

FCU



ePaper

## 逢甲大學學生報告 *ePaper*

### 以人眼辨識偵測上課是否專心

# Detection of Class Inattentiveness via Human Eye Recognition

作者：杞弘昱、林勤恩

系級：資訊二乙、資訊二丁

學號：D1090552、D1060064

開課老師：葉春秀 老師

課程名稱：多媒體系統

開課系所：資訊工程學系

開課學年：111 學年度 第 2 學期



## 中文摘要

本系統是以 Python 開發一套以學生的眼睛來判別是否專心上課的偵測程式，主要目的是希望能夠有效掌控學生在課堂上有專心上課。這個程式將透過提供學生若有出現不專心的狀況時，將會即時拍攝其照片並傳送至授課教師，協助監督學生的上課狀態，同時提高學生的學習成果。在這個程式中，我們利用了 Webcam 的攝影功能和數種 Python 影像辨識套件，包括 OpenCV 和 dlib 等，來追蹤學生眼睛的位置，並分析瞳孔與頭部的相對移動幅度和頻率，從而評估學生的專心程度。同時，本系統還加入了簡易的防偽機制，以防範常見的相片攻擊(Photo Attack)和俗稱「貼假眼睛」的化妝攻擊(Makeup Attack)，來確保程式準確又可靠。經過實測，本系統的程式能夠有效偵測學生的不專心狀態及方法，並提供準確的分心相片紀錄給教授作為參考。本系統程式的應用範圍非常廣泛，可以靈活運用於任何具備 webcam 的電腦裝置，並且特別適用於大學電腦教室中，進而達到促進學生學習成果的目的。

**關鍵字：分心偵測、影像分割、影像辨識、瞳孔移動**

## Abstract

This report aims to develop a Python program objectively assess students' concentration levels to solve student distraction problems in Taiwanese university classrooms. The program assists in monitoring students' engagement during class by providing professors with photographic records of students' distracted moments while enhancing students' learning outcomes. In this program, we leverage the webcam functionality and various Python image recognition libraries such as OpenCV and dlib to track the position of students' eyes. We analyze the relative movements and frequencies of the pupils and head to evaluate students' level of concentration. Additionally, we have implemented a simple anti-fraud mechanism to prevent common photo attacks and makeup attacks through eye stickers, ensuring the reliability and accuracy of the program. Through several testing, our program effectively detects students' states of distraction and provides accurate photographic records for professors as references. The application scope of this program is highly versatile since it can be creatively used on any computer with a webcam, particularly in computer classrooms, thereby promoting students' learning outcomes.

**Keywords : Inattentiveness Detection, Image Segmentation,  
Image Recognition, Pupil movement**

## 目 次

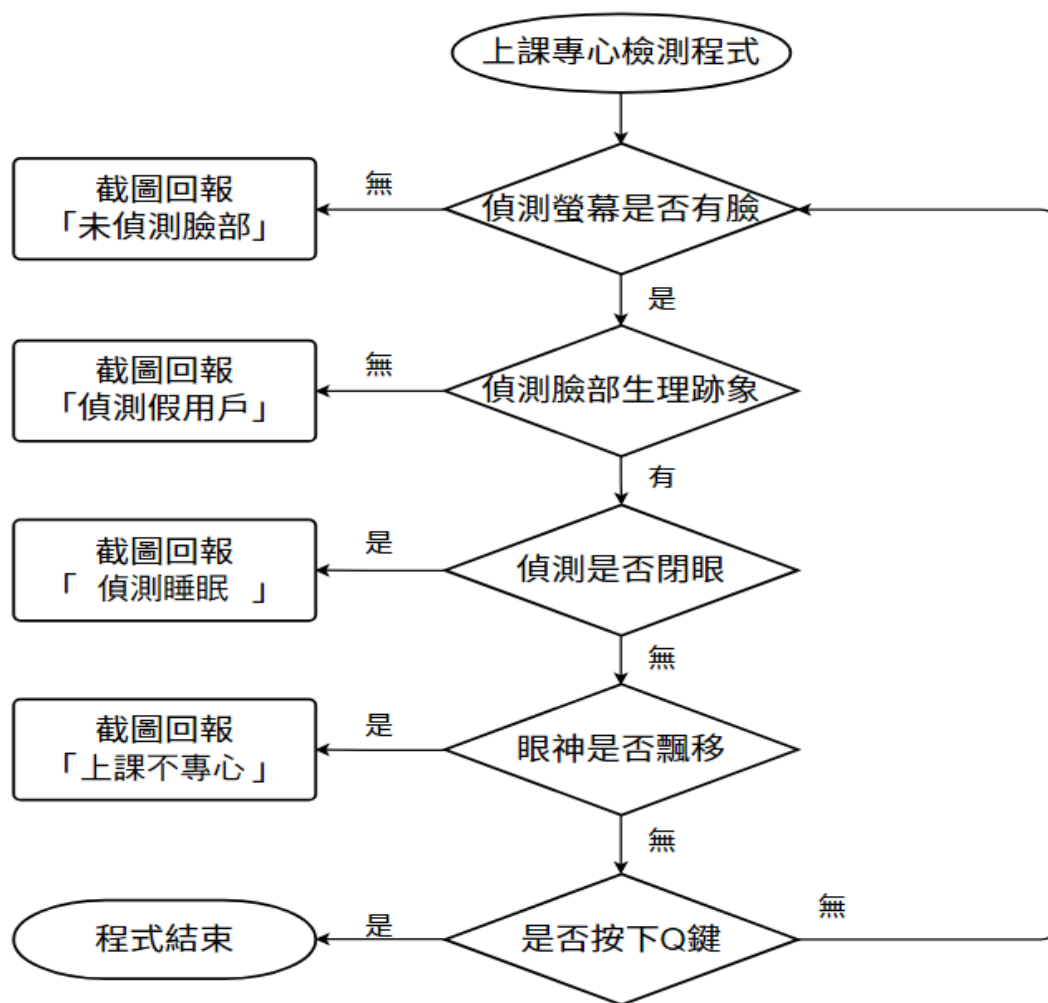
一、前言：	4
二、系統研究技術	6
(一) 人眼偵測	6
(二) 轉頭與遮擋面部偵測	7
(三) 睡眠偵測	7
(四) 防偽機制	8
(五) 瞳孔偵測	8
(六) 分心偵測機制	9
三、系統執行結果	10
(一) 防偽機制	10
(二) 睡眠偵測	10
(三) 轉頭與遮擋面部偵測	11
(四) 瞳孔偵測	11
(五) 分心偵測機制	12
四、結論	13
五、參考與引用資料	14

## 一、前言：

在台灣的大學課堂中，常常出現台上的教授全心投入地講解重要的課程內容，而台下的學生卻不專心聆聽、分神滑手機，甚至是打瞌睡的狀況；這些行為不僅會直接影響到學生們的學習成果、對台上授課的教授不尊重，還浪費了寶貴的學習機會。因此，在進行本系統之前，本團隊思考出以下的問題：是否有程式能夠從客觀角度來評估學生的專心程度，並在分心時紀錄當時狀況給教授參考，來促進他們的學習成果？經過一番調查後，本系統透過 Webcam 攝影功能，並應用多個影像辨識的 Python 套件，如 OpenCV、dlib 等，分析鏡頭前的學生專注程度。

故，我們設計出一套以臉部眼球瞳孔來偵測判斷學生是否有呈現不專心之狀態，利用系統的提醒以提高學生的學習效度。首先，本系統透過臉部辨識技術 (Facial recognition) 找出學生的臉部位置，並追蹤學生的眼睛位置。接著，通過分析瞳孔與頭部的相對移動幅度及頻率，來判定學生的專心程度。並且，為了確保系統的可靠性，本系統還引入了簡易的防偽機制，以防範常見的攻擊手段，例如相片攻擊 (Photo Attack) 和俗稱「貼假眼睛」的化妝攻擊 (Makeup Attack) 等。經過本系統的研究和系統實作結果，成功地開發出一個能夠客觀評估學生專心程度的系統。(如圖一)

本系統的程式可以準確地辨識學生的臉部和眼睛位置，並進一步分析瞳孔和頭部的移動情況來評估專心程度。本系統的防偽機制也能有效地避免常見的攻擊手段對系統造成的干擾。本系統的程式能讓教授了解學生在課堂上的專心情況，並根據評估結果進行相應的教學調整，提高學生的學習成果。同時，本系統的程式能有效偵測學生不專心的狀態，並提供準確的分心相片紀錄給教授參考；本程式可靈活運用於任何有架設 webcam 的電腦裝置，應用於大學課堂中促進學生的學習成果。



圖一：系統功能流程

## 二、系統研究技術

本系統主要包含了人臉偵測的 dlib 套件。Dlib 是由美國麻省理工學院的科學家 Davis E. King 開發，是用來提供人臉檢測、人臉識別、臉部關鍵點檢測、圖像分割、形狀預測、特徵嵌入等功能的 C++ 函式庫，而本系統採用的是 dlib 的 Python 版本。其使用前必須完裝安裝此套作，安裝之環境要求必需為至少 Python 3.6 版以上，並運用 python 中安裝的套件 pip 來進行安裝，安裝指令為 `pip install dlib`。

針對 dlib 之套件應用於人臉之偵測上，其相關的應用概念與技術說明如下：

### (一) 人眼偵測

首先，dlib 函式庫會對輸入的畫面進行人臉偵測，並檢查畫面中是否出現人臉。當偵測到人臉後，dlib 函式庫開始標定該臉部的特徵點[1]。這些特徵點通常包括眼睛、嘴巴、鼻子等重要部位。通過這些特徵點的定位，dlib 函式庫可以準確地識別人臉的位置和形狀。

接著，在得到特徵點的基礎上，本系統專注於眼睛部分。我們從接收到的特徵點中提取出眼眶周圍的六個特徵點，這些特徵點包括眼睛的上、下眼瞼以及眼角的位置。通過這些特徵點的位置和相對關係，進而能夠準確地定位眼睛的位置和形狀，下方的綠點即為眼睛的六個特徵點，透過眼眶周圍的六個特徵點位置，準確地計算其中心點，紅點為眼睛的中心。(如圖二)

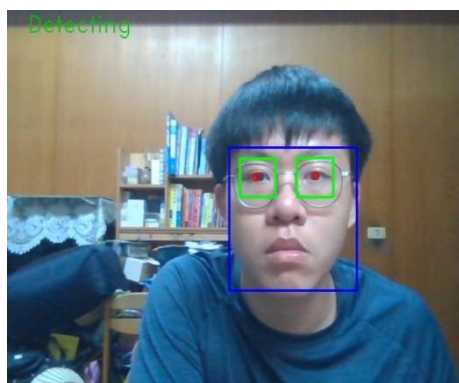


圖二:人眼輪廓與中心

透過 dlib 函式庫的眼睛偵測功能，我們可以獲得精確的眼睛位置，並用於後續的專心程度評估。

## (二) 轉頭與遮擋面部偵測

本系統的系統考慮了一些偵測對象的特殊情況，例如當偵測對象轉頭或拿東西遮擋臉部。在這些情況下，dlib 並沒辦法從影像中完整偵測到偵測對象的臉部特徵點。當連續一段時間內系統無法偵測到完整人臉時，系統會警告偵測對象無法偵測到其臉部，藉此提醒偵測對象調整姿勢或移除遮擋物，以便系統能夠正確地偵測他們的臉部，進而判斷偵測對象是否上課認真。(如圖三、圖四)



圖三：偵測中



圖四：未偵測到

## (三) 睡眠偵測

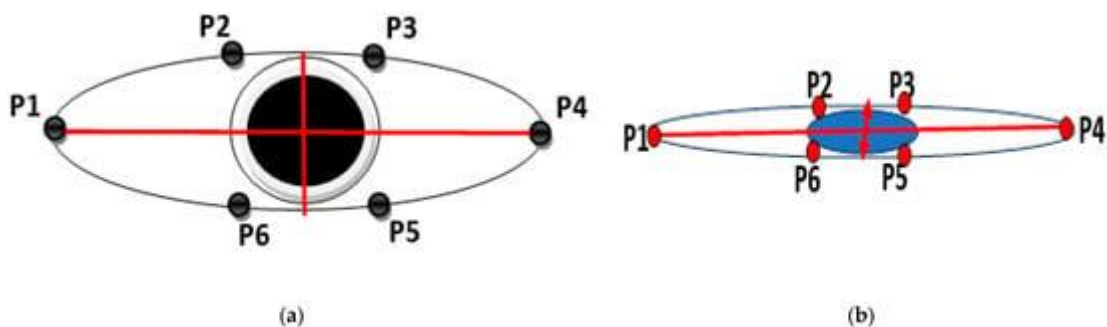
本系統透過計算眼睛特徵點之間的眼部長寬比值 (Eye Aspect Ratio) 來判斷偵測對象是否在睡覺，眼部長寬比值 (Eye Aspect Ratio) 是判斷偵測對象是否正在睡覺的一種方法。這種方法是透過眼部特徵點的位置來計算眼部長寬比值進而評估眼睛的開合程度，而當長寬比值超過固定的閾值就代表眼睛閉合。

首先，利用 Dlib 的人臉辨識功能來獲取用戶的眼部特徵點。這些特徵點分別為眼睛的內外角和上下眼瞼的位置，再透過下列的公式來計算：

$$EAR = \frac{|p_2 - p_6| + |p_3 - p_5|}{2|p_1 - p_4|}$$

$$AVG \ EAR = \frac{1}{2} (EAR_{Left} + EAR_{Right})$$





圖五 眼部特徵點示意圖

圖五(a)睜眼和圖五(b)閉眼的示意圖及特徵點位置 (P1、P2、P3、P4、P5、P6)

EAR 公式如上，其中 P1 至 P6 代表眼睛的特徵點。P2、P3、P5 和 P6 被用來測量眼睛的高度，而 P1 和 P4 被用來測量眼睛的寬度。當眼睛閉上時，EAR 值迅速下降到幾乎為零，若眼睛打開時，EAR 值將保持不變。

為了辨識偵測對象是否正在睡覺，我們需要設定一個閾值。這個閾值是根據 Dewi 等人[2]的實驗數據而定。

若偵測對象的 EAR 長時間都低於閾值，則視為該偵測對象正在睡覺；否則，則視為該偵測對象正在眨眼，而這項數值將會運用到接下來的防偽機制上。

#### (四) 防偽機制

通常不專心的學生會採用兩種方式來規避偵測，分別是放置圖片跟畫假眼睛在眼皮上。由於人臉照片跟假眼睛皆無法表現出自然的眨眼[3]，因此我們可以透過是否眨眼來判斷畫面中人眼的真假。所以本系統透過觀察偵測對象是否有在時間內眨眼，若無，則視為該偵測對象為假用戶。

#### (五) 瞳孔偵測

不同於眼球偵測，瞳孔並不定位於眼睛中央[4]。因此，本系統結合 NumPy 和 OpenCV 的功能，通過繪製遮罩、灰階處理、二極化處理、膨脹操作和輪廓檢測等步驟，來準確偵測瞳孔的確切位置。首先，先用 NumPy 創建一個與 Webcam 視窗相同尺寸的黑色遮罩。這個遮罩將用於定位眼睛區域。接下來，根據雙眼的特徵點坐標，在遮罩上繪製白色區域，這些區域將代表眼睛的位置[5]。接著將遮罩應用在 Webcam 的圖像，並標示眼睛的區域，這樣就得到了一個僅包含眼睛的圖像。(如圖六)

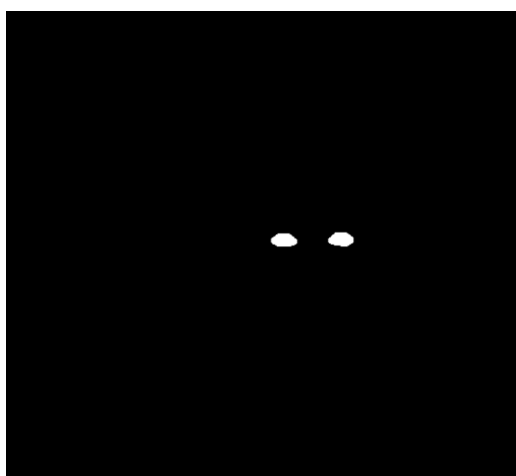
接著將眼睛圖像轉換為灰階圖片，而這是為了方便進行後續的閾值處理。閾值處理是一種將圖像二值化的方法，通過設定閾值，將圖像中的像素

分為兩種：低於閾值的像素，及高於閾值的像素，進而區分出眼睛和瞳孔。

然而，由於可能存在一些雜質或干擾，這些雜質可能會影響到瞳孔的偵測準確性。為了解決這個問題，我們使用 OpenCV 中的膨脹(Dilation)來對眼睛區域進行處理。膨脹操作可以通過將像素擴展到周圍的區域來填充空隙，從而消除小的雜質或干擾。

圖像在經過膨脹後，再利用 OpenCV 中的 `cv2.bitwise_and` 將圖像進行二值化處理。這讓瞳孔成為白色區域內的唯一黑色區塊，其他區域則保持為白色，這樣就可以更準確地定位瞳孔的位置。

最後利用 OpenCV 的 `cv2.findContours` 找到瞳孔的輪廓，並用 `cv2.moments` 計算其中心點的位置，並將它當作瞳孔的中心點。藉此偵測跟定位瞳孔。(如圖七)



圖六：影像二值化



圖七：瞳孔偵測

## (六) 分心偵測機制

本系統使用了一個關鍵的指標來評估學生的專注程度，即瞳孔中心點與眼球中心點的位置差異。瞳孔中心點的位置可以透過影像辨識技術準確地檢測和追蹤，而眼球的中心點可以通過計算眼睛特徵點的平均位置來獲得。本系統透過計算兩點之間的歐幾里得距離並透過比較這兩處的距離差，來判斷偵測對象的目光是否集中在前方目標。

歐幾里得距離公式如下：

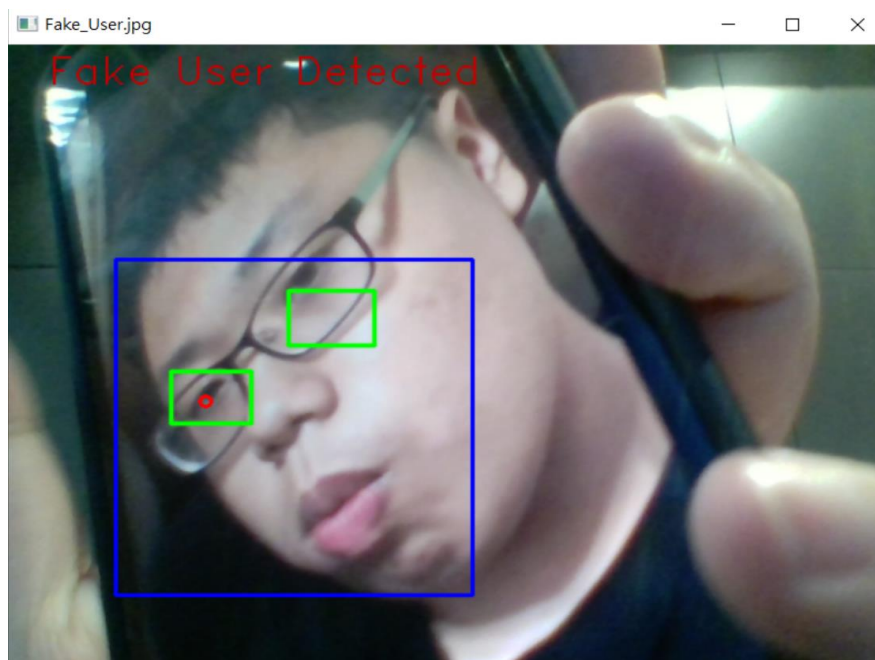
$$d(x,y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2}$$

當瞳孔中心點長期與眼球中心點相距過大時，便可以推斷使用者的注意力並未集中在目標上，這可能表明偵測對象在課堂上分心、注意力不集中，或者被其他外界因素吸引。另外，如果瞳孔持續出現大幅度的晃動，這也代表偵測對象的目光在不斷移動，缺乏穩定的專注，因此也算是在課堂上分心或注意力不集中。

### 三、系統執行結果

#### (一) 防偽機制

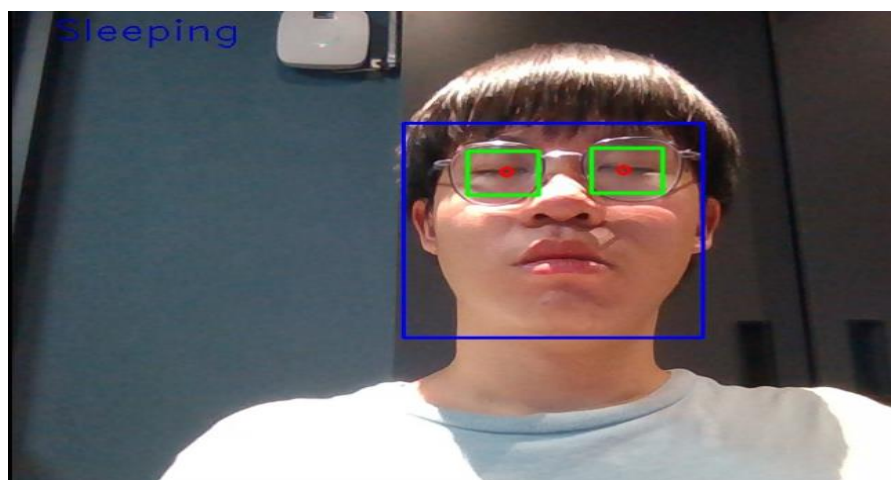
如圖所示，當偵測對象試圖拿照片來越過系統偵測時，本程式便會透過時間內是否眨眼來判斷畫面中人眼的真假，進而判讀出偵測對象試圖用非正當手段來逃避監測。(如圖八)



圖八：防偽機制

#### (二) 睡眠偵測

如圖所示，當偵測對象的 EAR 長時間內都低於閾值，則視為該偵測對象正在睡覺。(如圖九)



圖九：睡眠偵測

利用人眼辨識偵測上課是否專心

### (三) 轉頭與遮擋面部偵測

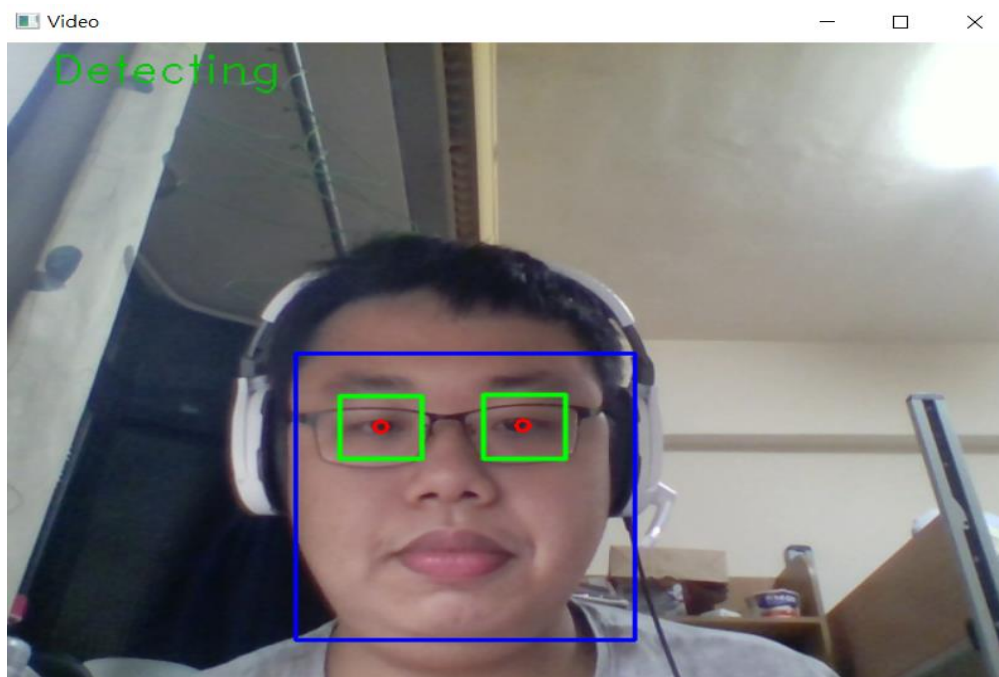
如圖所示，當系統連續一段時間內都無法偵測到完整人臉時，系統會警告偵測對象無法偵測到其臉部，藉此提醒偵測對象調整姿勢或移除遮擋物。(如圖十)



圖十：轉頭與遮擋面部偵測

### (四) 瞳孔偵測

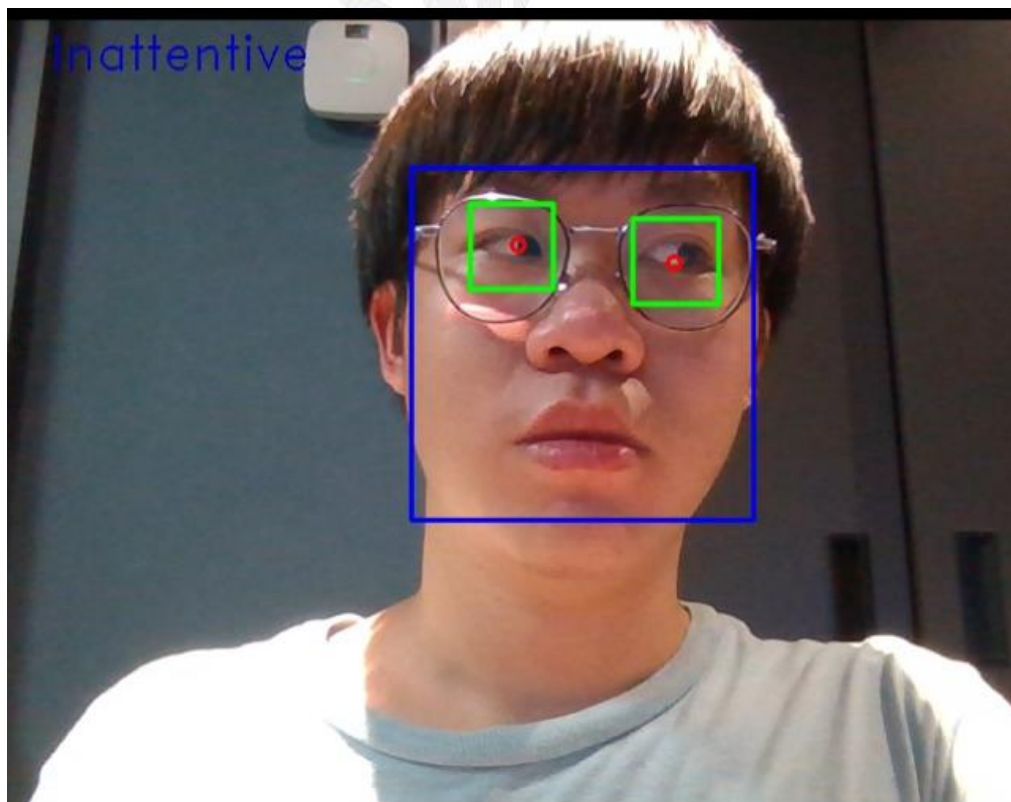
如圖所示，透過 OpenCV 處理影像，圖中的紅色圓圈即為瞳孔中心的位置。(如圖十一)



圖十一:瞳孔偵測

### (五) 分心偵測機制

如圖所示，當瞳孔中心點長期與眼球中心點相距過大時，系統便會推斷偵測對象在課堂上分心。(如圖十二)



圖十二:分心偵測

## 四、結論

本系統使用 dlib 與 OpenCV 套件的人臉偵測功能，系統可以準確地檢測畫面中的人臉並標定臉部的特徵點，特別是眼睛的位置和形狀。系統專注於眼睛部分，提取出眼眶周圍的六個特徵點，用於評估偵測對象的專心程度。

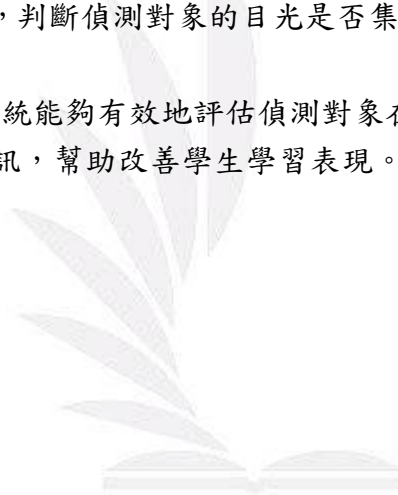
其次，系統考慮了偵測對象轉頭或遮擋臉部的特殊情況，當連續一段時間內無法偵測到完整人臉時，系統會警告偵測對象，提醒其調整姿勢或移除遮擋物，以確保偵測的正確性。

接著，透過計算眼睛特徵點之間的眼部長寬比值，系統可以判斷偵測對象是否在睡覺。若長時間內眼部長寬比值低於閾值，則視為偵測對象正在睡覺。

為了防止偵測對象使用照片或假眼睛規避偵測，系統觀察偵測對象是否有在時間內眨眼，若無則視為假用戶。

接著，本系統結合 NumPy 和 OpenCV 的功能，利用遮罩、灰階處理、二值化處理、膨脹操作和輪廓檢測等步驟，準確地偵測瞳孔的位置，並計算瞳孔中心點與眼球中心點的位置差異，判斷偵測對象的目光是否集中在前方目標，進而評估其專注程度。

綜合以上功能，本系統能夠有效地評估偵測對象在課堂上的專心程度，提供教師或監考者有用的資訊，幫助改善學生學習表現。



## 五、參考與引用資料

1. José, I. (2023, June 10). *italojs/facial-landmarks-recognition*. GitHub, <https://github.com/italojs/facial-landmarks-recognition/tree/master>
2. Dewi, C., Chen, R.-C., Chang, C.-W., Wu, S.-H., Jiang, X., & Yu, H., “Eye Aspect Ratio for Real-Time Drowsiness Detection to Improve Driver Safety,” *Electronics*, Vol.11, pp.3183.
3. bobde\_yagyesh. (2022, February 26). *Eye blink detection with OpenCV, Python, and dlib*. GeeksforGeeks. <https://www.geeksforgeeks.org/eye-blink-detection-with-opencv-python-and-dlib/>
4. Nishanth, M. R., & Rao, G. M. (2019). Liveness detection based on human eye blinking for photo attacks. *IJEAT*, 9.
5. Agarwal, V. (2020, October 23). Real-time eye tracking using OpenCV and Dlib. Medium. <https://towardsdatascience.com/real-time-eye-tracking-using-opencv-and-dlib-b504ca724ac6>