



การแข่งขันคอมพิวเตอร์โอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 20
ณ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
ข้อสอบข้อที่ 1 จากทั้งหมด 3 ข้อ
วันพฤหัสบดีที่ 16 พฤษภาคม 2567 เวลา 8.00 - 13.00 น.



สายอักขระของเลขโดดฐานสอง (Bit String)

Binary System หรือ ระบบเลขฐานสอง เข้ามามีบทบาทอย่างมีนัยสำคัญในวงการวิทยาศาสตร์ ในช่วงศตวรรษที่ 17 โดย Gottfried Wilhelm Leibniz ระบบดังกล่าวสามารถนำมาใช้ทดแทนข้อความ คำสั่ง หรือข้อมูลต่าง ๆ ด้วยสายอักขระของเลขโดดฐานสอง (bit string) ซึ่งเป็นสายอักขระที่ประกอบด้วยอักขระ “0” และ “1” ทั้งนี้ในยุคปัจจุบันซึ่งถือว่าเป็นยุคดิจิทัล (digital) ซึ่งมีการดำเนินการต่าง ๆ ในรูปแบบของ binary มากมาย เช่น ในการจัดการด้านสารสนเทศ (information) ข้อมูลทั้งหลายมักถูกแปลงให้อยู่ในรูป binary เป็นหลัก ทำให้การสืบค้น ทำซ้ำ และแก้ไขข้อมูลทำได้ง่ายสะดวกสบายมากขึ้น และด้วยการก้าวกระโดดของเทคโนโลยีทำให้ปัจจุบันเราสามารถส่งข้อมูล binary ในรูปแบบของกระแสข้อมูล (streaming) ได้อย่างง่ายดาย

อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการพัฒนาการส่งข้อมูลในรูปแบบของกระแสข้อมูลให้มีความเสถียรมากขึ้น จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ว่าข้อมูล bit string ที่ถูกส่งในรูปแบบของกระแสข้อมูลนั้นถูกลดทอนคุณภาพลงเพียงใด การวิเคราะห์การลดทอนคุณภาพของ bit string ทำได้ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินรูปแบบ (pattern) ของ bit string ต่าง ๆ ว่าแต่ละ pattern นั้น ๆ ถูกลดทอนคุณภาพมากน้อยเพียงไหน ด้วยค่าน้ำหนัก C ค่าหนึ่ง
2. ข้อมูล bit string ที่ถูกจัดส่งจะถูกลดทอนคุณภาพด้วยกรณีดังต่อไปนี้
 - อักขระ “1” ภายใน bit string ถูกปรับแก้ให้เป็น อักขระ “0” ได้ แต่การปรับแก้จะทำได้ครั้งละ 1 หรือ 2 อักขระ เท่านั้น
 - สำหรับการปรับแก้ให้อักขระ “1” เป็น อักขระ “0” **พร้อมกัน 2 อักขระ** จะต้องเป็นกรณีที่ เป็น อักขระ “1” **ติดกัน 2 ตัว** เท่านั้น (“11” ปรับแก้เป็น “00”)
3. การลดทอนคุณภาพแต่ละขั้นตอนในข้อที่ 2. จะดำเนินการต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จน bit string มีอักขระทั้งหมดเป็น “0” ทุกตัว จะถือว่าจบกระบวนการลดทอนคุณภาพ
4. ในแต่ละรอบในการลดทอนคุณภาพ หาก bit string ก่อนการลดทอนคุณภาพ ไปตรงกับ pattern ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินไว้รูปแบบใด ผู้เชี่ยวชาญจะทำการ รวมค่าน้ำหนัก C ของ pattern ดังกล่าวไปเรื่อย ๆ จนจบการลดทอนคุณภาพ เรียกผลรวมดังกล่าวว่า **“ค่าประเมินการลดทอนคุณภาพ”**
5. **“ค่าลดทอนคุณภาพ”** ของ bit string นั้น เป็น **“ค่าประเมินการลดทอนคุณภาพ” ที่มากที่สุด** ของ bit string นั้น

งานของคุณ

เมื่อกำหนดค่า N ซึ่งเป็นความยาวของ bit string และ pattern จำนวน 2^N รูปแบบ พร้อมกับค่าน้ำหนักของ pattern เหล่านั้น แล้วจึงเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณว่า “ค่าลดทอนคุณภาพ” ของ bit string จำนวน Q ตัวที่ต้องการ มีค่าเท่ากับเท่าไร

ข้อมูลนำเข้า (Input)

มีจำนวน $2^N + 1 + Q$ บรรทัด

บรรทัดที่ 1	มีจำนวนเต็ม 2 จำนวน ได้แก่ จำนวนเต็ม N แทนความยาว bit string โดยที่ $2 \leq N \leq 20$ คั่นด้วยช่องว่าง และตามด้วยจำนวนเต็ม Q แทนจำนวน bit string ที่ต้องการให้หา “ค่าลดทอน คุณภาพ” $1 \leq Q < 100,000$
บรรทัดที่ 2 ถึง บรรทัดที่ $2^N + 1$	แต่ละบรรทัดประกอบด้วย 2 ข้อมูล ได้แก่ bit string ความยาว N ซึ่งแทน pattern ที่แตกต่างกัน คั่นด้วยช่องว่าง และตามด้วยค่าน้ำหนัก C_i โดย $-500,000 \leq C_i \leq 1,000,000$ ข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลของ pattern ที่เป็นไปได้ทั้งหมด และมีข้อมูล 1 บรรทัด ที่ pattern มี bit ภายในเป็น 0 <u>ทั้งหมด</u> จะมีค่าน้ำหนักเป็น 0 เสมอ
บรรทัดที่ $2^N + 2$ ถึง บรรทัดที่ $2^N + 1 + Q$	บรรทัดที่ $2^N + 1 + i$ มีข้อมูล bit string ความยาว N ตัวที่ i ($i = 1, \dots, Q$)

ข้อมูลส่งออก (Output)

มี Q บรรทัด

บรรทัดที่ i	แต่ละบรรทัดมีจำนวนเต็ม 1 จำนวนแทน “ค่าลดทอนคุณภาพ” ของ bit string ตัวที่ i ($i = 1, \dots, Q$)
---------------	---

ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
1	2 2 10 -5 01 3 00 0 11 4 11 10	7 -5

คำอธิบายตัวอย่างที่ 1

จากตัวอย่างที่ 1 เป็น bit string ที่มีความยาว $N = 2$ โดย pattern ทั้ง $2^N = 2^2 = 4$ ได้แก่ “10”, “01”, “00” และ “11” ซึ่งมีค่าน้ำหนักดังแสดงในตัวอย่างที่ 1 สำหรับ bit string ที่ต้องการให้หาค่าลดทอนมีจำนวน $Q = 2$ ได้แก่

- bit string “11” สำหรับ bit string นี้ มีขั้นตอนการลดทอนคุณภาพที่หลากหลาย เช่น เริ่มจาก “11” ตรงกับ pattern ที่มีค่าน้ำหนัก 4 ซึ่งการลดทอนคุณภาพอาจจะเปลี่ยนเป็น “00” ภายในครั้งเดียวได้เลย ผลรวมค่าลดทอนคุณภาพคือ 4 นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการลดทอนคุณภาพอื่นอีกเช่น กรณีที่มีขั้นตอนการลดทอนคุณภาพที่เริ่มจาก “11” ตรงกับ pattern ที่มีค่าน้ำหนัก 4 จากนั้นมีการเปลี่ยน เป็น “01” ตรงกับ pattern ที่มีค่าน้ำหนัก 3 และเปลี่ยนเป็น “00” ผลรวมค่าลดทอนคุณภาพคือ 7 สำหรับกรณีนี้ถือว่าเป็นกรณีที่ “ค่าประเมินการลดทอนคุณภาพ” มีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนการลดทอนคุณภาพอื่น ๆ ดังนั้นถือว่า “ค่าลดทอนคุณภาพ” สำหรับ bit string “11” เท่ากับ 7
- สำหรับ bit string “10” ตรงกับ pattern ที่มีค่าน้ำหนัก -5 และการลดทอนคุณภาพทำเพียงครั้งเดียวกลายเป็น bit string “00” ดังนั้นสำหรับ bit string นี้มี “ค่าลดทอนคุณภาพ” เท่ากับ -5

ตัวอย่างที่	ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
2	3 2 001 9 000 0 100 9 010 1 101 1 110 2 111 3 011 1 111 011	14 10

ตัวอย่างที่	ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
3	3 3 000 0 001 1 010 1 011 2 100 1 101 2 110 2 111 3 101 110 111	3 3 6
4	3 4 000 0 001 1 010 -1 011 2 100 4 101 -2 110 2 111 3 011 101 110 111	3 2 6 9

ข้อกำหนด

หัวข้อ	เงื่อนไข
ข้อมูลนำเข้า	Standard Input (คีย์บอร์ด)
ข้อมูลส่งออก	Standard Output (จอภาพ)
ระยะเวลาสูงสุดที่ใช้ในการประมวลผล	1 วินาที
หน่วยความจำสูงสุดที่ใช้ในการประมวลผล	512 MB
คะแนนสูงสุดของโจทย์	100 คะแนน

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับชุดทดสอบ

ข้อมูลแนะนำที่เกี่ยวข้องกับชุดทดสอบ มีดังนี้

กลุ่มชุดทดสอบที่	คะแนนสูงสุดของกลุ่มชุดทดสอบนี้	เงื่อนไข
1	16	$n \leq 5$ และ $Q = 1$
2	8	$n \leq 10, Q = 1$ และ $C_i > 0$ (ยกเว้น bit string ที่ประกอบด้วย 0 ทั้งหมด จะมีค่า $C_i = 0$)
3	13	$n \leq 20, Q \leq 10$ และ $C_i > 0$ (ยกเว้น bit string ที่ประกอบด้วย 0 ทั้งหมด จะมีค่า $C_i = 0$)
4	5	$C_i = C_j > 0$ สำหรับทุก i, j (ยกเว้น bit string ที่ประกอบด้วย 0 ทั้งหมด จะมีค่า $C_i = 0$)
5	5	$C_i = C_j < 0$ สำหรับทุก i, j (ยกเว้น bit string ที่ประกอบด้วย 0 ทั้งหมด จะมีค่า $C_i = 0$)
6	17	$n \leq 20$ และ $Q \leq 100$
7	36	ไม่มีเงื่อนไขอื่น