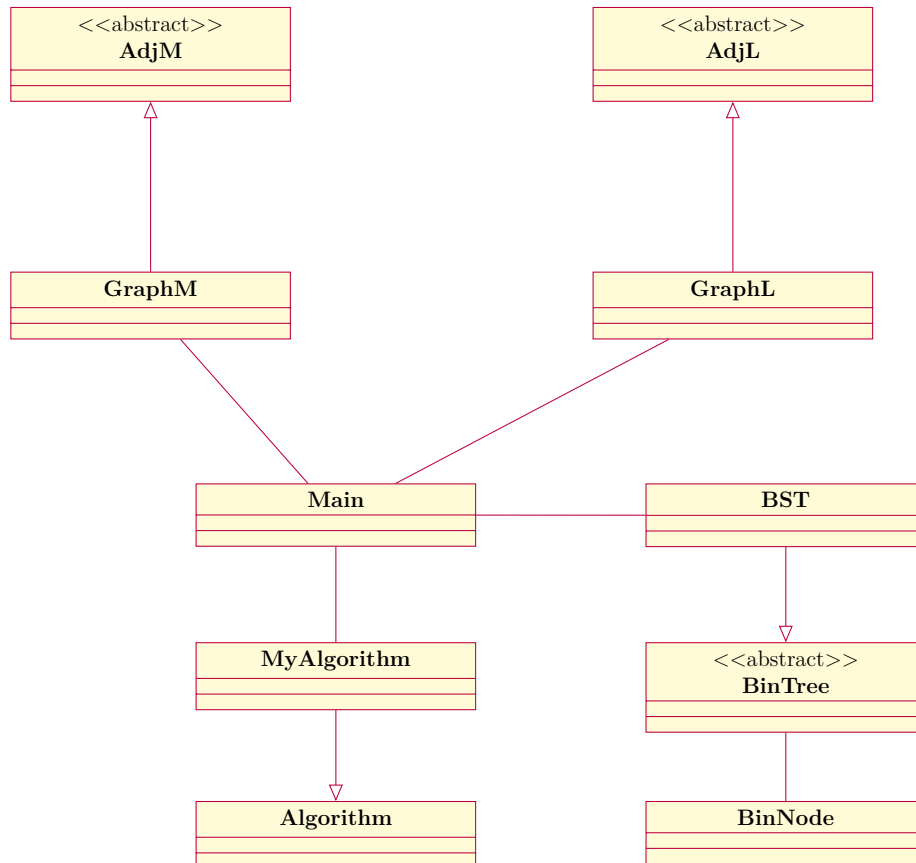


Practice Exercise: Tree & Graph

7 พฤษภาคม 2568

การสอบปลายภาคในวันพุธที่ 14 พฤษภาคม 2568 จะเป็นการสอบเขียนโค้ดโดยใช้ภาษาจาวา (Java) ในการสอบจะมี Folder ของโค้ดที่จำเป็นต้องใช้ระหว่างสอบให้กับนักศึกษา โดยแผนภาพด้านล่างต่อไปนี้คือ Class Diagram ของคลาสต่าง ๆ ที่จะใช้ในการทำข้อสอบดังนี้ (เป็นโครงสร้างแบบคร่าว ๆ)



ขอให้นักศึกษาจำรูปแบบและทำความเข้าใจรูปแบบด้านบนนี้ ซึ่งโจทย์แต่ละข้อจะให้โครงสร้างของคลาสต่าง ๆ ตามภาพด้านบนซึ่งจะมีโครงสร้างคล้าย ๆ กันในแต่ละข้อ โดยจะให้นักศึกษาทำการ Implement เมธอดในคลาสอย่าง GraphM, GraphL, BST, MyAlgorithms และเขียน Main Function ไว้ในคลาส Main

หมายเหตุ: หากโครงสร้างมีการเปลี่ยนแปลง จะรีบประกาศให้ทราบโดยเร็ว

ตรวจสอบความเข้าใจก่อน (Test)

โจทย์ข้อนี้จะให้เราทำความเข้าใจกับโครงสร้างของคลาส โดยสร้างต้นไม้แบบ **Binary Search Tree** แล้วพิมพ์ค่าของโหนดทุกตัวเรียงจากน้อยไปมาก (ให้เขียนโค้ดอยู่ในไฟล์เตอร์ที่ให้มา โดยพิจารณาเอาไว้ว่าจะต้องเขียนโค้ดไว้ที่ใดบ้างเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง)

ข้อมูลนำเข้า (Input)

บรรทัดที่ 1	จำนวนเต็ม N แทนจำนวนโหนดของต้นไม้ โดยที่ $1 \leq N \leq 100$
บรรทัดที่ 2	จำนวนเต็ม n_i บอกค่าของโหนดลำดับที่ i ที่จะใส่เข้ามาใส่ในต้นไม้ โดยที่ $-10,000 \leq n_i \leq 10,000$ และ $1 \leq i \leq N$

ข้อมูลส่งออก (Output)

บรรทัดที่ 1	ลำดับของโหนดโดยเรียงจากน้อยไปมาก คั่นแต่ละตัวด้วยช่องว่างหนึ่งตัว
-------------	---

ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า ส่งออก (Examples of Input & Output)

Input	Output
8 10 5 15 3 7 12 17 1	1 3 5 7 10 12 15 17
10 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ผงวิเศษ (Magic Powder)

นักศึกษาได้รับสารสกัดสุดลึกลับมาจำนวนหนึ่ง พร้อมกับจดหมายที่เขียนไว้ว่า

“หากเจ้านำสารนี้สกัดออกมาได้ หา “แก่น” ของมันให้เจอ เจ้าจะสมหวังกับทุกเรื่อง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเรียน เรื่องรัก และเรื่องเงิน”

นักศึกษาตื่นเต้นมาก นำไปสารนี้ไปสกัดออกมาจนได้โครงสร้างทางเคมีดังนี้

$$\begin{array}{c}
 9 - 10 \\
 | \\
 1 - 2 - 3 - 4 = 5 \\
 | \\
 6 - 7 \\
 | \\
 8
 \end{array}$$

ยิ่งไปกว่านั้น นักศึกษาค้นพบว่า “แก่น” ของสารนี้ คือตำแหน่งที่ “พันธะคู่” ตั้งอยู่ การที่จะทำให้ผงวิเศษนี้สามารถแสดงผลฤทธิ์ได้นั้น นักศึกษาต้องรู้ “ตำแหน่ง” ที่พันธะคู่อยู่

สังเกตได้ว่าพันธะคู่ของสารนี้อยู่ตรงบริเวณ 4 และ 5 ตำแหน่งของพันธะคู่นี้ได้จาก ตำแหน่งของ “ขอบ” ของผงวิเศษนี้ไล่มาเรื่อย ๆ จนถึงตำแหน่งที่ติดกับพันธะคู่ (ซึ่งก็คือ 4 หรือ 5) ซึ่งมีความเป็นไปได้ดังนี้

$$\begin{array}{ccc}
 \begin{array}{c} 9 - 10 \\ | \\ 1^1 - 2^2 - 3^3 - 4^4 = 5 \\ | \\ 6 - 7 \\ | \\ 8 \end{array} &
 \begin{array}{c} 9^2 - 10^1 \\ | \\ 1 - 2 - 3 - 4 = 5^3 \\ | \\ 6 - 7 \\ | \\ 8 \end{array} &
 \begin{array}{c} 9 - 10 \\ | \\ 1 - 2 - 3 - 4 = 5^4 \\ | \\ 6^3 - 7^2 \\ | \\ 8^1 \end{array}
 \end{array}$$

(a) เมื่อเริ่มจากตำแหน่ง 1 ไปเจอพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 4

(b) เมื่อ เริ่ม จาก ตำแหน่ง 10 ไป เจอ พันธะคู่ที่ตำแหน่ง 5

(c) เมื่อเริ่มจากตำแหน่ง 8 ไปเจอพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 5

ซึ่งตำแหน่งที่ “แท้จริง” ของพันธะคู่ของผงวิเศษนี้ คือตำแหน่งที่ใกล้กับขอบของผงนี้ที่สุด ซึ่งในกรณีนี้คือ 3 นั่นเอง

ต่อมานักศึกษาได้เจอผงวิเศษนี้ในหลากหลายรูปแบบเข้า จึงขี้เกียจคำนวณมือ จึงอยากเขียนเป็นโปรแกรมเพื่อหาแก่นของผงวิเศษที่อาจจะมาในรูปแบบต่าง ๆ จงช่วยนักศึกษาค้นนี้เขียนโปรแกรมหาแก่นของสารนี้ให้ถูกต้อง

ข้อมูลนำเข้า (Input)

บรรทัดที่ 1	จำนวนเต็ม n และ e แทนจำนวนของสาร และจำนวนพันธะที่เชื่อมกัน ตามลำดับ โดยที่ $1 \leq n \leq 1,000$ และ $1 \leq e \leq 1,000$
บรรทัดที่ 2 ถึง $e + 1$	ลักษณะของการเชื่อมพันธะระหว่างสาร โดยอยู่ในรูปแบบของ "a bond b" โดยที่ a, b คือหมายเลขสาร, bond คือประเภทของพันธะ ซึ่งเป็นลักษณะได้ สองแบบ คือ <ol style="list-style-type: none"> - คือพันธะเดี่ยว = คือพันธะคู่ หากไม่เข้าใจ สามารถดูตัวอย่างเพิ่มเติมได้ด้านล่าง

ข้อมูลส่งออก (Output)

บรรทัดที่ 1	ตำแหน่งของพันธะคู่ที่อยู่ใกล้กับขอบของสารที่มากที่สุด
-------------	---

ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า ส่งออก (Examples of Input & Output)

Input	Output
10 9 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 = 5 5 - 6 6 - 7 7 - 8 5 - 9 9 - 10	3
2 1 1 = 2	1
6 5 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 = 5 5 - 6	2

หมายเหตุ: ในข้อมูลตัวอย่างที่สาม โครงสร้างทางเคมีเป็นดังรูปด้านล่างนี้

$$\begin{array}{ccc} 1 & - & 2 \\ | & & | \\ 3 & - & 4 = 5 \end{array}$$

(a) โครงสร้างเริ่มต้น

$$\begin{array}{ccc} 1 & - & 2 \\ | & & | \\ 3 & - & 4 = 5^2 \end{array}$$

(b) ตำแหน่งของพินระคู่ที่ใกล้กับขอบที่สุดคือตำแหน่งที่ 2

ยอดนักสืบจิ๋ว (Cokrabue)

เมื่อวันพุธที่แล้ว (30 เม.ย. 68) มีเหตุการณ์คนร้ายขโมยน้ำผึ้งจากห้อง Common (ห้อง 1102) ซึ่งเป็นของรุ่นพี่ที่ต้องใช้เป็นส่วนผสมในการทำน้ำขายในวิชา GEN351 จนรุ่นพี่กลุ่มนั้นต้องออกไปชื้อน้ำผึ้งมาใหม่

นักศึกษาได้รับมอบหมายจากภาควิชาให้เป็นผู้ช่วยในการสอบสวนคดีนี้ เพื่อที่จะหาคนร้าย 1 คนมาลงโทษให้ได้ ซึ่งในคดีนี้มีผู้ต้องสงสัยจำนวนทั้งสิ้น 7 คน (เพื่อเป็นการรักษาความลับ เราจะแทนผู้ต้องสงสัยแต่ละคนด้วย $\{A, B, C, D, E, F, G, H\}$)

นักศึกษาได้รับจดหมายมาจาก ยอดนักสืบจิ๋ว โคกราบือ ซึ่งได้สวนผู้ต้องสงสัยทั้ง 5 คนเรียบร้อยแล้ว ซึ่งการได้สวนเป็นการถามตอบว่า “ตอนที่เกิดเหตุ ผู้ต้องสงสัยอยู่กับใคร ?” ซึ่งได้รับข้อมูลมา ดังนี้

- A บอกว่าอยู่กับ B
- B บอกว่าอยู่กับ C
- C บอกว่าอยู่กับ B
- H บอกว่าอยู่กับ F
- D บอกว่าอยู่กับ E

เมื่อนักศึกษาได้รับข้อมูลมาแล้ว หน้าที่ของนักศึกษาคือการสร้างกลุ่มของนักศึกษาที่อยู่ด้วยกัน ซึ่งจากข้อมูลที่ได้นั้น นักศึกษาสามารถสร้างกลุ่มนักศึกษาได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม ดังนี้:

$$G_1 = \{A, B, C\}$$

$$G_2 = \{D, E\}$$

$$G_3 = \{G\}$$

$$G_4 = \{F, H\}$$

นักศึกษาต้องนำข้อมูลนี้ไปตอบให้ อ.เตย ผู้เป็นสารวัตรประจำภาควิชาที่เป็นผู้ดูแลคดีนี้ให้ได้ถึงความสัมพันธ์ของผู้ต้องสงสัย โดยที่อ.เตยจะถามนักศึกษา “สรุปแล้ว A อยู่กับ C หรือไม่?” ซึ่งจากข้อมูลนั้น A อยู่กับ C จริง นักศึกษาก็ต้องตอบว่า ใช่ (Yes) แต่ถ้าถามว่า “E อยู่กับ H หรือไม่” นักศึกษาก็ต้องตอบว่า “ไม่ (No)”

ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมเพื่อตอบคำถามที่อ.เตยจะถาม

ข้อมูลนำเข้า (Input)

บรรทัดที่ 1	จำนวนเต็ม n แทนจำนวนผู้ต้องสงสัย โดยที่ $3 \leq n \leq 26$
บรรทัดที่ 2 เป็นต้นไป	ตัวอักษร 2 ตัว แทนว่าผู้ต้องสงสัย 2 คนอยู่ด้วยกัน
บรรทัดแรกหลังจากรับความสัมพันธ์เสร็จ	จำนวนเต็ม 0 เพื่อบอกการจบการรับความสัมพันธ์
1 บรรทัดหลังจากนั้น	จำนวนเต็ม q แทนคำถามที่อ.เตยจะถาม
อีก q บรรทัดถัดมา	ตัวอักษร 2 ตัว แทนคำถามว่าผู้ต้องสงสัย 2 คนอยู่ด้วยกันหรือไม่

หมายเหตุ: หากไม่เข้าใจรูปแบบ Input สามารถดูได้ที่ตัวอย่างด้านล่างได้

ข้อมูลส่งออก (Output)

บรรทัดที่ 1 ถึง q	คำตอบที่มีแค่ yes หรือ no เพื่อตอบคำถามแต่ละคำถาม
---------------------	---

ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า ส่งออก (Examples of Input & Output)

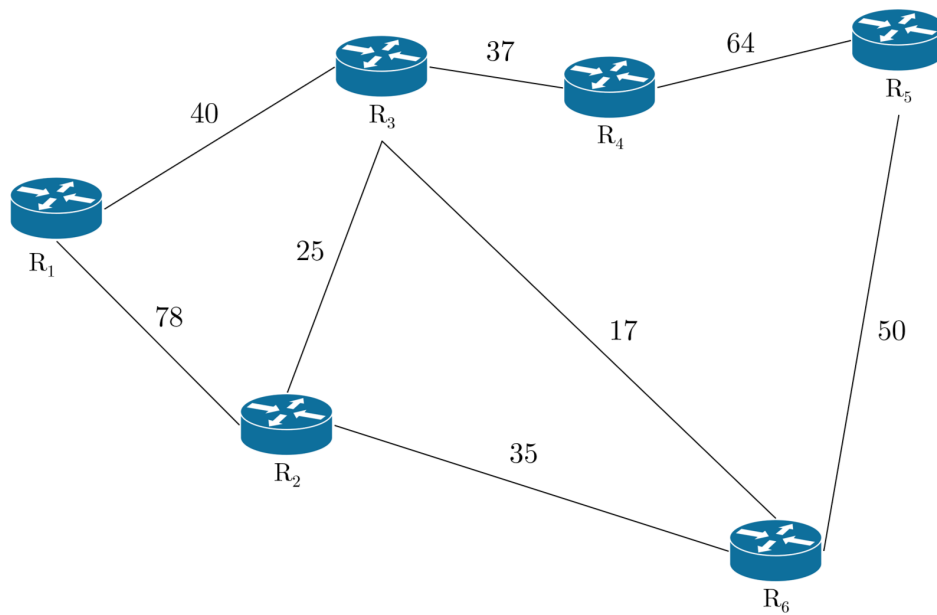
Input	Output
8 A B B C C B H F D E 0 2 A C E H	yes no
5 A B B E C A C E D A 0 3 A C E D B D	yes yes yes
9 A B H E D F E C B C D B C D E D 0 4 A H G I E B H G	yes no yes no

วิศวกรเครือข่าย (Network Engineer)

นักศึกษาได้รับหน้าที่เป็นผู้ดูแลระบบเครือข่าย อยู่ที่ห้อง Admin ของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งนี้ วันหนึ่งนักศึกษาได้รับมอบหมายงานให้ทดสอบความเร็วในการส่งข้อมูลของ Router ในภาควิชา ซึ่งมีตั้งอยู่หลายแห่ง

ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลนั้น เราจะทดสอบว่า Router แต่ละตัว ใช้เวลาในการส่งข้อมูลให้ครบทุก Router ในภาควิชาเท่าใด

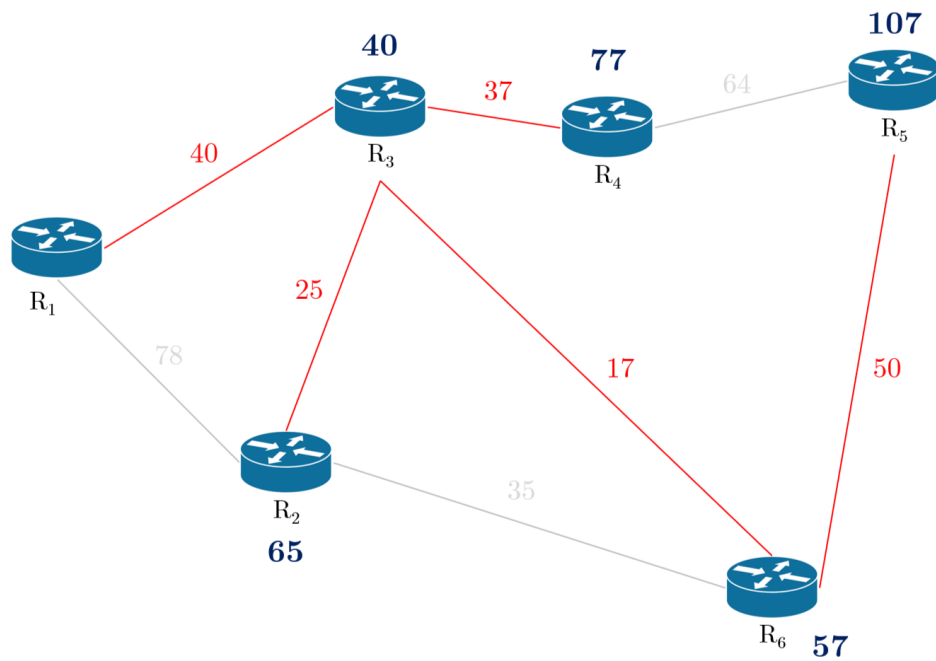
ตัวอย่างเช่น โครงสร้างการเชื่อมต่อเครือข่าย Router ดังนี้



ให้เส้นเชื่อมแทน “เวลา” ในการส่งข้อมูลจาก Router หนึ่งไปยัง router อีกตัว ในหน่วย millisecond (ms) และเนื่องจากว่า Router มีการตั้งค่า Routing Protocol แบบ Open Shortest Path First (OSPF) (ซึ่งเราจะได้เรียนตอนปี 3) การส่งข้อมูลจาก Router ใด ๆ ไป Router อีกตัวใด ๆ จะใช้เส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดอยู่แล้ว

เช่นว่าเราอยากส่งข้อมูลจาก Router R_1 ไป R_2 แทนที่จะใช้เส้นตรง ที่ใช้เวลา 78 ms เราจะส่งดังนี้: $R_1 \rightarrow R_3 \rightarrow R_2$ ซึ่งใช้เวลา $40 + 25 = 65$ ms

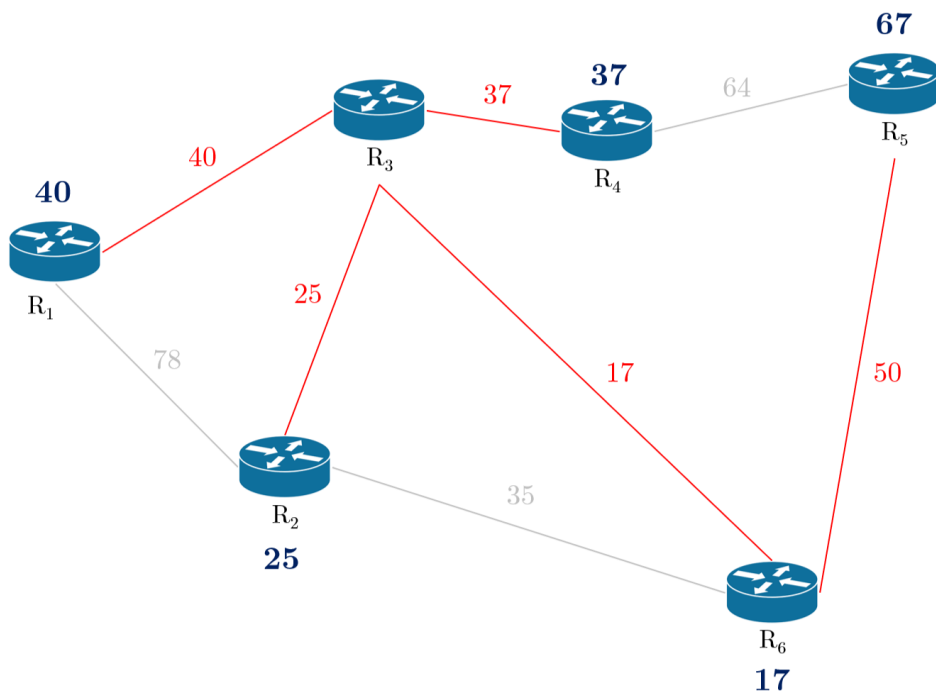
และการส่งข้อมูลที่เร็วที่สุดจาก Router R_1 ไปยัง Router อื่น ๆ ทุกตัวในภาค จะได้ระยะเวลาดังนี้



สังเกตว่าระยะเวลาที่น้อยที่สุดจาก Router R_1 ไปยัง Router ใด ๆ ก็คือตัวเลขสีน้ำเงินด้านบน Router ตัวนั้น ๆ

และการหาประสิทธิภาพของ Router นั้น ๆ ก็คือการหาระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการส่งข้อมูลจาก Router ตัวนั้นไปยัง Router ตัวอื่นทุกตัว ซึ่งสำหรับ Router R_1 ต้องใช้เวลาในการส่งทั้งหมด 107 ms นั่นเอง

ในทำนองเดียวกันสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของ R_3 ก็จะได้เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปให้ครบทุก Router คือ 67 ms ตามภาพด้านล่าง



จากตัวอย่างด้านบน จงเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณประสิทธิภาพของ Router ที่ต้องการหา เมื่อได้รับข้อมูลของการเชื่อมต่อของ Router แต่ละตัว

ข้อมูลนำเข้า (Input)

บรรทัดที่ 1	จำนวนเต็ม n_S และ c แทนจำนวนสถานี Router ที่ตั้ง และจำนวนสาย LAN ที่เชื่อมต่อ ตามลำดับ
บรรทัดที่ 2 ถึง $c + 1$	ข้อมูลอยู่ในรูปของ src dest time แทนสถานี Router ที่เชื่อมกัน และเวลาที่ใช้ของสายส่งในหน่วย ms โดยทั้งหมดอยู่ในรูปจำนวนเต็ม เช่น Router R_1 จะแทนด้วย 1 เพื่อความง่าย
บรรทัดที่ $c + 2$	จำนวนเต็ม q แทนจำนวนสถานี Router ที่อยากทราบประสิทธิภาพ
อีก q บรรทัดถัดมา	จำนวนเต็ม s_i แทนสถานีที่ i ที่ต้องการทราบประสิทธิภาพตามนิยามด้านบน โดยที่ $1 \leq s_i \leq n_S$

ข้อมูลส่งออก (Output)

บรรทัดที่ 1 ถึง q	ประสิทธิภาพของ Router ตัวที่เราอยากทราบ ตามลำดับของ Input
---------------------	---

ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า ส่งออก (Examples of Input & Output)

Input	Output
6 8 1 2 78 1 3 40 2 3 25 2 6 35 3 6 17 3 4 37 4 5 64 5 6 50 2 1 3	107 67
7 10 1 2 20 2 3 42 2 4 60 2 5 35 3 5 40 3 4 30 4 6 55 5 6 75 4 7 85 6 7 45 4 1 4 6 2	165 85 130 145