

## Minimum Cost Circulation (mincostcirc)

กำหนดกราฟแบบมีทิศทาง  $G = (V, E)$  ซึ่งมีคุณสมบัติต่อไปนี้

- มีฟังก์ชัน  $n$  จาก  $E$  ไปยังเซตของจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ เรียกว่า *capacity function*
- มีฟังก์ชัน  $c$  จาก  $E$  ไปยังเซตของจำนวนเต็ม เรียกว่า *cost function*

เราเรียนฟังก์ชัน  $f$  จาก  $E$  ไปยังเซตของจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบว่าเป็น circulation ถ้าหากมันสอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้

- Skew Symmetry:  $f(v, w) = -f(w, v)$  สำหรับ edge  $(v, w)$  ทุกๆ edge
- Flow Conservation: สำหรับ vertex  $v$  ทุกๆ vertex

$$\sum_{(v,w) \in E} f(v, w) = 0$$

- Capacity Constraint:  $f(v, w) \leq u(v, w)$  สำหรับ edge  $(v, w)$  ทุกๆ edge

จะเขียนฟังก์ชัน

```
int mincostcirc(int n, int m, Edge *edges, int *f)
```

โดยที่

- $n$  คือจำนวน vertex โดยที่  $3 \leq n \leq 100$
- $m$  คือจำนวน edge โดยที่  $2 \leq m \leq 2000$
- Edge เป็น struct ที่มีนิยามดังนี้

```
struct Edge {  
    int v;  
    int w;  
    int u;  
    int c;  
}
```

โดยที่

- $v$  และ  $w$  เป็นหมายเลข vertex ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง  $n-1$
- $u$  เป็น capacity ของ edge ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100
- $c$  เป็น capacity ของ edge ซึ่งมีค่าตั้งแต่ -1,000 ถึง 1,000

- มีความหมายว่ามี direct edge จาก  $v$  ไปยัง  $w$  ซึ่งมี capacity เท่ากับ  $n$  และมี lower bound เท่ากับ 1
- $edges$  เป็นอะเรย์ของ edge ซึ่งมีขนาด  $m$  ช่องพอดี เรารับประกันว่าถ้ามี edge  $(v,w)$  อยู่ในกราฟ แล้วจะมี edge  $(w,v)$  อยู่ในกราฟเช่นเดียวกัน โดย edge ญี่ห์จะอยู่ติดกันในอะเรย์ด้วย กล่าวคือ  $edge[0]$  และ  $edge[1]$  จะเป็นคู่ edge ที่มีเส้นทางกลับกัน เช่นเดียวกับ  $edge[2]$  กับ  $edge[3]$  ฯลฯ นอกจากนี้เรายังรับประกันด้วยว่า  $c(v,w) = -c(w,v)$  เช่นเดียวกัน
- ฟังก์ชันของจะคืนค่า

$$f \cdot c = \sum_{e \in E} f(e)c(e)$$

ของ circulation  $f$  ที่ทำให้  $f \cdot c$  ต่ำที่สุดมา

- นอกจากนี้ฟังก์ชันยังต้องเขียนค่าของ circulation ลงในพารามิเตอร์  $f$  ซึ่งเป็นอะเรย์ขนาด  $m$  ช่อง ซึ่ง ฟังก์ชันของคุณจะต้องเขียนคำตอบใส่  $f$  โดยที่
  - $f[i]$  มีค่าเท่ากับ flow ที่อยู่ใน edge[i]
  - $f$  ต้องสอดคล้องกับ skew symmetry, capacity constraint และ flow conservation

อธิบาย

- ให้เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ เท่านั้น
- โปรแกรมของคุณต้องมีข้อความ `#include "mincostcirc.h"` อยู่ในส่วนต้นของโปรแกรม
- โปรแกรมของคุณจะต้องทำงานเสร็จในเวลา 2 วินาที และใช้หน่วยความจำไม่เกิน 32 MB หลังจาก คอมไพล์รวมกับโค้ดตรวจสอบกรรมการด้วยแล้ว