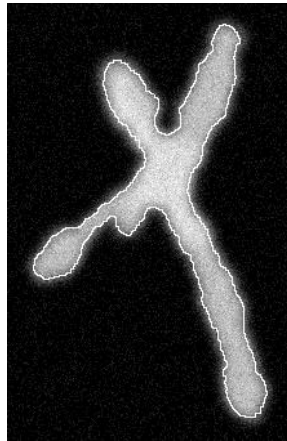
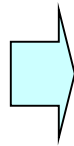


Image Segmentation

Image Segmentation



Segment

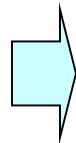


Object

ผลลัพธ์การแบ่งส่วนภาพที่ได้วัตถุที่ต้องการสมบูรณ์



Segment



Regions

บ่อยครั้งที่ผลลัพธ์การแบ่งส่วนภาพ ได้เพียงชิ้นส่วนของวัตถุ (region) ไม่ได้วัตถุเต็มสมบูรณ์

How many **Ways to Segment** an Object?

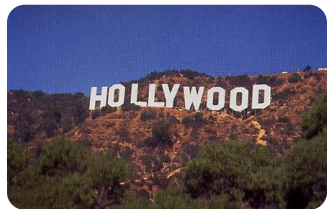
Edge-based segmentation

Region-based segmentation

Segmentation Techniques

Region-based Technique

- Detecting Similarity
 - ▣ Finding similarity of pixels or groups of pixels in a image
 - Group pixels or regions having similar properties



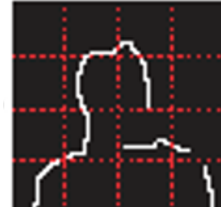
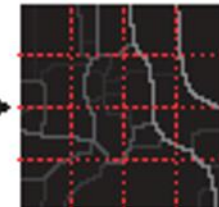
Regions

Edge-based Technique

- Detecting Discontinuity
 - ▣ Edge Detection & Edge Linking
 - To detect the boundary of objects in an image



Edge
Detect



Contour

REGION-BASED SEGMENTATION

Region-based segmentation

- ใช้หลักการ **รวมกลุ่มพิกเซลที่มีคุณลักษณะคล้ายกัน** เข้าเป็น region หรือ object เดียวกัน
- คุณลักษณะที่สามารถนำมาพิจารณา เช่น
 - Color / Grayscale Intensity / Gradient / etc.
- เทคนิคการจัดกลุ่มของพิกเซล
 - Thresholding (การจัดกลุ่มตามค่าอ้างอิง (Threshold value))
 - Region growing (การจัดกลุ่มด้วยการขยายพื้นที่จากจุดเริ่มต้น (seed))
 - Region Splitting and Merging (การแยกและการรวมกลับพื้นที่)
 - Clustering (การจัดกลุ่มโดยอ้างอิงจากจุดศูนย์กลางกลุ่ม)

THRESHOLDING TECHNIQUE

การจัดกลุ่มพิกเซลตามค่าอ้างอิง (THRESHOLD)

What would be the best “threshold value”?

Thresholding

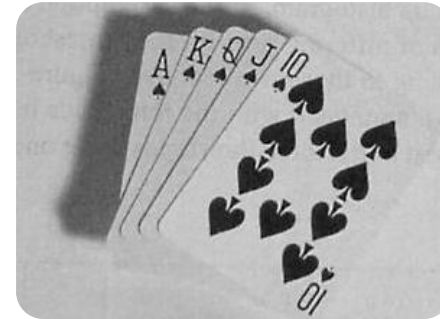
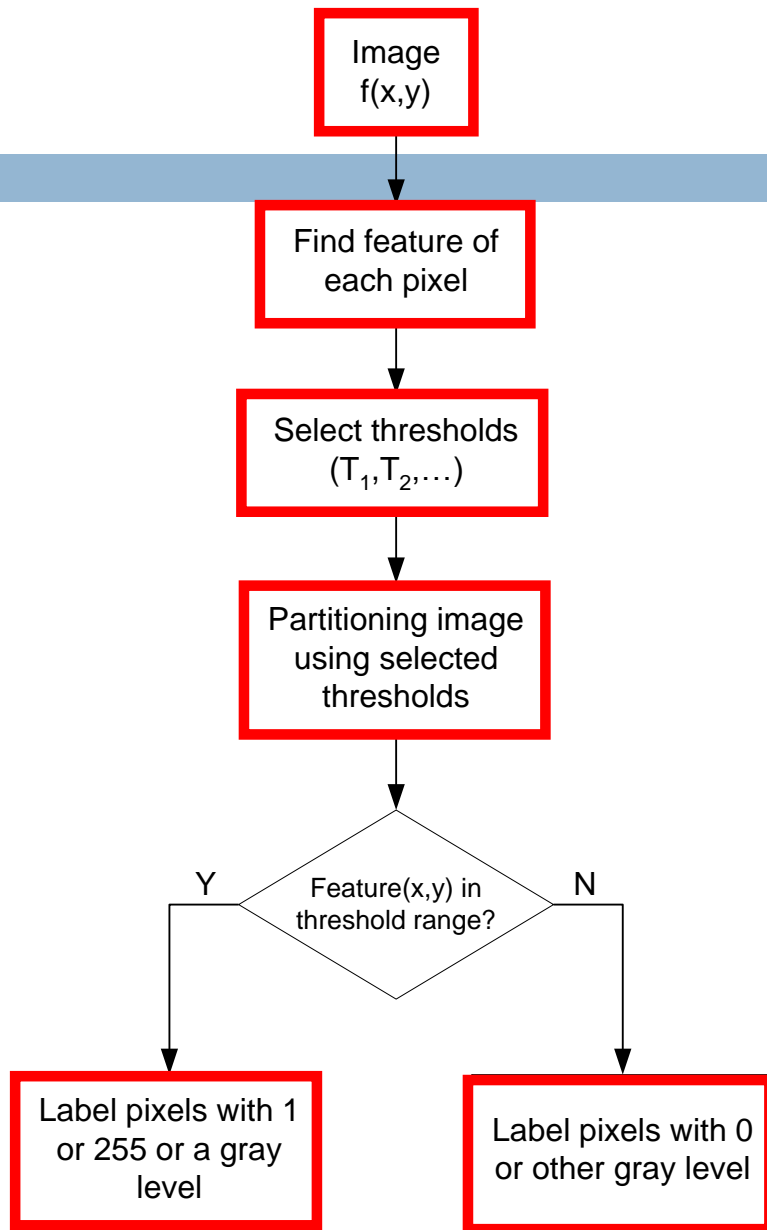
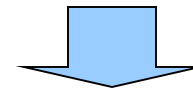
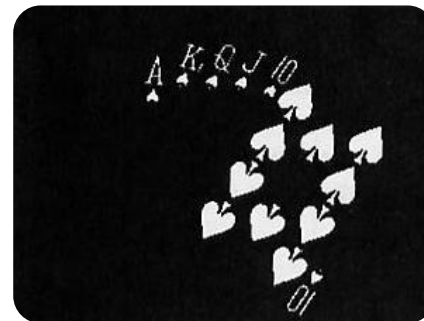


Image $f(x,y)$



Thresholding
 $T = ???$

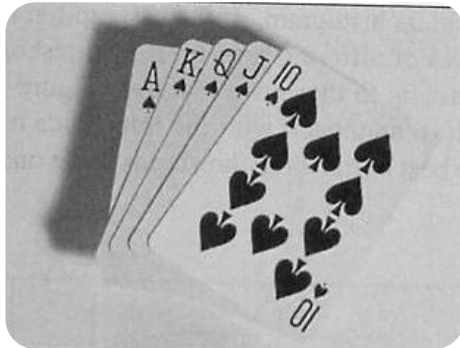


Output

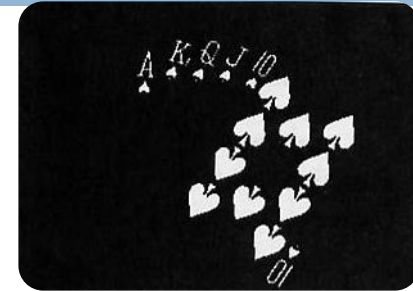
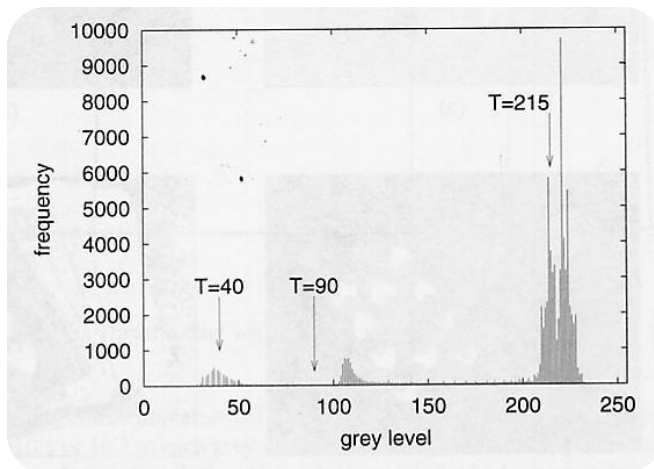
Effects of the values of thresholds

What would happen if we select wrong threshold value?

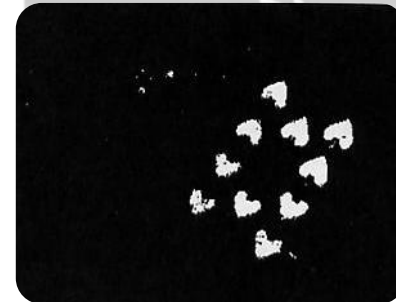
Image
 $f(x,y)$



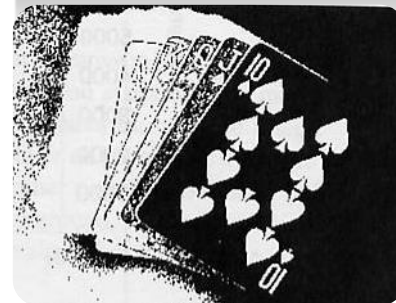
$$f(x, y) < T$$



T=90

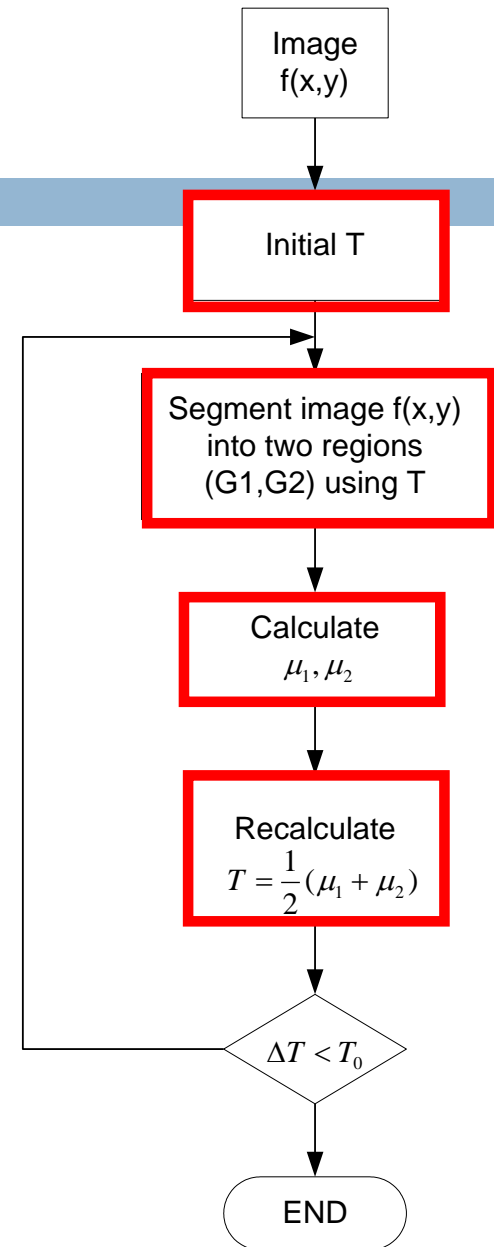
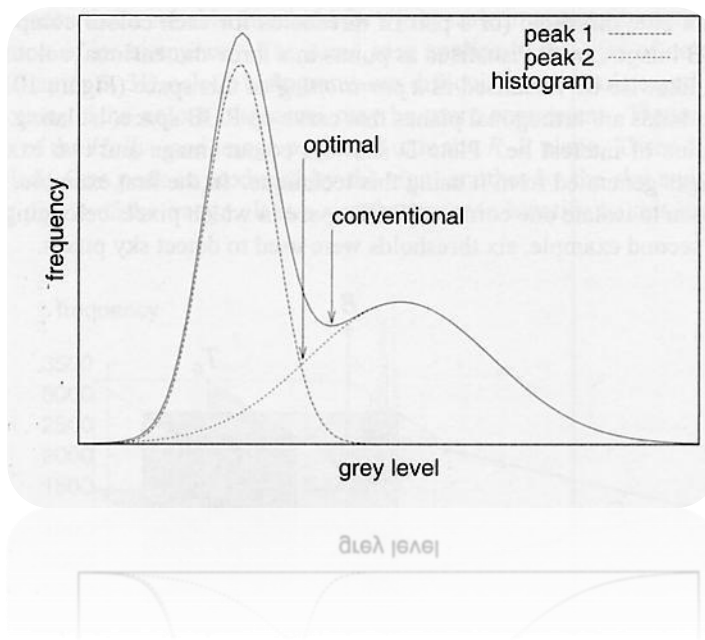


T=40

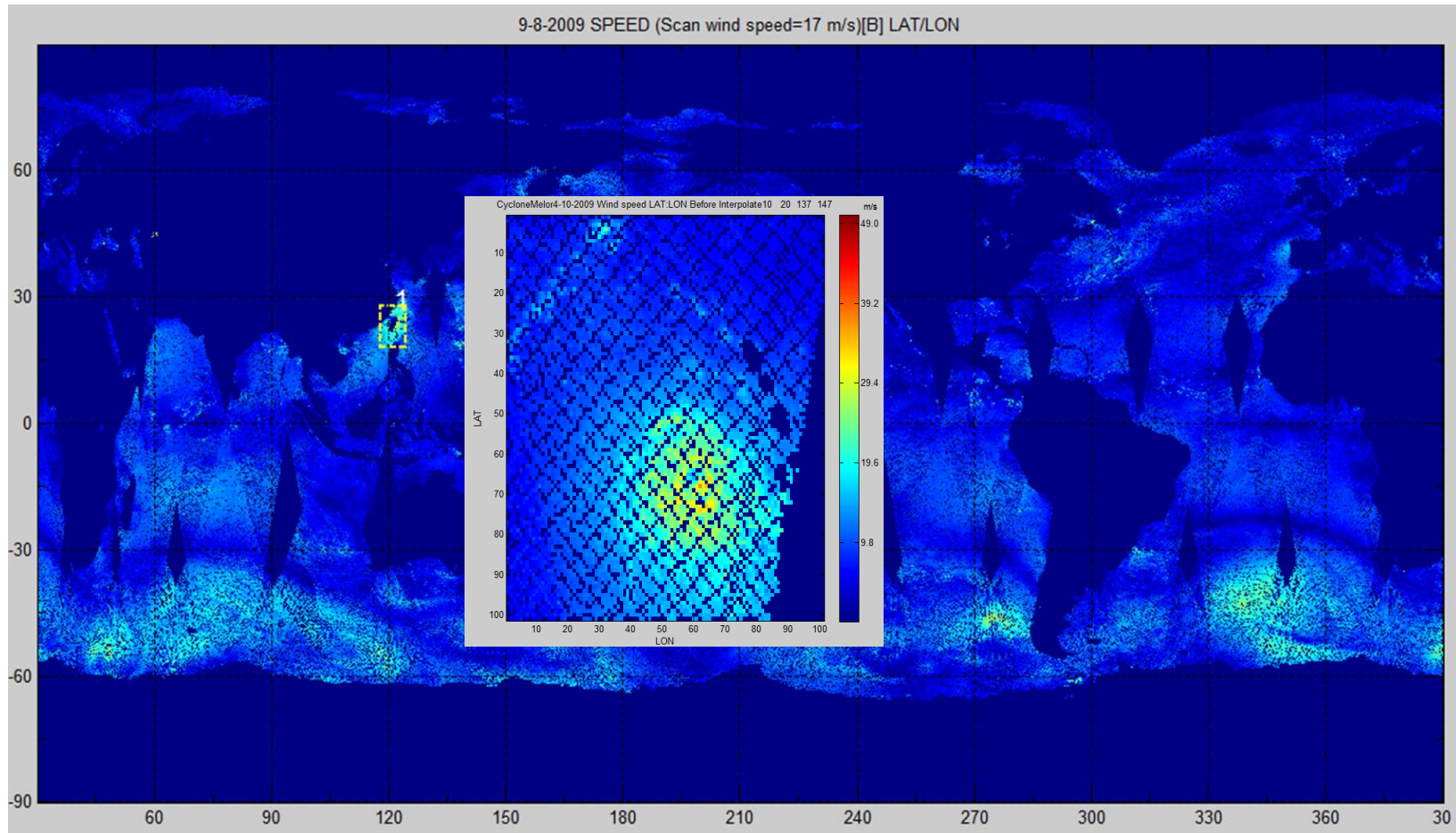


T=215

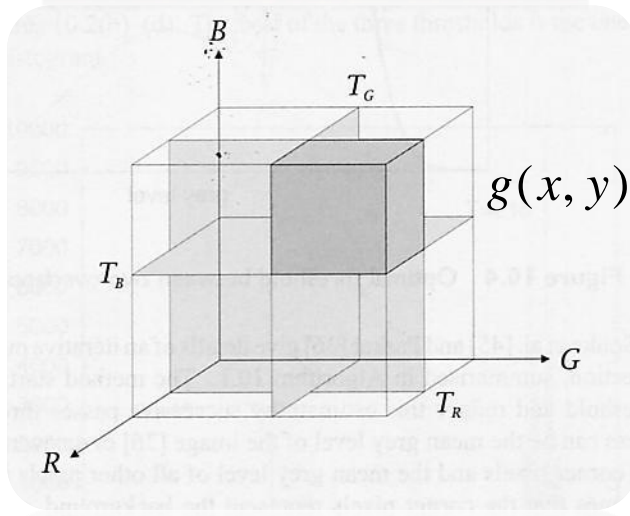
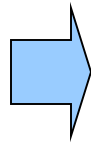
Finding Optimum Threshold



Thresholding on Wind Speed for Storm tracking



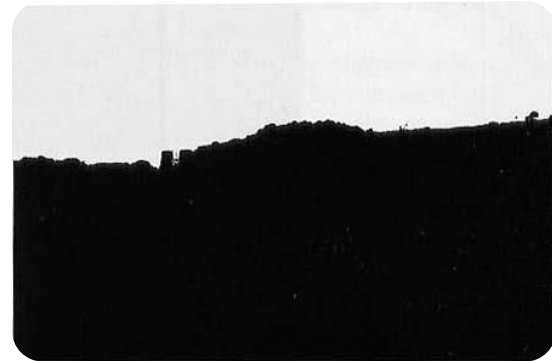
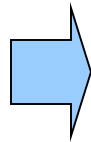
Color Image Segmentation using Global threshold



$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & f_R(x, y) \geq T_R, f_G(x, y) \geq T_G, f_B(x, y) \geq T_B \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$T_R = T_G = T_B = 200$$

Color Image Segmentation using Global threshold



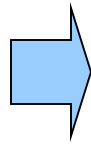
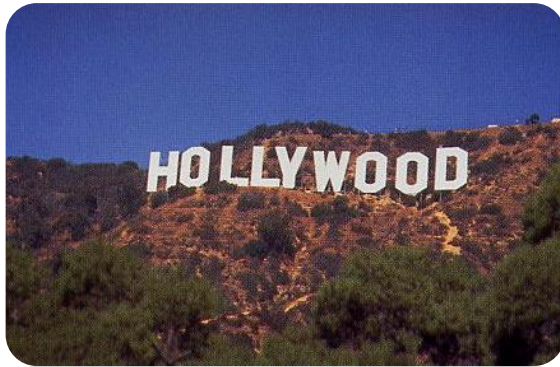
$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \begin{aligned} T_{R1} &\leq f_R(x, y) \leq T_{R2}, \\ T_{G1} &\leq f_G(x, y) \leq T_{G2}, \\ T_{B1} &\leq f_B(x, y) \leq T_{B2} \end{aligned} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$[T_{R1}, T_{R2}] = [50, 100]$$

$$[T_{G1}, T_{G2}] = [100, 150]$$

$$[T_{B1}, T_{B2}] = [150, 200]$$

Color Image Segmentation using Global threshold

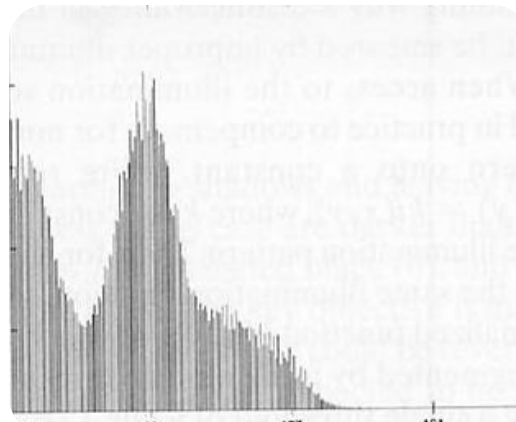
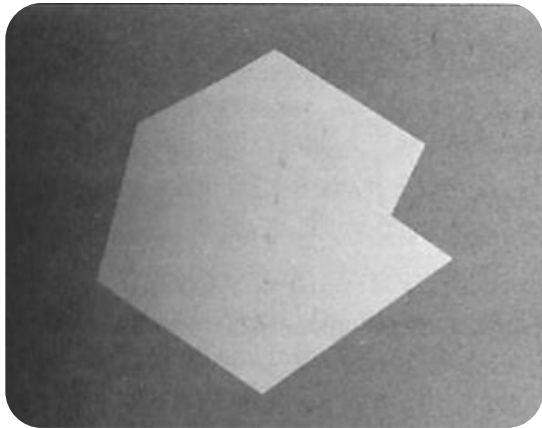


$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & d(x, y) \leq d_{MAX} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$d(x, y) = \sqrt{(f_R(x, y) - T_R)^2 + (f_G(x, y) - T_G)^2 + (f_B(x, y) - T_B)^2}$$

$$(T_R, T_G, T_B) = (80, 100, 50) \quad d_{MAX} = 50$$

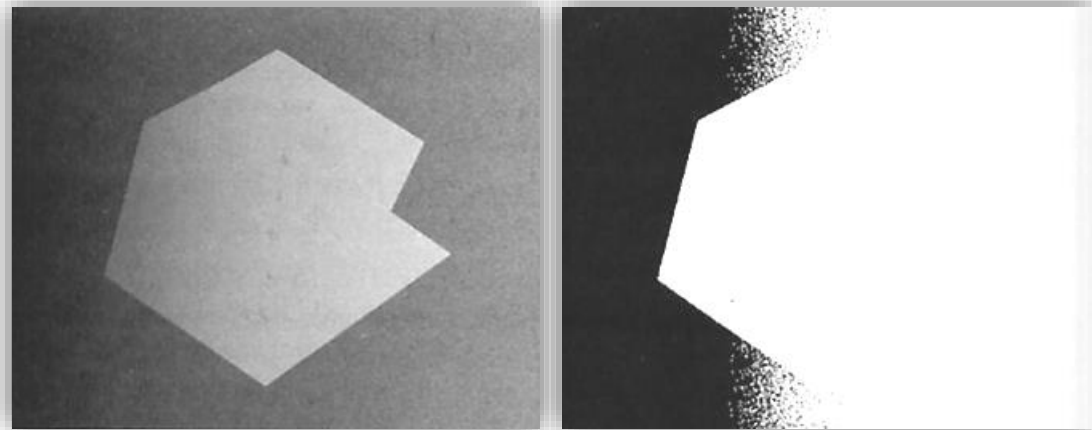
Problems of using Global threshold



Global threshold: ค่าอ้างอิง ชุดเดียว ใช้กับทั้งภาพ
Problem ????

Image Segmentation using Local threshold (1)

Global Threshold



Local Threshold

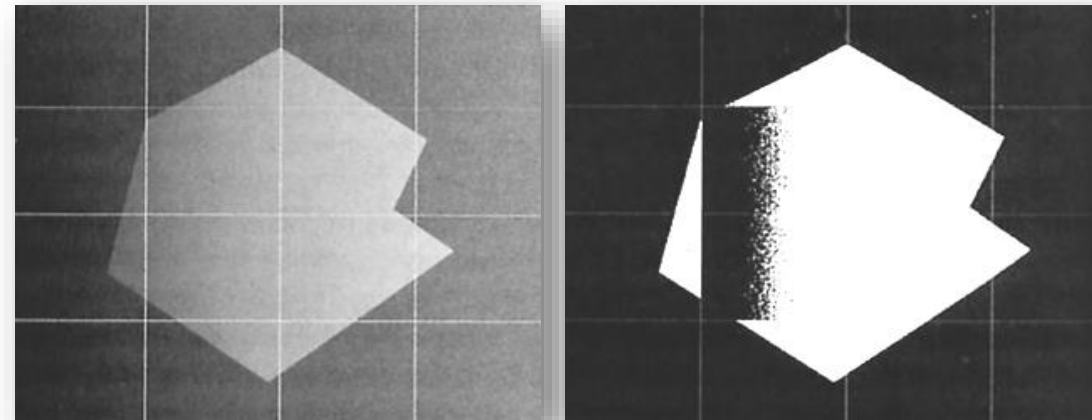
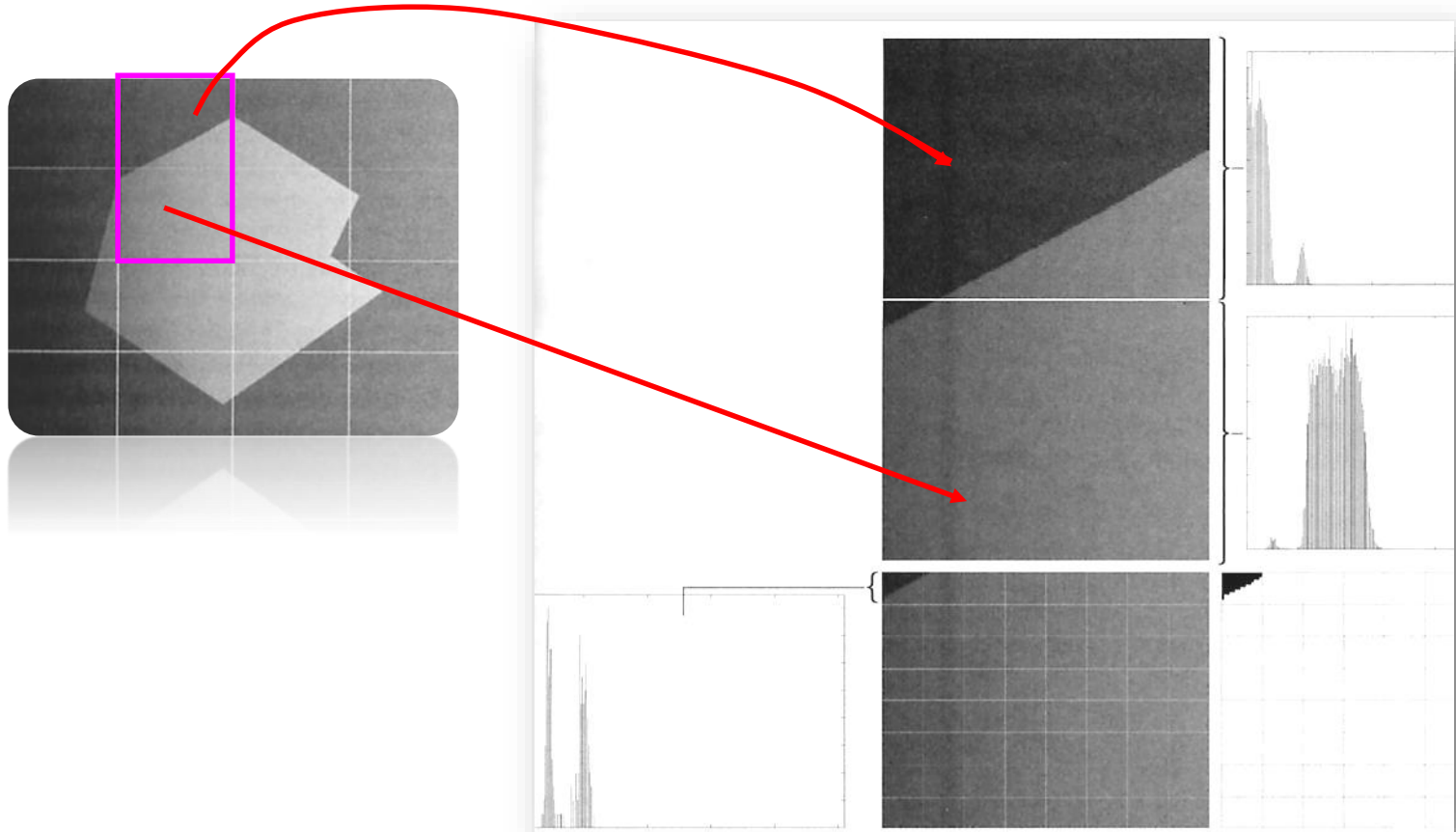


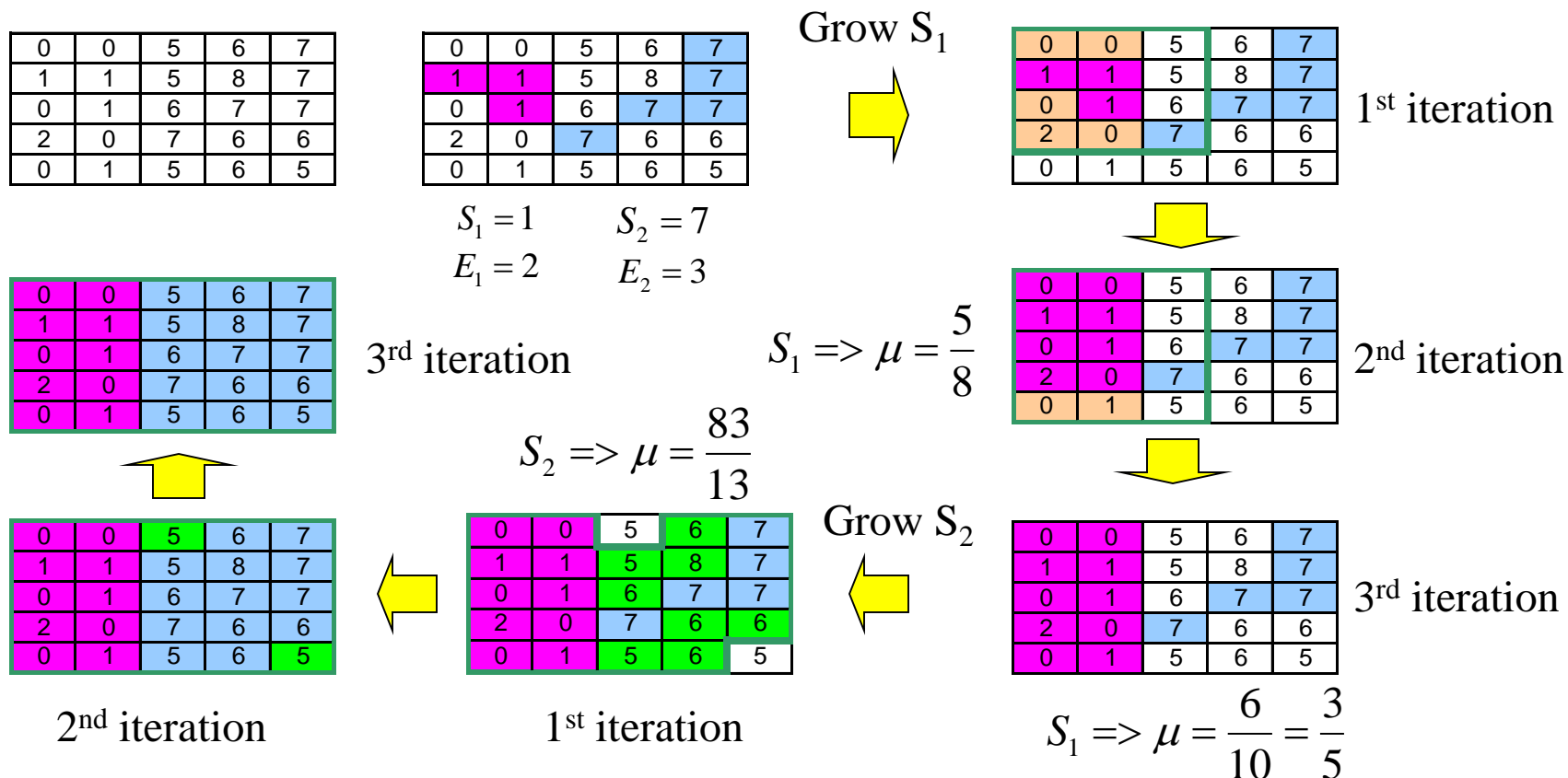
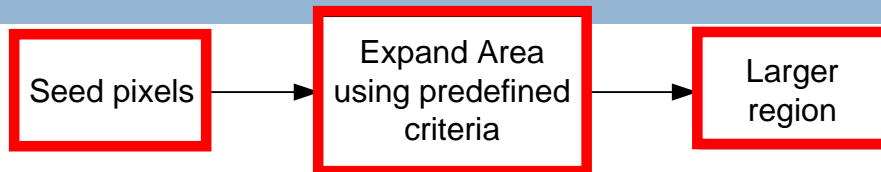
Image Segmentation using Local threshold (2)



REGION GROWING

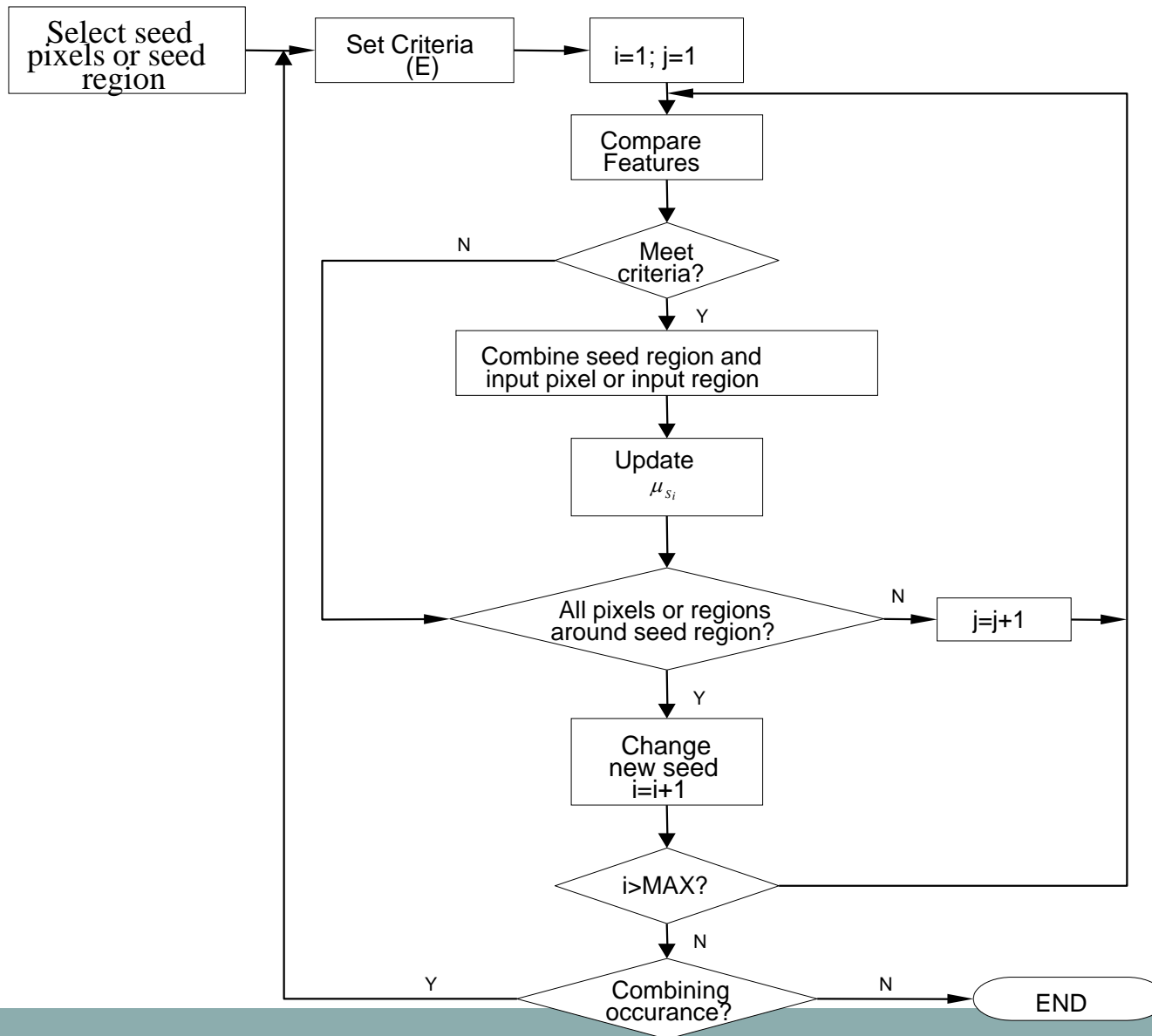
What would be the best “Rules (Criteria)”?

Region Growing



ถ้ามีการเปลี่ยนเงื่อนไขการขยายพื้นที่ (Criteria) จะได้ผลลัพธ์เหมือนเดิมหรือไม่

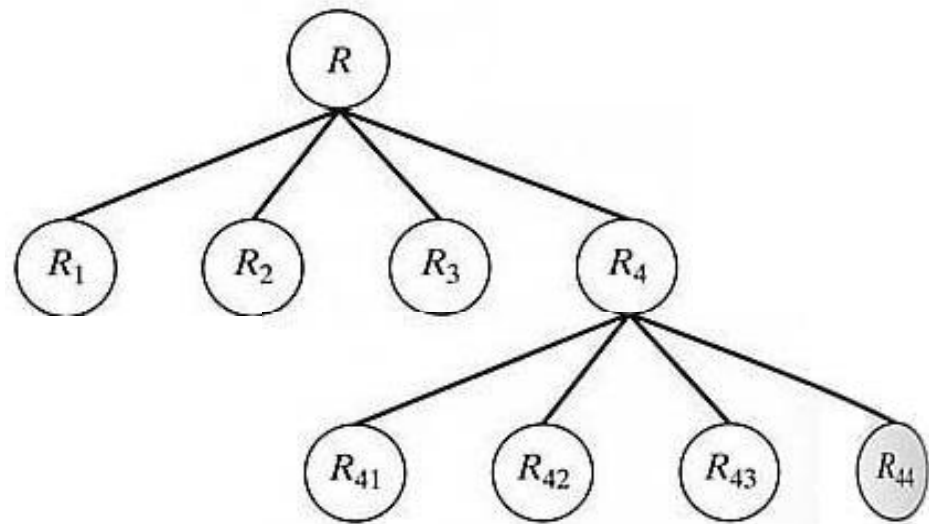
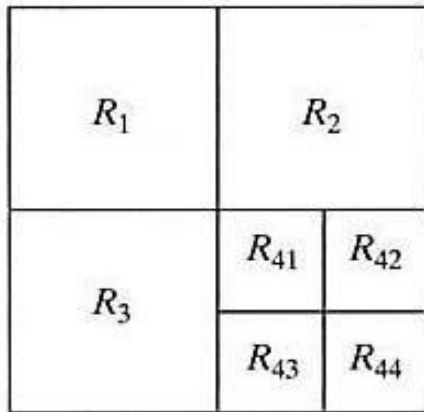
Region Growing (Flow chart)



REGION SPLITTING & MERGING

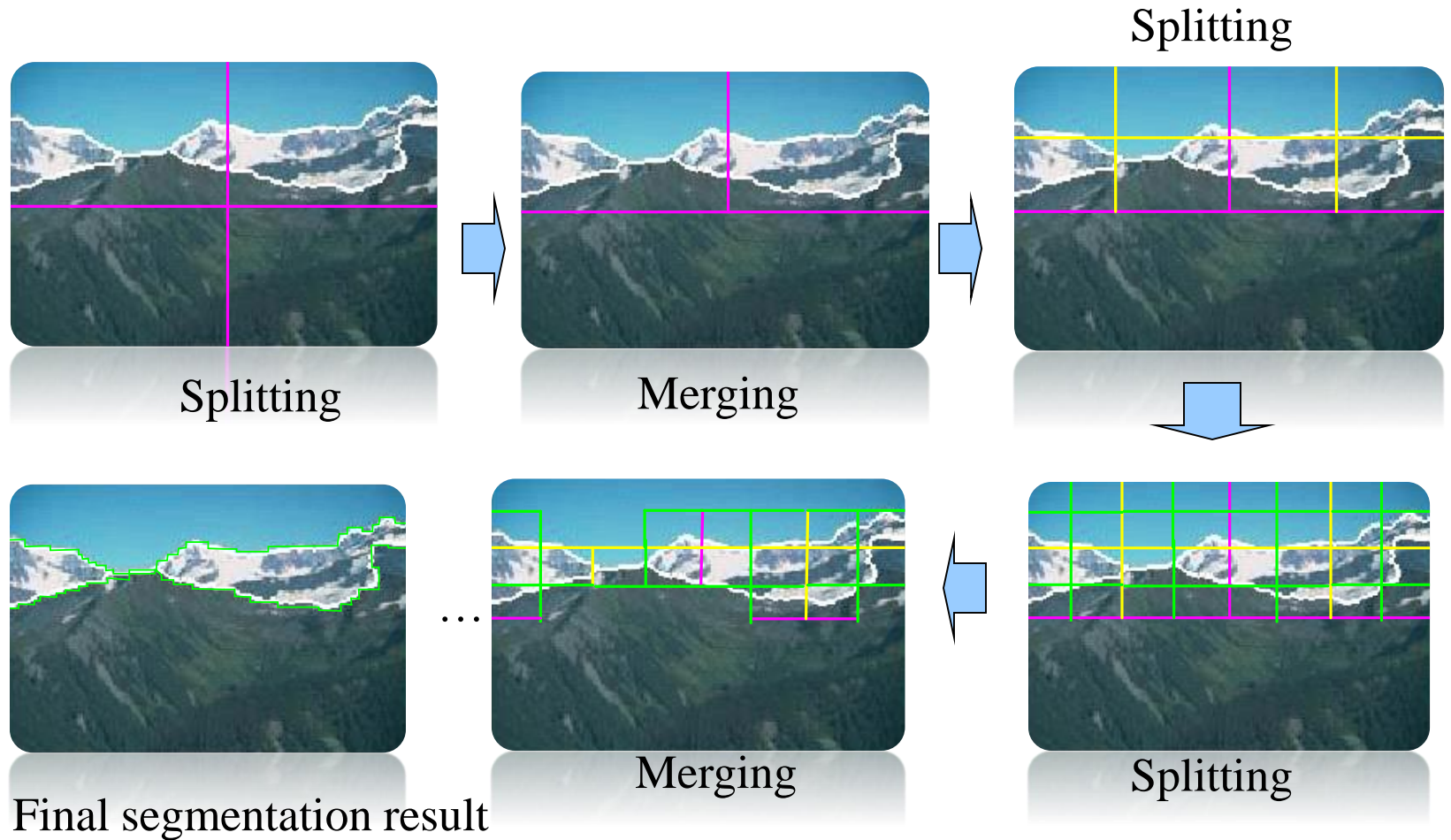
What would be the best “Rules (Criteria)”?

Region Splitting and Merging (Quadtree)



สามารถใช้รูปแบบการ **Splitting and Merging** ด้วยโครงสร้างอื่นได้หรือไม่?

Region Splitting and Merging (Quadtree)



Segmentation Practice

- ให้นักทดลองแบ่งส่วนภาพ (segment) เพื่อแยกได้วัตถุ 2 ชิ้น (สีเขียวและสีฟ้า) และพื้นหลัง (สีม่วงเป็น noise) โดยใช้เทคนิค
 - Thresholding
 - เลือก 1 ในเทคนิคต่อไปนี้
 - Region growing / Splitting and Merging
 - โดยผลลัพธ์แทนค่าดังนี้
 - พื้นหลัง (0), วัตถุสีเขียว (1), วัตถุสีฟ้า (2)

0	0	0	0	1	2	3	2
0	4	3	1	1	1	2	2
0	5	4	1	1	2	2	1
0	6	5	1	2	7	7	1
1	7	6	2	7	7	7	7
1	7	7	2	1	7	7	0
1	2	2	1	1	0	0	0
2	2	1	1	0	0	0	0

ภาพอินพุต

ผลลัพธ์จากเทคนิค Thresholding

ผลลัพธ์จากเทคนิคที่ 2

REGION CLUSTERING

What would be the best “# Iteration”?

Region Clustering Process

- (1) Initial number of groups or regions = k
- (2) Initial feature center of each group
- (3) For all (x,y)
 - ▣ Compare feature of each pixel (x,y) to center of each group
 - ▣ Assign pixel (x,y) to group i which is most similar to that pixel
- End
- (4) Update feature center of each group
- (5) repeat (3) and (4) until feature center of each group changes less than a defined threshold

Feature could be **intensity, color, texture**

Comparison between features

- Feature difference
 - ▣ Euclidean distance

Image feature

$$F(x, y) = [z_0, z_1, \dots, z_p]$$

Feature center of each group (i)

$$F_{C_i} = [w_0, w_1, \dots, w_p]$$

$$D_i(x, y) = \|F(x, y) - F_{C_i}\| = \sqrt{(z_0 - w_0)^2 + (z_1 - w_1)^2 + \dots + (z_p - w_p)^2}$$

หลักการจับกลุ่มของ K-mean clustering

- กำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง
- เลือกตัวแทนกลุ่ม
 - ▣ **Random** ตัวแทนจากข้อมูล
 - ▣ เลือกข้อมูลจากชุดที่ถูกกำหนดไว้ เช่น ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นตัวแทนของกลุ่ม G1
- ข้อมูลแต่ละชุดจะถูกทดสอบว่ามีค่าใกล้เคียงกับตัวแทนกลุ่มใด
 - ▣ จะถูกรวมเข้ากับตัวแทนกลุ่มนั้น
 - ▣ **Ex.** ข้อมูลชุดที่ 1 มีความต่างจากตัวแทน G1 $\rightarrow 5$
มีความต่างจากตัวแทน G2 $\rightarrow 3$
 - ▣ ข้อมูลชุดที่ 1 จะถูกจับให้อยู่ในกลุ่ม G2

เทคนิคการ update ตัวแทนกลุ่ม

Option#1:

- Update ตัวแทนกลุ่มทุกครั้งที่มีการเพิ่มสมาชิกเข้ากลุ่ม
 - $G1=\{A\}, G2=\{B\} \rightarrow \text{Initial}$
 - $G1=\{A,C\}, G2=\{B\} \rightarrow$ คำนวณค่าตัวแทนกลุ่ม $G1$ ใหม่ และใช้ในการทดสอบการเป็นสมาชิกในรอบต่อไป
 - $G1=\{A,C\}, G2=\{B,D\} \rightarrow$ คำนวณค่าตัวแทนกลุ่ม $G2$ ใหม่ และใช้ในการทดสอบการเป็นสมาชิกในรอบต่อไป
 - $G1=\{A,C,E\}, G2=\{B,D\} \rightarrow$ คำนวณค่าตัวแทนกลุ่ม $G1$ ใหม่ และใช้ในการทดสอบการเป็นสมาชิกในรอบต่อไป

Option #2

- Update ตัวแทนกลุ่มหลังการจับกลุ่มเสร็จสิ้นแล้ว
 - $G1=\{A\}, G2=\{B\}$
 - $G1=\{A,C\}, G2=\{B\}$
 - $G1=\{A,C\}, G2=\{B,D\}$
 - $G1=\{A,C,E\}, G2=\{B,D\}$
 - จับกลุ่มเสร็จแล้ว คำนวณค่าตัวแทนกลุ่ม $G1$ และ $G2$

K-Mean Clustering Example

Subject	A	B
1	1	1
2	1.5	2
3	3	4
4	5	7
5	3.5	5
6	4.5	5
7	3.5	4.5

2) จัดสมาชิกเข้ากลุ่ม

- closest distance to class centroid

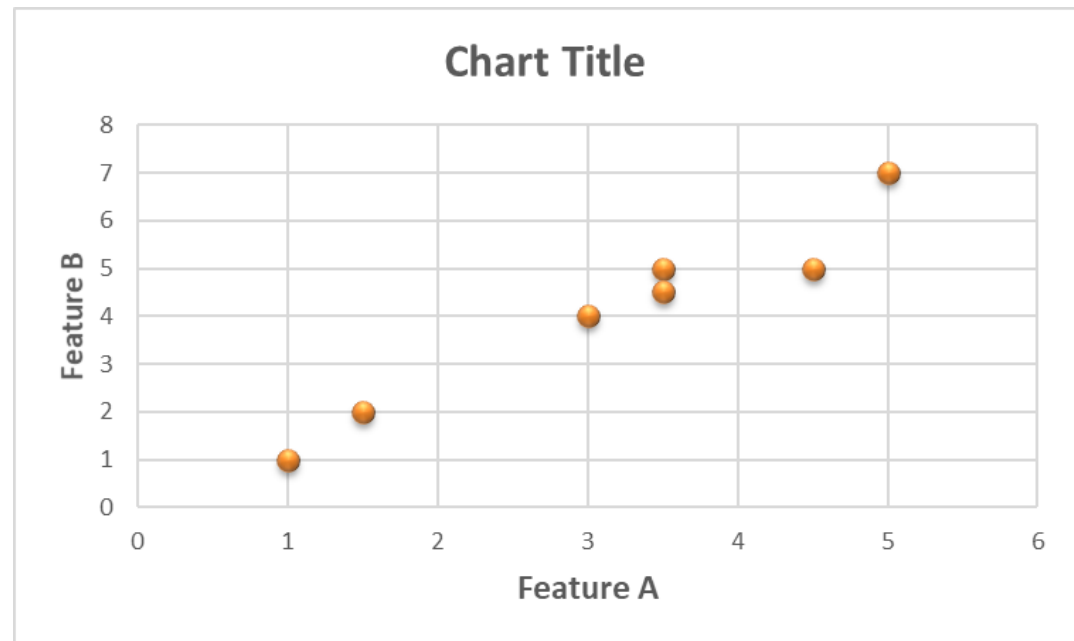
3) Iterate 1) & 2)

4) Stop

- การจัดสมาชิกไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือ
- class centroid เปลี่ยนแปลงน้อยกว่า th
- max # iteration

1) สร้างตัวแทนกลุ่ม

- initial class centroid $\rightarrow C_A=(1,1)$, $C_B=(5,7)$
- update class centroid



K-Mean Clustering Example

Data

Samples	A	B
1	1	1
2	1.5	2
3	3	4
4	5	7
5	3.5	5
6	4.5	5
7	3.5	4.5

Initial
centroid

	Individual	Mean Vector (centroid)
Group 1	1	(1.0, 1.0)
Group 2	4	(5.0, 7.0)

Update #1
centroid

	Individual	Mean Vector (centroid)
Cluster 1	1, 2, 3	(1.8, 2.3)
Cluster 2	4, 5, 6, 7	(4.1, 5.4)

Update #2
centroid

	Individual	Mean Vector (centroid)
Cluster 1	1, 2	(1.3, 1.5)
Cluster 2	3, 4, 5, 6, 7	(3.9, 5.1)

Iteration #1

	Cluster 1		Cluster 2	
Step	Individual	Mean Vector (centroid)	Individual	Mean Vector (centroid)
1	1	(1.0, 1.0)	4	(5.0, 7.0)
2	1, 2	(1.2, 1.5)	4	(5.0, 7.0)
3	1, 2, 3	(1.8, 2.3)	4	(5.0, 7.0)
4	1, 2, 3	(1.8, 2.3)	4, 5	(4.2, 6.0)
5	1, 2, 3	(1.8, 2.3)	4, 5, 6	(4.3, 5.7)
6	1, 2, 3	(1.8, 2.3)	4, 5, 6, 7	(4.1, 5.4)

Iteration #2

Individual	Distance to mean (centroid) of Cluster 1	Distance to mean (centroid) of Cluster 2	Cluster results
1	1.5	5.4	1
2	0.4	4.3	1
3	2.1	1.8	2
4	5.7	1.8	2
5	3.2	0.7	2
6	3.8	0.6	2
7	2.8	1.1	2

K-Mean Clustering Example

Q1: Initial Centroid เปลี่ยนไป จะเกิดผลอย่างไรขึ้น?

Data

Samples	A	B
1	1	1
2	1.5	2
3	3	4
4	5	7
5	3.5	5
6	4.5	5
7	3.5	4.5

New Initial centroid

	Individual	Mean Vector (centroid)
Group 1		
Group 2		

Update #1 centroid

	Individual	Mean Vector (centroid)
Cluster 1		
Cluster 2		

Update #2 centroid

	Individual	Mean Vector (centroid)
Cluster 1		
Cluster 2		

Iteration #1

Iteration #2

	Cluster 1		Cluster 2	
Step	Individual	Mean Vector (centroid)	Individual	Mean Vector (centroid)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

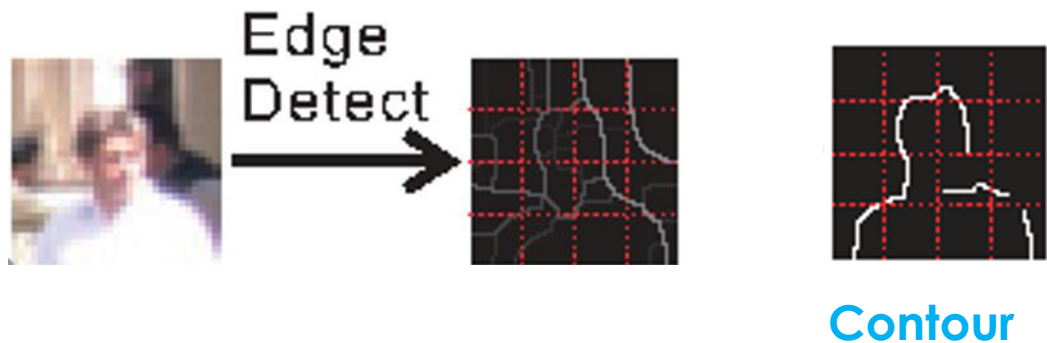
Individual	Distance to mean (centroid) of Cluster 1	Distance to mean (centroid) of Cluster 2	Cluster results
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Q2: Option #1: update ทุกครั้งที่สมาชิกเปลี่ยน ให้ผลแตกต่างจาก
Option #2: จัดกลุ่มทุก sample

EDGE-BASED SEGMENTATION

Edge-based segmentation

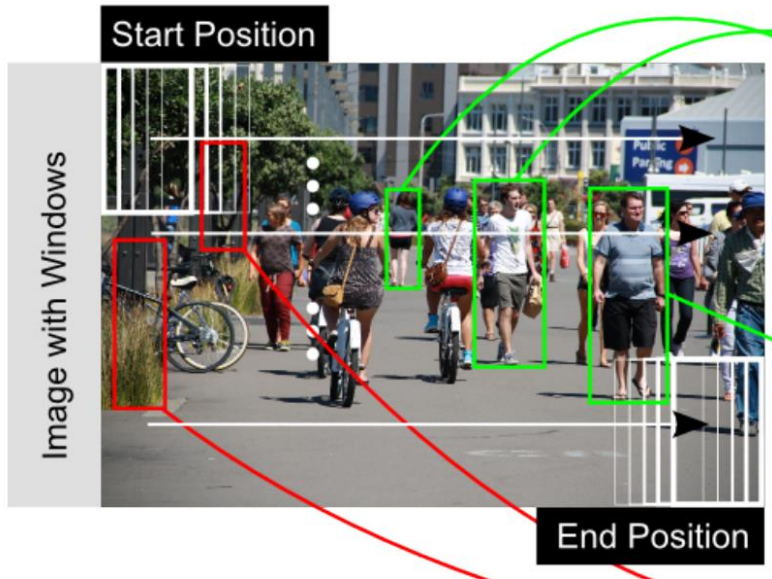
- ใช้หลักการสร้าง **Contour** ล้อมรอบ object
- การสร้าง **Contour**
 - ▣ อาศัยการหาจุดภาพ (พิกเซล) ที่เป็น เส้นขอบในภาพ (**Edge detection**)
 - ▣ จากนั้นเชื่อมต่อจุดภาพ (**Edge Linking: Contour Tracking**) ที่เป็นจุดภาพของเส้นขอบให้ได้ contour รอบวัตถุ



HOG: HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT

What would be the best “# rotation”?

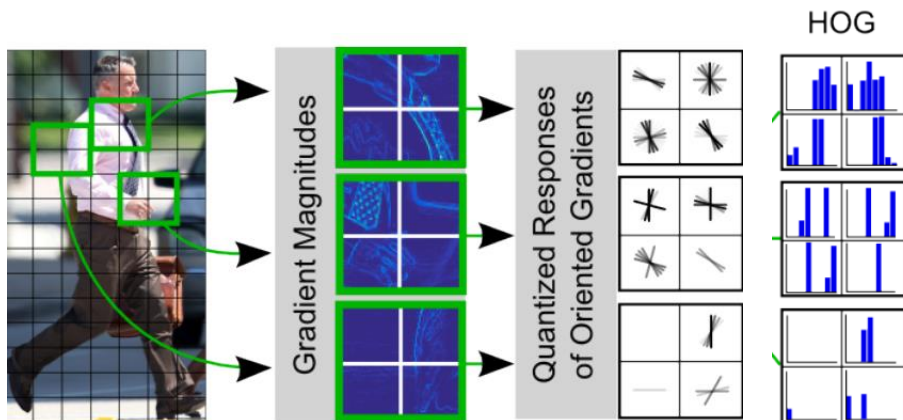
Histogram of Oriented Gradient



1) Edge Detection
Convolution & Thresholding

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

2) Search over
Overlapped Sliding Windows



3) Sub-window Partition

4) Histogram of orientation

Histogram of Oriented Gradient

- Edge detection output from convolution

Magnitude of change

(ขนาดของการเปลี่ยนแปลง)

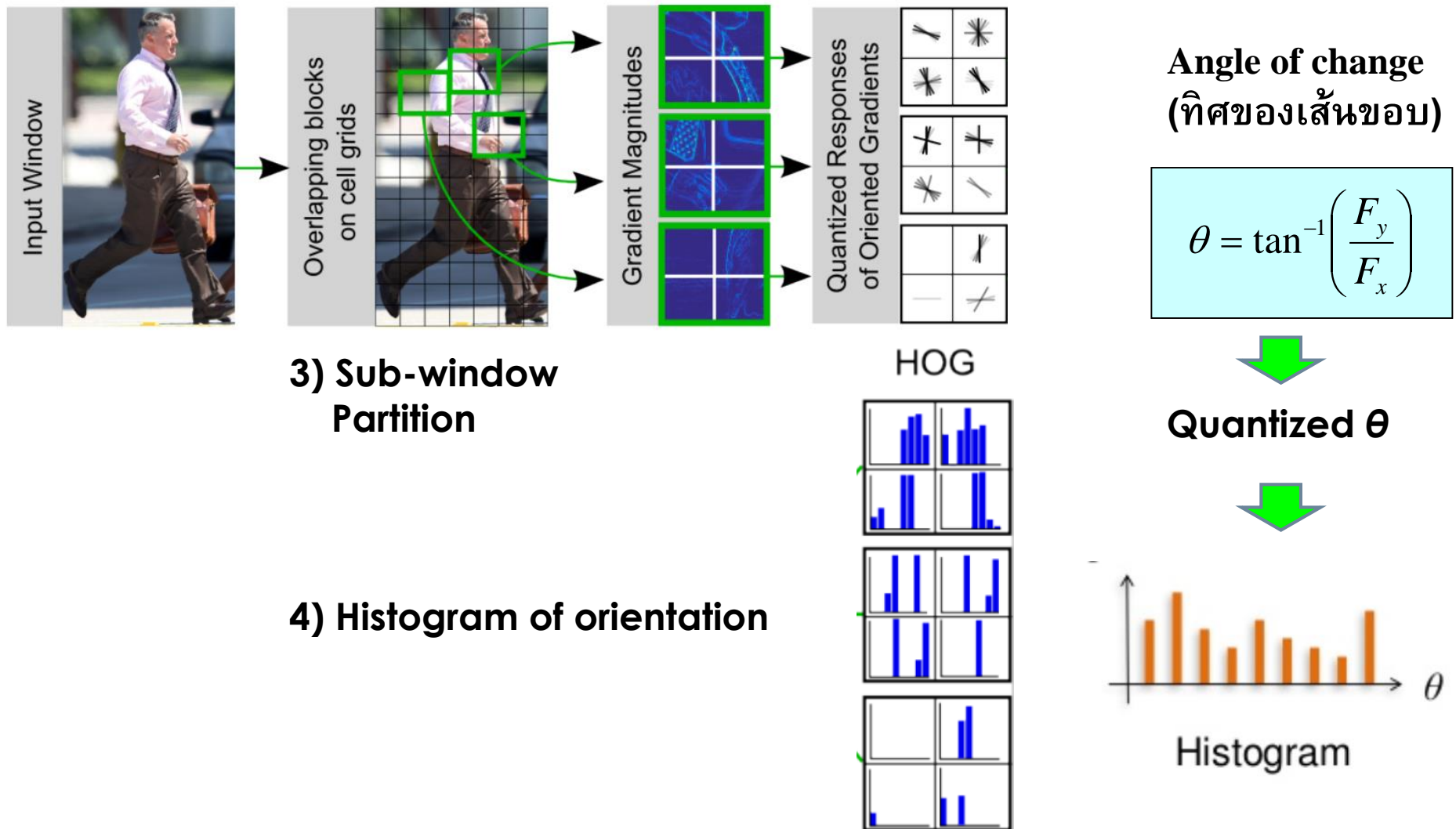
(ความเข้มของเส้นขอบ)

$$|\nabla F| = \text{mag}(\nabla F) = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$

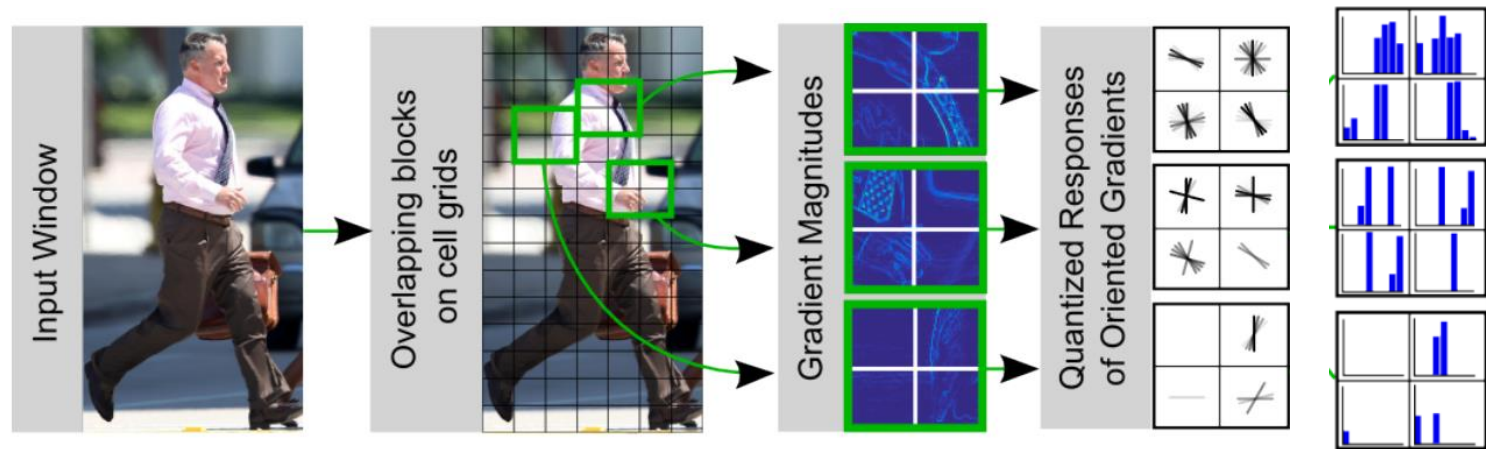


Thresholding:
to select Magnitude of strong edge

Histogram of Oriented Gradient

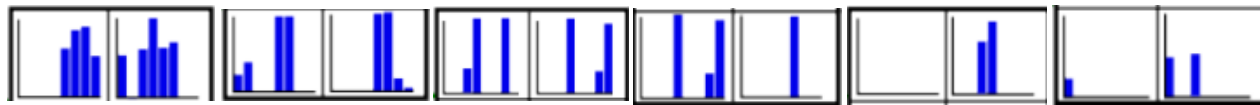


Histogram of Oriented Gradient



3) Sub-window Partition

4) HoG

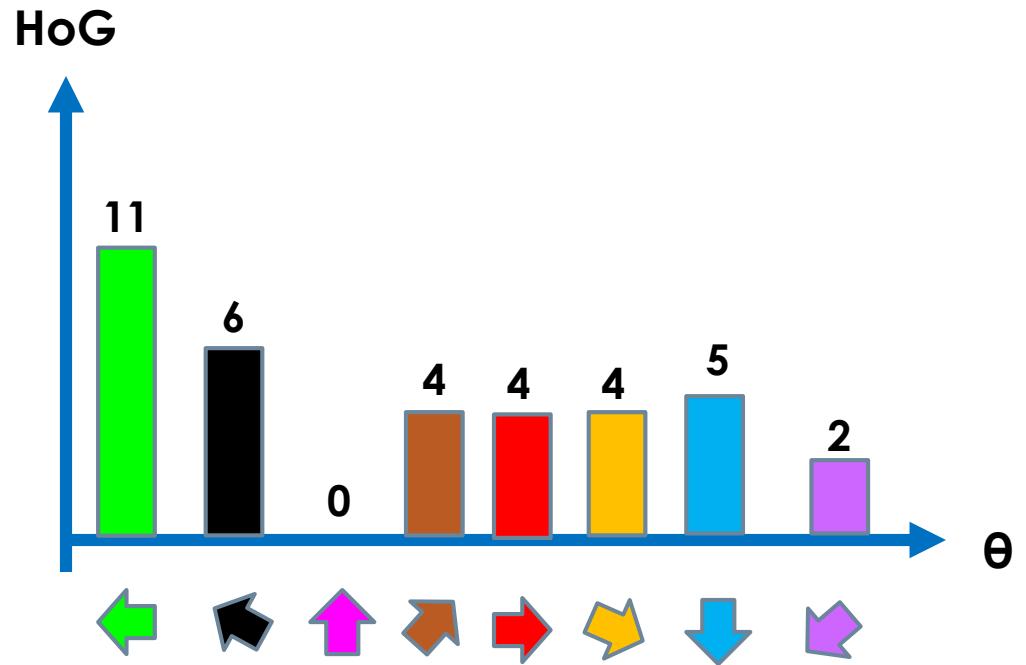
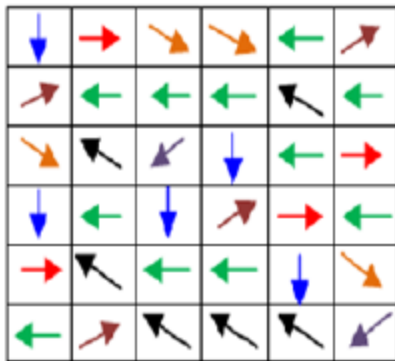


5) HoG features



6) Clustering / Classification

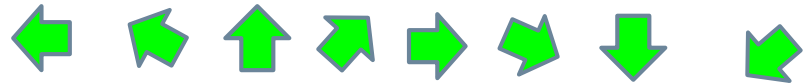
Examples: HoG



Examples: HoG

- $\theta(x,y) = [3.75, 0.16, -1.84, -2.92, 176.1, 169.8, -178.51, -167.73, 92.14, -88.67]$
 - $-180 < \theta(x,y) < 180$

- Quantize $\theta \rightarrow$ 8 direction levels [180 135 90 45 0 -45 -90 -135]



- *Quantized θ*

- *HoG[180 135 90 45 0 -45 -90 -135]:*