โขลงช้างแห่งเขาใหญ่

(1 วินาที, 512 MB)

บริเวณโดยรอบอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ผืนป่ามรดกโลกแห่งดงพญาเย็น มีพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้านจำนวนมากรายล้อมอยู่รอบพื้นที่อุทยาน เช่น สวนผลไม้ ไร่ข้าวโพด ไร่อ้อย และพืชไร่อื่น ๆ ในบางช่วงเวลาโดยเฉพาะช่วงหัวค่ำ ช้างป่าจากพื้นที่ภายในอุทยานจะออกจากป่าเพื่อมาหาอาหาร (แบบบุฟเฟต์) ในพื้นที่เกษตรกรรมเหล่านี้ ทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชผล และกลายเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องการการจัดการอย่างเหมาะสม แม้ว่าพื้นที่เหล่านี้จะอยู่ใกล้กับพื้นที่ป่ามากเกินไป

เพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมของช้างป่า นักวิจัยต้องการศึกษาว่า ช้างแต่ละตัวรวมกลุ่มกันอย่างไรเมื่อออกจากป่า เนื่องจากช้างมักเคลื่อนที่เป็นโขลง และโครงสร้างของโขลงอาจส่งผลต่อรูปแบบการเคลื่อนที่ การหาอาหาร และโอกาสที่ช้างจะออกมาสู่พื้นที่เกษตรกรรมของชุมชน

ในการสำรวจครั้งนี้ พบว่ามีช้างทั้งหมด N ตัว โดยกำหนดหมายเลขประจำตัวช้างตั้งแต่ 0 ถึง $N-1$ ช้างแต่ละตัวจะออกหาอาหารเป็นโขลง ช้างทั้งหมดอาจอยู่รวมกันเป็นโขลงเดียว ช้างแต่ละตัวอาจอยู่แยกกันโขลงละหนึ่งตัว หรืออาจแบ่งออกเป็นหลายโขลงที่มีจำนวนสมาชิกแตกต่างกันออกไป

เพื่อเก็บข้อมูลดังกล่าว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ส่งนักวิจัยเข้าไปสำรวจภาคสนามในพื้นที่ป่าและบริเวณรอยต่อระหว่างป่ากับพื้นที่เกษตรกรรม ระหว่างการสำรวจ นักวิจัยสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างช้างสองตัวใด ๆ ได้โดยใช้ฟังก์ชัน

```
bool same_group(int a, int b)
```

สำหรับช้างหมายเลข a และ b

ฟังก์ชันนี้จะคืนค่า `true` เมื่อช้างทั้งสองตัวนั้นอยู่ในโขลงเดียวกัน หรือคืนค่า `false` เมื่อช้างทั้งสองตัวนั้นไม่อยู่ในโขลงเดียวกัน นักวิจัยสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันนี้กี่ครั้งก็ได้เพื่อรวบรวมข้อมูลระหว่างการสำรวจ

เพื่อความคล่องตัวในการสำรวจในพื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในป่า ทีมวิจัยได้เลือกใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบพกพาที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา อุปกรณ์ส่งสัญญาณจะส่งข้อมูลกลับมาในรูปของ **จำนวนเต็มไม่ติดลบ** หนึ่งจำนวนเท่านั้น ดังนั้นเมื่อการสำรวจเสร็จสิ้น นักวิจัยจะต้องประมวลผลข้อมูลทั้งหมดที่ได้และส่ง **จำนวนเต็มไม่ติดลบ** เพียงค่าเดียวกลับมายังมหาวิทยาลัย เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลโครงสร้างของโขลงช้างทั้งหมด เมื่อมหาวิทยาลัยได้รับจำนวนเต็มดัง

กล่าวแล้ว จะต้องสามารถใช้ข้อมูลนั้นระบุได้อย่างครบถ้วนว่าช้างแต่ละตัวอยู่ในโขลงเดียวกับช้างตัวใดบ้าง เพื่อให้อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบพกพาสามารถใช้งานได้ยาวนานที่สุดจึงต้องประหยัดพลังงานด้วยการส่งข้อมูลให้ค่าของจำนวนเต็มที่ส่งกลับมา**มีค่าไม่เกินขนาดขอบเขต M ที่กำหนด**

รายละเอียดการเขียนโปรแกรม

คุณจะต้องส่งไฟล์ <u>จำนวน 2 ไฟล์</u> คือ `elephant_sender.cpp` และ `elephant_receiver.cpp` ซึ่งแต่ละไฟล์บรรจุฟังก์ชันต่อไปนี้

1. ในไฟล์ `elephant_sender.cpp` คุณต้องเขียนฟังก์ชันในการเข้ารหัสข้อมูลโขลงช้าง

   ```
   long long encode(int N)
   ```

   โดย
   - N: จำนวนช้าง
   - ฟังก์ชันต้องคืนค่าเป็นจำนวนเต็มไม่ติดลบ K ที่มีค่าไม่เกิน M เพื่อส่งกลับมายังมหาวิทยาลัย
   - ในการทำงานของฟังก์ชันนี้สามารถเรียกใช้ฟังก์ชัน `same_group` จำนวนกี่ครั้งก็ได้ เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูล
2. ในไฟล์ `elephant_receiver.cpp` คุณต้องเขียนฟังก์ชันในการถอดรหัสข้อมูลโขลงช้าง

   ```
   vector<int> decode(int N, long long K)
   ```

   โดย
   - N: จำนวนช้าง
   - K: จำนวนเต็มที่ได้มาจากฟังก์ชัน `encode`
   - ฟังก์ชันนี้ต้องคืนค่าเป็น **`vector` ของจำนวนเต็ม** ความยาว N โดย
     - ค่าในช่องที่ i เป็นหมายเลขโขลงที่ช้างหมายเลข i เป็นสมาชิก
     - คุณสามารถกำหนดหมายเลขโขลงช้างอย่างไรก็ได้ โดยมีเงื่อนไขว่าค่าในช่องที่ i และ j จะเท่ากันก็ต่อเมื่อช้างตัวที่ i และ j อยู่ในโขลงเดียวกัน

ข้อกำหนด: ห้ามใช้ตัวแปรส่วนกลาง (global variables) หรือกลไกใด ๆ นอกเหนือจากค่า K ในการส่งข้อมูลจากฟังก์ชัน `encode` ไปยังฟังก์ชัน `decode` คำตอบที่ละเมิดข้อกำหนดนี้จะถือว่าผิดกฎ

ตัวอย่าง

สมมติให้ $N = 4$ ทีมสำรวจและมหาวิทยาลัยตกลงเลือกคำนวณค่า K จากสูตร

$$K = 2^{r_0} \times 3^{r_1} \times 5^{r_2} \times 7^{r_3}$$

เมื่อ r_i เป็นหมายเลขโขลงของช้างตัวที่ i

ถ้าผลจากการสำรวจด้วยฟังก์ชัน `same_group` มีดังนี้

a	b	same_group(a,b)
0	1	true
0	2	false
0	3	true

จากข้อมูลนี้จะเห็นว่าช้างแบ่งออกเป็นสองโขลงด้วยกัน โดยโขลงแรกประกอบด้วยช้างหมายเลข $0, 1, 3$ และอีกโขลงประกอบด้วยช้างหมายเลข 2 เพียงตัวเดียว

ทีมสำรวจอาจเลือกกำหนดให้โขลงแรกที่มีช้างสามตัวเป็นโขลงที่ 1 และโขลงที่มีช้างเพียงตัวเดียวเป็นโขลงที่ 2 ดังนั้นค่า K ที่ใช้จะมีค่า

$$K = 2^1 \times 3^1 \times 5^2 \times 7^1 = 1050$$

ฟังก์ชัน encode ก็จะคืนค่าเป็น 1050

เมื่อมหาวิทยาลัยได้รับค่า 1050 มา ก็จะทำการเรียก `decode(4,1050)` ซึ่งสามารถแยกตัวประกอบได้ว่า $r_0 = 1, r_1 = 1, r_2 = 2, r_3 = 1$ และคืนค่าเป็น vector $[1, 1, 2, 1]$

ขอบเขตของข้อมูล

- $1 \le N \le 20$
- $M \le 52,000,000,000,000$

ปัญหาย่อย

ปัญหาย่อย	คะแนน	เงื่อนไขเพิ่มเติม
1	4	$N \le 4, M = 1,000$ รับประกันว่ามีโขลงช้างไม่เกิน 2 โขลง
2	8	$N \le 4, M = 15$ รับประกันว่ามีโขลงช้างไม่เกิน 2 โขลง
3	13	$N \le 4, M = 15$
4	14	$N \le 10, M = 1,000,000,000$
5	18	$N \le 10, M = 200,000$
6	43	ไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม

หมายเหตุ ในปัญหาย่อยที่ 6 คุณอาจได้คะแนนบางส่วน ขึ้นอยู่กับค่า K ที่คุณส่งจากฟังก์ชัน encode โดย

- ถ้า $K > 10^{18}$ คุณจะไม่ได้คะแนน โดยได้ผลการตรวจเป็น `wrong answer`
- ถ้า $K \le 52 \times 10^{12}$ คุณจะได้ 43 คะแนนเต็ม
- ถ้า $52 \times 10^{12} < K \le 10^{18}$ คุณจะได้คะแนนตามสูตร

$$43 \times \frac{\log 10^{18} - \log K}{\log 10^{18} - \log(52 \times 10^{12})}$$

เมื่อ $\log$ หมายถึง ลอการิทึมฐาน 10

เกรดเดอร์ตัวอย่าง

ไฟล์เกรดเดอร์จะรับข้อมูลนำเข้าในรูปแบบต่อไปนี้

- บรรทัดที่ 1: รับค่าจำนวนเต็ม 2 จำนวน ประกอบด้วย N แทนจำนวนช้าง และ M แทนค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของ K
- บรรทัดที่ 2: รับค่าจำนวนเต็ม N จำนวน แต่ละจำนวนแทนหมายเลขโขลงของช้างตัวที่ i

หลังจากนั้นไฟล์เกรดเดอร์จะเรียกฟังก์ชัน `encode(N)` ของคุณ แล้วแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากฟังก์ชันออกทางหน้าจอใน 1 บรรทัด

หลังจากนั้นไฟล์เกรดเดอร์จะเรียกฟังก์ชัน `decode(N,K)` โดยที่ K คือค่าที่คืนมาจากฟังก์ชัน `encode(N)` แล้วแสดงรายการสมาชิกใน vector ที่คืนจากฟังก์ชัน `decode(N,K)` ออกทางหน้าจอในอีก 1 บรรทัด