

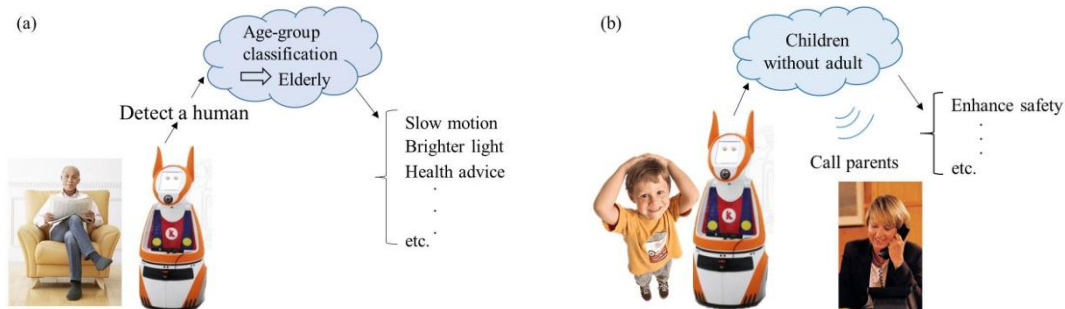
計畫名稱 基於外觀影像的年齡辨識系統

摘要：

許多現代產業應用都需要年齡辨識這項功能，例如：影像監視系統、法醫辨認、菸酒自動販賣機、顧客群分析等等。因此我們提出了一套方法，使用人臉影像資訊的年齡辨識系統，並應用在人機互動上。在影像預處理之後，我們使用了機器學習中的支持向量機來訓練我們的年齡人臉資料庫。我們的資料庫來自 FG-NET 以及 MORPH，透過混和兩個資料庫來增加樣本的複雜性，以增加辨識難度。另一方面為了增加辨識的正確性，我們同時使用了線性核及高斯核來訓練我們的樣本，並在最後使用統計學的 F1 方來來做最後的決策。我們系統在男性年齡的辨識率達到 95%；在女性的部分達到了 97%。以目前的市場需求來看，有許多應用情境都需要年齡辨識這項功能，透過年齡辨識系統，使用者可以得到更有價值的商業資訊，例如監視系統透過年齡辨識的結果，可以分析特定時段各種年齡層顧客的分布情形，有了這樣的情報企業便可以在特定時段針對特定族群做最有效的行銷。

研究的問題所在及研究動機

隨著時光的流逝，歲月都會不留情地在臉上留下痕跡，造成明顯可以辨認的年齡特徵。且不論男女老幼，所有的人都盡力想要避免歲月的侵蝕，讓自己永遠保有青春的容貌，以期待在他人眼中展現最美好的一面。

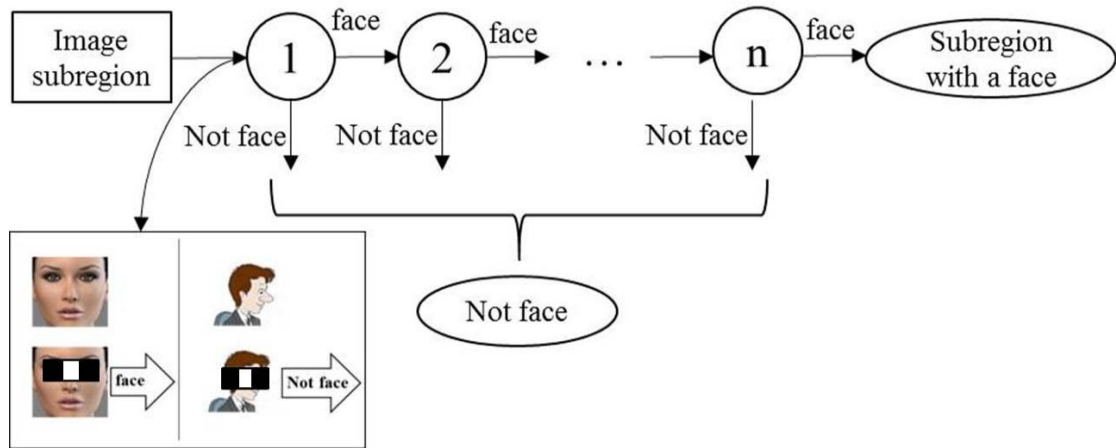


應用情境: (a) 年長者 (b) 小孩

在許多最新的科技應用中都有使用到年齡辨識的功能，例如監視系統可以隨時了解使用者年齡層、香菸販賣機可藉由此功能來偵測目前購買的顧客是否符合法定購買年齡，以避免未成年人購買香菸或酒。在此我們提出一套系統用來判斷使用者的年齡層，藉由攝影機取得使用者的臉部外觀影像，進而分析使用者的年齡落在哪個範圍。

技術研究方法及創新性

首先我們使用 Adaboost 演算法來偵測畫面中的人臉，Adaboost 是一種串聯式的分類器，透過串連許多的弱分類器來得到最後正確的結果，其中每個弱分類器都代表了一個人臉的特徵，舉例來說，向是左右對稱就是人臉的一項重要特徵。只有通過了所有的弱分類器，才能辨識為正確。

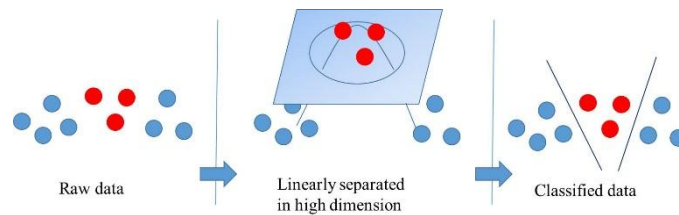
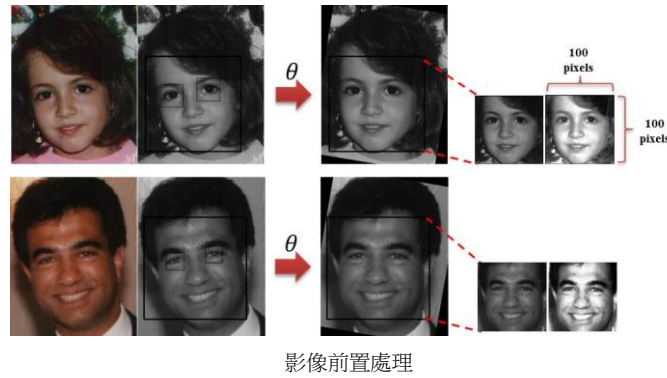


在這裡我們使用了哈爾特徵來作為我們的弱分類器，這是由於我們臉部的明顯特徵適合使用哈爾特徵來判斷，例如總是有兩隻眼睛、鼻子與嘴巴的相對位置總是在正面而且是固定的、左右等秤等諸如此類。基於這些自然限制，我們可以在一般的人臉上看到明顯的哈爾特徵。



哈爾特徵範例

接著使用影像算法來增強影像的對比及清晰度，以利後續年齡偵測演算法的進行，適當的前處理能增加年齡算法的正確性，例如轉正圖片與正規化。在我們偵測到雙眼後，我們會將臉部圖片旋轉 θ 角，此角度即為雙眼連線與水平線的夾角，如此一來可以得到一張正臉。



支持向量機：將資料投影到高維空間

在對人臉資料做了前處理之後，我們使用機器學習方法中的「主動向量機」來訓練我們的資料。其中我們的資料庫來源是 FG-NET 與 MORPH，藉由這兩個資料庫的高複雜度來增加系統驗證的難度。為了達到較高與較準確的辨識結果，我們在訓練資料的時後分別使用了兩種核來做資料訓練，分別是線性核以及高斯核。然後在後續的判斷過程中藉由統計學的 F1 方法來決定決策過程中兩種核的權重，以產出最後的決定。

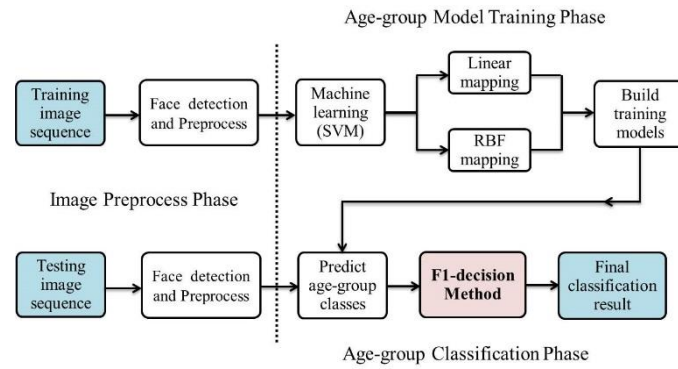
判斷的過程為，當有一筆新資料進來時都會去比對每個訓練好的模型，主動向量機會決定該筆資料屬於哪一個年齡層的模式，也就是最合適的預測結果。該判斷的數學式如下：

$$f(x) = y_i b_i k(x, x_i) + b_0 \quad \forall i$$

x_i 為訓練資料， y_i 為 x_i 資料的相關性， b_i 為權重向量， b_0 為偏移量。 $k(x, x)$ 為核函數，核函數分為線性核與非線性核，例如我們所使用的高斯核就是一種非線性核。核的作用在於能將資料投影到更高維的空間去，一些在低維空間找不到合適分割的情況下，在高維空間或許能找到合適的解果。我們所使用的線性核與高斯核的數學表示如下：

$$\text{線性核: } k(x_i, x_j) = x_i^T x_j$$

$$\text{高斯核: } k(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2), \gamma > 0$$



年齡分辨系統流程圖

預期研究成果

實驗結果顯示我們的系統在男性的辨識結果達到 97% 且女性的辨識結果達到 95%，這顯示了我們的系統用在人機互動的情境下是沒有問題的，在大多的情況下都可以正確地辨識出對象的年齡為何。

Female	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60up
	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C0	21	7	0	0	0	0	0
C1	5	23	1	0	0	0	0
C2	0	2	21	4	4	1	0
C3	0	0	1	35	0	0	0
C4	0	0	1	1	32	0	0
C5	0	0	0	2	3	9	0
C6	0	0	0	0	0	0	6

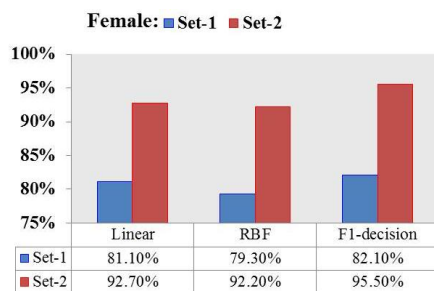
表 I Confusion matrix of 7 組年齡層女性分類結果

Male	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60up
	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C0	34	4	1	0	0	0	0
C1	4	24	3	1	0	0	0
C2	0	9	17	7	0	0	0
C3	0	0	3	25	4	1	0
C4	0	0	0	1	32	1	0
C5	0	0	0	1	2	17	0
C6	0	0	0	0	1	3	10

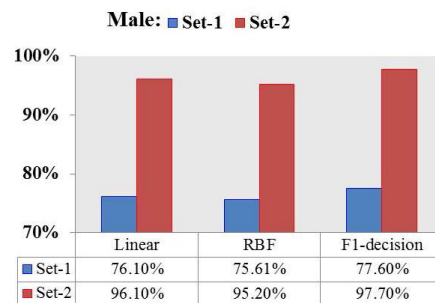
表 II Confusion matrix of 7 組年齡層男性分類結果

分類結果如表 I 與表 II 所示，表 I 為女性分類結果，表 II 則為男性的分類結果，最左邊的行表示正確的年齡所屬族群結果，第二列則表示為該測試樣本判斷出來的結果為何。在這裡我們使用了兩種不同的考慮方式來表達判斷結果的正確性，分為集合一與集合二：集合一為藍色的部分，也就是說判斷的結果完全正確落在該年齡層中。集合一的男性判斷結果為 77.6%、女性判斷結果為 82.1%。若我們可慮到上下兩個年齡層的誤差的話，也就是 C1 的正確結果包含了 C0、C1、C2，那就是我們的集合二，在圖中紅色與藍色的部分都是。若使用集合二

表示，男性判斷結果的正確率為 97.7%、女性判斷結果則為 95.5%。我們可以藉由直方圖來得到更直覺的結果：



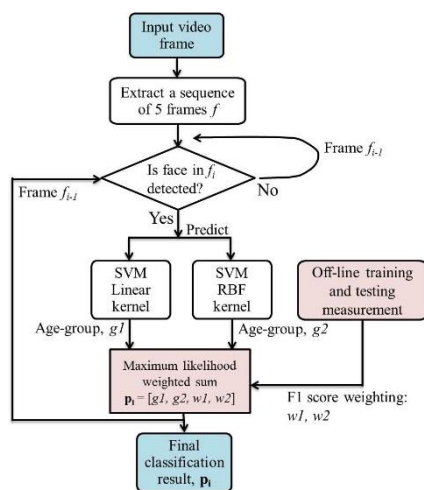
集合一與集合二的女性辨識結果



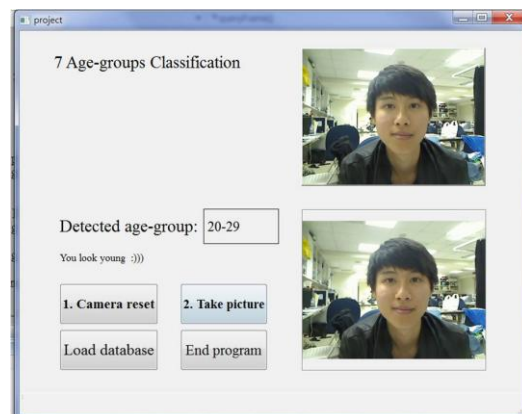
集合一與集合二的男性辨識結果

產業應用及其重要性

此系統可以被應用在任何配備有攝影機的機器人或電腦平台上，且以目前的市場需求來看，有許多應用情境都需要用到年齡辨識這項功能，就像前面所提過的監試問題以及菸酒的自動販賣機。

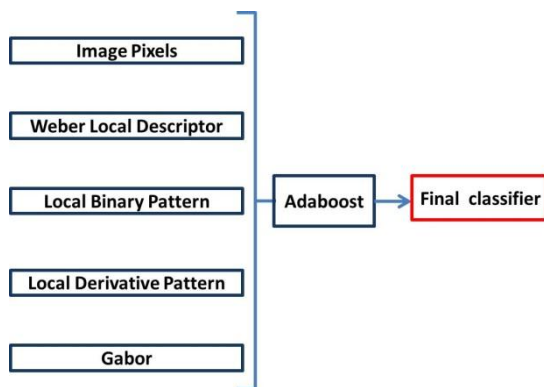


年齡辨識系統流程圖



系統範例，判斷結果為 20-29 歲的族群

而這些應用功能都可以透過年齡辨識系統來得到更有價值的商業資訊，例如監視系統透過年齡辨識的結果，可以分析特定時段各種年齡層顧客的分布情形，有了這樣的情報企業便可以在特定時段針對特定族群做最有效的行銷。另一方面，自動販賣機也可以透過我們的系統得到特定年齡層的顧客群喜歡的商品資訊。如此一來，在下個顧客光臨的時候，便可以針對特定年齡層或特定性別這樣的資訊來做推薦商品，或是展示適合的廣告。



此外，若將此年齡辨識系統與其他系統組合起來應用，例如與性別辨識系統組合，便可以產生出更強大更有市場價值的資訊。舉例來說，若我們得知機器前方是個小男孩，我們可以撥放玩具廣告、是個成年男子則則放有豔麗女模的廣告、女孩就撥放最流行的玩偶的廣告，若是成年女性不妨就展示香奈兒的香水吧！