



משפחת החפרפרות

מגבלת זמן: 2.5 שניות מגבלת זיכרון: 512 MB

משפחת חפר זו משפחה של חפרפרות, אשר מתגוררת ברשת של N בורות המחוברים על ידי M תעלות דו כיווניות, כולן באורך שווה. ישנן K חפרפרות במשפחה, לכל אחת בור התחלתי ובור יעד. נסמן שהבור ההתחלתי של חפרפרת i הוא A_i ושהבור היעד שלה הוא B_i ($0 \leq i < K$). בשלב זה כל חפרפרת נמצאת בבור התחלתי שלה, אבל ביום בלתי ידוע בעתיד כל חפרפרת תלך לבור היעד שלה- ליום זה נקרא "יום הדין". ידוע שביום הדין כל חפרפרת תבחר את המסלול הכי קצר מהבור ההתחלתי לבור היעד. אם ישנם כמה כאלו- היא תבחר את אחד מהם באופן אקראי.

הסיכוי של חפרפרת i ($0 \leq i < K$) לעבור בבור W ביום הדין הוא: $E_i(W) = \frac{f_W(i)}{f(i)}$, כאשר:

- משמעות $f_W(i)$ היא: כמות המסלולים מאורך מינימלי בין A_i לבין B_i העוברים ב- W .

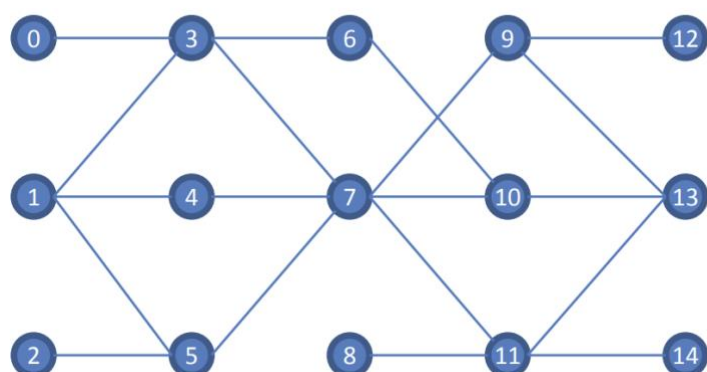
- משמעות $f(i)$ היא: כמות המסלולים מאורך מינימלי בין A_i לבין B_i .

ד"ר ברוקס הוא חוקר חפרפרות שמתעניין מאוד במשפחת חפר. הוא יודע על יום הדין, ורוצה להתכונן אליו, בכך שימצא בור שביום זה יעברו בו כמה שיותר חפרפרות. באופן פורמלי, ד"ר ברוקס רוצה למצוא בור W עבורו הערך $\sum_{i=0}^{K-1} E_i(W)$ הוא מקסימלי. כתבו תוכנית שבהינתן מידע על משפחת חפר ועל רשת הבורות והתעלות, תמצא בור המקיים את דרישה זו. אם ישנם מספר כאלו, ניתן לבחור בכל אחד מהם.

שימו לב שתוכנית זו דורשת שימוש בנקודה צפה עם דיוק כפול (double-precision floating-point).

המחשות

להלן מספר המחשות, בהן רשת הבורות והתעלות היא הגרף המצורף. בגרף זה 15 בורות ו-19 תעלות.



○ המחשה 1:

נניח $K = 1$, $(A_0, B_0) = (4, 10)$. במקרה זה יש מסלול מינימלי אחד, באורך 2, והוא $(4, 7, 10)$. ד"ר ברוקס יכול לבחור בכל אחד מהבורות במסלול זה.

○ המחשה 2:

נניח $K = 2$, $(A_0, B_0) = (4, 10)$. במקרה זה יש בין בור 4 לבור 10 יש מסלול מינימלי אחד, באורך 2, והוא $(4, 7, 10)$. כמו כן, בין בור 3 ובין בור 8 יש מסלול מינימלי אחד, באורך 3, והוא $(3, 7, 11, 8)$. לכן בבור 7 צפוי שיעברו 2 חפרפרות.

○ המחשה 3:

נניח $K = 2$, $(A_0, B_0) = (1, 13)$, $(A_1, B_1) = (6, 2)$. במקרה זה:
- יש 10 מסלולים מינימליים, מאורך 4, בין בור 1 לבור 13.
- יש 3 מסלולים מינימליים, מאורך 3, בין בור 6 לבור 2.
אם ד"ר ברוקס יבחר בבור 7:

- 9 מסלולים מינימליים של החפרפרת ה-0 עוברים דרך בור 7.

- 2 מסלולים מינימליים של החפרפרת ה-1 עוברים דרך בור 7.

לכן $\sum_{i=0}^{K-1} E_i(7) = \frac{9}{10} + \frac{2}{3} = \frac{47}{30}$. למעשה, זו התוצאה הכי טובה וד"ר ברוקס יבחר בבור 7.



פרטי מימוש

- כתבו פונקציה שבהינתן מידע על משפחת חפר ועל רשת הבורות והתעלות, תמצא בור W עבורו הערך $\sum_{i=0}^{k-1} E_i(W)$ הוא מקסימלי, כמפורט להלן:

```
int BestPit(int N, int M, int K, int[] X, int[] Y, int[] A, int[] B)
```

- N : כמות הבורות. ($N \leq 5000$)
 - הבורות ממוספרים מ-0 ועד $N - 1$.
 - M : כמות התעלות. ($M \leq 40,000$)
 - K : כמות החפרפרות. ($K \leq 2000$)
 - X : מערך בגודל M של מספרים שלמים המתארים בורות.
($0 \leq i < N$) ($0 \leq X_i < N$)
 - Y : מערך בגודל M של מספרים שלמים המתארים בורות.
($0 \leq i < N$) ($0 \leq Y_i < N$)
 - לכל i מתקיים כי ישנה תעלה דו כיוונית בין Y_i לבין X_i . ($0 \leq i < N$)
 - בקלט בהכרח מתקיים כי כמות המסלולים המינימליים בין כל שני בורות הוא לא יותר מ- 2^{15} .
 - A : מערך בגודל K של מספרים שלמים המתארים בורות התחלתיים.
($0 \leq i < K$) ($0 \leq A_i < N$)
 - לכל i מתקיים כי הבור התחלתי של החפרפרת ה- i הינו A_i . ($0 \leq i < K$)
 - B : מערך בגודל M של מספרים שלמים המתארים בורות יעד.
($0 \leq i < K$) ($0 \leq B_i < N$)
 - לכל i מתקיים כי בור היעד של החפרפרת ה- i הינו B_i . ($0 \leq i < K$)
 - מובטח שבין כל בור התחלתי ובור יעד מתאימים יש מסלול.
- הפונקציה תחזיר מספר שלם - בור המקיים את התנאי של ד"ר ברוקס, כלומר בור W עבורו הערך $\sum_{i=0}^{k-1} E_i(W)$ הוא מקסימלי ($0 \leq W < N$).

גריידר לדוגמה ▼

הגריידר לדוגמה קורא את הקלט בפורמט הבא:

- שורה 1: $N \ M$
- שורה $i + 2$: $X_i \ Y_i$ ($0 \leq i < N$)
- שורה $N + 2$: K
- שורה $N + 3 + j$: $A_j \ B_j$ ($0 \leq j < K$)

הגריידר לדוגמה ידפיס את הפתרון בפורמט הבא:

- שורה 1: ans – בור W עבורו הערך $\sum_{i=0}^{k-1} E_i(W)$ הוא מקסימלי.

דוגמאות ▼

קלט	פלט	הסבר לדוגמה: זהו המקרה של המחשה 2.
15 19	7	
0 3		
1 3		
1 4		
1 5		
2 5		
3 6		
3 7		
4 7		
5 7		
6 10		
7 9		
7 10		
7 11		
8 11		
9 12		
9 13		
10 13		
11 13		
11 14		
2		
4 10		
3 8		

הסבר לדוגמה: מקרה זה שייך רק לתת המשימות 5 ו-6 (ראו
בהמשך). פלט אפשרי נוסף הוא 3.

קלט	פלט
5 5	2
0 1	
1 2	
2 3	
3 4	
4 0	
2	
1 3	
2 4	

הסבר לדוגמה: מקרה זה שייך רק לתת המשימות 3, 4, 5, 6.

קלט	פלט
5 4	2
0 1	
1 2	
2 3	
3 4	
3	
0 2	
1 3	
2 4	

הסבר לדוגמה: מקרה זה שייך רק לתתי המשימות 4, 5, 6. פלט
אפשרי נוסף הוא 3.

קלט	פלט
6 5	2
0 2	
1 2	
2 3	
3 4	
3 5	
2	
0 5	
1 4	



תתי משימות

משימה	ניקוד	מגבלות
1	4	הרשת היא קו ישר. $N \leq 1000, M = N - 1, K = 1$
2	5	הרשת היא עץ. $N \leq 1000, M = N - 1, K = 1$
3	11	הרשת היא קו ישר. $N \leq 1000, M = N - 1, K \leq 200$
4	18	הרשת היא עץ. $N \leq 1000, M = N - 1, K \leq 200$
5	26	$N \leq 1000, M \leq 8000, K \leq 20$
6	36	ללא מגבלות נוספות

בהצלחה !