

Digital Image Processing (261453)

Computer Assignment 3

วรรณกร สัตตะกุล 570610597

บทนำ

ในการตรวจข้อสอบกากบาท นักศึกษาได้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์รูปภาพ โดยมีข้อมูลเบื้องต้นคือรูปแบบกระดาษ และจุดบอกตำแหน่งสองจุด วิธีการที่นักศึกษาใช้คือเมื่อป้อนรูปภาพข้อสอบเข้ามา โปรแกรมจะตรวจหาจุดสองจุด แล้วคำนวณระยะห่างและมุม จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับต้นฉบับเพื่อปรับให้ตรงกัน เมื่อตรงกันแล้วศึกษานำภาพต้นฉบับมาลบออกจากภาพข้อสอบเพื่อให้เหลือแค่รอยกากบาท จากนั้นตรวจหาจุดกลางของกากบาท เมื่อทราบแล้วก็ตรวจสอบว่าอยู่คอลัมน์ไหน เมื่อได้แล้วก็ตรวจสอบว่าอยู่แถวไหนและข้อไหน จากนั้นรวบรวมผลลัพธ์

วิธีการ

1. ตรวจหาจุด

นักศึกษาได้ทำการ **crop** ภาพจุดดำจากรูปต้นฉบับ จากนั้นนำไปคิด **cross-correlation** กับรูปที่ป้อนมา ค่า **max** ของ **correlation** คือจุดดำหนึ่งในสองจุด นำมาย้อนหาดำแหน่งจุดก็จะได้มา จากนั้นนักศึกษาลบจุดนั้นออกจาก **correlation** จะได้ค่า **max** ที่สองที่บอกตำแหน่งจุดที่สอง เมื่อได้ทั้งสองจุดแล้วนักศึกษาคำนวณขนาดส่วนของเส้นตรงและมุมระหว่างมัน ได้แล้วนำมาเปรียบเทียบกับต้นฉบับ จากนั้นหมุน ปรับขนาด และเลือกรูปที่ป้อนเข้ามา เพื่อให้จุดดำทับของรูปต้นฉบับพอดี

2. ลบกรอบ

นักศึกษา **dilate** รูปต้นฉบับเพื่อให้เส้นหนาขึ้น จากนั้นลบออกจากรูปที่ได้มาหลังจากปรับขนาด เท่านั้นจะได้รูปที่เหลือแต่กากบาท ที่นักศึกษาทำตรงนี้เพราะในรูปต้นฉบับมีตัวอักษรอยู่และอาจรบกวนขั้นตอนต่อไปได้

3. ตรวจหากากบาท

นักศึกษา **crop** ภาพกากบาทจากรูปตัวอย่าง โดย **crop** มาแค่ส่วนกลางเพราะเป็นส่วนที่คงที่มากที่สุด จากนั้นนักศึกษาได้ลองสองวิธีการด้วยกัน วิธีแรกคือเปลี่ยนภาพกากบาทนี้ให้เป็นแบบ **binary** แล้วใช้เป็น **neighborhood** กับ **median filter** วิธีที่สองคือนำไปคำนวณ **cross-correlation** กับรูปที่ป้อนมา พบว่าวิธีที่สองดีกว่า เพราะรูปที่ได้นำไปแยกออกได้ง่ายกว่า

4. นับข้อ

จากการที่นักศึกษามีรูปต้นฉบับ จึงไม่เป็นเรื่องยากที่จะเขียนโปรแกรมวนตามคอลัมน์ วนตามแถว แล้วนับข้อ อย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนรูปแบบกระดาษคำตอบ โปรแกรมส่วนนี้ต้องแก้ไขเอง ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์นัก

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

	A	B	C	D	E
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					

	A	B	C	D	E
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					
101					
102					
103					
104					
105					
106					
107					
108					
109					
110					
111					
112					
113					
114					
115					
116					
117					
118					
119					
120					

รูปต้นฉบับ

	A	B	C	D	E
1				X	
2		X			
3					X
4					X
5				X	
6		X			
7			X		
8	X				
9		X			
10				X	
11		X			
12					X
13	X				
14	X				
15		X			
16				X	
17			X		
18			X		
19			X		
20					X
21		X			
22		X			
23			X		
24	X				
25				X	
26			X		
27					X
28				X	
29			X		
30		X			
31	X				
32		X			
33			X		
34		X			
35			X		
36				X	
37			X		
38				X	
39					X
40	X				

	A	B	C	D	E
41		X			
42		X			
43				X	
44				X	
45	X				
46		X			
47			X		
48				X	
49					X
50			X		
51		X			
52				X	
53			X		
54	X				
55		X			
56		X			
57				X	
58					X
59					X
60			X		
61		X			
62			X		
63		X			
64				X	
65	X				
66			X		
67				X	
68				X	
69				X	
70		X			
71			X		
72				X	
73	X				
74				X	
75		X			
76			X		
77			X		
78				X	
79				X	
80	X				

	A	B	C	D	E
81		X			
82				X	
83	X				
84	X				
85		X			
86				X	
87			X		
88					X
89				X	
90		X			
91				X	
92	X				
93					X
94					X
95				X	
96		X			
97			X		
98			X		
99			X		
100	X				
101				X	
102				X	
103			X		
104					X
105		X			
106			X		
107	X				
108		X			
109			X		
110				X	
111					X
112				X	
113			X		
114				X	
115			X		
116		X			
117			X		
118		X			
119	X				
120					X

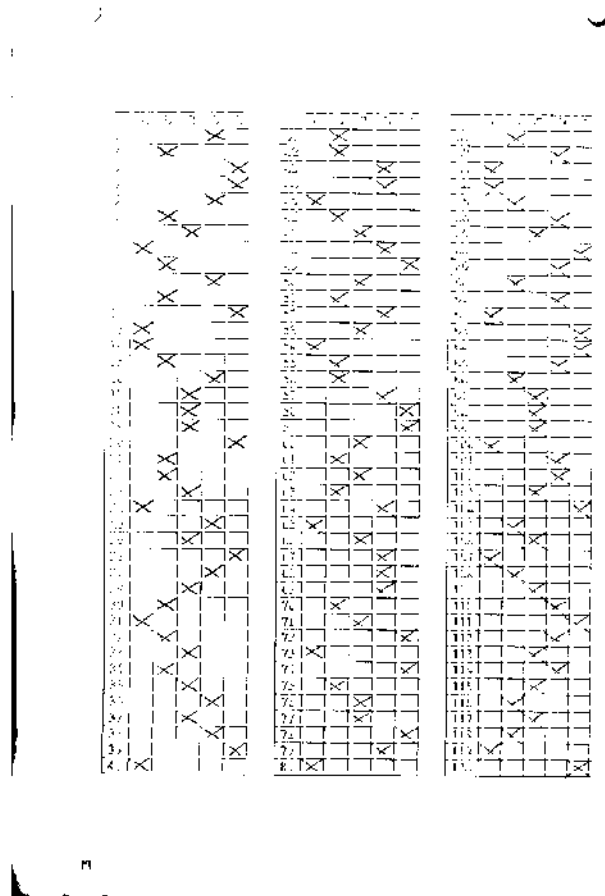
	A	B	C	D	E
1	X				
2		X			
3			X		
4				X	
5		X			
6			X		
7				X	
8	X				
9		X			
10			X		
11				X	
12		X			
13			X		
14				X	
15	X				
16				X	
17					X
18			X		
19		X			
20			X		
21	X				
22			X		
23				X	
24	X				
25			X		
26				X	
27		X			
28	X				
29		X			
30				X	
31					X
32		X			
33			X		
34	X				
35		X			
36			X		
37				X	
38		X			
39	X				
40		X			

	A	B	C	D	E
41	X				
42		X			
43	X				
44		X			
45			X		
46				X	
47			X		
48		X			
49		X			
50		X			
51				X	
52		X			
53	X				
54	X				
55		X			
56			X		
57		X			
58	X				
59		X			
60	X				
61		X			
62			X		
63				X	
64				X	
65			X		
66		X			
67		X			
68				X	
69	X				
70		X			
71			X		
72		X			
73	X				
74		X			
75		X			
76		X			
77				X	
78				X	
79		X			
80		X			

	A	B	C	D	E
81		X			
82	X				
83		X			
84			X		
85		X			
86	X				
87	X				
88		X			
89			X		
90				X	
91				X	
92	X				
93				X	
94			X		
95	X				
96		X			
97	X				
98	X				
99			X		
100				X	
101				X	
102	X				
103				X	
104				X	
105			X		
106	X				
107		X			
108		X			
109				X	
110		X			
111	X				
112				X	
113			X		
114				X	
115	X				
116		X			
117				X	
118		X			
119	X				
120				X	

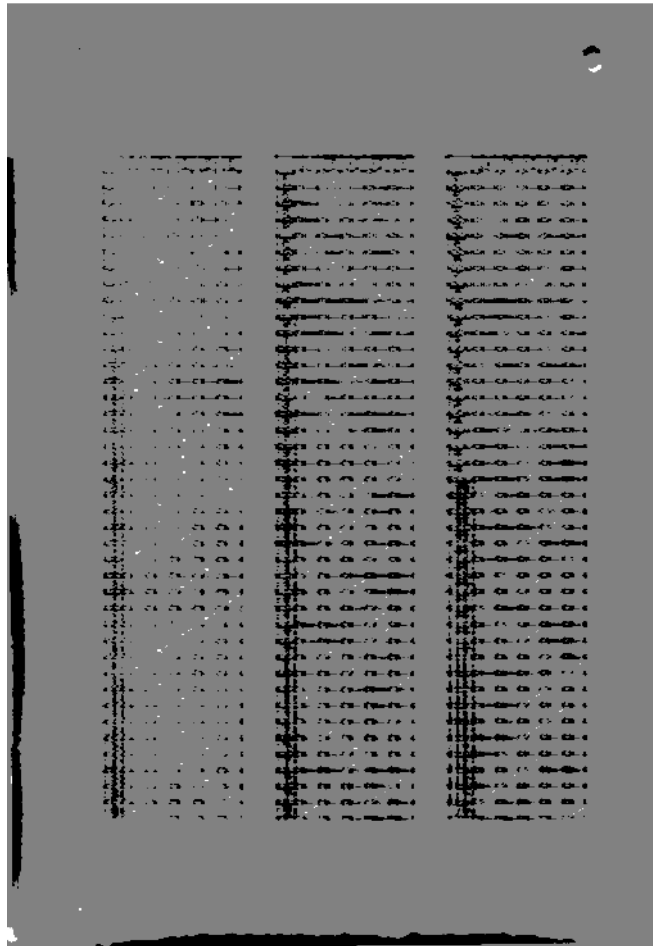
ผลการทดลอง

ในขั้นตอนการลบกรอบ ผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง เพราะโปรแกรมตรวจหาจุดดำทั้งสองจุดคลาดเคลื่อน ทำให้ลบกรอบออกไปไม่หมด มีหน้าซ้ายยังไปลบกากบาทออกบางส่วน อย่างไรก็ตามหากไม่ถูกลบตรงกลางโปรแกรมยังคงทำงานต่อไปตามที่หวังไว้



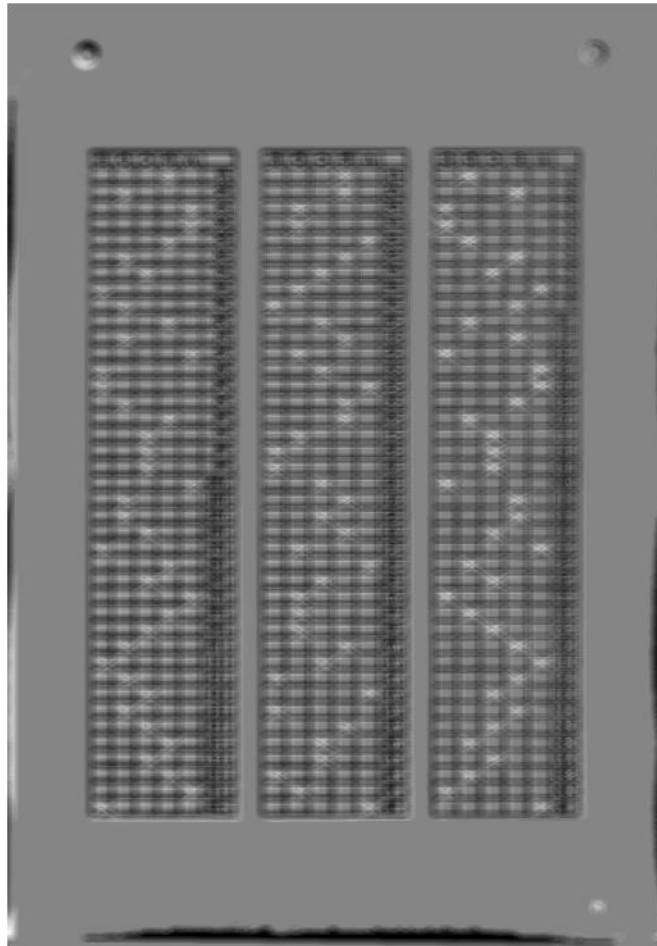
รูปที่ 1. ลบกรอบออกไม่หมด

ในส่วนการตรวจหาการบิด นักศึกษาได้ทดลองแบบ median filter ก่อน ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2 สังเกตได้ว่าในบางช่องการบิดจะเหลือเป็นรอยขาดๆ ซึ่งไม่เป็นผลดีกับการนำไปตรวจสอบต่อ เพราะยากและโอกาสผิดพลาดสูง



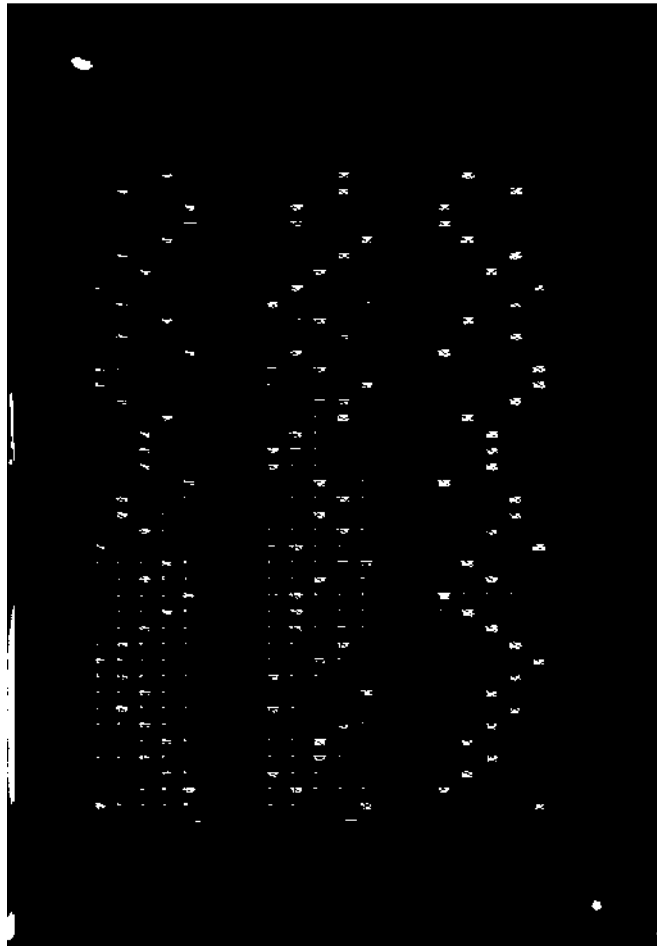
รูปที่ 2. ตรวจหาการบิดโดยใช้ median filter

วิธีที่สองที่ใช้คือ cross-correlation กับรูปกากบาท โดยได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3 สังเกตได้ว่าจุดที่มีกากบาทจะเป็นจุดขาวที่มีความหนา ซึ่งเหมาะสมแก่การนำไปทำขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3. ตรวจสอบกากบาทโดยใช้ cross-correlation

ในการนับข้อ เพื่อให้่ายนักศึกษได้แปลงรูปให้เป็น binary จากนั้นก็นับข้อตามรูปแบบกระดาะ คือไล่ตามคอลัมน์
ไล่ตามแถว แล้วดูว่าตำแหน่งแกน x ของจุดสีขาวควรจัดเป็นข้ออะไร



รูปที่ 4. รูป binary สำหรับนับข้อ

สนทนา

วิธีการหนึ่งที่นำมาช่วยในการนับข้อกากบาทได้คือการเก็บรูปแบบกากบาท บางคันอาจกาตัวด บางคนกาแข็ง โดยนักศึกษาสามารถเก็บข้อมูล นำมาจัดแบ่งให้เป็นหมวดเหมือนแบ่งลายมือ แล้วจัดเก็บเป็น kernel bank เพื่อนำไปใช้ วิธีนี้จำช่วยให้รองรับรูปแบบกากบาทได้มากขึ้นและลดหย่อนว่าผู้สอบต้องกาให้สมบูรณ์

จากการทำการบ้านครั้งนี้ทำให้นักศึกษาได้เห็นว่าการที่ฝนเป็นวงกลมนั้นสร้างความสะดวกสบายให้แก่ผู้ตรวจผู้ดูแลระบบเป็นอย่างมาก อีกทั้งลดโอกาสความผิดพลาด ลดภาระที่ต้องใช้คนมาตรวจสอบ

สรุป

การนำ image processing มาใช้ตรวจสอบกากบาทมีข้อดีคือผู้ตรวจไม่ต้องคอยตรวจเองทีละข้อ ทุกคน แต่ใช้โปรแกรมมาช่วยตรวจแทน อย่างไรก็ตามต้องระวังถึงโอกาสผิดพลาด เพราะกากบาทเหมือนกับลายมือ แต่ละคนมีไม่เหมือนกัน การที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับลายมือให้ครบถ้วนนั้นลำบาก วิธีการหนึ่งคือใช้ machine learning เข้ามาช่วย ทำให้ผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องมาคอยปรับแต่งโปรแกรมทุกครั้ง

ข้อจำกัดของโปรแกรมที่นักศึกษาเขียนคือจำเป็นต้องรู้รูปแบบกระดาษล่วงหน้า โดยจะเปลี่ยนแปลงไปนิดเดียวไม่ได้ และกากบาทควรมีความสมบูรณ์ระดับหนึ่ง แต่หากนักศึกษาแก้ไขให้โปรแกรมสามารถลบกรอบออกไปได้สมบูรณ์ ถึงกากบาทจะบิดเบี้ยวแค่ไหน ขอให้ยังเป็นกากบาทคือมีการขีดตัดกันตรงกลาง โปรแกรมนักศึกษาจะนับได้

โปรแกรม

```
blackcirc = im2bw(mat2gray(imread('circle.png')(:,:,1)), 0.8);
train = im2bw(mat2gray(imread('Choice_train01.jpg')), 0.8);
test1 = im2bw(mat2gray(imread('Choice_test01.jpg')), 0.8);
test2 = im2bw(mat2gray(imread('Choice_Rtest01.jpg')), 0.8);
xcross = im2bw(mat2gray(imread('xcross.png')(:,:,1)), 0.8);

function [C] = myxcorr2(A, B)
    s1 = max(size(A)(1), size(B)(1));
    s2 = max(size(A)(2), size(B)(2));
    C = real(ifft2(
        conj(fft2(imcomplement(A), s1, s2))
        .*
        fft2(imcomplement(B), s1, s2)));
    C = flipud(C);
end

function [x1,y1,x2,y2] = getpivot(C, blackcirc)
    [ssr,snd] = max(C(:));
    [y1,x1] = ind2sub(size(C),snd);
    p1 = padarray(blackcirc,[size(C)(1)-size(blackcirc)(1),size(C)(2)-
size(blackcirc)(2)],255,'post');
    p1 = circshift(p1, [y1-floor(size(blackcirc)(1)/2),x1-
floor(size(blackcirc)(2)/2)]);
    C_ = imsubtract(mat2gray(C), imcomplement(mat2gray(p1)));
    [ssr,snd] = max(C_(:));
    [y2,x2] = ind2sub(size(C_),snd);
    if x1 > x2
        tmp1 = x1;
        tmp2 = y1;
        x1 = x2;
        y1 = y2;
        x2 = tmp1;
        y2 = tmp2;
    end
    #y1 = size(C)(1) - y1;
    #y2 = size(C)(1) - y2;
end

function [dis] = getdis(x1,y1,x2,y2)
    dis = sqrt((x1-x2)^2+(y1-y2)^2);
end

function [ang] = getang(x1,y1,x2,y2)
    ang = atan2(y2-y1,x2-x1) * 180 / pi;
end

function [dis,ang,x1,y1,x2,y2] = getpivot2(A, B)
    C = myxcorr2(A, B);
    [x1,y1,x2,y2] = getpivot(C, B);
    dis = getdis(x1,y1,x2,y2);
    ang = getang(x1,y1,x2,y2);
end
```

```

function [A, B] = padeq(A, B)
    d1 = size(A)(1) - size(B)(1);
    d2 = size(A)(2) - size(B)(2);
    if d1 < 0
        A = padarray(A, [-d1,0],255,'post');
    else
        B = padarray(B, [d1,0],255,'post');
    end
    if d2 < 0
        A = padarray(A, [0,-d2],255,'post');
    else
        B = padarray(B, [0,d2],255,'post');
    end
end

function [E,F] = test(A, B, C, xcross)
    [dis0,ang0,x01,y01,x02,y02] = getpivot2(A, C);
    [dis2,ang2,x21,y21,x22,y22] = getpivot2(B, C);
    [test2size1 test2size2] = size(B);
    test2 = imrotate(B,ang0-ang2,'bilinear','crop');
    test2 = imresize(B,dis0/dis2);
    ang2_ = (ang0-ang2) * pi / 180;
    x21_ = x21 - test2size2/2;
    y21_ = y21 - test2size1/2;
    x21_ = x21_ * cos(ang2_) - y21_ * sin(ang2_);
    y21_ = x21_ * sin(ang2_) + y21_ * cos(ang2_);
    x21_ = x21_ + test2size2/2;
    y21_ = y21_ + test2size1/2;
    x21_ *= dis0/dis2;
    y21_ *= dis0/dis2;
    x21_ += size(C)(2)/2;
    #y21_ -= size(blackcirc)(1)/2;
    x21_ = floor(x21_);
    y21_ = floor(y21_);
    test2 = imtranslate(B,x21_-x01,y21_-y01,'crop');
    [A, B] = padeq(A, B);
    se = strel('disk', 2, 0);
    A = imdilate(imcomplement(A), se);
    E = imsubtract(imcomplement(B), (A));
    imshow(imcomplement(E));
    F = myxcorr2(E, imcomplement(xcross));
end

[E1,1F] = test(train, test1, blackcirc, xcross);
[E2,F2] = test(train, test2, blackcirc, xcross);

```