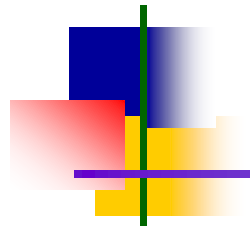


指紋辨識

Fingerprint Recognition



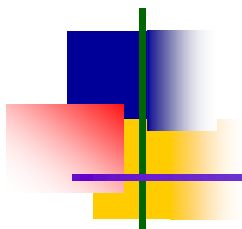


內容

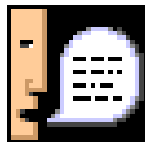
🐛 生物辨識

🐛 指紋取像

🐛 辨識步驟



生物辨識



生物辨識

💡 由人類**身體特徵**或是**行為舉止**，作為個人身分的識別

💡 **行為舉止**

聲音、簽名 → 方便性高、安全性低，極易模仿

💡 **身體特徵**

臉型

→ 安全性低且偽造容易，相似臉型多且有照片/胖瘦/髮型/鬍子等問題，NB & 手機曾經使用但已逐漸取消

掌紋、掌型

→ 安全性低但穩定方便，辨識機器體積過大。

靜脈

→ 掌(Fujitsu)、指(Hitachi)，防偽性佳但已被專利綁定，投入廠商極少，無法普及。且唯一性無受法律認可

DNA

→ 唯一性佳，但太容易被獲取

虹膜

→ 安全度極高，但以紅外線直接照射，具有侵犯性且傷害眼睛，且成本高，多用於國防或銀行金庫等。

指紋

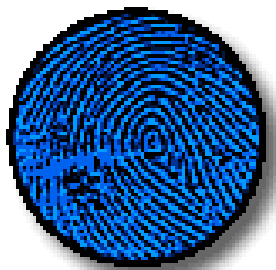
→ 法律認可，**與生不變**，具**不可否認性**
發展最久，技術最成熟。相對成本較低及體積較小
十枚指頭，使用方便

指紋辨識

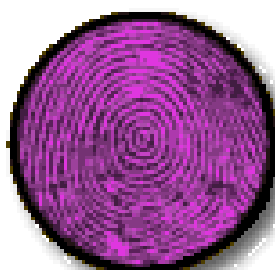
💡 理論基礎:

- 1888-1891 : F.Galton
 - 終生不變、唯一性、可分類
- 1890 : Henry
 - 13 特徵點相似即可確認身份

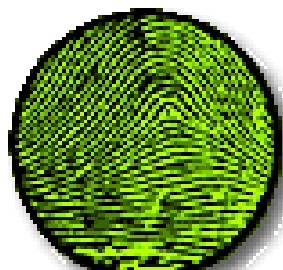
紋形分類



左/右旋

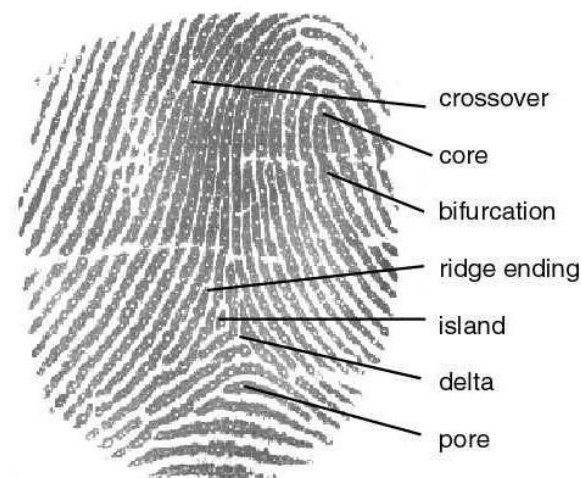


同心圓



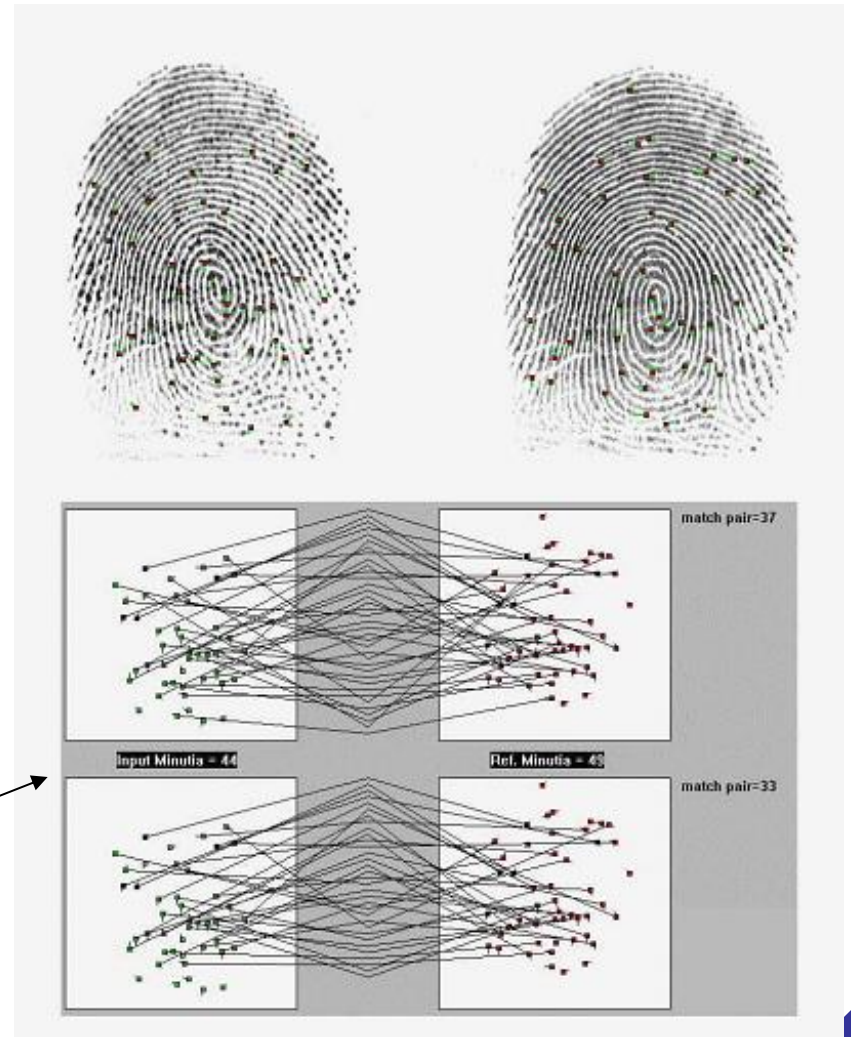
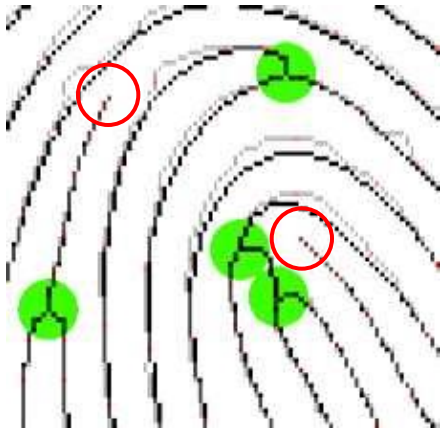
拱型

主要特徵



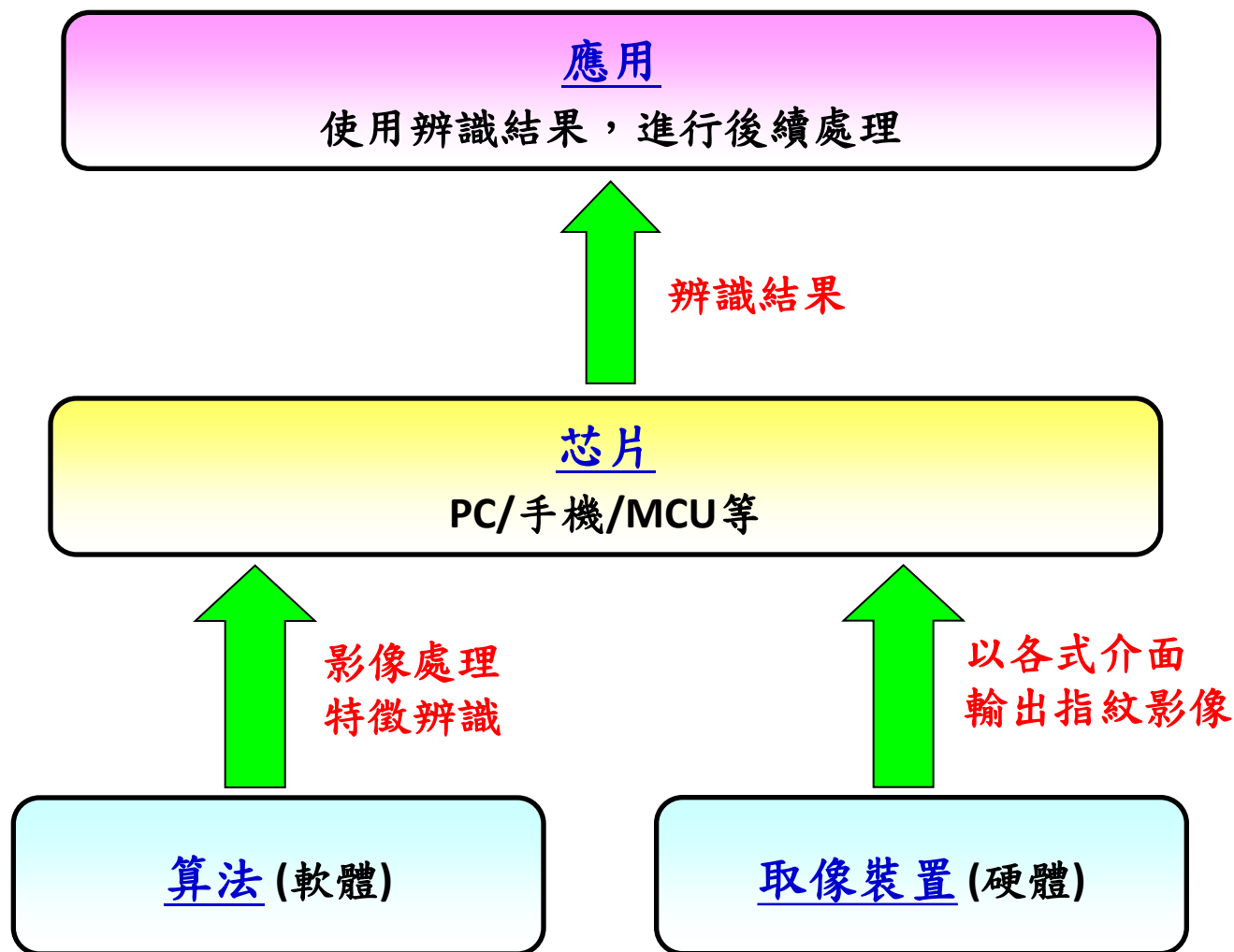
指紋特徵點

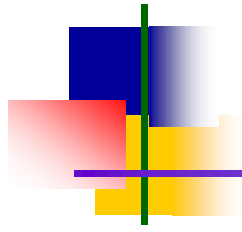
🔦 **Minutia** : X, Y, θ



將影像轉成一組特徵點後
再進行特徵點比對

辨識架構





指紋取像



取像原理

🔦 **取像裝置 (Fingerprint Sensor)**：採集一枚完整指紋影像

🔦 **取像原理**

- **光學式**: 利用 CMOS Sensor & 光學元件成像
- **晶片式**: 輕薄(厚度<2mm)但ESD偏弱，且成本相對高
 - **電容式**: 市場主流，包括Authentec、FPC、Validity、神盾、映智等
 - **電場式**: 號稱可取真皮層，早期Authentec面型
 - **壓感式**: 壓力不均時成像有問題，只剩JP Sensor
 - **熱感式**: 季節溫差大有使用問題，早期Atmel，現在只有NEXT



光學式



晶片式

取像方式

💡 面型按壓

- 無須接圖，整張影像輸出，扭曲度小
- 使用簡單，且可支援360°按壓
- 尺寸相對大、且成本及功耗相對高

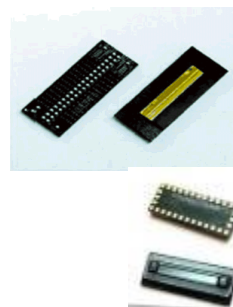
💡 線性滑動

- 早期有光學式，現皆為電容式，手指滑動後採用接圖方式完成，扭曲度大
- 須學習使用，滑動速度影響比對結果，只能小角度單向滑動
- 尺寸小、且成本及功耗低

面型



線性



影像規格

🔦 影像畫質 (FBI標準)

- 解析度: 為500DPI
- 扭曲度: $\pm 1\%$
- 取像面積: 大於12mm x 16mm
- 均勻度及對比度等都有標準

🔦 市場規格

- 商用或政府部門多以FBI標準訂定
- 民用則依技術及需求自訂規格
 - 光學面型: 多為500DPI, 梯型失真
 - 晶片大面型: 多為360~380DPI
 - 晶片小面型: 多為500DPI, 但面積小
 - 晶片線性: 橫向500DPI, 縱向依滑動速度而定



Optical "V300"
CrossMatch (FBI標準)

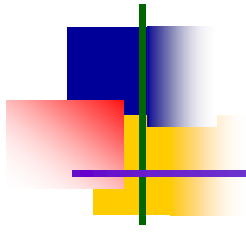


Optical Sensor
"U.are.U 4000" 梯形失真

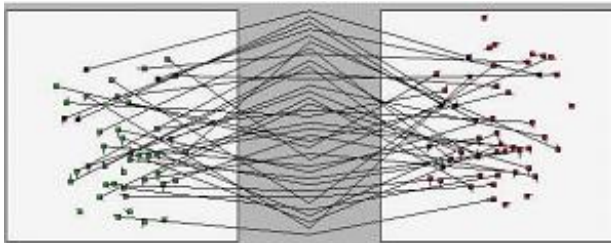


Thermal sensor
Atmel (接圖失真)





辨識步驟





辨識步驟

🔦 取像 (Capture)

- 解析度 (DPI)
- 影像品質
- 乾濕手指

🔦 建檔 (Enroll)

- 建檔等級
- 建檔特徵 (Template)

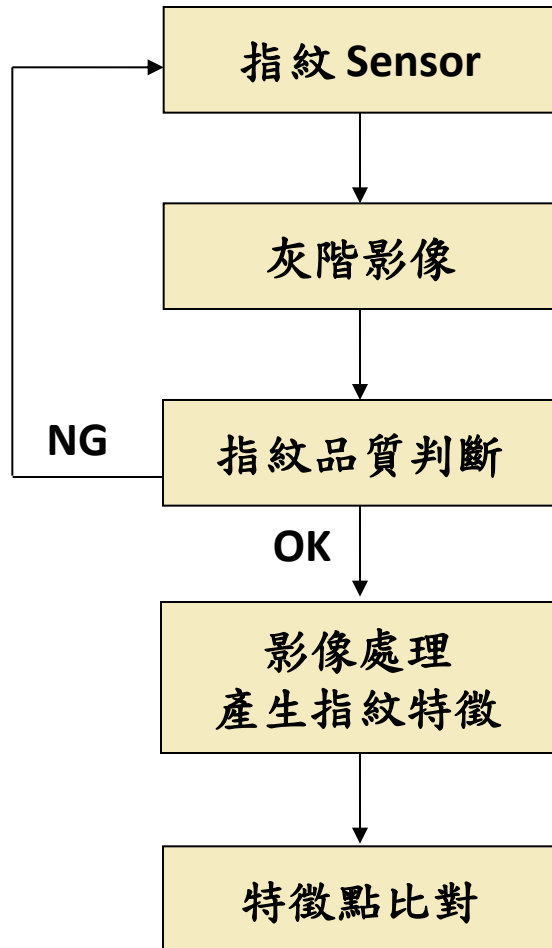
🔦 特徵抽取 (Template)

- 影像處理
- 特徵抽取
- 原始特徵

🔦 比對 (Match)

- 1:1 (Verify)
- 1:N (Identify)
- FAR & FRR

辨識流程



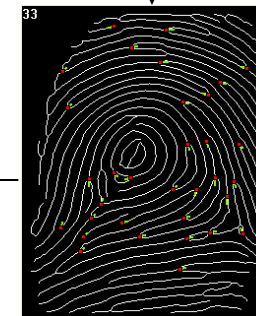
灰階影像



二值化影像



細線化影像



特徵點抽取
三叉點與端點
X, Y, θ

Raw Template



特徵抽取

✪ 特徵點並非穩定，易受外在影響

— 扭曲度

- 相對座標不固定

— 擺放位置(位移及旋轉)

- 重疊區域不固定

— 乾濕

- 影像畫質差

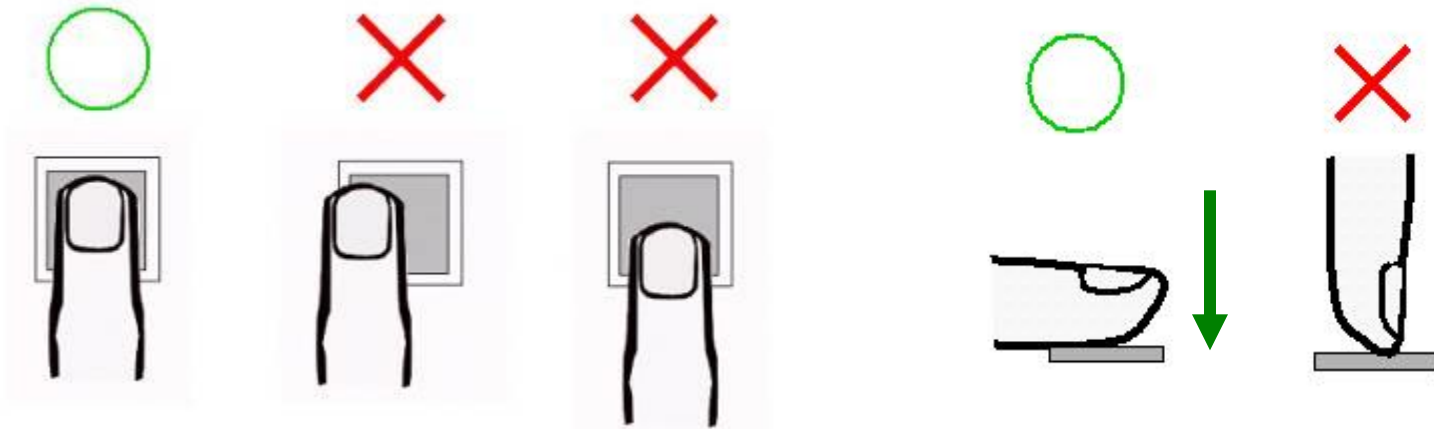
— 手指軟性

- 按壓輕重程度會造成相對座標不固定

— DPI & 對比度

- 影像清晰度決定紋線分離程度
- 特別是女人與小孩手指紋線較細

取像-擺放方式



擺放手指的正確方式

💡 為何需要按壓?

- 為了取得**更大有效面積** (手指呈弧形而取像面是平的)
- 為了讓手指**更緊密貼合取像面**，以便取得更清晰影像

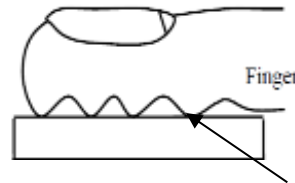
💡 為何需要擺放位置?

- 為了取得**足夠重疊區域**

取像 - 乾濕手指

正常手指

手指油潤
影像對比相對清晰
特徵點穩定

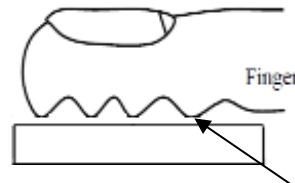


油脂讓紋線與表面貼合



偏乾手指

老人或冬天常見
影像偏亮, 紋線不連續
特徵點訊息不穩定
需更重按壓或摩擦手指

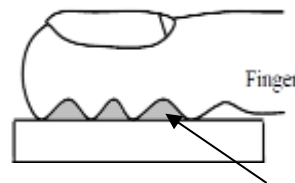


缺油脂，紋線與表面只剩空氣介質



偏濕手指

手汗常見
影像偏暗, 紋線重疊
特徵點訊息不穩定
需擦拭水份

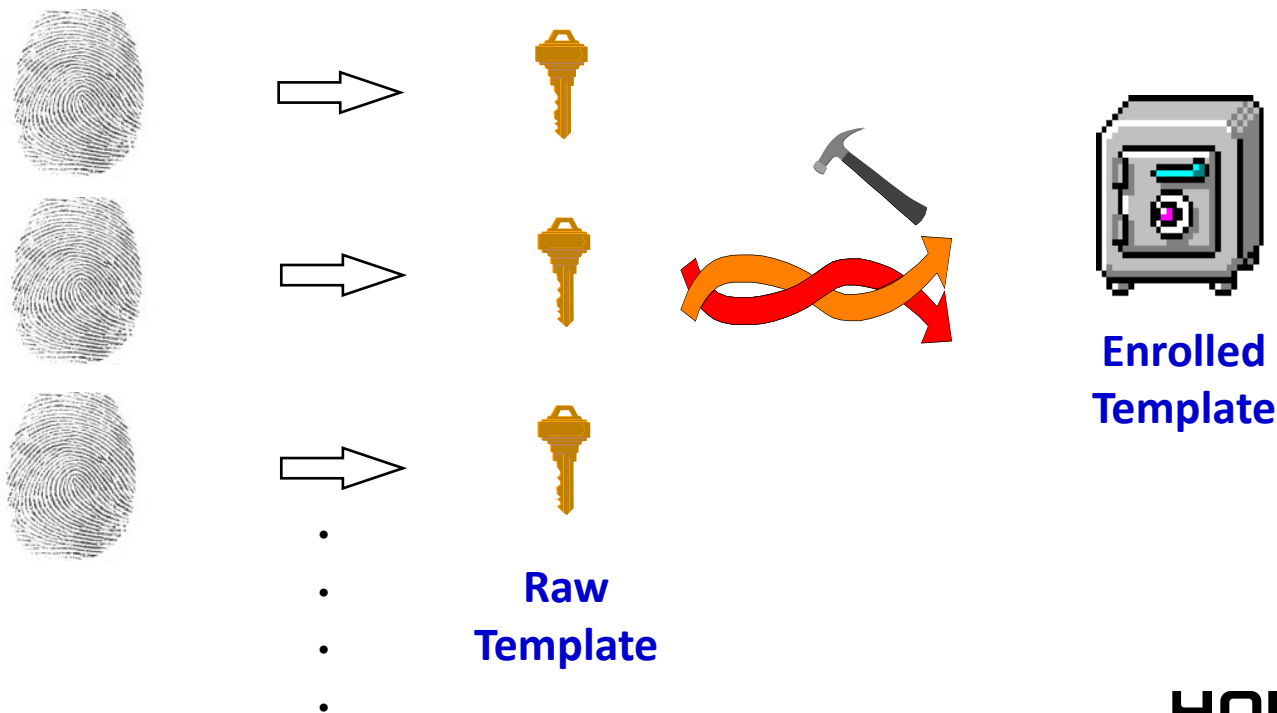


紋線與表面充滿水介質



建檔

- ✪ 3~5組指紋特徵經過交互比對計算產出，最終產出**建檔等級**與**建檔特徵點**
- ✪ 建檔不儲存影像，特徵點即可代表該指紋，且經過加密並**無法還原成影像**
- ✪ 政府及金融應用一般多要求**ISO-19794-2格式**





建檔 – 建檔等級

💡 建檔等級(Enrolled Quality)

- 區分為四個等級: Class A~D
- 建檔過程中，數枚指紋的學習結果
- 每枚指紋特徵穩定度
- 每枚指紋之間相似度
- 未來進行比對的難易度

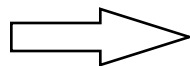
比對 - 1

💡 實時比對(On-Line)

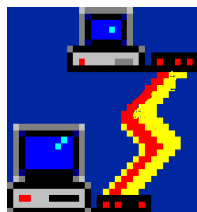


Local DB

💡 後台比對(Off-Line)



Network



Server DB

比對 - 2

💡 特徵點(Minutia)

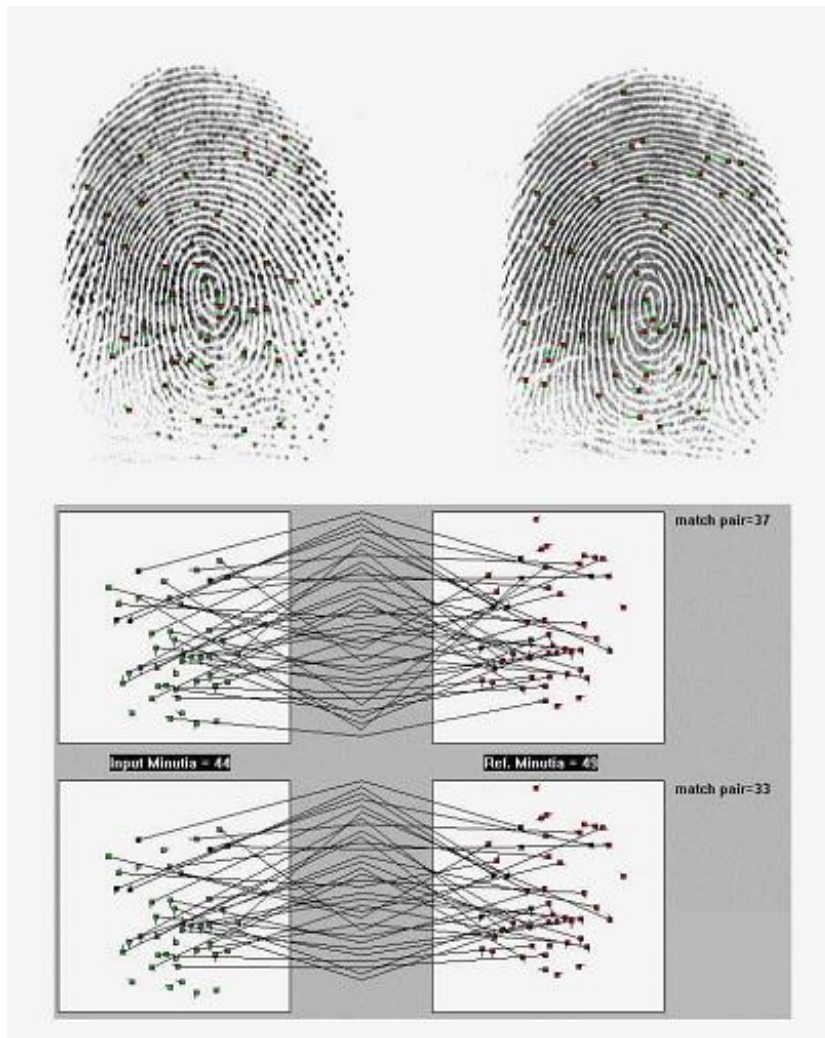
- 種類
 - 端點
 - 分叉點
- 參數
 - X, Y, θ

💡 原始特徵 (Raw Template)

- 一枚指紋的特徵點集合

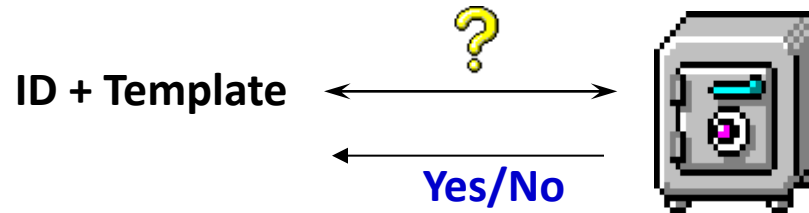
💡 建檔特徵 (Enrolled Template)

- 經過建檔程序，數枚指紋結合而成的特徵點集合



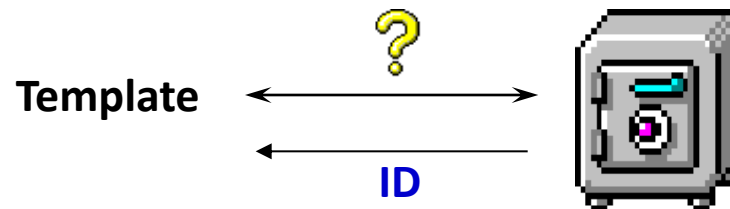
比對 - 3

💡 Verify



- 1:1 比對
- 比對原始特徵(Raw Template)和特定ID之建檔特徵(Enrolled Template)，並判定是否相似
- 確認**你是你 (You are You)**

💡 Identify



- 1:N比對
- 需要自動分類及高階快速比對算法
- 搜尋資料庫，找出和原始特徵相似度最高之建檔特徵，並傳回ID
- 找出**你是誰(Who are You)**

FAR & FRR - 1

💡 FAR (False Acceptance Rate, 錯誤接受率)

- 將不合法使用者誤認為合法使用者的機率
- 代表**安全程度**, 數值越低表示越安全
 - FAR 1 = 0.01% 代表 (誤闖機率為萬分之一)
 - FAR 2 = 0.001% 代表 (誤闖機率為十萬分之一)
 - FAR 2 < FAR1 則 FAR 2 **比較安全, 不易誤闖**

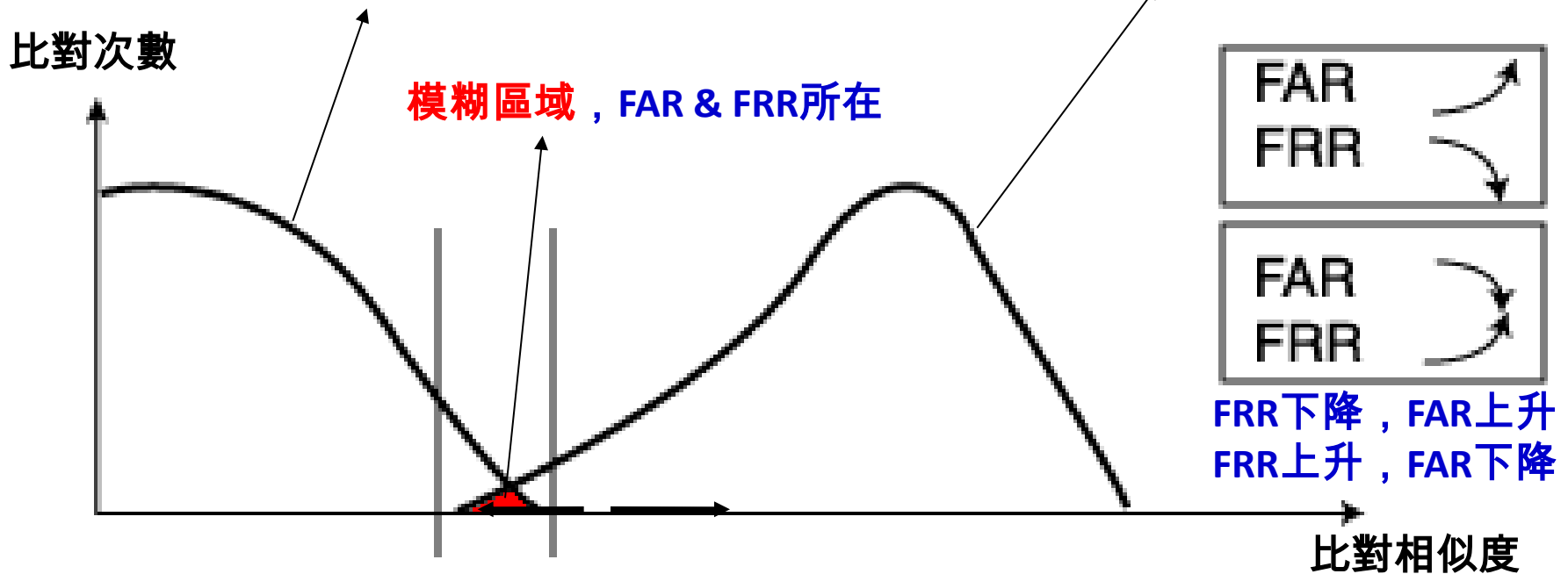
💡 FRR (False Rejection Rate, 錯誤拒絕率)

- 將合法使用者誤判為不合法使用者的機率
- 代表**便利程度**, 數值越低表示越方便使用
 - FRR 1 = 3% (每33次錯誤拒絕一次)
 - FRR 2 = 1% (每100次錯誤拒絕一次)
 - FRR 2 < FRR1 則 FRR 2 **比較方便, 較好使用**

FAR & FRR - 2

不同手指比對曲線，
大致分佈於低相似度區域

相同手指比對曲線，
大致分佈於高相似度區域

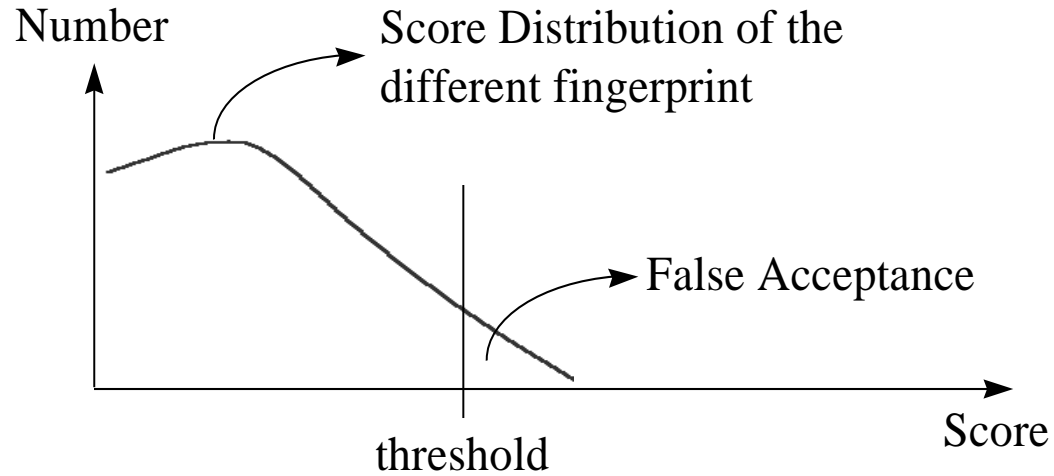


調低相似度Threshold：FAR上升(安全性降)，FRR下降(便利性升)

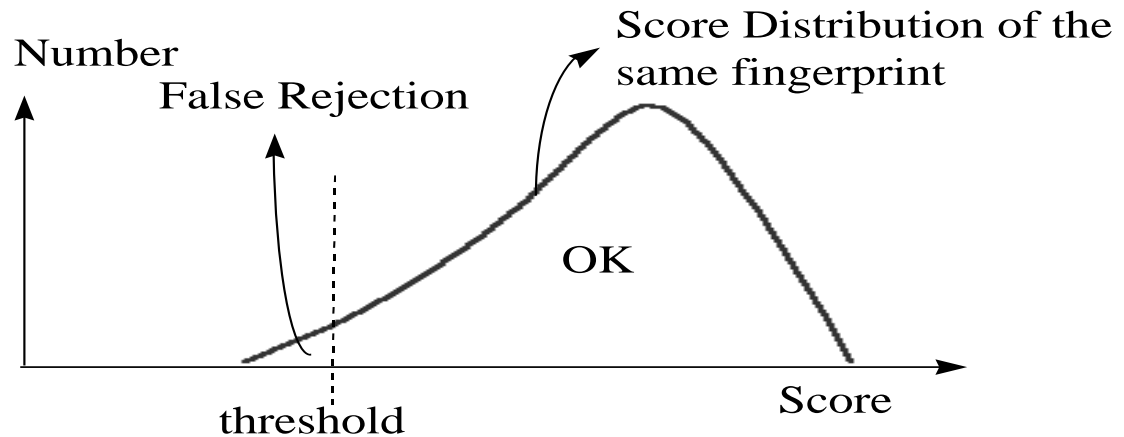
調高相似度Threshold：FAR下降(安全性升)，FRR上升(便利性降)

FAR & FRR - 3

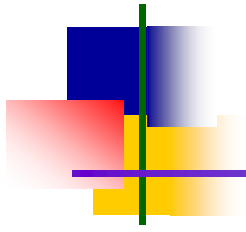
FAR



FRR



Characteristic Curve of a fingerprint



The End