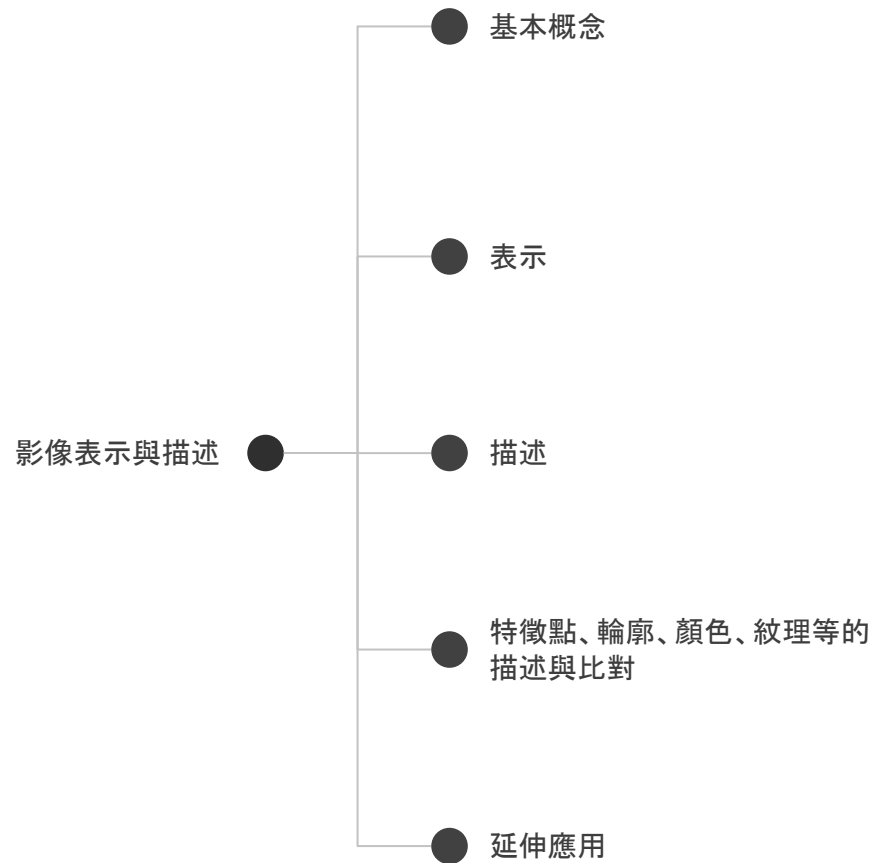
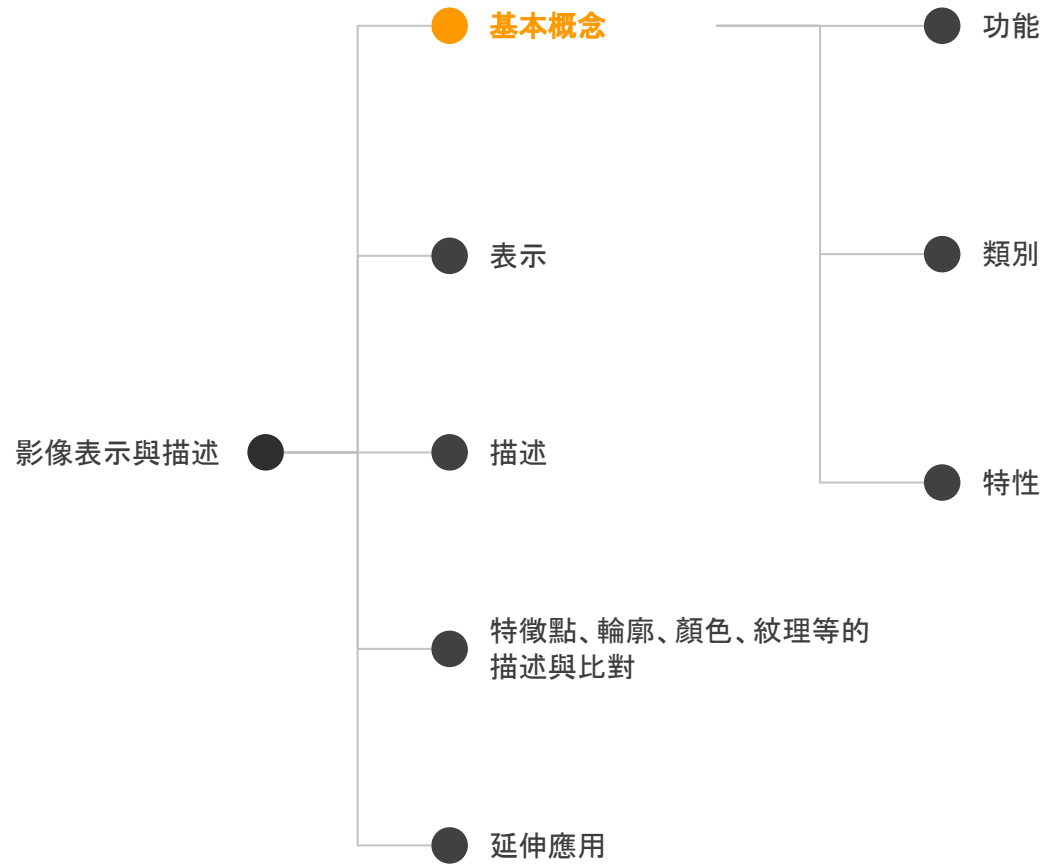
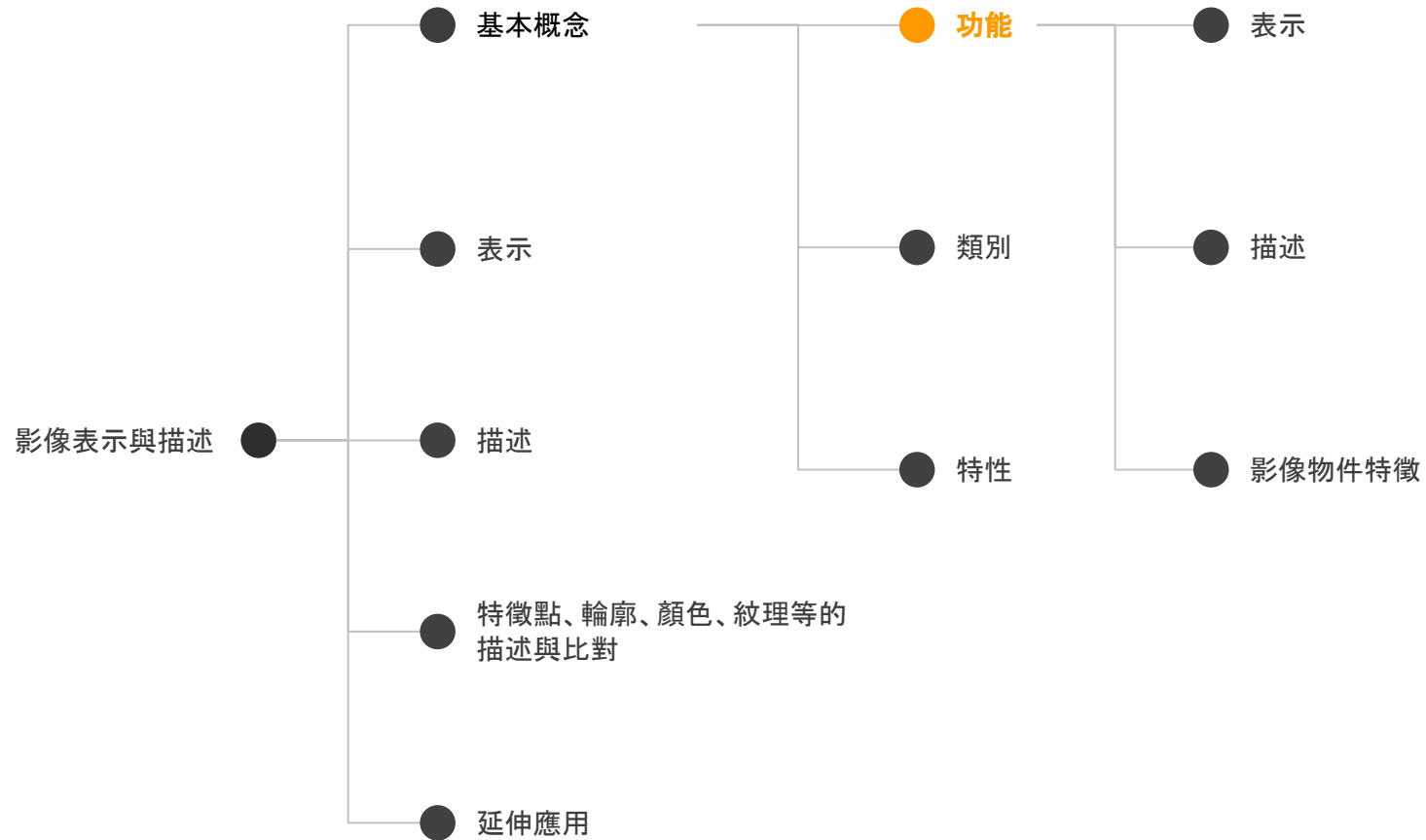


# 影像表示與描述

數位影像處理 單元六







# 表示(representation)

- 用簡單的圖形來代替複雜的圖形



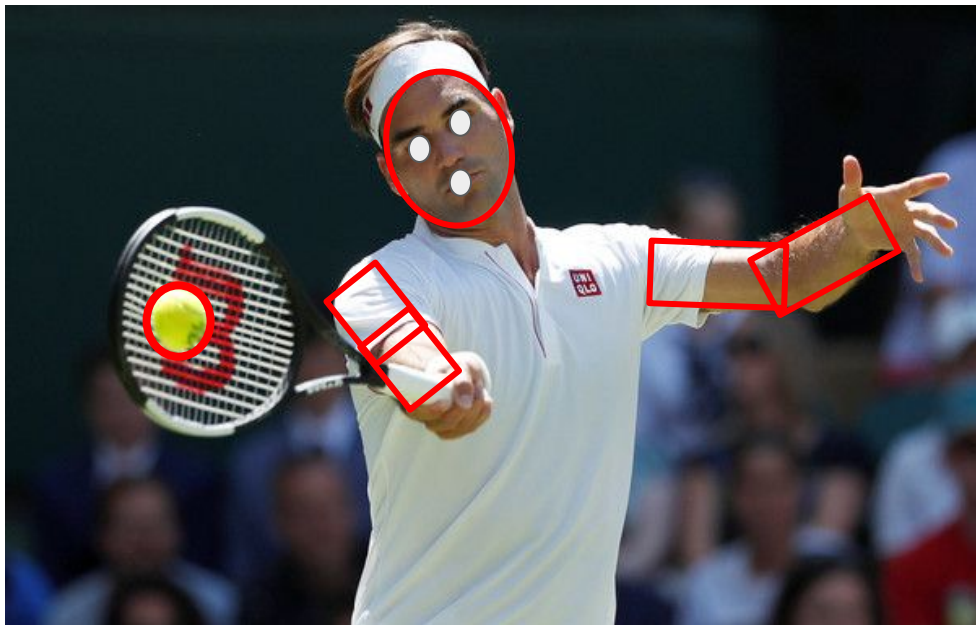
# 描述(description)

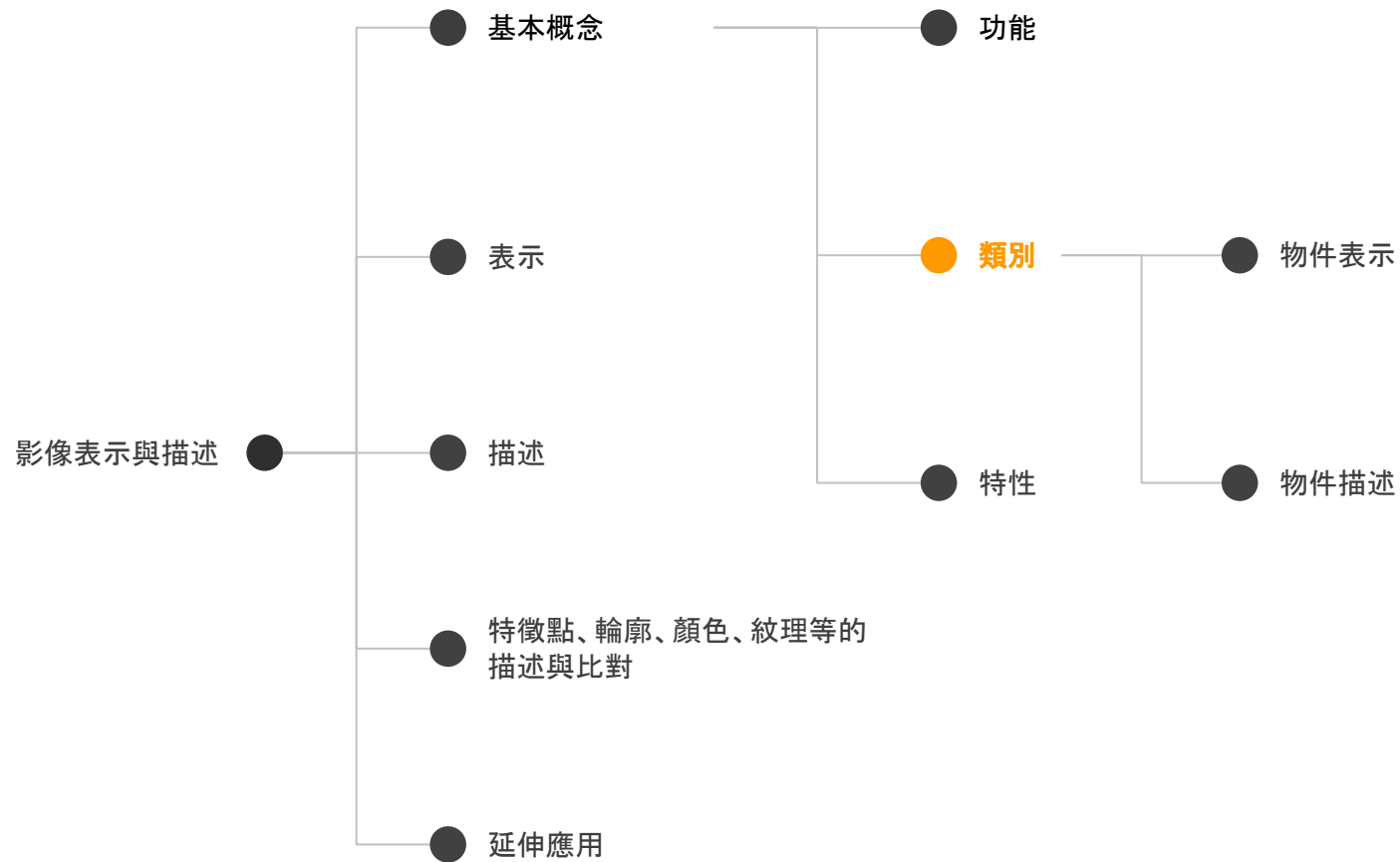
- 將簡單的圖形用數值描述出來，作為分析、辨識的依據
  - 形狀 ex. 圓形
  - 顏色 ex. RGB (189,200,96)
  - 紋理 ex. 網球上的接縫



# 影像物件特徵

- 特徵點
  - 臉上有眼睛、鼻子、嘴巴
- 輪廓外型
  - 圓形 -> 頭部
  - 長方形 -> 手臂
- 結構關係
  - 頭在軀幹上方
  - 手在軀幹左右方
- 顏色
- 紋理
  - 衣服材質





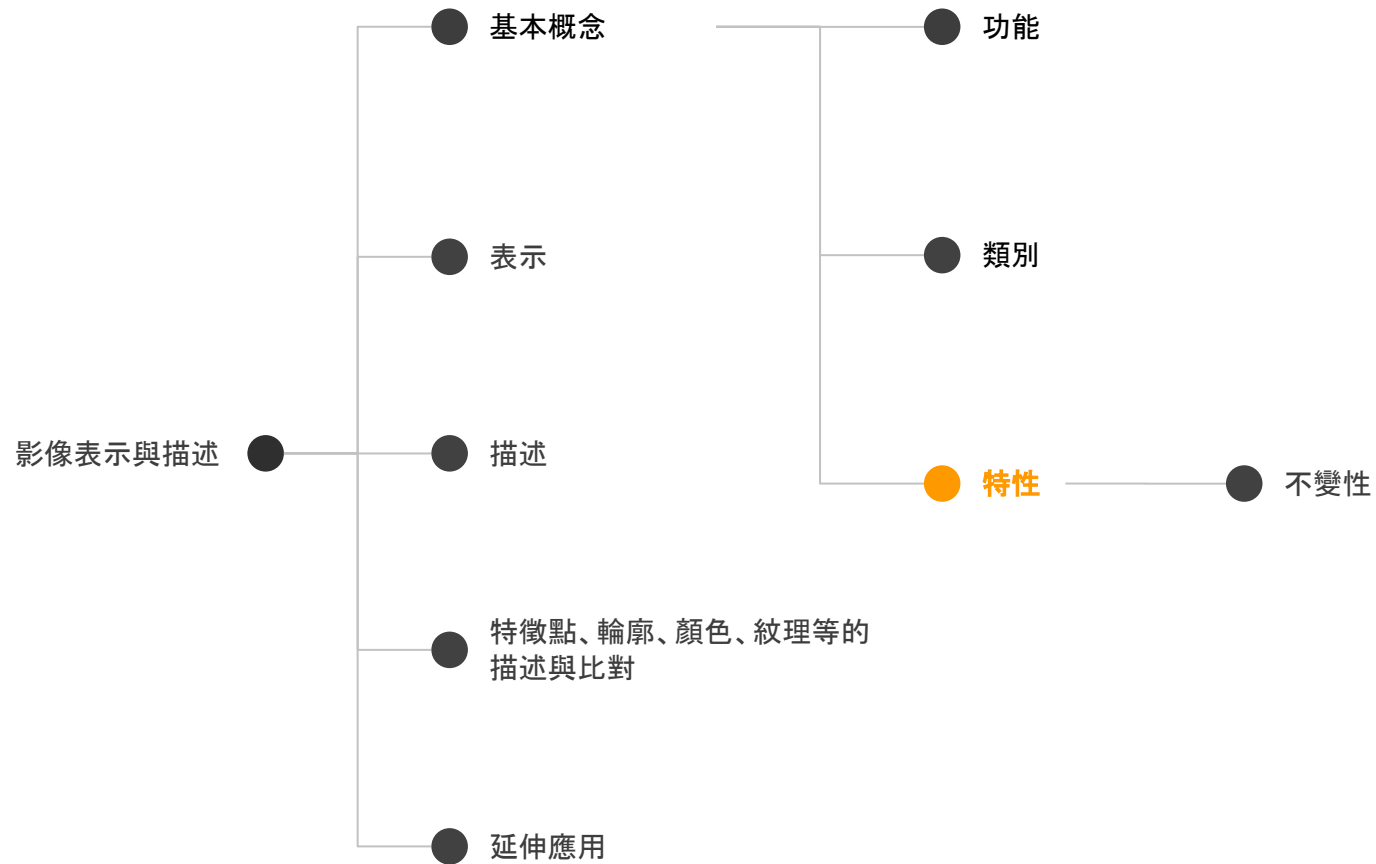


# 物件表示

- 外型表示(boundary representation)
- 骨架表示(skeleton representation)

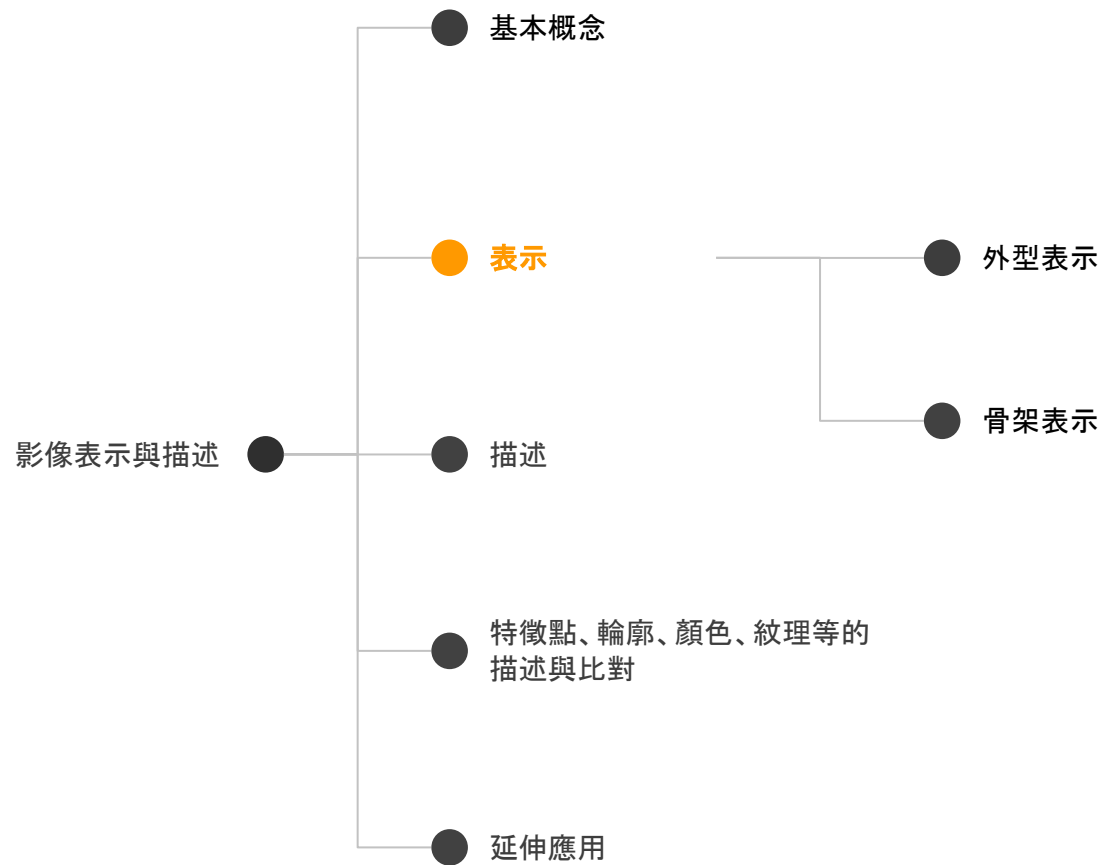
# 物件描述

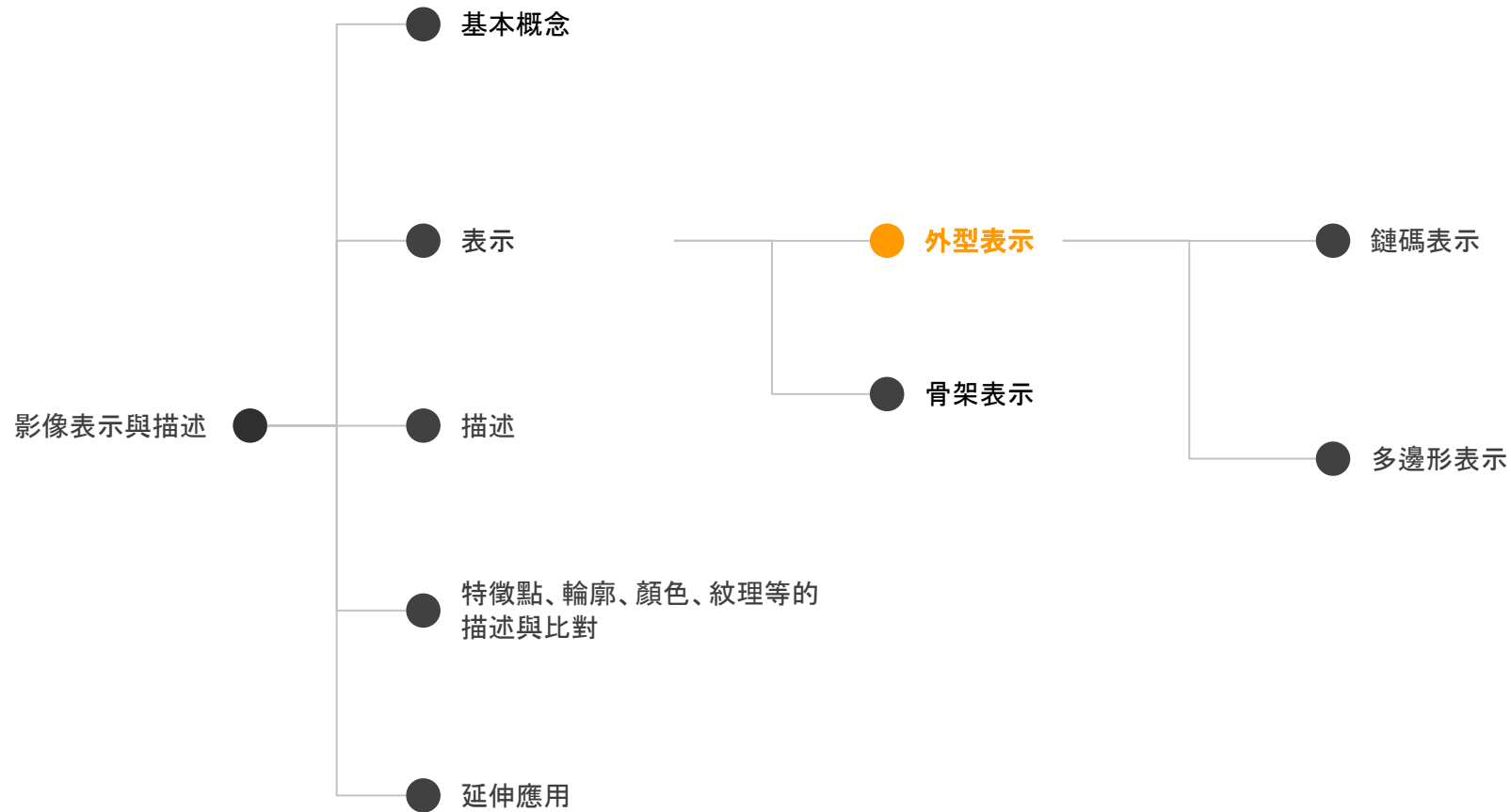
- 外型描述(boundary description)
- 區域描述(region description)



# 不變性影像物件特徵

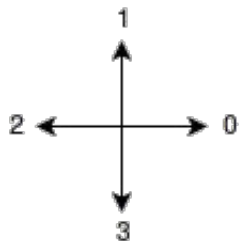
- 物件與相機之間可能有不同的距離及方向
- 同一種物件因為擺置的遠近及方向的不同，有不同的物件影像，不能就認為是不同的物件
- "物件的表示與描述"與物件的大小、位置、及方向無關



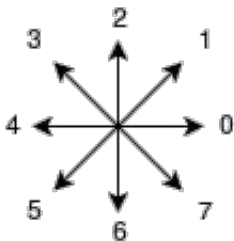


# 鏈碼表示

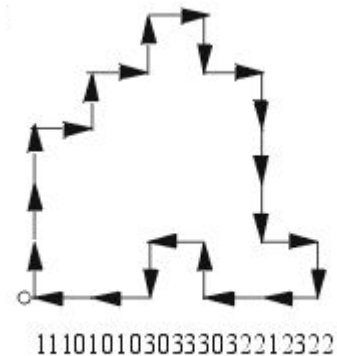
- 鏈碼(chain code)
  - “特定方向”且“固定長度”的小直線段，串聯起來表示物體輪廓
  - 小直線段上標記“方向碼”



4-chain code

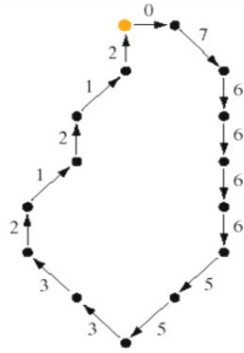
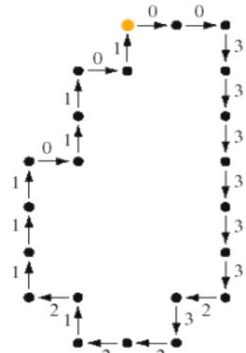
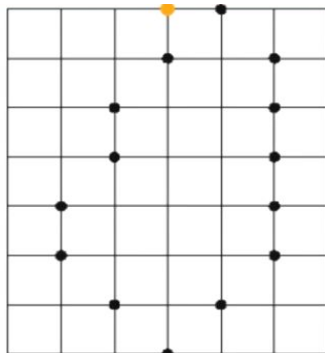
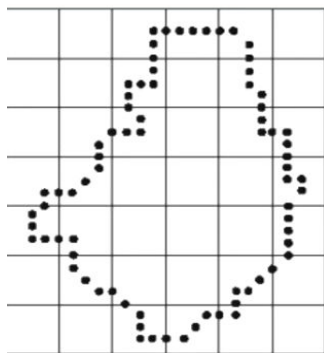


8-chain code



# 鏈碼表示

- 步驟
  - a. 根據鏈碼長度，在物件輪廓的平面劃分網格
  - b. 選取離輪廓較近的網格端點
  - c. 選擇一個端點為起始點
  - d. 順時鐘方向將相鄰的端點連結，且編碼成方向碼
  - e. 紀錄起始點座標及一連串的方向碼



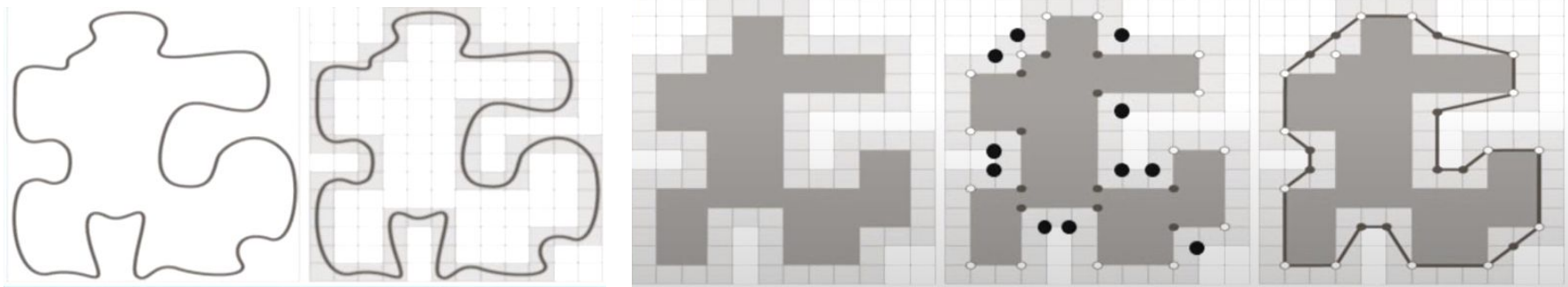


# 多邊形表示

- 以任意方向、任意長度的小直線段串聯起來表示物體的輪廓
- 較有彈性、但效率較差
- 介紹五種方式
  - 最小邊長多邊形表示
  - 最小平方邊長逼近法
  - 漸進分割法
  - 特徵分佈
  - 邊界分段

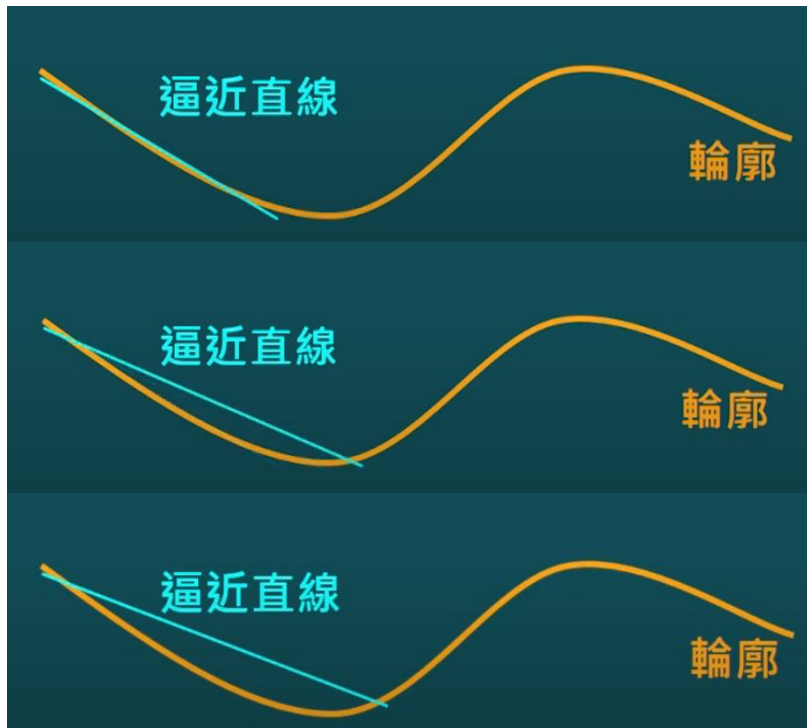
# 最小邊長多邊形表示

- 以一個與原始輪廓相似，且長度最小的多邊形表示式
- 步驟
  - a. 在物件影像上劃分網格
  - b. 將輪廓沒通過的格子去掉
  - c. 找出多邊形的所有內凹外凸頂點
  - d. 凹頂點(黑點)移至網格對角頂點
  - e. 記錄所有頂點座標



# 最小平方誤差逼近法

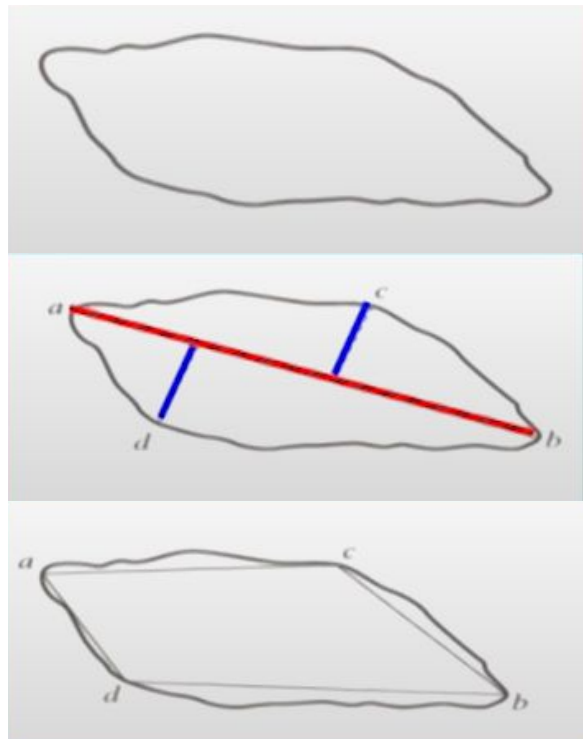
- 以直線段逐步逼近輪廓的一小段落，直到逼近直線的誤差大於設定的範圍



- 準確度高
- 費時且不一定符合真實輪廓位置
- 轉角處誤差較大

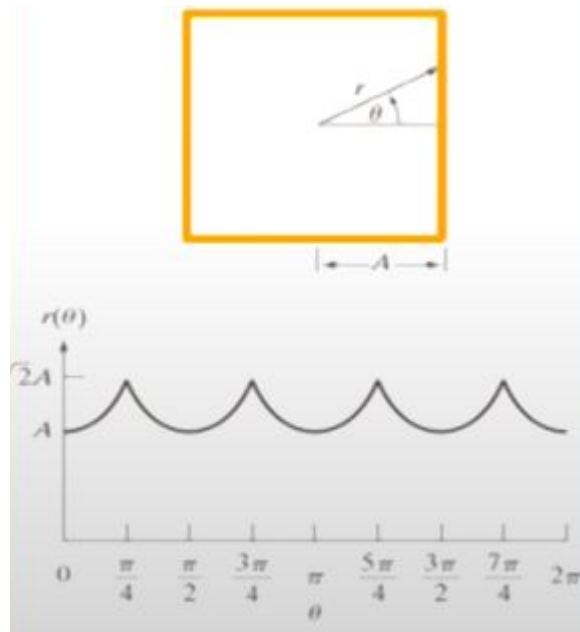
# 漸進分割法(Splitting techniques)

- 重複以二分法將輪廓分成兩段落
- 找出物件輪廓的長軸
- 找出垂直長軸且長度大於一定閾值的最長短軸
- 重複直到無法將輪廓分割



# 特徵分佈(Signatures)

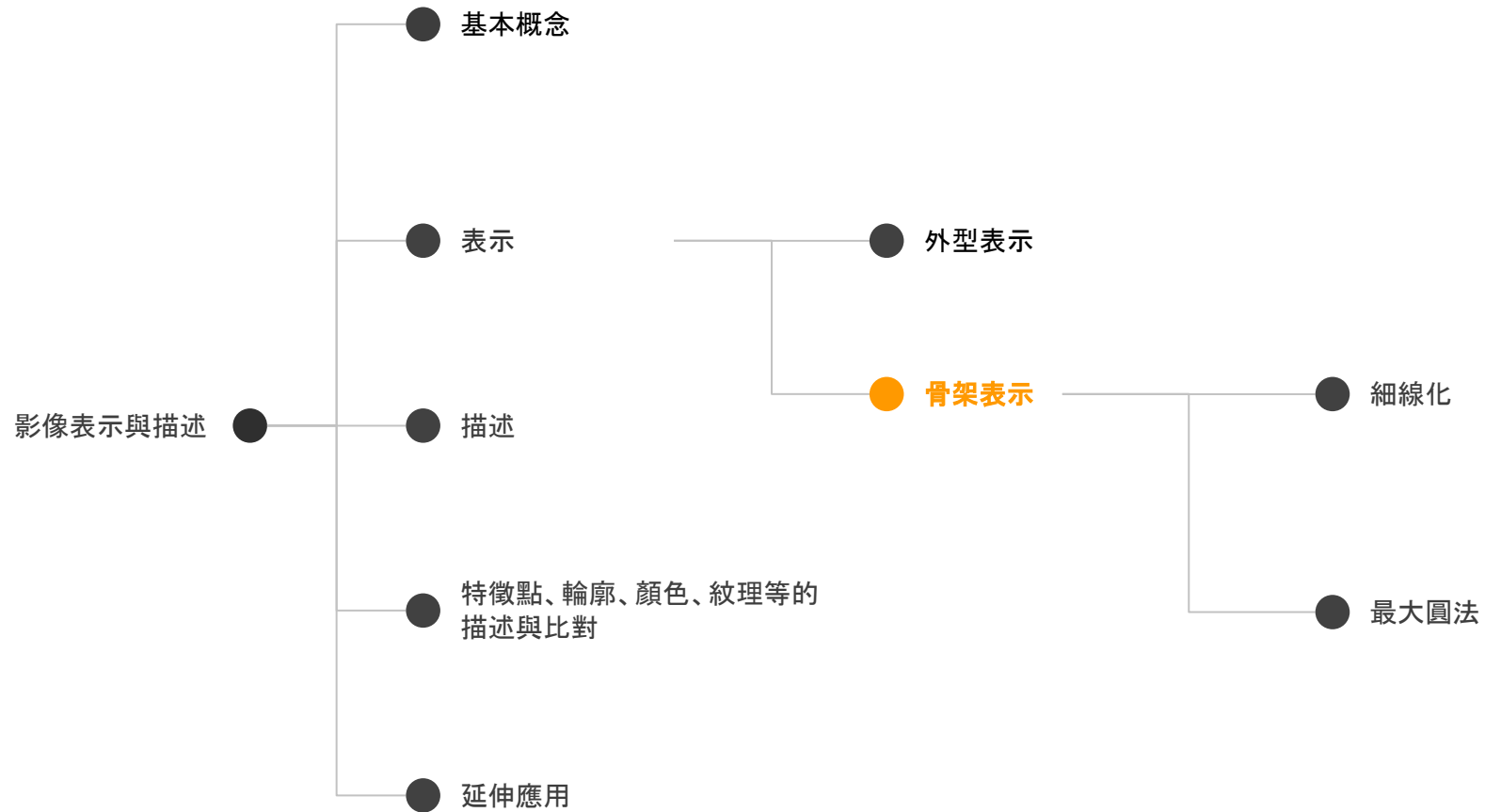
- 將二維物件輪廓以一維函數表示
- 中心點到邊界點距離的分佈圖
- 先找出物體的中心點, 再求中心點到邊界點的向量
- 做成分佈圖:
  - 水平軸表示向量角度
  - 垂直軸表示向量長度(中心點到邊界點的距離)



## 邊界分段(boundary segments)

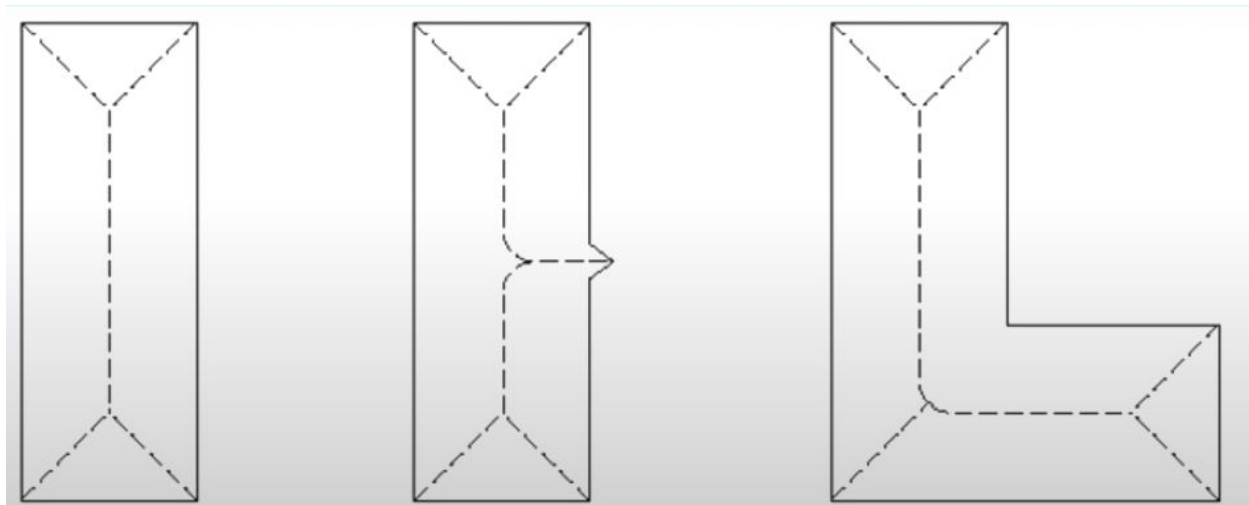
- 將物體輪廓分割成段落後，每一段落用一個二次或三次曲線表示
- 如果輪廓凹凸變化、不平滑，則可能會產生較多的短分段，多出不必要的曲線





# 骨架(skeleton)

- 以一個像素寬度的線條表示物件
- 不要把端點去掉使骨架變短
- 一個區塊不要斷裂成兩段骨架

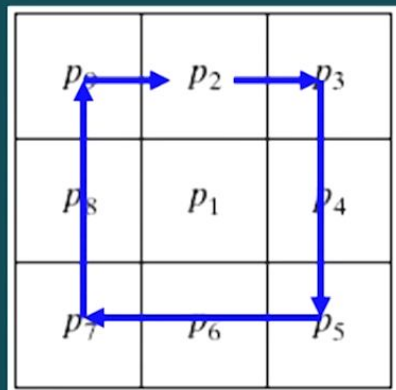




# 細線化(Thinning)

## 骨架表示

- 細線化 (thinning)
  - 一層層去除物件最外層的點
  - 二值化影像中，物體的一個輪廓點 (contour point) 是本身為 1，八方向鄰居中至少一個為 0
  - $N(p_1) = p_2 + p_3 + \dots + p_8 + p_9$
  - $T(p_1) : 0 \Rightarrow 1$  變化的次數



0	0	1
1	$p_1$	0
1	0	1

$$N(p_1) = 4$$

$$T(p_1) = 3$$

# 細線化(Thinning)

## 骨架表示

- 細線化 (續)

- 將滿足以下條件的 (邊界點)  $p_1$  標示為可去除：

$$(a) \quad 2 \leq N(p_1) \leq 6 \quad (d') \quad p_2 p_6 p_8 = 0$$

$$(b) \quad T(p_1) = 1 \quad (c') \quad p_2 p_4 p_8 = 0$$

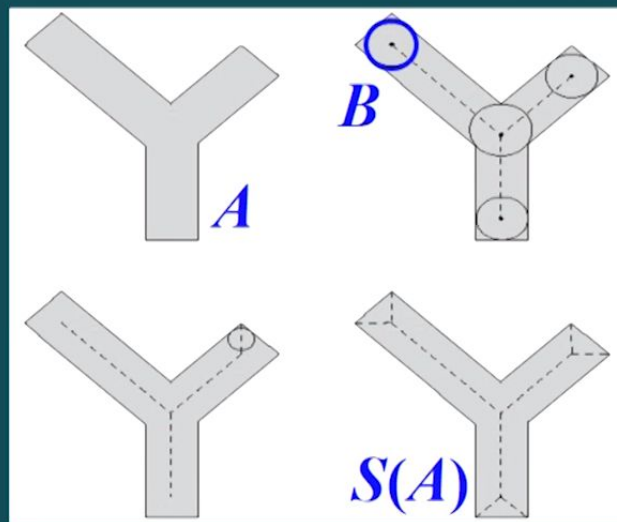
- 所有像素都測試過後，將可去除的像素刪掉
- 重複步驟，直到沒有像素可被去除

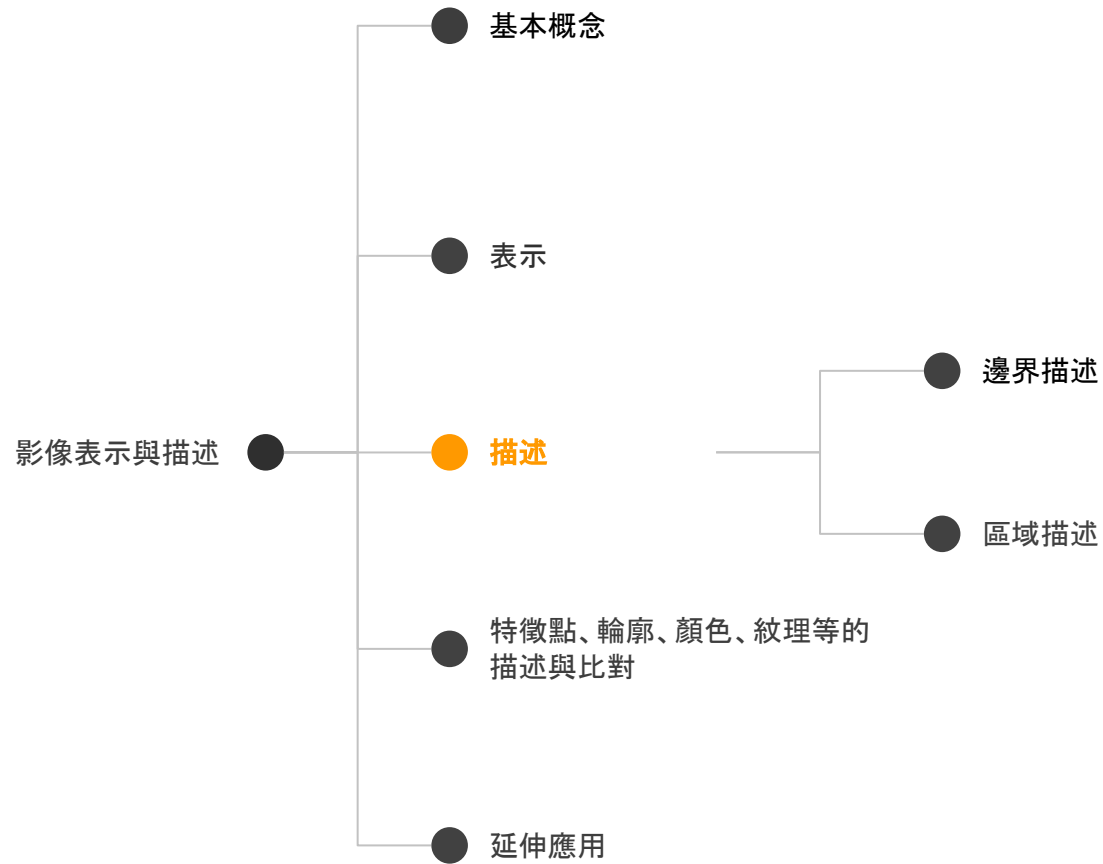
$p_9$	$p_2$	$p_3$
$p_8$	$p_1$	$p_4$
$p_7$	$p_6$	$p_5$

# 最大圓法

## 骨架表示

- 最大圓法
  - 最大圓：物體內部的一個圓，沒有其他圓可以完全包含這個圓
  - 所有最大圓的圓心所成的集合，就是物體中心軸



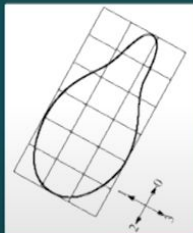
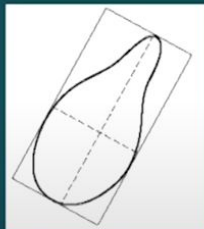




# 外形數值(Shape number)

## 邊界描述

- 外形數值 (shape number)
  - 與鏈碼描述式非常類似
  - 外形數值可先決定物體輪廓的碼長
  - 編碼時所劃分的格子大小，是依據物體外形的長寬比所定義

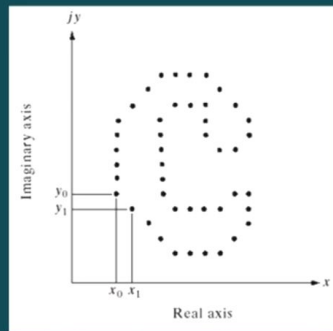


# 傅立葉描述(Fourier descriptor)

DELTA MOOCx

## 邊界描述

- 傅立葉描述 (Fourier descriptor)
  - 將物體外形表示成 傅立葉級數，再以級數的各項係數做為 特徵向量 來描述
  - 二維影像平面 視為 實數部-虛數部的複數空間
  - 依 輪廓點座標 做DFT轉換
  - 取 傅立葉係數 為描述子



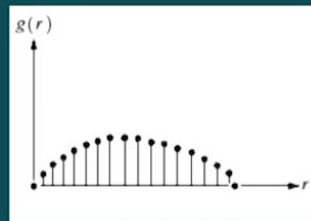
# 統計力矩(statistical moments)

## 邊界描述

- 統計力矩
  - 力矩是資料的統計量
  - $n$  : 階數
  - 0 階 : 資料點的個數
  - 1 階 : 資料的總和
  - 2 階 : 變異量 (variance)
  - 3 階 : 偏斜量 (skew)
  - 高階 : 沒有單純的物理意義



物件輪廓

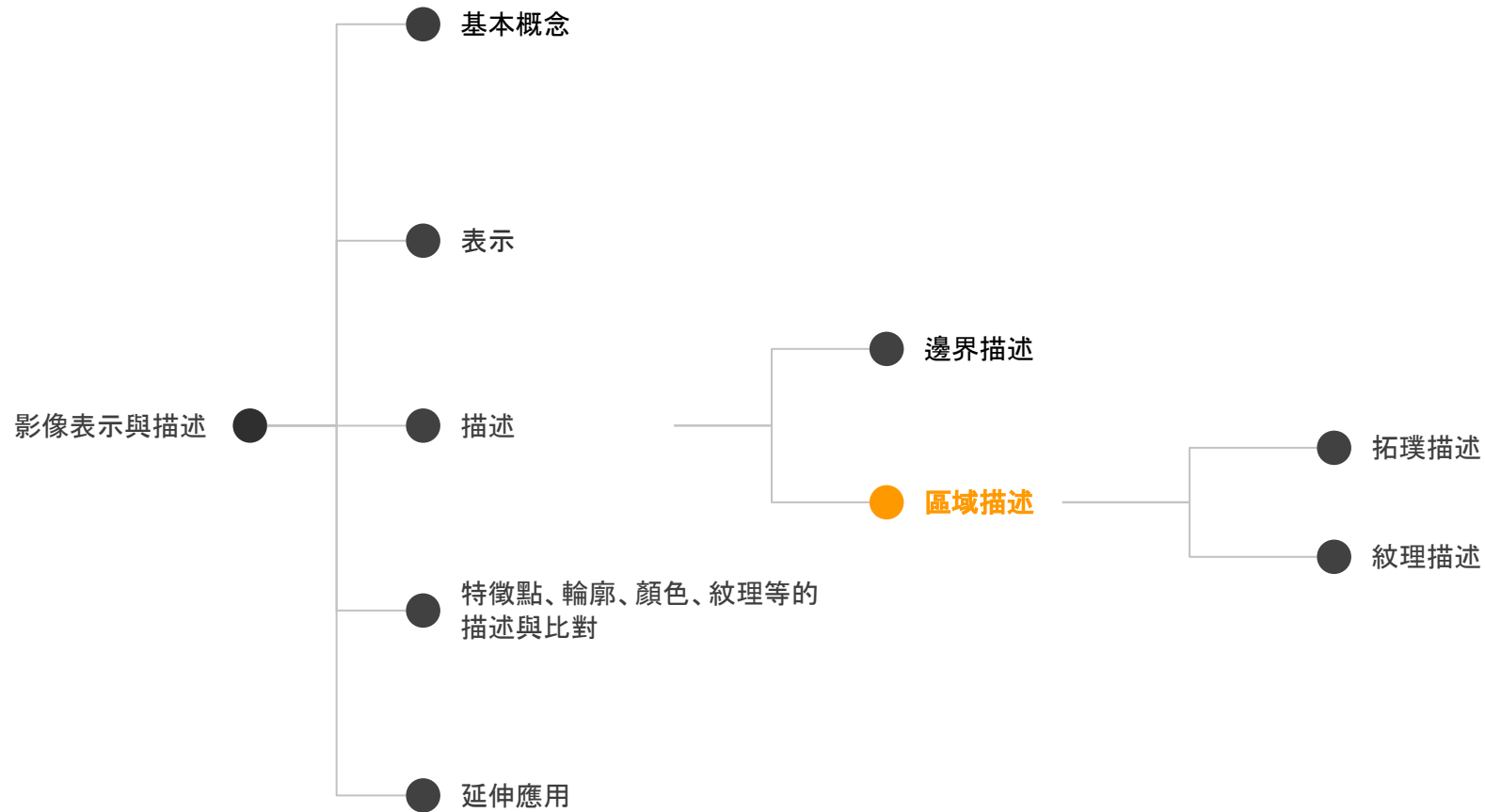


1維函數

$$\mu_n(r) = \sum_{i=0}^{K-1} (r_i - \underline{m})^n g(r_i)$$

$$m = \sum_{i=0}^{K-1} r_i g(r_i)$$

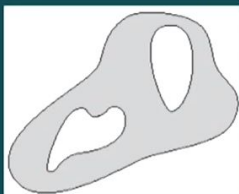




# 拓撲描述(topological descriptor)

–  $H$ : 空洞的個數

$$H = 2$$



–  $C$ : 連通元件的個數

$$C = 3$$



## • 拓撲描述

–  $E$ : 尤拉數 (Euler number)

$$E = C - H$$

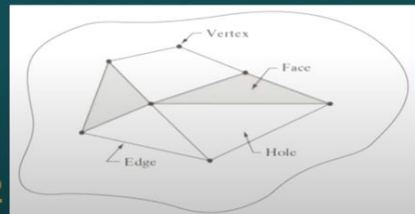


$$E = 0$$

$$E = -1$$

– 尤拉公式 (Euler formula)

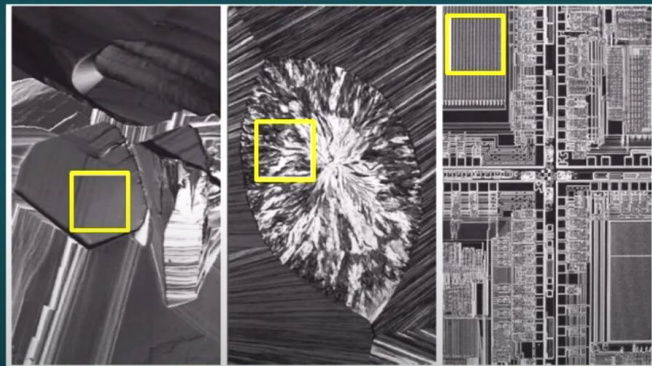
$$V - Q + F = C - H = E$$



$$7 - 11 + 2 = 1 - 3 = -2$$

# 紋理描述(Texture)

- 紋理描述 (texture)
  - 描述區塊內部影像特徵的平滑度或粗糙度
- 隨機紋理
  - 無法明確地形容或用數學式描述，只能用統計的方式分析
- 規則紋理
  - 規律重複出現的，可以用數學式描述



# 統計方法

## 區域紋理描述



- 統計方法

- $z$ : 灰階值 ;  $p(z)$ ,  $i=0,1,...,L-1$  : 長條圖

- $n$  次方力矩 :

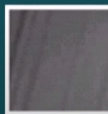
$$\mu_n(z) = \sum_{k=0}^{L-1} (z_i - m)^n p(z_i) \quad m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i)$$

- 平滑度 :  $R = 1 - \frac{1}{1 + \mu_2^2(z)}$

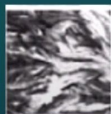
- 統計方法

- 一致性 (uniformity) :  $U = \sum_{i=0}^{L-1} p^2(z_i)$

- 平均亂度 (average entropy) :  $e = - \sum_{i=0}^{L-1} p(z_i) \log_2 p(z_i)$



平滑



粗糙



規則

Texture	Mean	Standard deviation	平滑度 $R$ (normalized)	Third moment	Uniformity	亂度 Entropy
Smooth	82.64	11.79	0.002	-0.105	0.026	5.434
Coarse	143.56	74.63	0.079	-0.151	0.005	7.783
Regular	99.72	33.73	0.017	0.750	0.013	6.674

# 灰階共生矩陣

DELTA MOOCX

## 區域紋理描述

影像

1	1	1	2	3
2	2	1	2	2
3	3	2	1	1
2	2	1	3	1
1	1	2	1	2

- 灰階共生矩陣

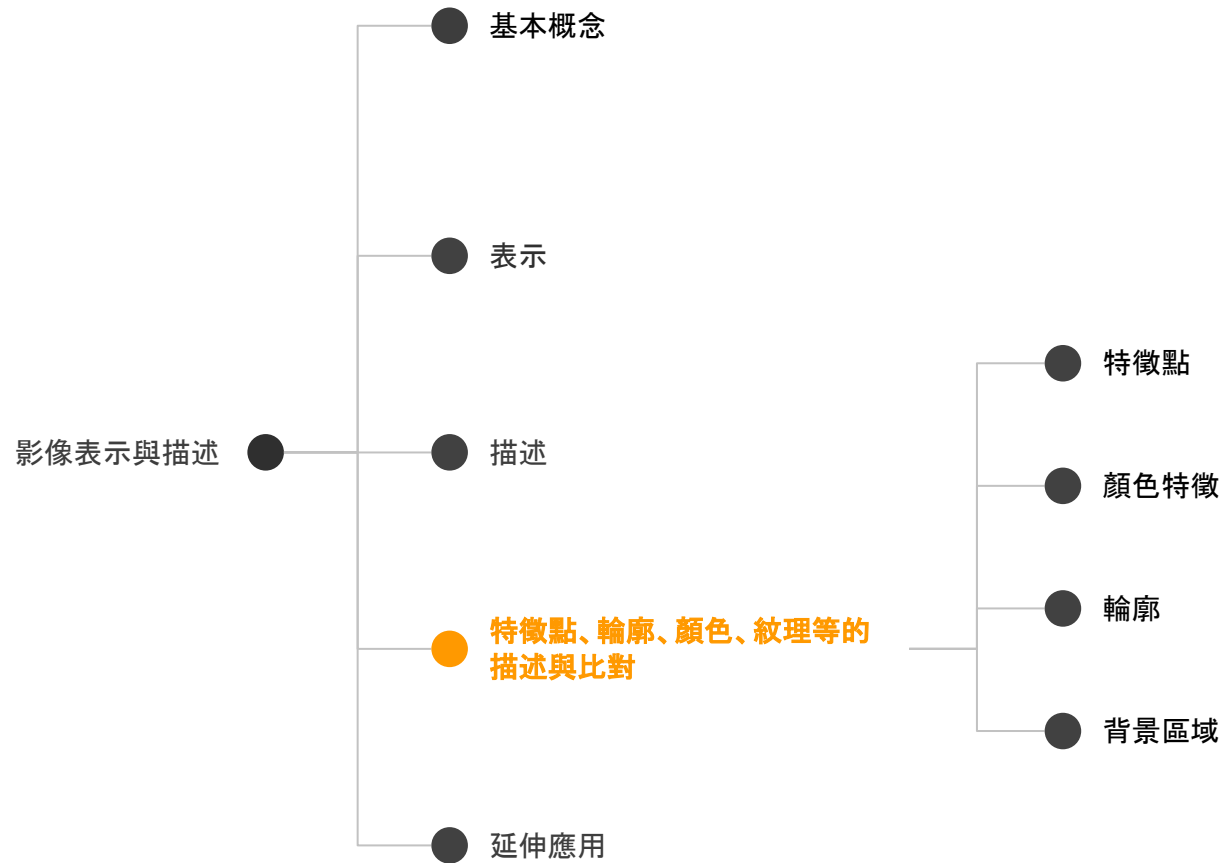
- gray-level co-occurrence matrix
- 同時描述影像像素點的灰階值與位置
- 例如：描述灰階值  $i$  在灰階值  $j$  的右下方
- $a_{ij}$ ：灰階值  $i$  在灰階值  $j$  右下方出現的次數
- $c_{ij}$ ：出現的機率值

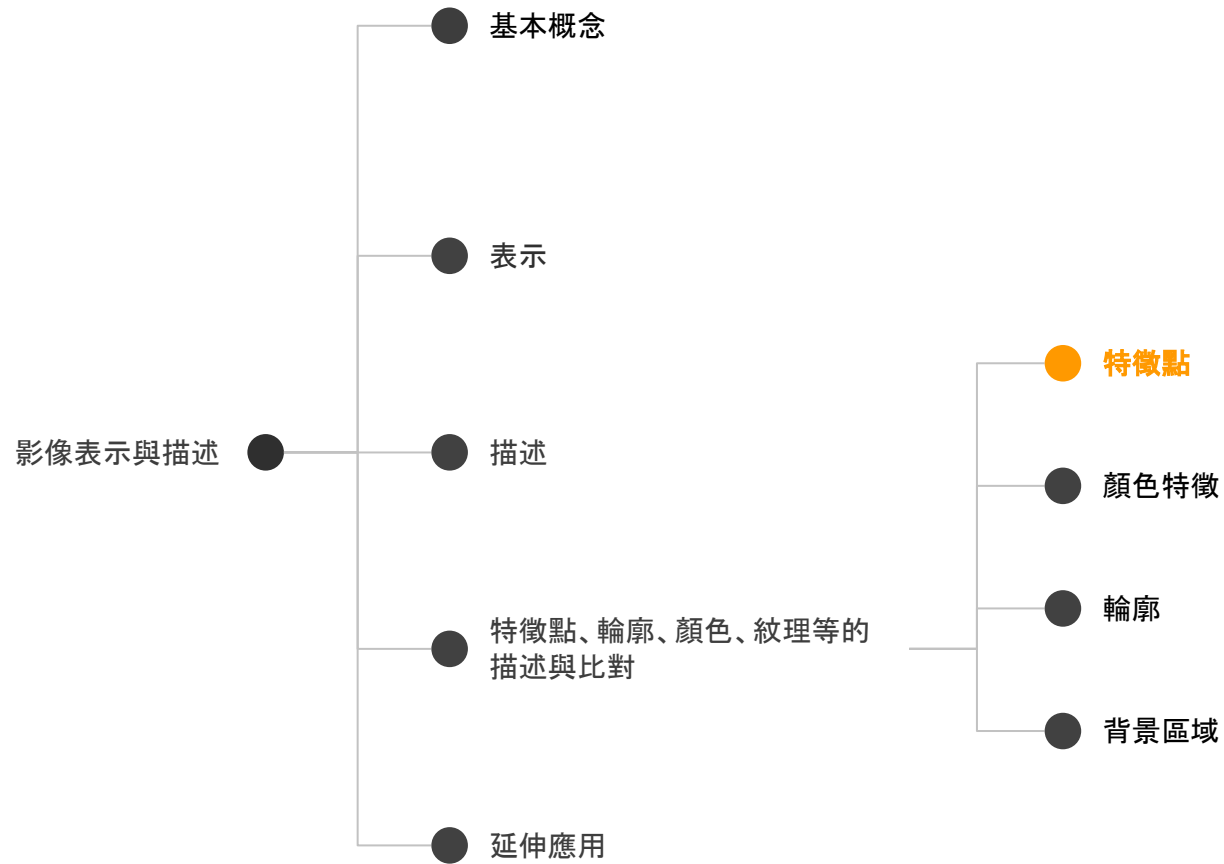
$$a_{ij} \text{ 灰階共生次數矩陣 } \begin{bmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$c_{ij} \text{ 灰階共生矩陣 } \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 4 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

- 灰階共生矩陣的描述

- 最大機率值：最可能的像素相對位置關係
- $k$  次方的差值力矩(element difference moment of order  $k$ )：灰階共生矩陣中，數值高的元素是否集中在對角線附近
- 亂度：共生矩陣的元素數值愈相近，亂度值愈大，影像中灰階值分佈越凌亂



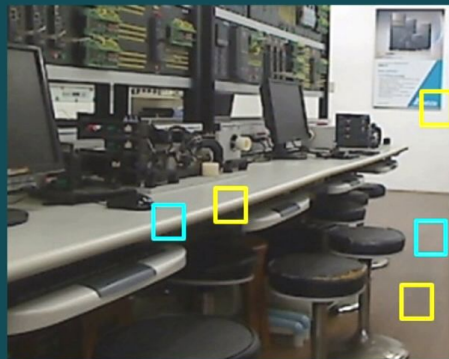


# 特徵點

DELTA MOOCx

## 特徵點的描述與比對

- 特徵點
  - 有特色 (distinctive)、  
可被重複偵測 (repeatable)
  - 複雜紋理的小區塊、角點

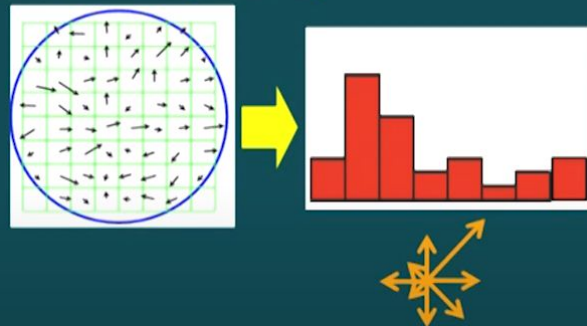


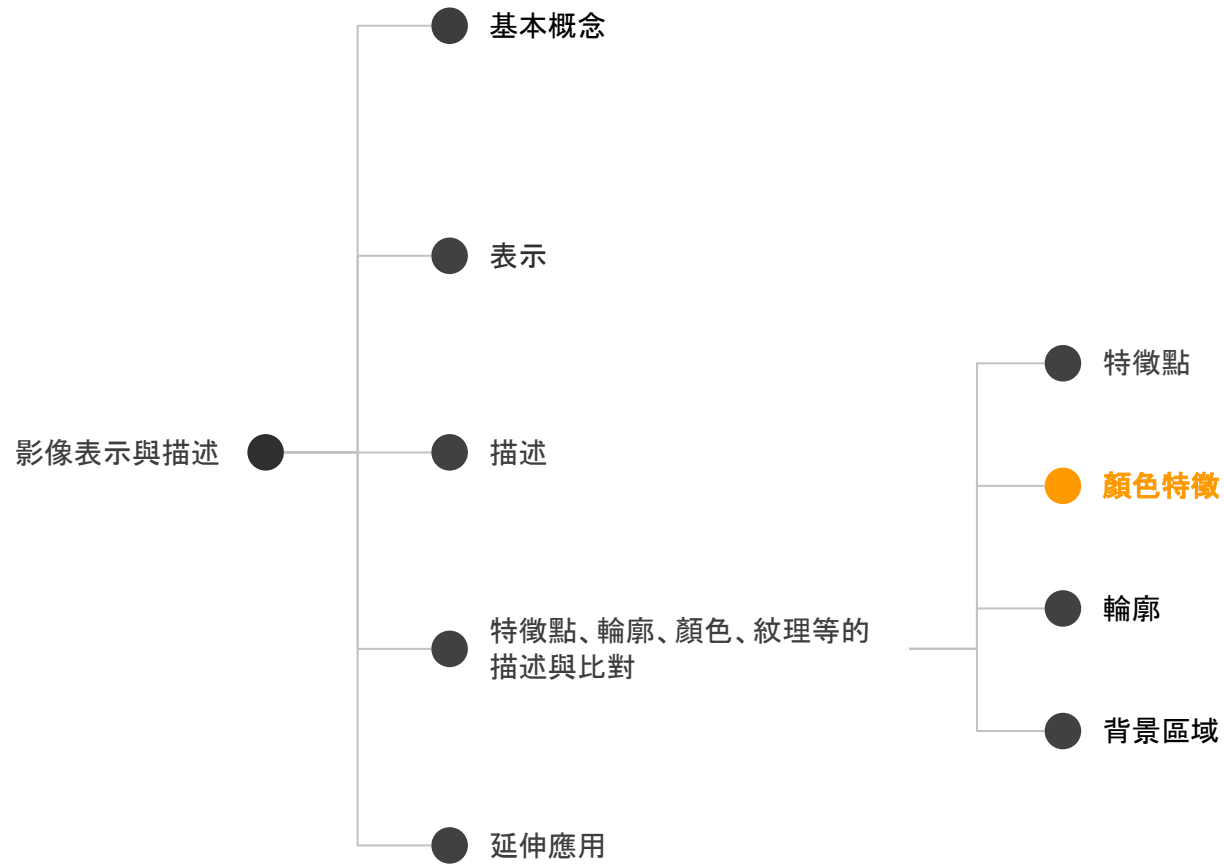


# 特徵點

## 特徵點的描述與比對

- 描述方式：梯度方向長條圖
  - Histogram of Oriented Gradients (HOG)
  - 取影像邊緣(edge)的方向、統計成八個方向長條圖
  - 取最多數的方向，做為特徵點的方向向量描述





# 顏色特徵

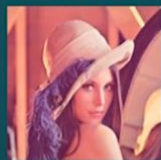
## 顏色特徵的描述與比對

- 描述方式

- 顏色分布長條圖



- 彩色影像：R、G、B 三個長條圖合併



- 將長條圖轉換為顏色機率分布：  
每一個長條的數量 / 像素點總數



# 顏色特徵

DELTA MOOCx

## 顏色特徵的描述與比對

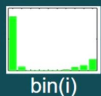
- 比對方式

- 建立 影像目標區域 的顏色分布長條圖 為參考依據
- 統計 欲比對影像中一候選區域 的顏色分布長條圖

影像目標區域



$H_1(i)$



bin(i)

候選區域



$H_2(i)$

bin(i)

DELTA MOOCx

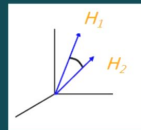
## 顏色特徵的描述與比對

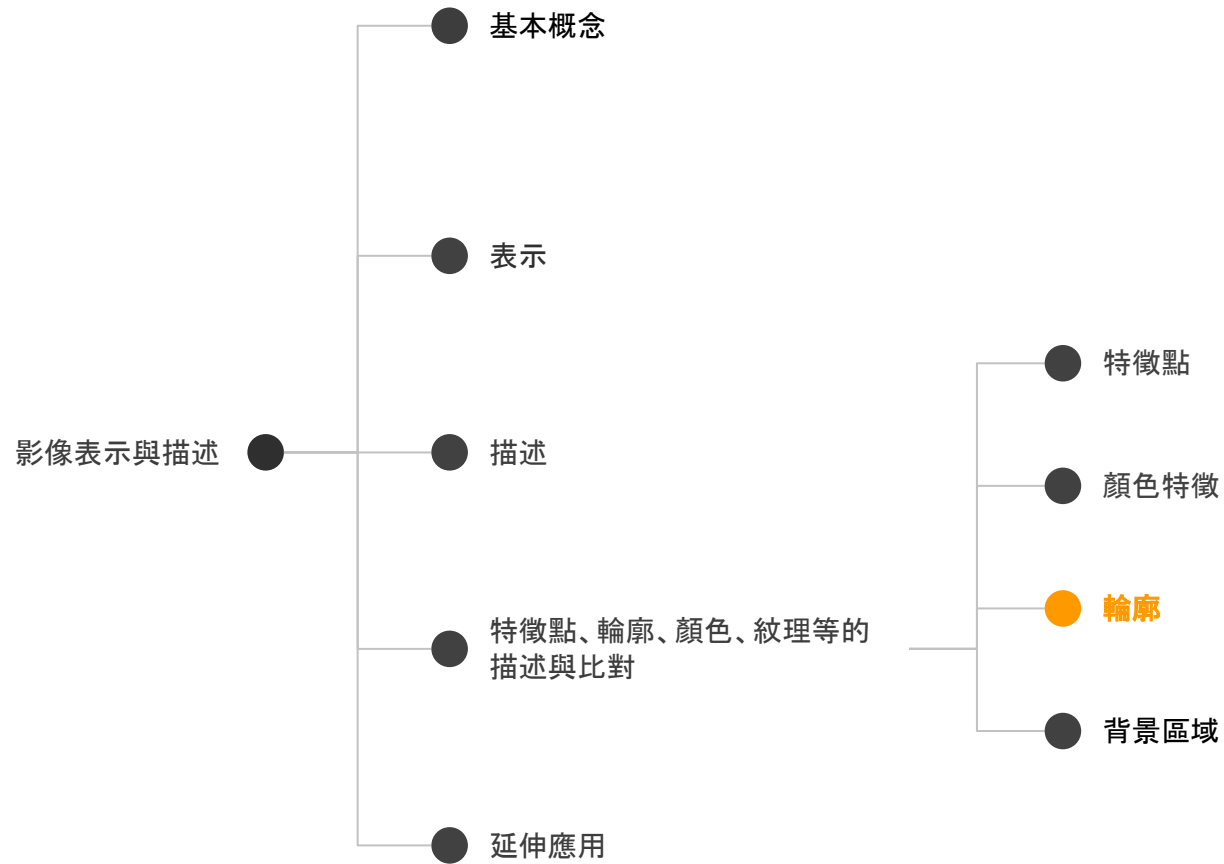
- 比對方式

- 兩個機率分布 ( 向量 ) 的相似度  $d$
- 相關係數 ( Correlation )  $d = \frac{\sum_i H_1(i) H_2(i)}{\sqrt{\sum_i H_1(i)^2} \sqrt{\sum_i H_2(i)^2}}$

- 卡方值 ( Chi-Square )  $d = \sum_i \frac{(H_1(i) - H_2(i))^2}{H_1(i) + H_2(i)}$

- 巴式距離  
( Bhattacharyya distance )  $d = \sqrt{1 - \sum_i \frac{\sqrt{H_1(i) H_2(i)}}{\sqrt{\sum_i H_1(i)} \sqrt{\sum_i H_2(i)}}}$





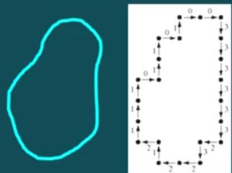
# 輪廓

DELTA MOOCx

## 輪廓的描述與比對

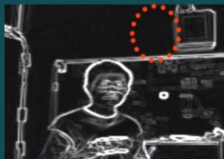
- 描述方式

- 鏈碼、邊界描述



- 比對方式

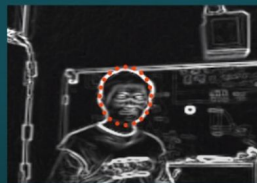
- 灰階影像做梯度計算  $\Rightarrow$  邊緣影像 (edge)
- 將目標物輪廓對應到邊緣影像中的一候選區域
- 沿著輪廓上的採樣點，累加對應到的邊緣強度值



## 輪廓的描述與比對

- 比對方式

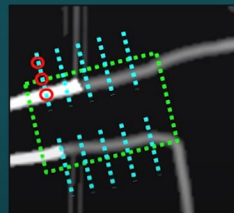
- 掃描影像中的各個區域，分別做為候選區域
- 計算各候選區域的累加邊緣強度值
- 選出最大值者，即為比對結果

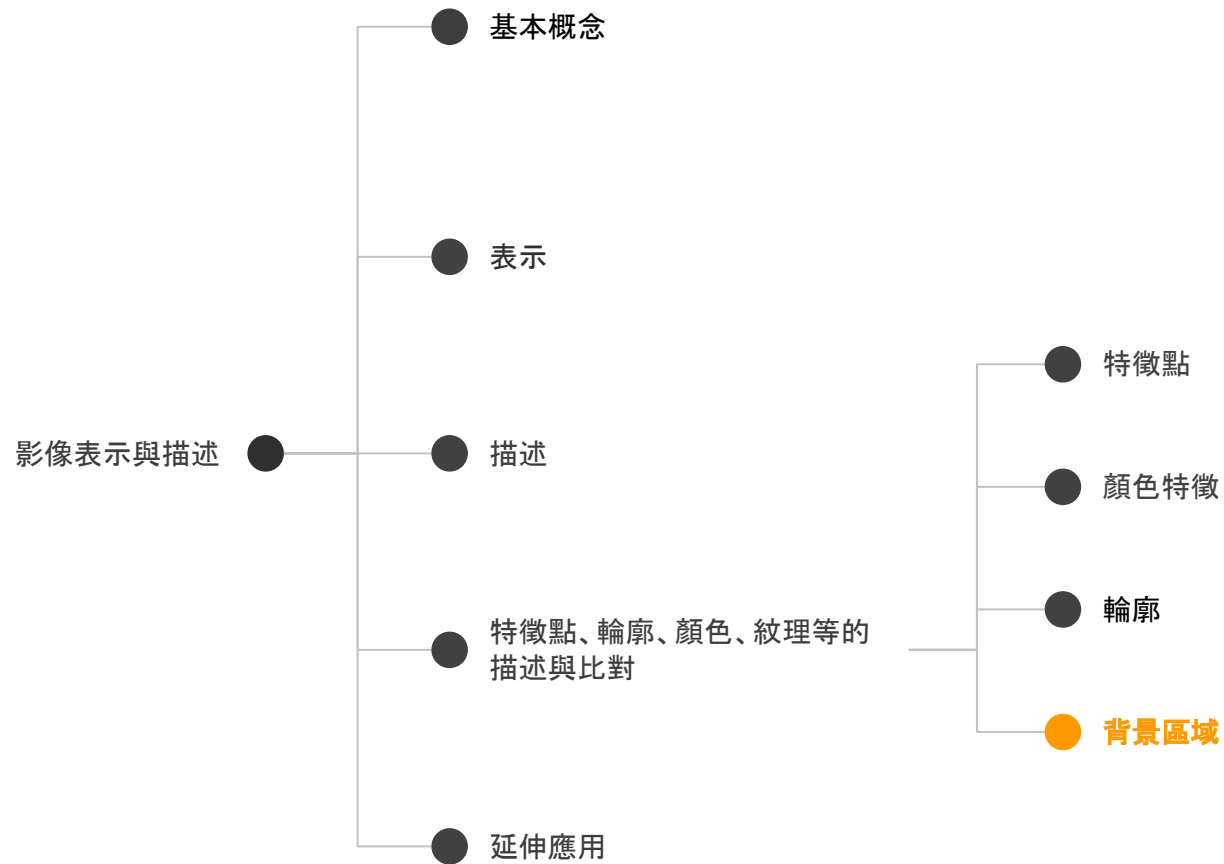


## 輪廓的描述與比對

- 比對方式

- 輪廓上的採樣點，沒有準確對應 累加到邊緣強度值
- 近似的候選位置，但是累加值很低
- 增加採樣點在輪廓法線方向上搜尋最強邊緣點，納入邊緣強度值累加

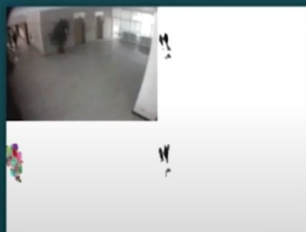




# 背景區域

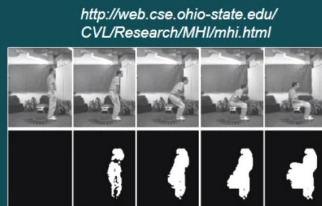
- 移動物偵測

- 描述：背景建模
- 比對：前景切割



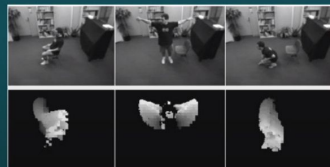
- 運動能量影像

- Motion Energy Image (MEI)
- 將有移動物的區域標記出來

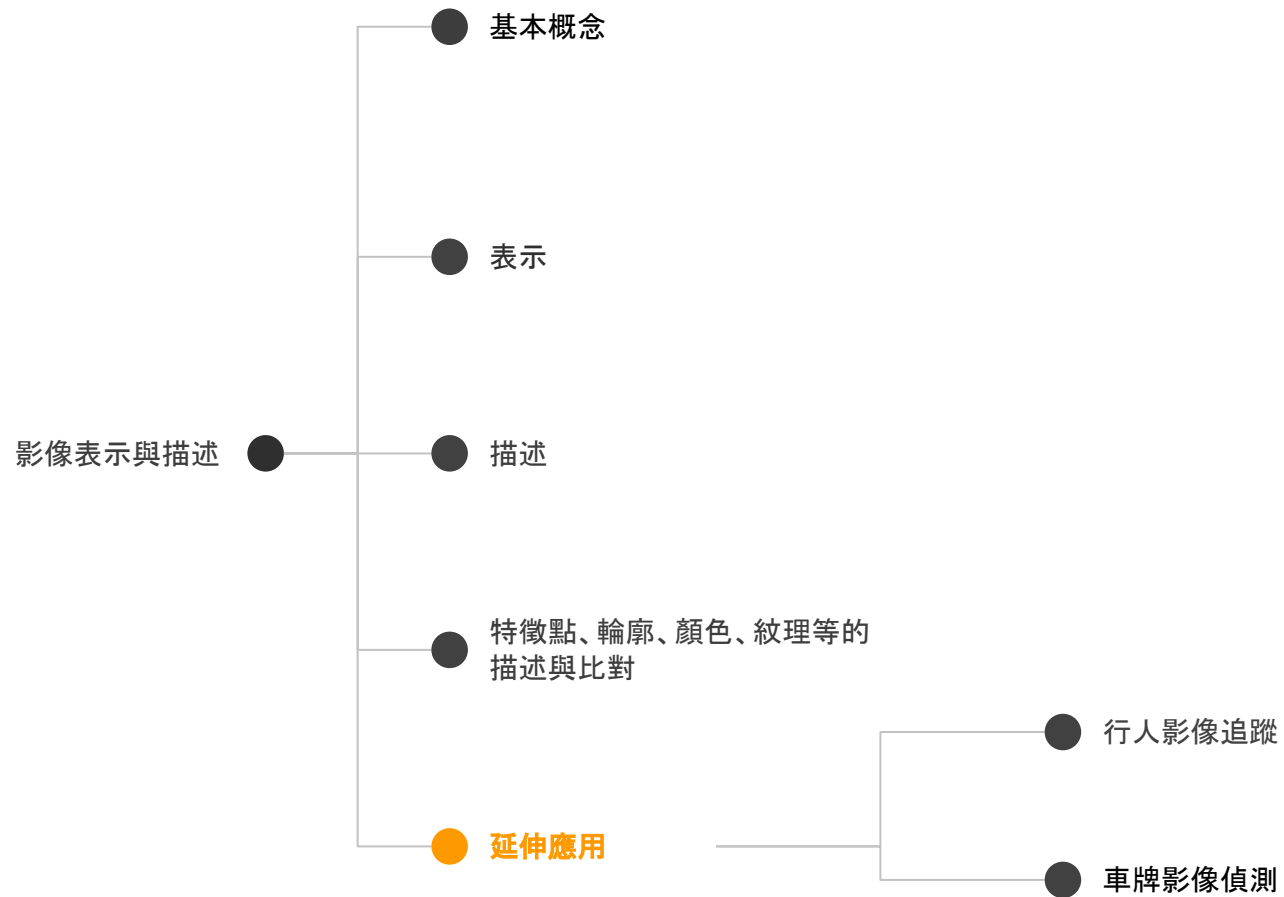


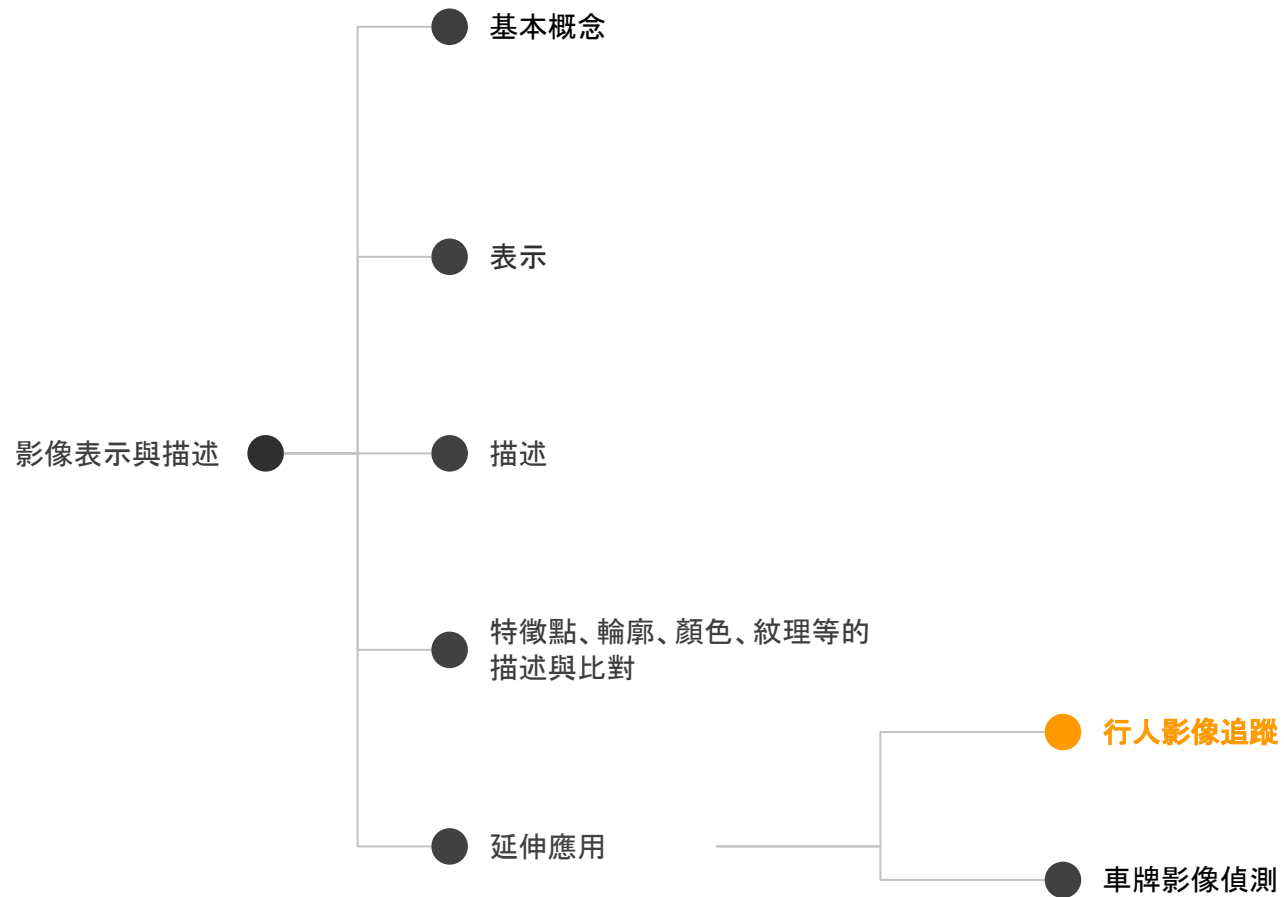
- 運動歷史影像

- Motion History Image (MHI)
- 將移動區域加入時間先後的標記









# 行人影像追蹤

## 行人影像追蹤

- 流程圖

— 由一連續的影像畫面中，找出目標



產生候選粒子

描述候選區域

比對

追蹤結果



# 行人影像追蹤

## 行人影像追蹤

- 建立目標物描述的 參考依據
  - 以熱像儀初始偵測到的目標物區域
- 描述方式
  - 顏色分布長條圖
  - 水平、垂直投影後，統計影像邊緣分布長條圖



彩色影像



水平  
投影



垂直  
投影

邊緣影像

# 行人影像追蹤

## 行人影像追蹤

- 比對方式

- 一個候選粒子對應到一個候選區域
- 以 巴式距離 分別比對目標物與候選區域的 3個分布長條圖
- 將3個比對值 加權平均
- 候選粒子的相似度權重



彩色  
影像



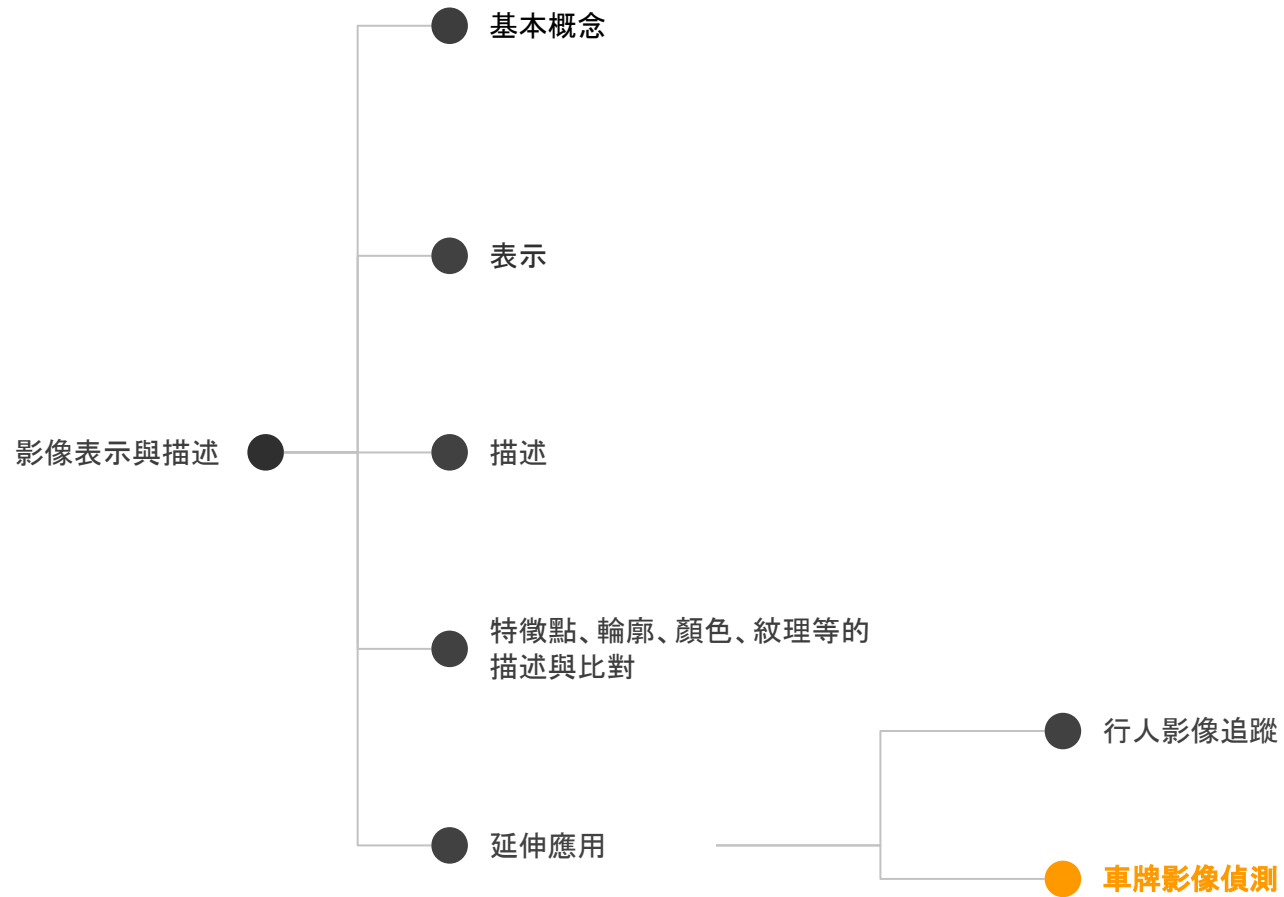
水平  
投影



邊緣  
影像

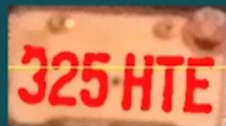


垂直  
投影



# 車牌影像偵測

## 車牌影像偵測



### • 流程圖



# Reference

- [RF打網球](#)
- [4 and 8 chain code](#)