- (a) Yokoi connectivity number
  - Description:

針對 lena 轉換成 binary image 並 downsmaple 成 64x64。之後找 Yokoi connectivity number

• Algorithm:

Step 1: binary image 和 downsample

將 lena binary image, 做 8x8 的 window sliding,每次移動 8 pixels,取這個 window 中左上角的值當代表。

## Step 2: 建立 h function

$$h(b,c,d,e) = \begin{cases} q \text{ if } b = c \text{ and } (d \neq b \text{ or } e \neq b) \\ r \text{ if } b = c \text{ and } (d = b \text{ and } e = b) \\ s \text{ if } b \neq c \end{cases}$$

可以根據此規則建立 h function

## Step 3: 建立 f function

$$f(a1, a2, a3, a4) = \begin{cases} 5 \text{ if } a1 = a2 = a3 = a4 = 0 \\ n \text{ where the number of } q \end{cases}$$

可以根據此規則建立 function。

## Step 4: 計算 Yokoi connectivity number

先針對 step1 的影像進行 zero padding 1 pixel 成為 new image,向左向下拜訪 new image 的每個 element,當該 pixel 值為 1,則根據以下方程式計算出 a1, a2, a3, a4。

$$a_1 = h(x_0, x_1, x_6, x_2)$$

$$a_2 = h(x_0, x_2, x_7, x_3)$$

$$a_3 = h(x_0, x_3, x_8, x_4)$$

$$a_4 = h(x_0, x_4, x_5, x_1)$$

在計算f(a1,a2,a3,a4)即可以得到該 pixel 的 Yokoi connectivity number。

- Principal code fragment:
  - down sample

```
def downsample(img):
    scale = 8
    h, w = img.shape
    img_out = np.zeros((h//scale, w//scale))

for i in range(h//scale):
    for j in range(w//scale):
    img_out[i, j] = img[i*scale, j*scale]

return img_out
```

h function

```
def h_f(b, c, d, e):
    out = ''
    if ((b == c) and ((d != b) or (e != b))):
        out = 'q'
    elif ((b == c) and ((d == b) and (e == b))):
        out = 'r'
    else:
        out = 's'
    return out
```

f function

```
def f(a1, a2, a3, a4):
    data = np.array([a1, a2, a3, a4])
    r_num = np.sum(data == 'r')
    q_num = np.sum(data == 'q')
    out = 0
    if r_num == 4:
        out = 5
    else:
        out = q_num
```

Yokoi connectivity number

## • Result:

15555555555555555555555555555555555555	1 1 1 1 1 1 1						1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1	15555551
111111111111111111111111111111111111111	5 5 1 5 5 1 5 5 1 5 5 1 5 5 1	15555555111111111111111111111111111111	1 5 5 1 1 5 5 1	1 5 5 1 1 5 5 1	1 5 5 1 1 5 5 1 1 5 5 1 1 5 5 1 1 5 5 1	1 5 5 1 1 5 5 1	5 5 5 1 5 5 5 1 1 5 5 1 1 5 5 1	1 1 1 1 5 5 5 1 5 5 5 1 5 5 5 1
		1 2 1 1 2 1	1 2					
1	1		1 13 121 11	1 5 1 1 1 1	1 2 2 1 2 1 1 1 1 1 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 2		1 1 1
		1	1 1 1 1	1 1 1 5 5 1 5 1 2 2 2 2 2 1	1 1		1	2
1 2 1 1 1 1 2	1 2			1			1 1 5 5 1 1 2 2 1 2 1 3	1 1 5 5 1 1 1
1 1 1 1 1	1 :	1 2		1 3 2	2 2 2	2 2 2 2 1	1 2 2	1 1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 1 1 1 2
		2 1		1 2 2 2 2 2	1 1 2 1 1 2 1	1	1 2	1 1 5 5 5 5 1 1
		2 2 2 1		2 i 2 2	2 5 1 1 1 1 1 5 5 5 5 5 2 2 2 2 2 2 3 5 5 5 5 5 5 5 5	2 2 2 1 5 1 1	- 2	1 1 5 5 1 1 2 2
		2 2	1 1 2 2 2	•	555551	1555111555555551	1 5 5 1	- 0
	;	;	1 1 1 1 1	1	555555	155555555555521	1 : 5 : 5 : 5	1
1 1 1 1 1 1 1 1 2	1 1	1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 2 1 1	i	5 5 5 5 5 5 1 1	1 1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1 1 5 1 5 5	2 3 2 2 2 2 2
1 1 1 1 1 5 5 5 5		1 2 5 5 5 5 5 5 5 5 1 1 1	1 1 1 1 1 2	i	555551	155555555555511		2 1 1 1
2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	15555555	1 1 1 1 1 1 1 1 1		555551	1555555555555511		2 2 1 1 1 1 5 1 2 1
155555551 111111555555555555		1 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1 5 5 1 1 2	1	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 7	1 1 1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	ı	2 2
555555555555551	1 5 5	2 1 5 5 1 1 5 1		1 1 1 5 5 5 1	5 5 5 5 5 1	1155555555551		2
155555555555555551	1 1 1 1 5 5 5 5	1 1 1 1 1 1 1 1 2 5 1 1 1	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1555555555551 1155555511 1115555555551	5 5 5 5 5 5 5 5 1 1	1 1 1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1 3 2	1 1 2 1
1222111115555555555555	2 2 1 1 1 1 1	2	111155555555555555555555555555555555555	5 5 5 5 5 5	5 5 5 5 5 5 5	1 1 5 1 5 5 5 5	2 1	
1 1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1 2 1 1 1 1	15	5 5 5 5 5 5 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1 1 1 5 1		
1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1		1 1 5 1 1 1		1115555555111555511	1 5 5 5 5			1
		1 1 1	1 1 1 2 1 1		1 5 5 5 5 5 5 5 5 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1			1	5 5 1 1 1	15 15 55 55 55 55	1555555555555555551111155555511	) 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1 1 5 5 5 5 5 5
1 1 1 1 1 5 5 5 5 1				1 1	115555	1555555551111111111555511	555551	1 5 5 5
1 1 1 1 5 1 1			1 2 2 2 2 2 2 2 1	1 1 1 2 3 1 1	1 1 5 5 5 5 5 5 1 1 1	1	15555555551	1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
1 1 1	2 1 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5	1 2 2 2 2 2 2		1	1 1 1 1 5 5 5 5 1 1	1		1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1 1 1	1 1 1 1 5 5 5 5 5 5 1	1 1 1 1			1 1 5 5 5 5 5 1 1 1	1	1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	5 5 5 5 5
1 1 5 5 5 5 5 5 1	5 5 5 5 5 1	1111555555551			5 5 1	1	55555	5 5 5 5
1 5 1 1 5 1 1 5	5 5 5 5 1	11115555555555551	1 1		5 1 2 1	1	55555	1 5 5 5
1 1 1 1	5 . 5 . 5 . 5 . 1 .	11111555555555555555	1 : 1 : 1 : 1 : 5 :		1 1 1		11555555555511	1 1 5 5
	5 5 5 5 5 5 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	211555555555555555555555511	2 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1 1		ĺ	1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1 1 1	l l l 1
1 1 1 5 5 5 1 1 1	1 1 1	1111115555555555555555511111	15555555	1 1 1 1		1	1 1 5 1 1	1
11155555555555555555555555555555555555	5 5 1 1 1 1 1	1115555555555555555555555555555555555	555555555555555555555555555555555555555	1 5 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1 1		1 1 1	
5 1 1 1	5 5 5 5 5 5	111555555555555555555555555555555111	5555555	5 5 5 5 5 5 5	1 1 5 5			
1 1	5555555	115555555555555555555555555555555555555	55555555	5555555	1 1 5 5 5 5 5	1 1		2
		10 10 10 10 10		, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	101010101			2
•	55551	555555	115555555555555555555555555555555555555	2555555	55555	1 1 5		1