 + 3 = 10$$

$$Aff(A_2, A_2) = acc_1(q_2) + acc_2(q_2) + acc_3(q_2) + acc_4(q_2)$$

$$+ acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3)$$

$$+ acc_1(q_4) + acc_2(q_4) + acc_3(q_4) + acc_4(q_4)$$

$$= 5 + 10 + 5 + 0 + 10 + 10 + 0 + 10 + 20 + 0 + 10 + 10 = 90$$

$$Aff(A_2, A_3) = acc_1(q_2) + acc_2(q_2) + acc_3(q_2) + acc_4(q_2) = 5 + 10 + 5 + 0 = 20$$

$$Aff(A_2, A_4) = acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) = 10 + 10 + 0 + 10 = 30$$

$$\begin{aligned}
Aff(A_2, A_5) &= acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) \\
&+ acc_1(q_4) + acc_2(q_4) + acc_3(q_4) + acc_4(q_4) \\
&= 10 + 10 + 0 + 10 + 20 + 0 + 10 + 10 = 70
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Aff(A_3, A_3) &= acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) \\
&+ acc_1(q_2) + acc_2(q_2) + acc_3(q_2) + acc_4(q_2) \\
&= 0 + 5 + 2 + 3 + 5 + 10 + 5 + 0 = 30
\end{aligned}$$

$$Aff(A_3, A_4) = 0$$

$$Aff(A_3, A_5) = acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) = 0 + 5 + 2 + 3 = 10$$

$$Aff(A_4, A_4) = acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) = 10 + 10 + 0 + 10 = 30$$

$$Aff(A_4, A_5) = acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) = 10 + 10 + 0 + 10 = 30$$

$$\begin{aligned}
Aff(A_5, A_5) &= acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) \\
&+ acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) \\
&+ acc_1(q_4) + acc_2(q_4) + acc_3(q_4) + acc_4(q_4) \\
&+ acc_1(q_5) + acc_2(q_5) + acc_3(q_5) + acc_4(q_5) \\
&= 0 + 5 + 2 + 3 + 10 + 10 + 0 + 10 \\
&+ 20 + 0 + 10 + 10 + 10 + 10 + 15 + 15 = 130
\end{aligned}$$

- Ta có ma trận ái lực AA là:

|           | <b>A1</b> | <b>A2</b> | <b>A3</b> | <b>A4</b> | <b>A5</b> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>A1</b> | 10        | 0         | 10        | 0         | 10        |
| <b>A2</b> | 0         | 90        | 20        | 30        | 70        |
| <b>A3</b> | 10        | 20        | 30        | 0         | 10        |
| <b>A4</b> | 0         | 30        | 0         | 30        | 30        |
| <b>A5</b> | 10        | 70        | 10        | 30        | 130       |

## 2. Sử dụng thuật toán BEA tính ma trận CA. (2 điểm)

### Lời giải.

- Xét ma trận AA, tính toán phần đóng góp khi di chuyển thuộc tính  $A_3$  giữa các thuộc tính  $A_1$  và  $A_2$ .

$$\begin{aligned}
Cont(A_0, A_3, A_1) &= 2bond(A_0, A_3) + 2bond(A_3, A_1) - 2bond(A_0, A_1) \\
Bond(A_0, A_3) &= Aff(A_1, A_0) \times Aff(A_1, A_3) + Aff(A_2, A_0) \times Aff(A_2, A_3) \\
&+ Aff(A_3, A_0) \times Aff(A_3, A_3) + Aff(A_4, A_0) \times Aff(A_4, A_3) \\
&+ Aff(A_5, A_0) \times Aff(A_5, A_3) \\
&= 0 \times 10 + 0 \times 20 + 0 \times 30 + 0 \times 0 + 0 \times 10 = 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Bond(A_3, A_1) &= Aff(A_1, A_3) \times Aff(A_1, A_1) + Aff(A_2, A_3) \times Aff(A_2, A_1) \\
&+ Aff(A_3, A_3) \times Aff(A_3, A_1) + Aff(A_4, A_3) \times Aff(A_4, A_1) \\
&+ Aff(A_5, A_3) \times Aff(A_5, A_1) \\
&= 0 \times 10 + 20 \times 0 + 30 \times 10 + 0 \times 30 + 10 \times 10 = 500
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Bond(A_0, A_1) &= Aff(A_1, A_0) \times Aff(A_1, A_1) + Aff(A_2, A_0) \times Aff(A_2, A_1) \\
&+ Aff(A_3, A_0) \times Aff(A_3, A_1) + Aff(A_4, A_0) \times Aff(A_4, A_1) \\
&+ Aff(A_5, A_0) \times Aff(A_5, A_1) \\
&= 0 \times 10 + 0 \times 0 + 0 \times 10 + 0 \times 0 + 0 \times 10 = 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Rightarrow Cont(A_0, A_3, A_1) &= 2bond(A_0, A_3) + 2bond(A_3, A_1) - 2bond(A_0, A_1) \\
&= 2 \times 0 + 2 \times 500 - 2 \times 0 = 1000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_1, A_3, A_2) &= 2bond(A_1, A_3) + 2bond(A_3, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\
Bond(A_1, A_3) &= Aff(A_1, A_1) \times Aff(A_1, A_3) + Aff(A_2, A_1) \times Aff(A_2, A_3) \\
&+ Aff(A_3, A_1) \times Aff(A_3, A_3) + Aff(A_4, A_1) \times Aff(A_4, A_3) \\
&+ Aff(A_5, A_1) \times Aff(A_5, A_3) \\
&= 10 \times 10 + 0 \times 20 + 10 \times 30 + 0 \times 0 + 10 \times 10 = 500 \\
Bond(A_3, A_2) &= Aff(A_1, A_3) \times Aff(A_1, A_2) + Aff(A_2, A_3) \times Aff(A_2, A_2) \\
&+ Aff(A_3, A_3) \times Aff(A_3, A_2) + Aff(A_4, A_3) \times Aff(A_4, A_2) \\
&+ Aff(A_5, A_3) \times Aff(A_5, A_2) \\
&= 10 \times 0 + 20 \times 90 + 30 \times 20 + 0 \times 30 + 10 \times 70 = 3100 \\
Bond(A_1, A_2) &= Aff(A_1, A_1) \times Aff(A_1, A_2) + Aff(A_2, A_1) \times Aff(A_2, A_2) \\
&+ Aff(A_3, A_1) \times Aff(A_3, A_2) + Aff(A_4, A_1) \times Aff(A_4, A_2) \\
&+ Aff(A_5, A_1) \times Aff(A_5, A_2) \\
&= 10 \times 0 + 0 \times 90 + 10 \times 20 + 0 \times 30 + 10 \times 70 = 900 \\
\Rightarrow Cont(A_1, A_3, A_2) &= 2bond(A_1, A_3) + 2bond(A_3, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\
&= 2 \times 500 + 2 \times 3100 - 2 \times 900 = 5400
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_2, A_3, A_0) &= 2bond(A_2, A_3) + 2bond(A_3, A_0) - 2bond(A_2, A_0) \\
Bond(A_2, A_3) &= Aff(A_1, A_2) \times Aff(A_1, A_3) + Aff(A_2, A_2) \times Aff(A_2, A_3) \\
&+ Aff(A_3, A_2) \times Aff(A_3, A_3) + Aff(A_4, A_2) \times Aff(A_4, A_3) \\
&+ Aff(A_5, A_2) \times Aff(A_5, A_3) \\
&= 0 \times 10 + 90 \times 20 + 20 \times 30 + 30 \times 0 + 70 \times 10 = 3100 \\
Bond(A_3, A_0) &= Aff(A_1, A_3) \times Aff(A_1, A_0) + Aff(A_2, A_3) \times Aff(A_2, A_0) \\
&+ Aff(A_3, A_3) \times Aff(A_3, A_0) + Aff(A_4, A_3) \times Aff(A_4, A_0) \\
&+ Aff(A_5, A_3) \times Aff(A_5, A_0) \\
&= 10 \times 0 + 20 \times 0 + 30 \times 0 + 0 \times 0 + 10 \times 0 = 0 \\
Bond(A_2, A_0) &= Aff(A_1, A_2) \times Aff(A_1, A_0) + Aff(A_2, A_2) \times Aff(A_2, A_0) \\
&+ Aff(A_3, A_2) \times Aff(A_3, A_0) + Aff(A_4, A_2) \times Aff(A_4, A_0) \\
&+ Aff(A_5, A_2) \times Aff(A_5, A_0) \\
&= 0 \times 0 + 90 \times 0 + 20 \times 0 + 30 \times 0 + 70 \times 0 = 0 \\
\Rightarrow Cont(A_2, A_3, A_0) &= 2bond(A_2, A_3) + 2bond(A_3, A_0) - 2bond(A_2, A_0) \\
&= 2 \times 3100 + 2 \times 0 - 2 \times 0 = 6200
\end{aligned}$$

$\Rightarrow$  Chèn cột  $A_3$  vào sau cột  $A_1$  và  $A_2$  của CA. Ta có:  $A_1, A_2, A_3$

- Xét ma trận AA, tính toán phần đóng góp khi di chuyển thuộc tính  $A_4$  giữa các thuộc tính  $A_1, A_2$  và  $A_3$ .

$$\begin{aligned}
Cont(A_0, A_4, A_1) &= 2bond(A_0, A_4) + 2bond(A_4, A_1) - 2bond(A_0, A_1) \\
Bond(A_0, A_4) &= Aff(A_1, A_0) \times Aff(A_1, A_4) + Aff(A_2, A_0) \times Aff(A_2, A_4) \\
&+ Aff(A_3, A_0) \times Aff(A_3, A_4) + Aff(A_4, A_0) \times Aff(A_4, A_4) \\
&+ Aff(A_5, A_0) \times Aff(A_5, A_4) \\
&= 0 \times 0 + 0 \times 30 + 0 \times 0 + 0 \times 30 + 0 \times 30 = 0 \\
Bond(A_4, A_1) &= Aff(A_1, A_4) \times Aff(A_1, A_1) + Aff(A_2, A_4) \times Aff(A_2, A_1) \\
&+ Aff(A_3, A_4) \times Aff(A_3, A_1) + Aff(A_4, A_4) \times Aff(A_4, A_1) \\
&+ Aff(A_5, A_4) \times Aff(A_5, A_1) \\
&= 0 \times 10 + 30 \times 0 + 0 \times 10 + 30 \times 0 + 30 \times 10 = 300
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Bond(A_0, A_1) &= Aff(A_1, A_0) \times Aff(A_1, A_1) + Aff(A_2, A_0) \times Aff(A_2, A_1) \\
&+ Aff(A_3, A_0) \times Aff(A_3, A_1) + Aff(A_4, A_0) \times Aff(A_4, A_1) \\
&+ Aff(A_5, A_0) \times Aff(A_5, A_1) \\
&= 0 \times 10 + 0 \times 0 + 0 \times 10 + 0 \times 0 + 0 \times 10 = 0 \\
\Rightarrow Cont(A_0, A_4, A_1) &= 2bond(A_0, A_4) + 2bond(A_4, A_1) - 2bond(A_0, A_1) \\
&= 2 \times 0 + 2 \times 300 - 2 \times 0 = 600
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_1, A_4, A_2) &= 2bond(A_1, A_4) + 2bond(A_4, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\
Bond(A_1, A_4) &= Aff(A_1, A_1) \times Aff(A_1, A_4) + Aff(A_2, A_1) \times Aff(A_2, A_4) \\
&+ Aff(A_3, A_1) \times Aff(A_3, A_4) + Aff(A_4, A_1) \times Aff(A_4, A_4) \\
&+ Aff(A_5, A_1) \times Aff(A_5, A_4) \\
&= 10 \times 0 + 0 \times 30 + 10 \times 0 + 0 \times 30 + 10 \times 30 = 300 \\
Bond(A_4, A_2) &= Aff(A_1, A_4) \times Aff(A_1, A_2) + Aff(A_2, A_4) \times Aff(A_2, A_2) \\
&+ Aff(A_3, A_4) \times Aff(A_3, A_2) + Aff(A_4, A_4) \times Aff(A_4, A_2) \\
&+ Aff(A_5, A_4) \times Aff(A_5, A_2) \\
&= 0 \times 0 + 30 \times 90 + 0 \times 20 + 30 \times 30 + 30 \times 70 = 5700 \\
Bond(A_1, A_2) &= Aff(A_1, A_1) \times Aff(A_1, A_2) + Aff(A_2, A_1) \times Aff(A_2, A_2) \\
&+ Aff(A_3, A_1) \times Aff(A_3, A_2) + Aff(A_4, A_1) \times Aff(A_4, A_2) \\
&+ Aff(A_5, A_1) \times Aff(A_5, A_2) \\
&= 10 \times 0 + 0 \times 90 + 10 \times 20 + 0 \times 30 + 10 \times 70 = 900 \\
\Rightarrow Cont(A_1, A_4, A_2) &= 2bond(A_1, A_4) + 2bond(A_4, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\
&= 2 \times 300 + 2 \times 5700 - 2 \times 900 = 10200
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_1, A_4, A_2) &= 2bond(A_1, A_4) + 2bond(A_4, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\
Bond(A_1, A_4) &= Aff(A_1, A_1) \times Aff(A_1, A_4) + Aff(A_2, A_1) \times Aff(A_2, A_4) \\
&+ Aff(A_3, A_1) \times Aff(A_3, A_4) + Aff(A_4, A_1) \times Aff(A_4, A_4) \\
&+ Aff(A_5, A_1) \times Aff(A_5, A_4) \\
&= 10 \times 0 + 0 \times 30 + 10 \times 0 + 0 \times 30 + 10 \times 30 = 300 \\
Bond(A_4, A_2) &= Aff(A_1, A_4) \times Aff(A_1, A_2) + Aff(A_2, A_4) \times Aff(A_2, A_2) \\
&+ Aff(A_3, A_4) \times Aff(A_3, A_2) + Aff(A_4, A_4) \times Aff(A_4, A_2) \\
&+ Aff(A_5, A_4) \times Aff(A_5, A_2) \\
&= 0 \times 0 + 30 \times 90 + 0 \times 20 + 30 \times 30 + 30 \times 70 = 5700 \\
Bond(A_1, A_2) &= Aff(A_1, A_1) \times Aff(A_1, A_2) + Aff(A_2, A_1) \times Aff(A_2, A_2) \\
&+ Aff(A_3, A_1) \times Aff(A_3, A_2) + Aff(A_4, A_1) \times Aff(A_4, A_2) \\
&+ Aff(A_5, A_1) \times Aff(A_5, A_2) \\
&= 10 \times 0 + 0 \times 90 + 10 \times 20 + 0 \times 30 + 10 \times 70 = 900 \\
\Rightarrow Cont(A_1, A_4, A_2) &= 2bond(A_1, A_4) + 2bond(A_4, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\
&= 2 \times 300 + 2 \times 5700 - 2 \times 900 = 10200
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_2, A_4, A_3) &= 2bond(A_2, A_4) + 2bond(A_4, A_3) - 2bond(A_2, A_3) \\
Bond(A_2, A_4) &= Aff(A_1, A_2) \times Aff(A_1, A_4) + Aff(A_2, A_2) \times Aff(A_2, A_4) \\
&+ Aff(A_3, A_2) \times Aff(A_3, A_4) + Aff(A_4, A_2) \times Aff(A_4, A_4) \\
&+ Aff(A_5, A_2) \times Aff(A_5, A_4) \\
&= 0 \times 0 + 90 \times 30 + 20 \times 0 + 30 \times 30 + 70 \times 30 = 5700
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Bond(A_4, A_3) &= Aff(A_1, A_4) \times Aff(A_1, A_3) + Aff(A_2, A_4) \times Aff(A_2, A_3) \\
&+ Aff(A_3, A_4) \times Aff(A_3, A_3) + Aff(A_4, A_4) \times Aff(A_4, A_3) \\
&+ Aff(A_5, A_4) \times Aff(A_5, A_3) \\
&= 0 \times 0 + 30 \times 90 + 0 \times 20 + 30 \times 30 + 30 \times 70 = 900 \\
Bond(A_2, A_3) &= Aff(A_1, A_2) \times Aff(A_1, A_3) + Aff(A_2, A_2) \times Aff(A_2, A_3) \\
&+ Aff(A_3, A_2) \times Aff(A_3, A_3) + Aff(A_4, A_2) \times Aff(A_4, A_3) \\
&+ Aff(A_5, A_2) \times Aff(A_5, A_3) \\
&= 0 \times 10 + 90 \times 20 + 20 \times 30 + 30 \times 0 + 70 \times 10 = 3100 \\
\Rightarrow Cont(A_2, A_4, A_3) &= 2bond(A_2, A_4) + 2bond(A_4, A_3) - 2bond(A_2, A_3) \\
&= 2 \times 5700 + 2 \times 900 - 2 \times 3100 = 7000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_3, A_4, A_0) &= 2bond(A_3, A_4) + 2bond(A_4, A_0) - 2bond(A_3, A_0) \\
Bond(A_3, A_4) &= Aff(A_1, A_3) \times Aff(A_1, A_4) + Aff(A_2, A_3) \times Aff(A_2, A_4) \\
&+ Aff(A_3, A_3) \times Aff(A_3, A_4) + Aff(A_4, A_3) \times Aff(A_4, A_4) \\
&+ Aff(A_5, A_3) \times Aff(A_5, A_4) \\
&= 10 \times 0 + 20 \times 30 + 30 \times 0 + 0 \times 30 + 10 \times 30 = 900 \\
Bond(A_4, A_0) &= Aff(A_1, A_4) \times Aff(A_1, A_0) + Aff(A_2, A_4) \times Aff(A_2, A_0) \\
&+ Aff(A_3, A_4) \times Aff(A_3, A_0) + Aff(A_4, A_4) \times Aff(A_4, A_0) \\
&+ Aff(A_5, A_4) \times Aff(A_5, A_0) \\
&= 0 \times 0 + 30 \times 0 + 0 \times 0 + 30 \times 0 + 30 \times 0 = 0 \\
Bond(A_3, A_0) &= Aff(A_1, A_3) \times Aff(A_1, A_0) + Aff(A_2, A_3) \times Aff(A_2, A_0) \\
&+ Aff(A_3, A_3) \times Aff(A_3, A_0) + Aff(A_4, A_3) \times Aff(A_4, A_0) \\
&+ Aff(A_5, A_3) \times Aff(A_5, A_0) \\
&= 10 \times 0 + 20 \times 0 + 30 \times 0 + 0 \times 0 + 10 \times 0 = 0 \\
\Rightarrow Cont(A_2, A_3, A_0) &= 2bond(A_2, A_3) + 2bond(A_3, A_0) - 2bond(A_2, A_0) \\
&= 2 \times 900 + 2 \times 0 - 2 \times 0 = 1800
\end{aligned}$$

$\Rightarrow$  Chèn cột  $A_4$  vào giữa cột  $A_1$  và  $A_2$  của CA. Ta có:  $A_1, A_4, A_2, A_3$

- Xét ma trận AA, tính toán phần đóng góp khi di chuyển thuộc tính  $A_5$  giữa các thuộc tính  $A_1, A_4, A_2$  và  $A_3$ .

$$\begin{aligned}
Cont(A_0, A_5, A_1) &= 2bond(A_0, A_5) + 2bond(A_5, A_1) - 2bond(A_0, A_1) \\
Bond(A_0, A_5) &= Aff(A_1, A_0) \times Aff(A_1, A_5) + Aff(A_2, A_0) \times Aff(A_2, A_5) \\
&+ Aff(A_3, A_0) \times Aff(A_3, A_5) + Aff(A_4, A_0) \times Aff(A_4, A_5) \\
&+ Aff(A_5, A_0) \times Aff(A_5, A_5) \\
&= 0 \times 10 + 0 \times 70 + 0 \times 10 + 0 \times 30 + 0 \times 130 = 0 \\
Bond(A_5, A_1) &= Aff(A_1, A_5) \times Aff(A_1, A_1) + Aff(A_2, A_5) \times Aff(A_2, A_1) \\
&+ Aff(A_3, A_5) \times Aff(A_3, A_1) + Aff(A_4, A_5) \times Aff(A_4, A_1) \\
&+ Aff(A_5, A_5) \times Aff(A_5, A_1) \\
&= 10 \times 10 + 70 \times 0 + 10 \times 10 + 30 \times 0 + 130 \times 10 = 1500 \\
Bond(A_0, A_1) &= Aff(A_1, A_0) \times Aff(A_1, A_1) + Aff(A_2, A_0) \times Aff(A_2, A_1) \\
&+ Aff(A_3, A_0) \times Aff(A_3, A_1) + Aff(A_4, A_0) \times Aff(A_4, A_1) \\
&+ Aff(A_5, A_0) \times Aff(A_5, A_1) \\
&= 0 \times 10 + 0 \times 0 + 0 \times 10 + 0 \times 0 + 0 \times 10 = 0 \\
\Rightarrow Cont(A_0, A_5, A_1) &= 2bond(A_0, A_5) + 2bond(A_5, A_1) - 2bond(A_0, A_1) \\
&= 2 \times 0 + 2 \times 1500 - 2 \times 0 = 3000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_1, A_5, A_4) &= 2bond(A_1, A_5) + 2bond(A_5, A_4) - 2bond(A_1, A_4) \\
Bond(A_1, A_5) &= Aff(A_1, A_1) \times Aff(A_1, A_5) + Aff(A_2, A_1) \times Aff(A_2, A_5) \\
&+ Aff(A_3, A_1) \times Aff(A_3, A_5) + Aff(A_4, A_1) \times Aff(A_4, A_5) \\
&+ Aff(A_5, A_1) \times Aff(A_5, A_5) \\
&= 10 \times 10 + 0 \times 70 + 10 \times 10 + 0 \times 30 + 10 \times 130 = 1500 \\
Bond(A_5, A_4) &= Aff(A_1, A_5) \times Aff(A_1, A_4) + Aff(A_2, A_5) \times Aff(A_2, A_4) \\
&+ Aff(A_3, A_5) \times Aff(A_3, A_4) + Aff(A_4, A_5) \times Aff(A_4, A_4) \\
&+ Aff(A_5, A_5) \times Aff(A_5, A_4) \\
&= 10 \times 0 + 70 \times 30 + 10 \times 0 + 30 \times 30 + 130 \times 30 = 6900 \\
Bond(A_1, A_4) &= Aff(A_1, A_1) \times Aff(A_1, A_4) + Aff(A_2, A_1) \times Aff(A_2, A_4) \\
&+ Aff(A_3, A_1) \times Aff(A_3, A_4) + Aff(A_4, A_1) \times Aff(A_4, A_4) \\
&+ Aff(A_5, A_1) \times Aff(A_5, A_4) \\
&= 10 \times 0 + 0 \times 30 + 10 \times 0 + 0 \times 30 + 10 \times 30 = 300 \\
\Rightarrow Cont(A_1, A_5, A_4) &= 2bond(A_1, A_5) + 2bond(A_5, A_4) - 2bond(A_1, A_4) \\
&= 2 \times 1500 + 2 \times 6900 - 2 \times 300 = 16200
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_4, A_5, A_2) &= 2bond(A_4, A_5) + 2bond(A_5, A_2) - 2bond(A_4, A_2) \\
Bond(A_4, A_5) &= Aff(A_1, A_4) \times Aff(A_1, A_5) + Aff(A_2, A_4) \times Aff(A_2, A_5) \\
&+ Aff(A_3, A_4) \times Aff(A_3, A_5) + Aff(A_4, A_4) \times Aff(A_4, A_5) \\
&+ Aff(A_5, A_4) \times Aff(A_5, A_5) \\
&= 0 \times 10 + 30 \times 70 + 0 \times 10 + 30 \times 30 + 30 \times 130 = 6900 \\
Bond(A_5, A_2) &= Aff(A_1, A_5) \times Aff(A_1, A_2) + Aff(A_2, A_5) \times Aff(A_2, A_2) \\
&+ Aff(A_3, A_5) \times Aff(A_3, A_2) + Aff(A_4, A_5) \times Aff(A_4, A_2) \\
&+ Aff(A_5, A_5) \times Aff(A_5, A_2) \\
&= 10 \times 0 + 70 \times 90 + 10 \times 20 + 30 \times 30 + 130 \times 70 = 16500 \\
Bond(A_4, A_2) &= Aff(A_1, A_4) \times Aff(A_1, A_2) + Aff(A_2, A_4) \times Aff(A_2, A_2) \\
&+ Aff(A_3, A_4) \times Aff(A_3, A_2) + Aff(A_4, A_4) \times Aff(A_4, A_2) \\
&+ Aff(A_5, A_4) \times Aff(A_5, A_2) \\
&= 0 \times 0 + 30 \times 90 + 0 \times 20 + 30 \times 30 + 30 \times 70 = 5700 \\
\Rightarrow Cont(A_4, A_5, A_2) &= 2bond(A_4, A_5) + 2bond(A_5, A_2) - 2bond(A_4, A_2) \\
&= 2 \times 6900 + 2 \times 16500 - 2 \times 5700 = 35400
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_2, A_5, A_3) &= 2bond(A_2, A_5) + 2bond(A_5, A_3) - 2bond(A_2, A_3) \\
Bond(A_2, A_5) &= Aff(A_1, A_2) \times Aff(A_1, A_5) + Aff(A_2, A_2) \times Aff(A_2, A_5) \\
&+ Aff(A_3, A_2) \times Aff(A_3, A_5) + Aff(A_4, A_2) \times Aff(A_4, A_5) \\
&+ Aff(A_5, A_2) \times Aff(A_5, A_5) \\
&= 0 \times 10 + 90 \times 70 + 20 \times 10 + 30 \times 30 + 70 \times 130 = 16500 \\
Bond(A_5, A_3) &= Aff(A_1, A_5) \times Aff(A_1, A_3) + Aff(A_2, A_5) \times Aff(A_2, A_3) \\
&+ Aff(A_3, A_5) \times Aff(A_3, A_3) + Aff(A_4, A_5) \times Aff(A_4, A_3) \\
&+ Aff(A_5, A_5) \times Aff(A_5, A_3) \\
&= 10 \times 10 + 70 \times 20 + 10 \times 30 + 30 \times 0 + 130 \times 10 = 3100 \\
Bond(A_2, A_3) &= Aff(A_1, A_2) \times Aff(A_1, A_3) + Aff(A_2, A_2) \times Aff(A_2, A_3) \\
&+ Aff(A_3, A_2) \times Aff(A_3, A_3) + Aff(A_4, A_2) \times Aff(A_4, A_3) \\
&+ Aff(A_5, A_2) \times Aff(A_5, A_3) \\
&= 0 \times 10 + 90 \times 20 + 20 \times 30 + 30 \times 0 + 70 \times 10 = 3100 \\
\Rightarrow Cont(A_2, A_5, A_3) &= 2bond(A_2, A_5) + 2bond(A_5, A_3) - 2bond(A_2, A_3) \\
&= 2 \times 16500 + 2 \times 3100 - 2 \times 3100 = 33000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Cont(A_3, A_5, A_0) &= 2bond(A_3, A_5) + 2bond(A_5, A_0) - 2bond(A_3, A_0) \\
Bond(A_3, A_5) &= Aff(A_1, A_3) \times Aff(A_1, A_5) + Aff(A_2, A_3) \times Aff(A_2, A_5) \\
&+ Aff(A_3, A_3) \times Aff(A_3, A_5) + Aff(A_4, A_3) \times Aff(A_4, A_5) \\
&+ Aff(A_5, A_3) \times Aff(A_5, A_5) \\
&= 10 \times 10 + 20 \times 70 + 30 \times 10 + 0 \times 30 + 10 \times 130 = 3100 \\
Bond(A_5, A_0) &= Aff(A_1, A_5) \times Aff(A_1, A_0) + Aff(A_2, A_5) \times Aff(A_2, A_0) \\
&+ Aff(A_3, A_5) \times Aff(A_3, A_0) + Aff(A_4, A_5) \times Aff(A_4, A_0) \\
&+ Aff(A_5, A_5) \times Aff(A_5, A_0) \\
&= 10 \times 0 + 70 \times 0 + 10 \times 0 + 30 \times 0 + 130 \times 0 = 0 \\
Bond(A_3, A_0) &= Aff(A_1, A_3) \times Aff(A_1, A_0) + Aff(A_2, A_3) \times Aff(A_2, A_0) \\
&+ Aff(A_3, A_3) \times Aff(A_3, A_0) + Aff(A_4, A_3) \times Aff(A_4, A_0) \\
&+ Aff(A_5, A_3) \times Aff(A_5, A_0) \\
&= 10 \times 0 + 20 \times 0 + 30 \times 0 + 0 \times 0 + 10 \times 0 = 0 \\
\Rightarrow Cont(A_3, A_5, A_0) &= 2bond(A_3, A_5) + 2bond(A_5, A_0) - 2bond(A_3, A_0) \\
&= 2 \times 3100 + 2 \times 0 - 2 \times 0 = 6200
\end{aligned}$$

$\Rightarrow$  Chèn cột  $A_5$  vào giữa cột  $A_4$  và  $A_2$  của CA. Ta có:  $A_1, A_4, A_5, A_2, A_3$

- Ta có ma trận bond là:

|    | A1   | A2    | A3   | A4   | A5    |
|----|------|-------|------|------|-------|
| A1 |      | 900   | 500  | 300  | 1500  |
| A2 | 900  |       | 3100 | 5700 | 16500 |
| A3 | 500  | 3100  |      | 900  | 3100  |
| A4 | 300  | 5700  | 900  |      | 6900  |
| A5 | 1500 | 16500 | 3100 | 6900 |       |

- Ta có ma trận ái lực tự CA là:

|    | A1 | A4 | A5  | A2 | A3 |
|----|----|----|-----|----|----|
| A1 | 10 | 0  | 10  | 0  | 10 |
| A4 | 0  | 30 | 30  | 30 | 0  |
| A5 | 10 | 30 | 130 | 70 | 10 |
| A2 | 0  | 30 | 70  | 90 | 20 |
| A3 | 10 | 0  | 10  | 20 | 30 |

3. Sử dụng thuật toán PARTITION để tìm ra hai phân mảnh dọc gom tụ có dư thừa của quan hệ **CONGNHAN**. (2 điểm)

Lời giải.

- $Q = \{q1, q2, q3, q4, q5\}$
- $AQ(q1) = \{A_1, A_3, A_5\}$
- $AQ(q2) = \{A_2, A_3\}$
- $AQ(q3) = \{A_2, A_4, A_5\}$
- $AQ(q4) = \{A_2, A_5\}$
- $AQ(q5) = \{A_5\}$

|    | A1 | A4 | A5  | A2 | A3 |
|----|----|----|-----|----|----|
| A1 | 10 | 0  | 10  | 0  | 10 |
| A4 | 0  | 30 | 30  | 30 | 0  |
| A5 | 10 | 30 | 130 | 70 | 10 |
| A2 | 0  | 30 | 70  | 90 | 20 |
| A3 | 10 | 0  | 10  | 20 | 30 |

- $TA = \{A_1, A_4, A_5, A_2\}$   $BA = \{A_3\}$
- $TQ = \{q3, q4, q5\}$   $BQ = \{\emptyset\}$
- $OQ = \{q1, q2\}$
- $CTQ = acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) + acc_1(q_4) + acc_2(q_4) + acc_3(q_4) + acc_4(q_4) + acc_1(q_5) + acc_2(q_5) + acc_3(q_5) + acc_4(q_5) = 10 + 10 + 0 + 10 + 20 + 0 + 10 + 10 + 10 + 10 + 15 + 15 = 120$
- $CBQ = 0$
- $COQ = acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) + acc_1(q_2) + acc_2(q_2) + acc_3(q_2) + acc_4(q_2) = 0 + 5 + 2 + 3 + 5 + 10 + 5 + 0 = 30$
- $Z = CTQ \times CBQ - COQ^2 = 120 \times 0 - 30^2 = -900$

|           | <b>A1</b> | <b>A4</b> | <b>A5</b> | <b>A2</b> | <b>A3</b> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>A1</b> | 10        | 0         | 10        | 0         | 10        |
| <b>A4</b> | 0         | 30        | 30        | 30        | 0         |
| <b>A5</b> | 10        | 30        | 130       | 70        | 10        |
| <b>A2</b> | 0         | 30        | 70        | 90        | 20        |
| <b>A3</b> | 10        | 0         | 10        | 20        | 30        |

- $TA = \{A_1, A_4, A_5\}$   $BA = \{A_2, A_3\}$
- $TQ = \{q5\}$   $BQ = \{q2\}$
- $OQ = \{q1, q3, q4\}$
- $CTQ = acc_1(q_5) + acc_2(q_5) + acc_3(q_5) + acc_4(q_5) = 10 + 10 + 15 + 15 = 50$
- $CBQ = acc_1(q_2) + acc_2(q_2) + acc_3(q_2) + acc_4(q_2) = 5 + 10 + 5 + 0 = 20$
- $COQ = acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) + acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) + acc_1(q_4) + acc_2(q_4) + acc_3(q_4) + acc_4(q_4) = 0 + 5 + 2 + 3 + 10 + 10 + 0 + 10 + 20 + 0 + 10 + 10 = 80$
- $Z = CTQ \times CBQ - COQ^2 = 50 \times 20 - 80^2 = -5400$

|           | <b>A1</b> | <b>A4</b> | <b>A5</b> | <b>A2</b> | <b>A3</b> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>A1</b> | 10        | 0         | 10        | 0         | 10        |
| <b>A4</b> | 0         | 30        | 30        | 30        | 0         |
| <b>A5</b> | 10        | 30        | 130       | 70        | 10        |
| <b>A2</b> | 0         | 30        | 70        | 90        | 20        |
| <b>A3</b> | 10        | 0         | 10        | 20        | 30        |

- $TA = \{A_1, A_4\}$   $BA = \{A_5, A_2, A_3\}$
- $TQ = \{\emptyset\}$   $BQ = \{q2, q4, q5\}$
- $OQ = \{q1, q3\}$
- $CTQ = 0$
- $CBQ = acc_1(q_2) + acc_2(q_2) + acc_3(q_2) + acc_4(q_2) + acc_1(q_4) + acc_2(q_4) + acc_3(q_4) + acc_4(q_4) + acc_1(q_5) + acc_2(q_5) + acc_3(q_5) + acc_4(q_5) = 5 + 10 + 5 + 0 + 20 + 0 + 10 + 10 + 10 + 10 + 15 + 15 = 110$
- $COQ = acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) + acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) = 0 + 5 + 2 + 3 + 10 + 10 + 0 + 10 = 40$
- $Z = CTQ \times CBQ - COQ^2 = 0 \times 110 - 40^2 = -1600$

|           | <b>A1</b> | <b>A4</b> | <b>A5</b> | <b>A2</b> | <b>A3</b> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>A1</b> | 10        | 0         | 10        | 0         | 10        |
| <b>A4</b> | 0         | 30        | 30        | 30        | 0         |
| <b>A5</b> | 10        | 30        | 130       | 70        | 10        |
| <b>A2</b> | 0         | 30        | 70        | 90        | 20        |
| <b>A3</b> | 10        | 0         | 10        | 20        | 30        |

- $TA = \{A_1\}$   $BA = \{A_4, A_5, A_2, A_3\}$
- $TQ = \{\emptyset\}$   $BQ = \{q2, q3, q4, q5\}$
- $OQ = \{q1\}$
- $CTQ = 0$



- $CBQ = acc_1(q_2) + acc_2(q_2) + acc_3(q_2) + acc_4(q_2) + acc_1(q_3) + acc_2(q_3) + acc_3(q_3) + acc_4(q_3) + acc_1(q_4) + acc_2(q_4) + acc_3(q_4) + acc_4(q_4) + acc_1(q_5) + acc_2(q_5) + acc_3(q_5) + acc_4(q_5) = 5 + 10 + 5 + 0 + 10 + 10 + 0 + 10 + 20 + 0 + 10 + 10 + 10 + 10 + 15 + 15 = 140$
- $COQ = acc_1(q_1) + acc_2(q_1) + acc_3(q_1) + acc_4(q_1) = 0 + 5 + 2 + 3 = 10$
- $Z = CTQ \times CBQ - COQ^2 = 0 \times 140 - 10^2 = -100$

Áp dụng kết quả phân hoạch ma trận CA vào quan hệ CONGNHAN, ta được các mảnh F: CONGNHAN = {CONGNHAN1, CONGNHAN2}.

- Trong đó:  
 $CONGNHAN1 = \{A_1\}$   
 $CONGNHAN2 = \{A_1, A_4, A_5, A_2, A_3\}$
- Vì thế:  
 $CONGNHAN1 = \{MaCN, TenCN, NgaySinh\}$   
 $CONGNHAN2 = \{MaCN, TenCN, NgaySinh, GioiTinh, MaPX, MaTo, Luong\}$
- MaCN là thuộc tính khóa của quan hệ CONGNHAN.

|           | <b>A1</b> | <b>A4</b> | <b>A5</b> | <b>A2</b> | <b>A3</b> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>A1</b> | 10        | 0         | 10        | 0         | 10        |
| <b>A4</b> | 0         | 30        | 30        | 30        | 0         |
| <b>A5</b> | 10        | 30        | 130       | 70        | 10        |
| <b>A2</b> | 0         | 30        | 70        | 90        | 20        |
| <b>A3</b> | 10        | 0         | 10        | 20        | 30        |

## Bài Tập 2

Cho tập  $Q = \{q1, q2, q3, q4, q5\}$  các truy vấn, tập  $A = \{A1, A2, A3, A4, A5\}$  lần lượt là các thuộc tính **TenSB**, **NamTL**, **LoaiSB**, **BayDem**, **LoaiDB** của quan hệ:

**SANBAY(MaICAO, TenSB, NamTL, LoaiSB, BayDem, LoaiDB)**

Tập  $S = \{S1, S2, S3, S4\}$  các vị trí (sites) trong hệ cơ sở dữ liệu phân tán. Giả sử số truy suất đến các cặp thuộc tính tại các vị trí được cho theo hàm:

$$ref_j(q_i) = \begin{cases} 1, \forall i \in [1, 4], j \in [1, 3] \\ 2, \forall i \in [1, 4], j \in [4, 5] \end{cases}, \text{ Với } i \text{ là số chỉ vị trí (site), } j \text{ là số chỉ của câu truy vấn.}$$

Ma trận truy vấn sử dụng thuộc tính (use) và ma trận tần số sử dụng truy vấn (acc) tại các vị trí như sau:

|    | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|----|----|----|----|----|----|
| q1 | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  |
| q2 | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| q3 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| q4 | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| q5 | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |

**Ma trận USE**

|    | S1 | S2 | S3 | S4 |
|----|----|----|----|----|
| q1 | 0  | 5  | 0  | 3  |
| q2 | 3  | 0  | 1  | 1  |
| q3 | 7  | 0  | 3  | 0  |
| q4 | 0  | 5  | 0  | 9  |
| q5 | 1  | 0  | 3  | 0  |

**Ma trận ACC**

1. Tính ma trận AA. (1 điểm)

**Lời giải.**

- Ta có ma trận ái lực AA là:

|    | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
|----|----|----|----|----|----|
| A1 | 46 | 10 | 36 | 0  | 8  |
| A2 | 10 | 23 | 5  | 13 | 0  |
| A3 | 36 | 5  | 41 | 5  | 8  |
| A4 | 0  | 13 | 5  | 13 | 0  |
| A5 | 8  | 0  | 8  | 0  | 8  |

2. Sử dụng thuật toán BEA tính ma trận CA. (2 điểm)

**Lời giải.**

- Ta có ma trận bond là:

|    | A1   | A2  | A3   | A4  | A5  |
|----|------|-----|------|-----|-----|
| A1 |      | 870 | 3246 | 310 | 720 |
| A2 | 870  |     | 745  | 493 | 120 |
| A3 | 3246 | 745 |      | 335 | 680 |
| A4 | 310  | 493 | 335  |     | 40  |
| A5 | 720  | 120 | 680  | 40  |     |

- Xét ma trận AA, tính toán phần đóng góp khi di chuyển thuộc tính  $A_3$  giữa các thuộc tính  $A_1$  và  $A_2$ .

$$\begin{aligned} Cont(A_0, A_3, A_1) &= 2bond(A_0, A_3) + 2bond(A_3, A_1) - 2bond(A_0, A_1) \\ &= 2 \times 0 + 2 \times 3246 - 2 \times 0 = 6492 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cont(A_1, A_3, A_2) &= 2bond(A_1, A_3) + 2bond(A_3, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\ &= 2 \times 3246 + 2 \times 745 - 2 \times 870 = 6242 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cont(A_2, A_3, A_0) &= 2bond(A_2, A_3) + 2bond(A_3, A_0) - 2bond(A_2, A_0) \\ &= 2 \times 745 + 2 \times 0 - 2 \times 0 = 1490 \end{aligned}$$

$\Rightarrow$  Chèn cột  $A_3$  vào trước cột  $A_1$  và  $A_2$  của CA. Ta có:  **$A_3, A_1, A_2$**

- Xét ma trận AA, tính toán phần đóng góp khi di chuyển thuộc tính  $A_4$  giữa các thuộc tính  $A_3, A_1, A_2$ .

$$\begin{aligned}
Cont(A_0, A_4, A_3) &= 2bond(A_0, A_4) + 2bond(A_4, A_3) - 2bond(A_0, A_3) \\
&= 2 \times 0 + 2 \times 335 - 2 \times 0 = 670 \\
Cont(A_3, A_4, A_1) &= 2bond(A_3, A_4) + 2bond(A_4, A_1) - 2bond(A_3, A_1) \\
&= 2 \times 335 + 2 \times 310 - 2 \times 3246 = -5202 \\
Cont(A_1, A_4, A_2) &= 2bond(A_1, A_4) + 2bond(A_4, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\
&= 2 \times 310 + 2 \times 493 - 2 \times 870 = -134 \\
Cont(A_2, A_4, A_0) &= 2bond(A_2, A_4) + 2bond(A_4, A_0) - 2bond(A_2, A_0) \\
&= 2 \times 493 + 2 \times 0 - 2 \times 0 = 986
\end{aligned}$$

$\Rightarrow$  Chèn cột  $A_4$  vào sau cột  $A_1$  và  $A_2$  của ma trận AC. Ta có:  $A_3, A_1, A_2, A_4$

- Xét ma trận AA, tính toán phần đóng góp khi di chuyển thuộc tính  $A_5$  giữa các thuộc tính  $A_3, A_1, A_2, A_4$ .

$$\begin{aligned}
Cont(A_0, A_5, A_3) &= 2bond(A_0, A_5) + 2bond(A_5, A_3) - 2bond(A_0, A_3) \\
&= 2 \times 0 + 2 \times 680 - 2 \times 0 = 1360 \\
Cont(A_3, A_5, A_1) &= 2bond(A_3, A_5) + 2bond(A_5, A_1) - 2bond(A_3, A_1) \\
&= 2 \times 680 + 2 \times 720 - 2 \times 3246 = -3692 \\
Cont(A_1, A_5, A_2) &= 2bond(A_1, A_5) + 2bond(A_5, A_2) - 2bond(A_1, A_2) \\
&= 2 \times 720 + 2 \times 120 - 2 \times 870 = -60 \\
Cont(A_2, A_5, A_4) &= 2bond(A_2, A_5) + 2bond(A_5, A_4) - 2bond(A_2, A_4) \\
&= 2 \times 120 + 2 \times 40 - 2 \times 493 = -666 \\
Cont(A_4, A_5, A_0) &= 2bond(A_4, A_5) + 2bond(A_5, A_0) - 2bond(A_4, A_0) \\
&= 2 \times 40 + 2 \times 0 - 2 \times 0 = 80
\end{aligned}$$

$\Rightarrow$  Chèn cột  $A_5$  vào trước cột  $A_3$  và  $A_1$  của ma trận AC. Ta có:  $A_5, A_3, A_1, A_2, A_4$

- Ta có ma trận ái lực tự CA là:

|    | A5 | A3 | A1 | A2 | A4 |
|----|----|----|----|----|----|
| A5 | 8  | 8  | 8  | 0  | 0  |
| A3 | 8  | 41 | 36 | 5  | 5  |
| A1 | 8  | 36 | 46 | 10 | 0  |
| A2 | 0  | 5  | 10 | 23 | 13 |
| A4 | 0  | 5  | 0  | 13 | 13 |

- Sử dụng thuật toán PARTITION để tìm ra hai phân mảnh dọc của quan hệ **SANBAY**. (2 điểm)

**Lời giải.**

- $Q = \{q1, q2, q3, q4, q5\}$
- $AQ(q1) = \{A_2, A_4\}$
- $AQ(q2) = \{A_2, A_3, A_4\}$
- $AQ(q3) = \{A_1, A_2\}$
- $AQ(q4) = \{A_1, A_3\}$
- $AQ(q5) = \{A_1, A_3, A_5\}$

|    | A5 | A3 | A1 | A2 | A4 |
|----|----|----|----|----|----|
| A5 | 8  | 8  | 8  | 0  | 0  |
| A3 | 8  | 41 | 36 | 5  | 5  |
| A1 | 8  | 36 | 46 | 10 | 0  |
| A2 | 0  | 5  | 10 | 23 | 13 |
| A4 | 0  | 5  | 0  | 13 | 13 |

- $TA = \{A_5, A_3, A_1, A_2\}$   $BA = \{A_4\}$
- $TQ = \{q3, q4, q5\}$   $BQ = \{\emptyset\}$
- $OQ = \{q1, q2\}$
- $CTQ = 10 + 2 \times 14 + 2 \times 4 = 46$
- $CBQ = 0$
- $COQ = 8 + 5 = 13$
- $Z = CTQ \times CBQ - COQ^2 = 46 \times 0 - 13^2 = -169$

|    | A5 | A3 | A1 | A2 | A4 |
|----|----|----|----|----|----|
| A5 | 8  | 8  | 8  | 0  | 0  |
| A3 | 8  | 41 | 36 | 5  | 5  |
| A1 | 8  | 36 | 46 | 10 | 0  |
| A2 | 0  | 5  | 10 | 23 | 13 |
| A4 | 0  | 5  | 0  | 13 | 13 |

- $TA = \{A_5, A_3, A_1\}$   $BA = \{A_2, A_4\}$
- $TQ = \{q4, q5\}$   $BQ = \{q1\}$
- $OQ = \{q2, q3\}$
- $CTQ = 2 \times 14 + 2 \times 4 = 36$
- $CBQ = 8$
- $COQ = 5 + 10 = 15$
- $Z = CTQ \times CBQ - COQ^2 = 36 \times 8 - 15^2 = 63$

|    | A5 | A3 | A1 | A2 | A4 |
|----|----|----|----|----|----|
| A5 | 8  | 8  | 8  | 0  | 0  |
| A3 | 8  | 41 | 36 | 5  | 5  |
| A1 | 8  | 36 | 46 | 10 | 0  |
| A2 | 0  | 5  | 10 | 23 | 13 |
| A4 | 0  | 5  | 0  | 13 | 13 |

- $TA = \{A_5, A_3\}$   $BA = \{A_1, A_2, A_4\}$
- $TQ = \{\emptyset\}$   $BQ = \{q1, q3\}$
- $OQ = \{q2, q4, q5\}$
- $CTQ = 0$
- $CBQ = 8 + 10 = 18$
- $COQ = 5 + 2 \times 14 + 2 \times 4 = 41$
- $Z = CTQ \times CBQ - COQ^2 = 0 \times 18 - 41^2 = -1681$

|    | A5 | A3 | A1 | A2 | A4 |
|----|----|----|----|----|----|
| A5 | 8  | 8  | 8  | 0  | 0  |
| A3 | 8  | 41 | 36 | 5  | 5  |
| A1 | 8  | 36 | 46 | 10 | 0  |
| A2 | 0  | 5  | 10 | 23 | 13 |
| A4 | 0  | 5  | 0  | 13 | 13 |

- $TA = \{A_5\}$   $BA = \{A_3, A_1, A_2, A_4\}$
- $TQ = \{\emptyset\}$   $BQ = \{q1, q2, q3, q4\}$
- $OQ = \{q5\}$
- $CTQ = 0$
- $CBQ = 8 + 5 + 10 + 2 \times 14 = 51$
- $COQ = 2 \times 4 = 8$
- $Z = CTQ \times CBQ - COQ^2 = 0 \times 51 - 8^2 = -64$

Áp dụng kết quả phân hoạch ma trận CA vào quan hệ SANBAY, ta được các mảnh F:  
 $SANBAY = \{SANBAY1, SANBAY2\}$ .

- Trong đó:  
 $SANBAY1 = \{A_5, A_3, A_1\}$   
 $SANBAY2 = \{A_2, A_4\}$
- Vì thế:  
 $SANBAY1 = \{MaICAO, LoaiSB, LoaiDB, TenSB\}$   
 $SANBAY2 = \{MaICAO, NamTL, BayDem\}$
- MaICAO là thuộc tính khóa chính của quan hệ SANBAY.

|           | <b>A5</b> | <b>A3</b> | <b>A1</b> | <b>A2</b> | <b>A4</b> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>A5</b> | 8         | 8         | 8         | 0         | 0         |
| <b>A3</b> | 8         | 41        | 36        | 5         | 5         |
| <b>A1</b> | 8         | 36        | 46        | 10        | 0         |
| <b>A2</b> | 0         | 5         | 10        | 23        | 13        |
| <b>A4</b> | 0         | 5         | 0         | 13        | 13        |