

第二章、系統架構

本章主要在描述系統的架構，包括系統設置和系統運作的說明，而系統中各步驟的細節將分別於後面的章節中說明。

2.1 系統設置

本實驗須放置一台攝影機來拍攝駕駛者，而架設位置應選在不影響駕駛者開車，且能隨時拍攝到臉部和眼睛的地方。根據[Tak03]研究指出，駕駛者習慣在開車前調整車內的後視鏡，因此將攝影機架在後視鏡的上方，將能一起被駕駛者調整而拍攝到眼睛。這種方式的優點是當不同人駕駛同一輛車時，攝影機總能經過自行調整而照到駕駛者臉部；但缺點為拍攝的角度偏向一方，所以當駕駛者轉頭偏向另一方時，攝影機則可能照不到眼睛。

本研究將攝影機架設在方向盤的後方、儀表器的上方，以約為仰角 30 度的角度正面拍攝駕駛者，取景範圍可以包含駕駛者的頭部及肩膀。雖然駕駛者的身高可能影響取景的範圍，但是駕駛者為了保持其視線越過方向盤，其座位不會調太低，而且其頭頂最高也只到車頂的高度，因此此種取景的範圍便可以適用所有人。此方式最大的優點是當駕駛者低頭看儀表板或是轉頭看車身兩側的照後鏡，眼睛還是會在畫面中。攝影機的架設示意圖如圖 2.1 所示，而拍攝到的影像如圖 2.2 所示。

2.2 系統運作

本系統的運作流程圖如圖 2.3 所示，其中包括四個主要工作：臉部偵測 (face

detection)、眼睛偵測 (eye detection)、眼睛追蹤 (eye tracking) 和眨眼偵測 (blinking detection)。以下針對各部分介紹其主要工作，及各部分相互之間的關係。

在臉部偵測的工作方面，結合 $YCrCb$ 及 LUX 色彩空間中膚色值的可能範圍，擷取出影像中的皮膚區塊，以便找出臉部的可能範圍。由於車輛在行進中，光線變化極為頻繁，使得影像中的皮膚顏色常會激烈的變化，而取出來的皮膚區塊不夠完整 (如圖 2.4.(b))。因此我們參考影像中較不易受光線影響的「邊緣」資訊 (如圖 2.4.(c))，來修補所擷取出來的皮膚區塊，使其較為完整，實驗結果如圖 2.4.(d)。又從影像中所擷取的膚色區塊會常包含脖子部分，我們利用人臉長寬比例的標準範圍，以一個橢圓形來框出駕駛者的臉部，如圖 2.4.(e)。上述這段有關臉部偵測的細節將於第三章仔細說明。

在眼睛偵測的工作方面，由前面所偵測到的橢圓區塊中，依據眼睛在人臉中的比例位置，定義出一個扁長矩形，稱為眼睛帶，見圖 2.5 中，在膚色區塊上找出符合臉部輪廓的橢圓後，於橢圓上依一定的比例框出一個扁長矩形。由於眼睛部位的顏色與膚色並不相同，所以我們偵測眼睛帶中的非膚色區塊，以擷取出可能的眼睛區塊。

然而，在這些非膚色區塊中，除了眼睛區塊外，可能還包括眉毛、鼻孔以及臉上的反光部分；首先利用面積的大小剔除非膚色區塊中的鼻孔部位，再利用顏色剔除臉上的反光部分，最後這些區塊就只剩下眼睛與眉毛部分，如圖 2.6 所示。由於眼睛中包含眼白與眼珠，在一眼睛區塊中會呈現兩端為白色而中間為黑色的分佈情形，這與眉毛區塊中，顏色的變化大不相同。因此我們擷取每一區塊中央線上的像點，依其亮度值繪出 histogram 圖 (如圖 2.7.(f))，由此圖可以發現，若為眼睛區塊，則會呈現兩個高峰的特徵，而眉毛

區塊則沒有，如圖 2.7.(g)。藉由上述特徵辨別眼睛與眉毛後，仍會遭遇一些困難，因為眼珠左右轉動的情況會使上述特徵消失，所以還需要數張連續影像的眼睛偵測來加強準確性。亦即當同一區塊在連續影像中一直被判定為眼睛，且在對稱的位置上亦有一區塊被判定為眼睛時，可以準確地找出駕駛者的一對眼睛，實驗結果如圖 2.8 所示。以上關於眼睛偵測的細節將於第四章說明。

在眼睛追蹤的工作方面，主要是在偵測到眼睛後，使用追蹤的方式偵測出下一張連續影像中的眼睛位置。此部分的工作面臨兩項困難：第一，由於車子在行進時，畫面的震盪會使前後影像中眼睛的位置產生變化，若震動大，則可能無法在先前偵測的眼睛周圍追蹤到目前眼睛的位置。於是在眼睛帶內搜尋，利用上一張影像中眼睛的長寬比、輪廓以及兩隻眼睛的相對位置，在下一張影像中比對出最近似的區塊。而第二個困難，則當駕駛者在眨眼時，也就是眼睛呈現閉眼狀態時，眼睛的形狀與顏色與前一畫面中的眼睛不同，無法藉比對偵測到目前眼睛的位置。於是利用已知的眼睛的輪廓邊線值與顏色值，比較下一張可能是眼睛區塊的的邊線值與顏色值，若差異值小表示追蹤到眼睛，若差異值過大則判斷駕駛者在眨眼（參考圖 2.9 所示）。此外，亦可將眼睛偵測的工作與追蹤同時進行，以便由已確定為眼睛的位置來輔助下一張影像中眼睛的偵測，拉高準確性。上述有關眼睛追蹤的細節將會在第五章中作說明。

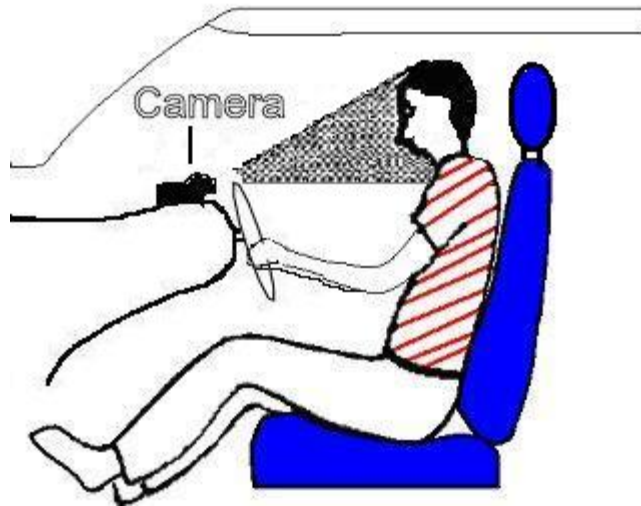


圖 2.1: 攝影機架設示意圖。攝影機位在方向盤後方、儀表器上方，以約略仰角 30 度的角度照攝駕駛者臉部及肩膀上方。

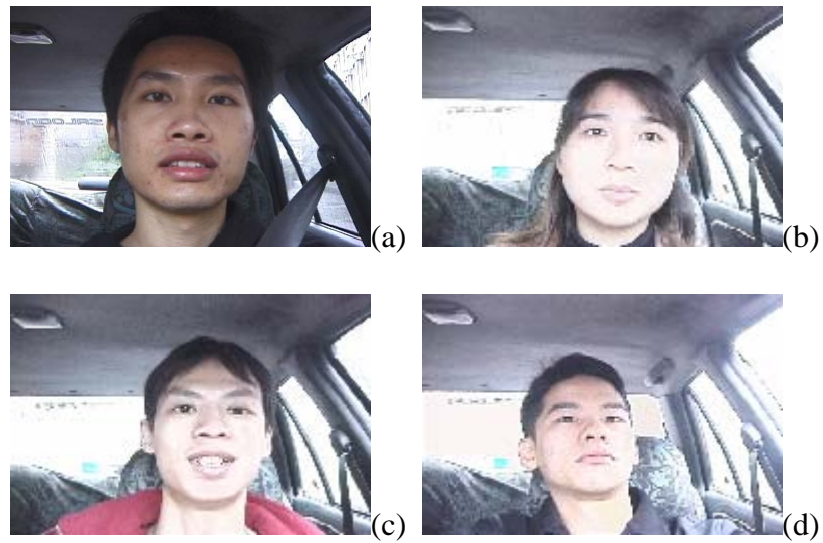


圖 2.2 系統之輸入影像。

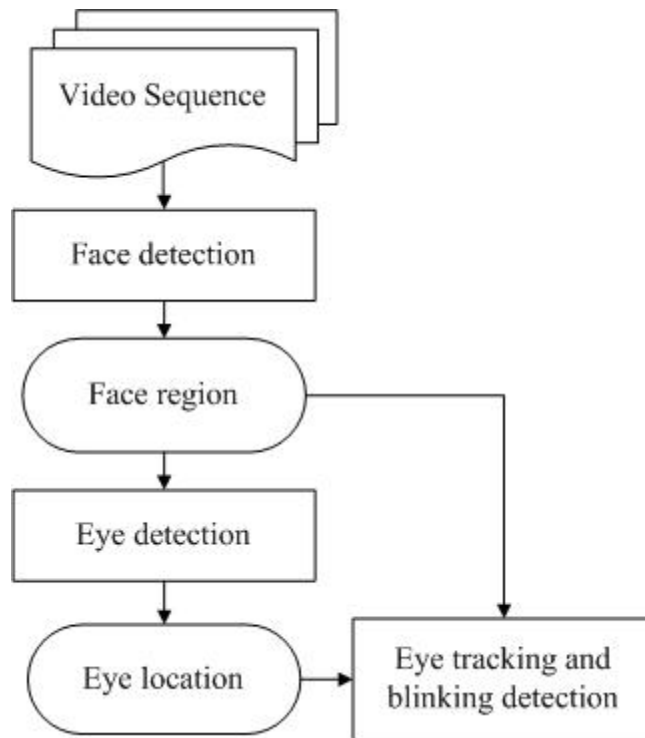


圖 2.3 駕駛者眼睛的眨眼偵測系統流程圖。

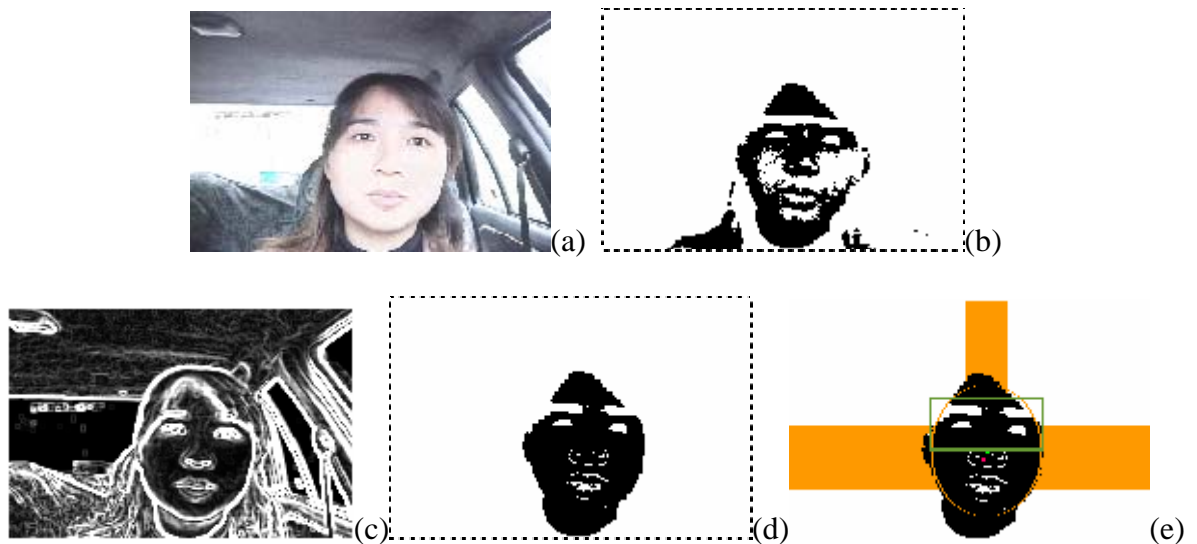


圖 2.4 膚色部分的修復資訊。(a)強光下的情況；(b)擷取的膚色部位非常破碎；(c)使用 Sobel 取出圖(a)的邊線；(d)經過修補後留下最大的連通區塊，呈現完整的臉部輪廓；(e)找出近似臉部的橢圓。

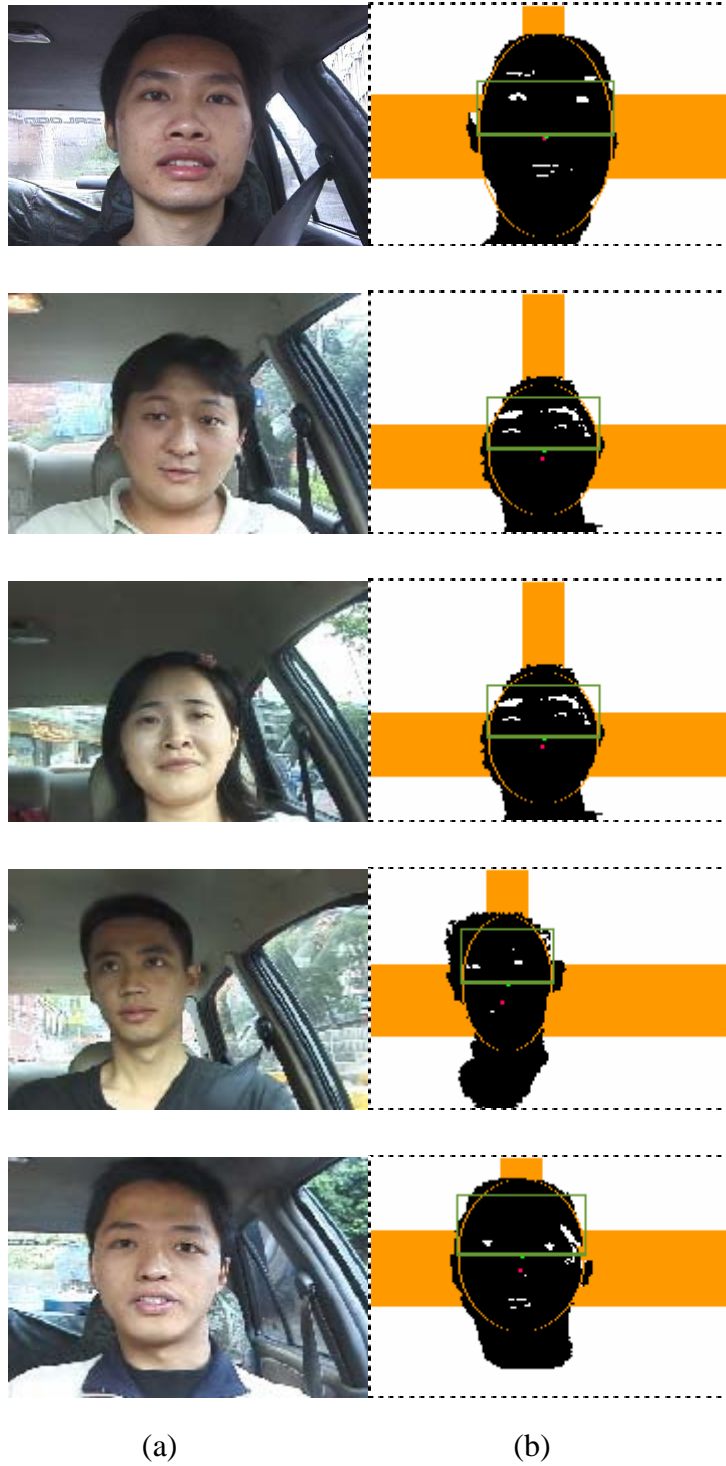


圖 2.5 影像中的膚色區域與眼睛帶示意圖。(a)影像為不同駕駛者的影像；(b)黑色區塊為其左邊影像(a)的膚色區塊，區塊上面的橢圓形為近似臉部輪廓的線條，照一比例框出一個扁長方形表示眼睛帶，眼睛必位於此範圍內。

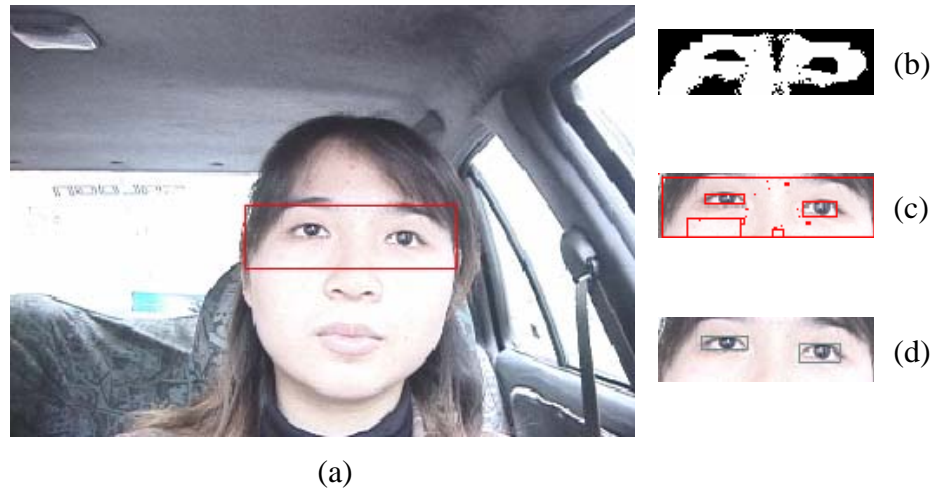


圖 2.6 在眼睛帶中偵測非膚色區塊。(a)原始輸入影像經過眼睛偵測而找出眼睛帶，以矩形表示；(b)眼睛帶中偵測非膚色的地方，以黑色表示；(c)在眼睛帶中使用矩形表示非膚色區塊的位置；(d)經過篩選選出眼睛候選者。

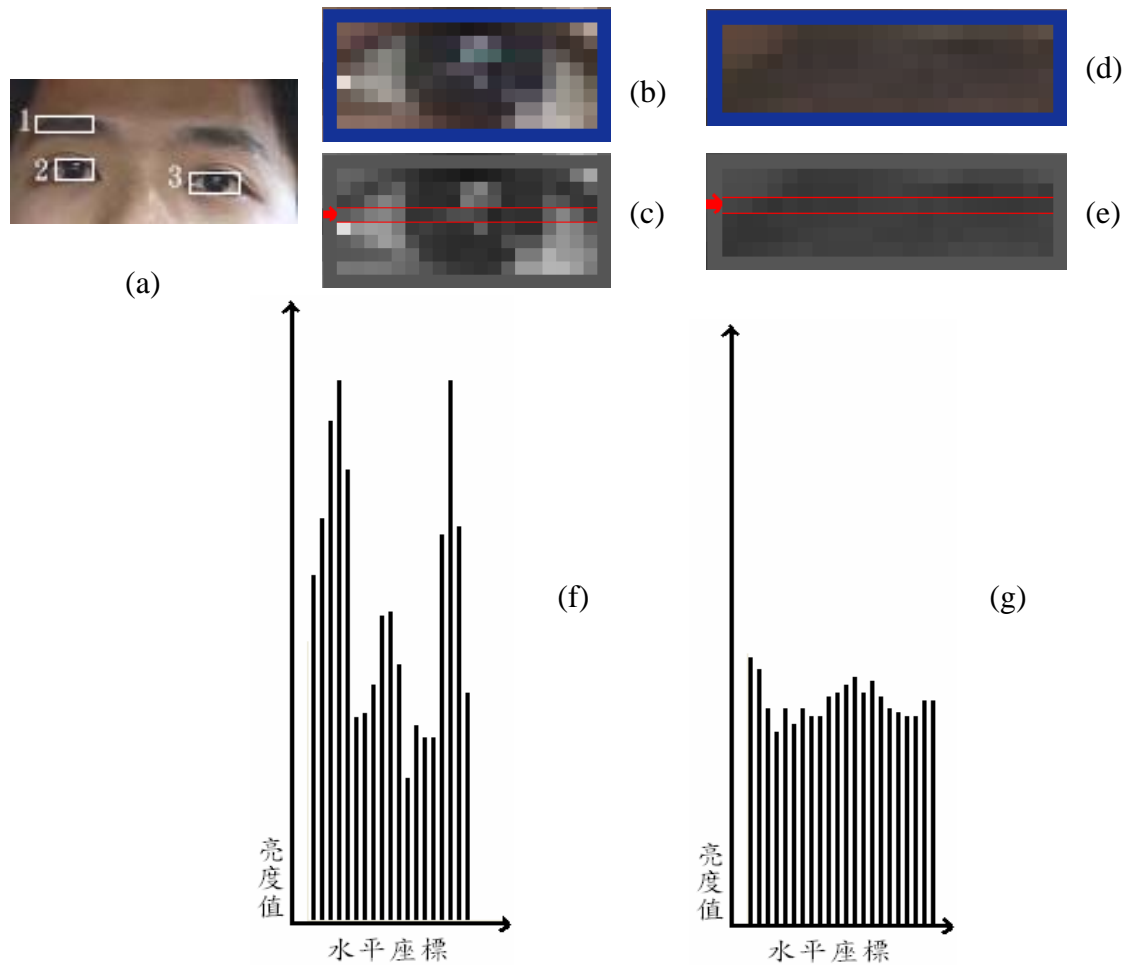


圖 2.7 眼睛與眉毛不同的特徵。(a)擷取影像中的眼睛帶，包括 3 個非膚色區塊，1 號為眉毛部分，2 和 3 號為眼睛部分，分別以矩形表示；(b)與(d)分別取自(a)中第 3 號與第 1 號非膚色區塊；(c)與(e)分別為(b)與(d)圖的亮度值，並且在非膚色區塊中間取水平線，(f)與(g)分別計算(c)與(e)中水平線的亮度值曲線。

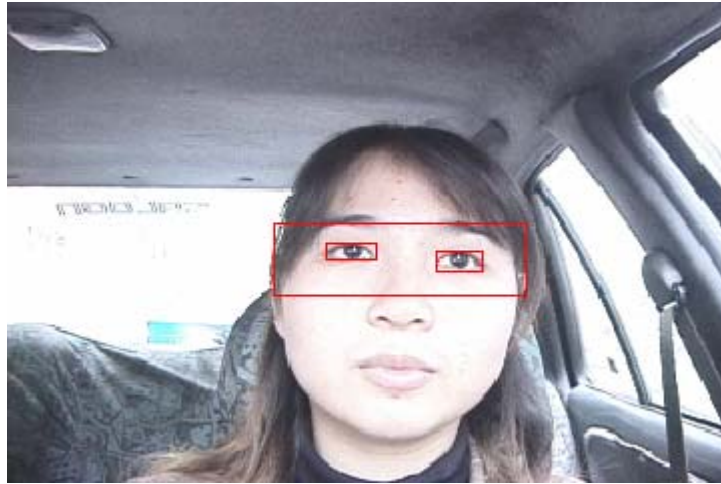


圖 2.8 在影像中偵測到成雙的眼睛，分別使用兩個小長方形框住。



圖 2.9 連續影像中偵測眨眼的實驗結果，紅色方框代表使用眼睛偵測的方法偵測出眼睛，而綠色方框則是使用眼睛追蹤的方式找到眼睛，其中用箭頭表明偵測出閉眼狀態。