

Practice Exercise: Array

5 กุมภาพันธ์ 2568

ข้อกำหนดและวิธีการ(บังคับ)

ก่อนที่จะเริ่มทำการเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับ Array ในแบบฝึกหัดนี้ มีสิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจและอ่านอย่างถี่ถ้วนก่อนลงมือทำ เนื่องจากแบบฝึกหัดในหัวข้อนี้เน้นการประยุกต์ใช้ Array ซึ่งได้ยกตัวอย่างมาเป็นการทำงานเกี่ยวกับการประมวลผลรูปภาพ โดยที่เราจะมาทำความเข้าใจรูปภาพหรือสกุลของภาพที่จะใช้ในแบบฝึกหัดนี้

รูปภาพเป็นรูปแบบการเก็บข้อมูลแบบหนึ่งที่ใช้ Array ในการจัดการ ซึ่งในแต่ละรูปแบบการจัดเก็บ(สกุล)จะแตกต่างกัน แต่มีรูปแบบการจัดเก็บแบบพื้นฐานคือการจัดเก็บแบบ 3D Array โดยหากเรามองไปที่ภาพนั้นเราอาจจะบอกได้ทันทีว่า เป็นข้อมูลแบบ 2 มิติ เพราะมีระนาบเป็น xy ทัวไป แต่ในการจัดเก็บรูปนั้น จะมีการจัดเก็บสี ซึ่งในการจัดเก็บสีก็มีหลากหลายรูปแบบ เช่น RGB, CMYK โดยเราจะเรียกว่า color mode ซึ่งแต่ละประเภทก็มีการใช้งานที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น CMYK จะถูกนำไปใช้เกี่ยวกับสื่อสิ่งพิมพ์เป็นต้น แต่ในแบบฝึกหัดนี้เราจะสนใจไปที่ RGB ซึ่งหากมองเปิดมิติ เราจะได้ระนาบ xy 3 แผ่น คือ xy ของ R(red) xy ของ G(green) และ xy ของ B(blue) ซ้อนทับกัน เกิดเป็น 3D Array ที่เก็บข้อมูลของสีในแต่ละ pixel นั่นเอง

ในแบบฝึกหัดนี้ได้เลือกใช้การอ่านภาพจากสกุล .bmp เนื่องจากง่ายต่อการจัดการและแก้ไขไฟล์ภาพ ซึ่งในแบบฝึกหัดนี้ได้ทำการเขียน code ที่ใช้ในการอ่านไฟล์ และเขียนไฟล์ .bmp ไว้ให้เรียบร้อยแล้ว และรูปภาพจะถูกอ่านและเก็บในรูปของ struct ที่มีชื่อว่า BMPImage โดยภายในประกอบด้วยข้อมูลหลายอย่าง แต่เราจะสนใจและนำข้อมูล ความกว้าง(width) ความยาว(height) และค่าสีในแต่ละ pixel(data)

จากใน code ที่ให้ไปจะเห็นว่าใน main มีการเรียก readBMP ซึ่งเป็นการอ่านไฟล์ .bmp จากนั้นเก็บข้อมูลในตัวแปร img ซึ่งมี type เป็น BMPImage

```
BMPImage img = readBMP("a.bmp");  
//your function  
//  
writeBMP("output.bmp", img);  
freeImage(img.data, img.height, img.width);
```

โดยสิ่งที่โจทย์ได้มอบหมายให้ทำคือเป็นการสร้าง function ระหว่าง code การอ่าน(readBMP)และการบันทึกไฟล์(writeBMP) โดยคำสั่งใน function ที่ให้มาทั้งหมด จะต้องไม่ถูกแก้ไขเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากมีการทำ memory allocation จึงมีข้อควรระวังคือหลังจากการจอง memory แล้วเมื่อใช้งานเสร็จจะต้อง free ทุกครั้ง และเนื่องจากเป็น 3D Array จึงจำเป็นต้อง free ในทุกมิติของการจอง

รายละเอียดอื่นๆ จะมีอธิบายในปัญหาแต่ละข้อ

เครื่องพิมพ์หมึกหมด

ในทำเนียบขาวมีการสั่งซื้อเครื่องพิมพ์มาจำนวน 1 เครื่องซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ที่สามารถพิมพ์สีได้อย่างคมชัด แต่เมื่อวันก่อนการเลือกตั้งประธานาธิบดีคนที่ 47 ของสหรัฐอเมริกา Donal J Trump ว่าที่ผู้สมัครได้ให้ผู้ช่วย ไปพิมพ์รูปของเขาเพื่อแปะประกาศหาเสียง แต่เนื่องจากก่อนหน้านี้มีผู้ใช้เครื่องพิมพ์เพื่อพิมพ์เอกสารสีเป็นจำนวนมาก ทำให้หมึกสีของเครื่องพิมพ์นั้นหมด เหลือแต่สีดำ ผู้ช่วย Trump จึงลองพิมพ์แบบขาวดำ แต่ปรากฏว่าเครื่องพิมพ์นั้นมีความทันสมัยก็จริง แต่หากจะพิมพ์แบบขาวดำ ไฟล์รูปที่นำเข้า จะต้องเป็นขาวดำ เท่านั้น

บทบาทของคุณคือ ผู้ช่วยของ Donal Trump ที่จะต้องพิมพ์รูปเพื่อใช้ในการหาเสียง โดยสิ่งที่คุณต้องทำการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการแปลงรูปจากภาพสี(RGB) ไปเป็นภาพขาวดำอย่างง่าย ซึ่งในเครื่องคอมพิวเตอร์ของคุณนั้นมี code สำหรับการอ่านไฟล์ภาพ .bmp อยู่แล้ว ดังนั้น คุณมีหน้าที่เพียงแปลงจากภาพที่ถูกเก็บในรูปแบบของ 3D array ใน struct มาคำนวณเป็นภาพขาวดำ

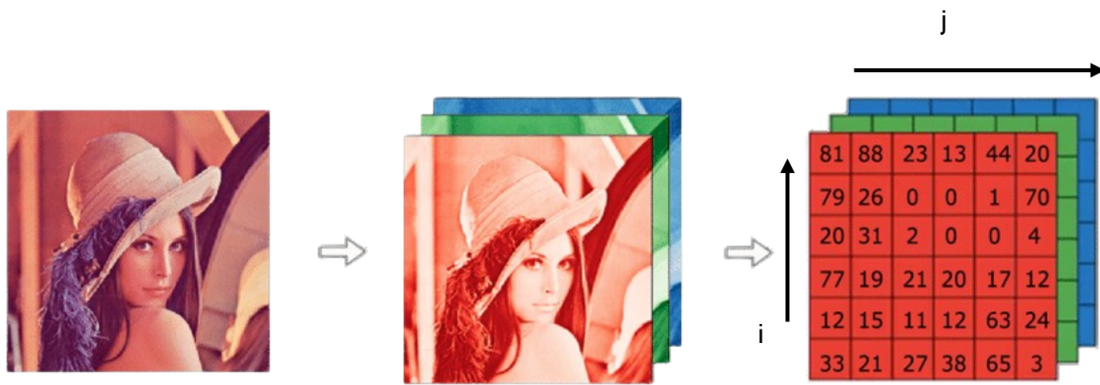
```
typedef struct {
    int width;
    int height;
    int bitDepth; //don't touch
    unsigned char header[54]; //don't touch
    unsigned char ***data;
} BMPImage;
```

โดย struct ที่เก็บรูปภาพนั้นมีลักษณะดังที่แสดงด้านบน ชื่อว่า BMPImage ซึ่งประกอบด้วย width และ height แทนถึงความกว้างและความสูงของภาพ และ data แทนถึง 3D array ที่เก็บข้อมูลสีในภาพ (bitDepth และ header เป็นโครงสร้างของไฟล์ bmp ที่ไม่ต้องดำเนินการใดๆ)

โดยโครงสร้างภายในรูปภาพจะเป็น 3D array ดังนี้:

- `data[i][j][0]` = สีแดง(R)
- `data[i][j][1]` = สีเขียว(G)
- `data[i][j][2]` = สีฟ้า(B)

โดยที่ i และ j แทนตำแหน่งของ pixel ในภาพ และค่าสีในแต่ละ channel (R,G,B) มีตั้งแต่ 0 – 255 ดังตัวอย่างด้านล่าง



โดยเมื่อเราทำการอ่านภาพและทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของภาพแล้ว สิ่งถัดไปคือการแปลงรูปเป็นภาพขาวดำ(grayscale) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่ง่ายที่สุดคือการการนำค่าในตำแหน่งเดียวกันมาเฉลี่ยกัน ดังสมการ

$$C_{i,j} = \frac{R_{i,j} + G_{i,j} + B_{i,j}}{3}$$

ตัวอย่าง เช่น ที่ตำแหน่ง i, j ค่าสี (R,G,B) คือ (12, 30, 5) เมื่อแปลงเป็นขาวดำจะได้ (R,G,B) เป็น $(\frac{12 + 30 + 5}{3}, \frac{12 + 30 + 5}{3}, \frac{12 + 30 + 5}{3})$

```
BMPImage img = readBMP("trump.bmp");
convertToGrayscale(-----);
writeBMP("gray.bmp", img);
freeImage(img.data, img.height, img.width);
```

การอ่านค่านั้นทำได้จาก readBMP และข้อมูลที่ได้จะถูกเก็บยังตัวแปร img ซึ่งมี datatype เป็น BMPImage และเมื่อทำการประมวลเสร็จสิ้น ก็จะมีการบันทึกรูปโดยใช้คำสั่ง writeBMP และทำการ free memory โดย function ทั้งหมดที่กล่าวถึงจะมีให้ โดยสิ่งที่ต้องทำคือการเขียน function convertToGrayscale เพื่อแปลงภาพ RGB เป็นโหมดสีขาวดำ

แยกสี

การหายไปของผู้ช่วยนั้น ทำให้ Trump เกิดสงสัยว่าทำไม ให้ไปพิมพ์รูป ถึงได้นานขนาดนี้ เขาตั้งหน้าตั้งตารอผู้ช่วย ว่าเมื่อไรจะพิมพ์รูปเสร็จ เมื่อผู้ช่วยกลับมา Trump จึงได้ถามข้อสงสัยว่าไปไหนมา ทำไมไปนาน ผู้ช่วยจึงตอบไปอย่างหนักแน่นว่า หมึกสีเครื่องพิมพ์หมดครับ Trump จึงถามกลับว่า อ้าว หมึกสีหมดก็พิมพ์ขาวดำ ทำไมมันนาน ผู้ช่วยตอบว่า ผมต้องแปลงรูปเป็นขาวดำก่อนครับ Trump จึงยิ่งสงสัยมากกว่าเดิมว่าทำไมยังงั้นหรือ ผู้ช่วยซึ่งเหนื่อยกับการตอบคำถามของ Trump จึงได้ตอบไปว่า เอา RGB มาเฉลี่ยกัน นั่นทำให้ Trump เกิดข้อสงสัยมากไปอีกว่า RGB คืออะไร

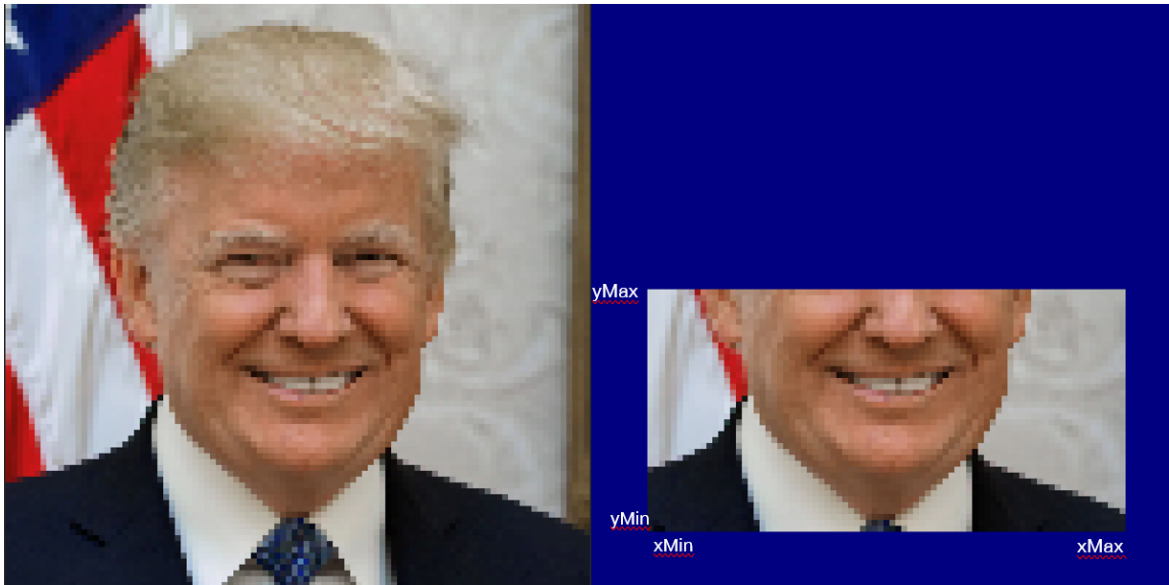
คุณ คุณนั่นแหละที่อ่านอยู่ ผู้ที่จะได้รับบทบาทยิ่งใหญ่อิงสมทบเป็นผู้ช่วยและ เขียนโปรแกรมให้ดู ว่าหากรูปเขามีแค่สีเดียวจะเป็นอย่างไร เช่น สีแดงทั้งรูป สีเขียวทั้งรูป สีฟ้าทั้งรูป รูปของเขาจะเป็นอย่างไร โดยสิ่งที่จะต้องทำคือ ให้ทำการแสดงผลของรูปเดิมจากข้อที่แล้ว โดยที่แยกรูปออกเป็น 3 สี และบันทึกรูปภาพที่ผ่านการแยกสีออกมาทั้ง 3 สี ดังตัวอย่างรูปด้านล่าง เพื่อให้ Trump เข้าใจที่ผู้ช่วยของเขาพูด



กรอบรูป

หลังจาก Donal Trump ได้รับชัยชนะในการเลือกตั้งแล้ว รูปของเข่าจะถูกประดับไว้ที่ทำเนียบขาวโดยที่งานในการทำกรอบรูปก็ยังคงตกไปที่ผู้ช่วยของเขาอีกครั้ง สิ่งที่ผู้ช่วยต้องทำคือการเลือกซื้อกรอบรูปที่มีสีน้ำเงินเท่านั้น และกรอบรูปนั้นต้องปรับย่อหรือขยายขอบได้ตามต้องการ ผู้ช่วยคิดว่าคงยากเกินไปที่จะหาซื้อกรอบรูปแบบนั้นได้ จึงได้ใช้ทักษะที่ได้ร่ำเรียนจากภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขียน software ที่ทำการปรับขนาดของกรอบรูป และเปลี่ยนสีได้ขึ้นมา

บทบาทของคุณคือผู้ช่วยสุดเก่ง ที่จะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อนำรูปของประธานาธิบดีมาใส่กรอบรูปแบบดิจิทัล โดยมีหลักการทำงานดังนี้



ทำการรับค่า xMin, yMin, xMax, yMax เพื่อทำการระบายสีกรอบรูปโดยตำแหน่งของ pixel 0,0 จะอยู่ที่มุมซ้ายล่างของรูป จากนั้นระบายสีกรอบรูปเพื่อให้สอดคล้องกับค่าที่รับเข้ามา นั่นหมายความว่าเราจะเห็นภาพของประธานาธิบดีภายในสี่เหลี่ยม xMin, yMin, xMax, yMax เท่านั้น ส่วนอื่นๆจะถูกระบายสีด้วย RGB คือ (r,g,b) โดยจะถูกระบุโดยผู้ใช้ ซึ่งจากรูปตัวอย่างเกิดจาก

Input : 10 10 90 50 0 0 128

คำอธิบาย: xMin = 10, yMin = 10, xMax = 90, yMax = 50, r = 0, g = 0, b = 0

```
BMPImage img = readBMP("trump.bmp");
addFrame(-----);
writeBMP("border.bmp", img);
freeImage(img.data, img.height, img.width);
```

โดยสิ่งที่ต้องทำคือการรับค่าต่างๆ และfunction addFrame เพื่อนำค่าที่ได้รับไปประมวลผล

ไม่MK

รูปของประธานาธิบดี Trump ได้ประดับในทำเนียบขาวอย่างสง่างาม พร้อมกับรูปอดีตประธานาธิบดีคนอื่นๆ หลังจากที่เข้าได้ออก executive order มากมาย เขาก็พบว่าทำไมเขามีอำนาจและใช้อำนาจเพื่อบริหารประเทศให้ดีขึ้น(รีปแล้ว)ตั้งหลายอย่าง เขากลับไม่มีความสุข อีกทั้งยังพบกับความเจ็บป่วย ไม่ว่าจะเป็นฆนตาร่วง ตาขาวกระดูก ขาซ้ายชา มือขวาสั่น และอาการอื่นๆอีกมากมาย เขาจึงได้ปรึกษากับภริยาว่าควรจะทำยังไงดี ถ้าเขายังมีอาการแบบนี้ ประเทศต้องสั่นคลอนแน่ๆ ภริยาคนที่สี่ของเขาจึงได้นัดหมอผู้เชี่ยวชาญเขาที่ทำเนียบ หันไคที่นายสี่เข้าไปยังทำเนียบและได้กวาดสายตามองไปรอบๆ พบว่ามีหนึ่งสิ่งที่สะดุดตามากๆ และมันใจันที่ ว่าเป็นแหละคือสาเหตุที่ทำให้ Trump ไม่สบาย เขาจึงได้แจ้งว่า รูปของท่านนะ อยู่ในตำแหน่งที่ดีมากเลยนะ แต่ สายตาของท่านนะ มันหวั่นไหวเกินไป ท่านต้องเปลี่ยนทิศของสายตาให้หันไปทางอื่นนะ เพราะว่าทิศที่รูปท่าน กำลังหันไปทางนี้ มันเป็นทิศที่ไม่มงคล หลังจากที่ Trump ได้ยินเช่นนั้น ก็ส่งสายตาวนแหวนไปหาผู้ช่วยอีกครั้ง เพื่อให้ผู้ช่วยช่วยเปลี่ยนทิศของสายตาในรูปให้หันไปทางอื่นให้หน่อย แต่ต้องใช้รูปเดิม ห้ามใช้รูปอื่น

คุณได้ถูกสวมบทบาทเป็นผู้ช่วยที่น่าสงสารอีกครั้ง ทำยังไงก็ได้ให้สายตาในรูปของ Trump หันไปที่อื่นโดยที่ ใช้รูปเดิมและไม่เปลี่ยนรูป