投稿類別：工程技術類

篇名：

人臉口罩影像辨識之探討、分析與實作

作者：

洪悅倛。臺北市立松山工農。電子科三年級仁班

李冠佑。臺北市立松山工農。電子科三年級仁班

指導老師：

胡家群、徐玟瑜老師

壹、前言

一、研究背景

新冠肺炎是人類近兩年來受到最大的病毒侵害，無論是從生活、經濟、教育、醫療等各角度來說影響十分重大。同時病毒不斷進化使染疫人數不斷攀升，如何將傷害降到最低也是人類不斷探討的問題。一項研究來自 Wei Lyu et al. (2020)比較出美國 15 個州及華盛頓特區的疫情，對照口罩令限制實施後的感染人數成長率顯示，在最初五天下降 0.9%，之後每日都顯著下降，三周後感染率下降 2.0%；另一項是來自 Anfinrud , Philip et al.(2020)，透過光線散射來觀察說話時產生的口沫，發現若無配戴口罩的情況下說「stay healthy」會產生 20 到 500 微米的口沫。若有配戴口罩的情況下則明顯減少，甚至是完全沒有，可見口罩的佩戴能抑制疫情的傳染。而在酒精消毒方面，於 Günter Kampf (2020)的研究指出，人類呼吸道的感染可能是藉由「飛沫傳染」，而且病毒會在無生物表面上保持 2 小時～9 天的傳染性，若以 62%～70%的乙醇進行消毒，便能在一分鐘內殺除物體表面附著的病毒，有效降低感染。

二、研究目的

由 Wei Lyu et al. (2020) Anfinrud、Philip et al.(2020)和 Günter Kampf (2020)的研究證明口罩及酒精消毒對人們的保護至關重要，因此安排人力於商店、教室或場館進行消毒及叮嚀配戴口罩應也能降低傳染途徑。我們希望以機器取代人力，透過電腦撰寫以 Python 為基礎的演算法，並使用 Dlib、OpenCV 與 TensorFlow 搭配圖形處理器(Graphics Processing Unit, GPU)加速運算，以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)分析配戴口罩的狀況來學習臉部特徵，偵測口罩配戴才能進入室內。同時利用 Arduino 控制繼電器、人體紅外線感應模組(Passive Infrared Detector, PIR)、有機發光二極體(Organic Light-Emitting Diode, OLED)顯示器，在進入室內時噴灑酒精達成初步殺菌減少附著在身上的病毒和計算並顯示入內人數，確保社交安全距離。不過機器進行人臉口罩辨識的過程中有時仍不太準確，在顯示人臉辨識結果時出現不穩定的現象，因此我們想針對以下兩點進行討論：

（一）口罩顏色：在辨識的過程中我們發現受試者最大的差別就是口罩「顏色」，因此我們想對此進行測試，確定口罩顏色是否為辨識不準確的關鍵原因，並且加以修正。

（二）環境色溫：由於口罩顏色可能會影響辨識結果，所以我們想進一步討論在環境中的顏色問題。如在測試環境下改變燈光的亮度和色溫，是否也會使口罩辨識受到干擾，出現偵測錯誤。

貳、文獻探討

2020 的學者 DAS, Arjya. et al.(2020)嘗試利用 TensorFlow、Keras 和 OpenCV 等軟體進行人臉口罩辨識分析，透過利用卷積神經網路(Convolutional Neural Network, CNN)架構建立模型，進行深度學習，由圖像辨別，確定可以辨識人們是否有配戴口罩，而此法的準確度高達了 95.77%。

2021 的學者們 KAUR, Gagandeep. et al. (2021)測試一個專門的 CNN 模型來偵測是否戴著口罩，並能從任何角度即時辨識，這就和我們的論文一樣，是先將蒐集好的人臉素材放在資料夾裡，再使用 TensorFlow 去進行學習，就能夠準確辨識。

表一對以上兩篇論文和本論文比較辨識的功能以及實驗方式，我們發現辨識部分有很多不確定的因素，因此我們決定進一步測試兩個功能。第一為口罩即時辨識系統，為因應疫情做到更有效防疫，使人員在進入室內的時候可以快速辨識，因此我們使用 OpenCV、TensorFlow 等函式庫達到即時擷取影像畫面，並直接辨識後顯示結果。第二則為口罩顏色的辨識和在不同環境光下的辨識實驗，確保無論配戴任何一種顏色的口罩皆可精準辨識，還有在不同的光源下也可以順利進行，讓未來能夠架設於不同的環境。

表一、論文比較

出版年份	篇名	CNN 流程	口罩即時辨識	口罩顏色實驗	環境光實驗	消毒功能	人員計數
2020	Covid-19 Face Mask Detection Using TensorFlow, Keras and OpenCV	是	否	否	否	否	否
2021	Face mask recognition system using CNN model	是	是	否	否	否	否
2022	本論文	是	是	是	是	是	是

（圖片來源：本研究團隊自製）

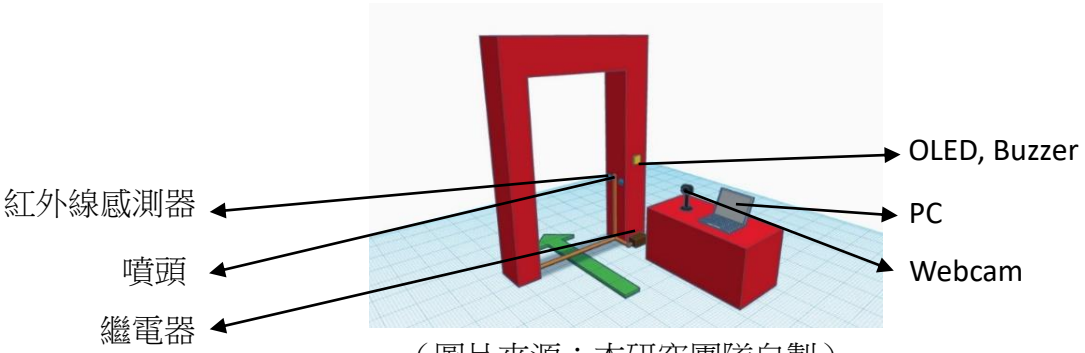
參、研究方法

一、系統架構

如圖一為本論文之系統示意圖，本圖分為兩個部分。第一部分為圖中右半部進入室內前，透過網路攝影機(Webcam)擷取即時影像，發送給電腦(Personal Computer, PC)內的程式做口罩辨識以確定入內人員有配戴口罩。若有配戴則在螢幕上顯示綠框；若無配戴則顯示紅框，同時蜂鳴器也會響起，警示入內人員。

第二部分為圖中左半部，在門框上安裝兩個 PIR 作為感測人員進出，若感測到人員進入則是室人數累加，並顯示於 OLED 上，同時發送訊號給繼電器控制水泵噴灑酒精消毒；若為離開則室內人數減少，並顯示於 OLED 上，但繼電器不動作。

圖一、系統示意圖



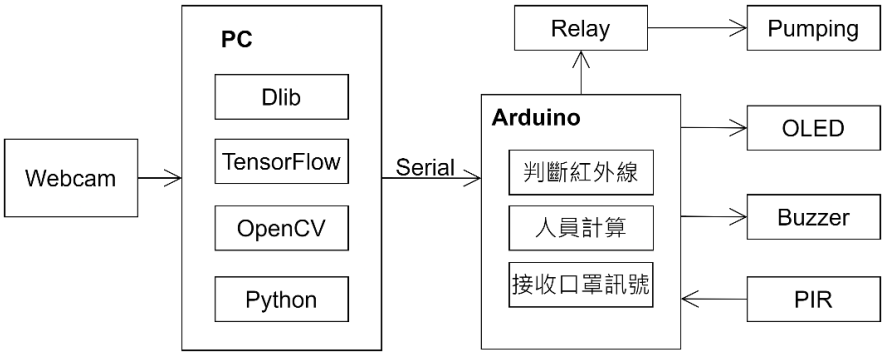
（圖片來源：本研究團隊自製）

二、硬體架構

第一部分如圖二為本論文硬體架構圖，本硬體架構分為兩個部分，PC 端和 Arduino 端。PC 部分經由 Webcam 及時擷取影像之後交由軟體進行辨識。軟體是由 Python 語言撰寫程式，使用 OpenCV 提取畫面，在運用 TensorFlow 和 Dlib 進行大數據比對，並辨識出人臉是否有配戴口罩，再將配戴的訊號傳送至第二部分。

第二部分 Arduino 接收有配戴口罩訊號後，透過紅外線感測器判斷是否有人員進出和計算人數，若人員進入則將訊號傳至繼電器控制抽水馬達（水泵）噴出酒精，同時也會於 OLED 顯示室內人數;若接收到無配戴口罩的訊號則使蜂鳴器發出聲響，警示入內人員。

圖二、硬體架構圖



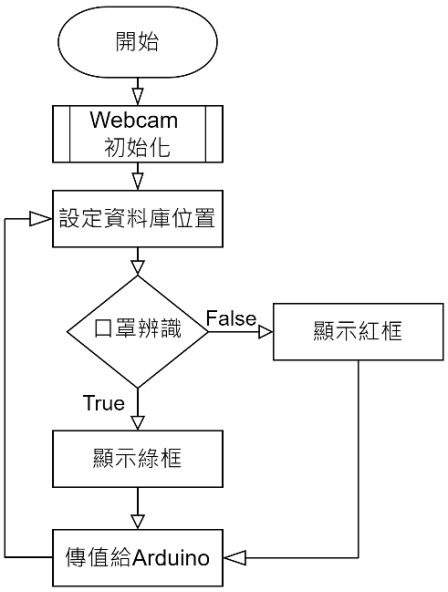
（圖片來源：本研究團隊自製）

三、軟體流程

（一）PC 軟體流程圖

PC 程式流程如圖三，Webcam 先初始化並擷取影像，設置人臉口罩的資料庫的路徑，讓電腦利用 AI 去抓取資料庫的數據，接著當受試者站到電腦前時來辨識人是否有戴口罩，當偵測為有戴口罩，則在臉上顯示綠框，若偵測為否沒戴口罩，則在臉上顯示紅框，而兩者辨識完成後，將判斷後的結果傳給 Arduino，並最後回到一開始判斷有無配戴口罩的部分。

圖三、PC 軟體流程圖

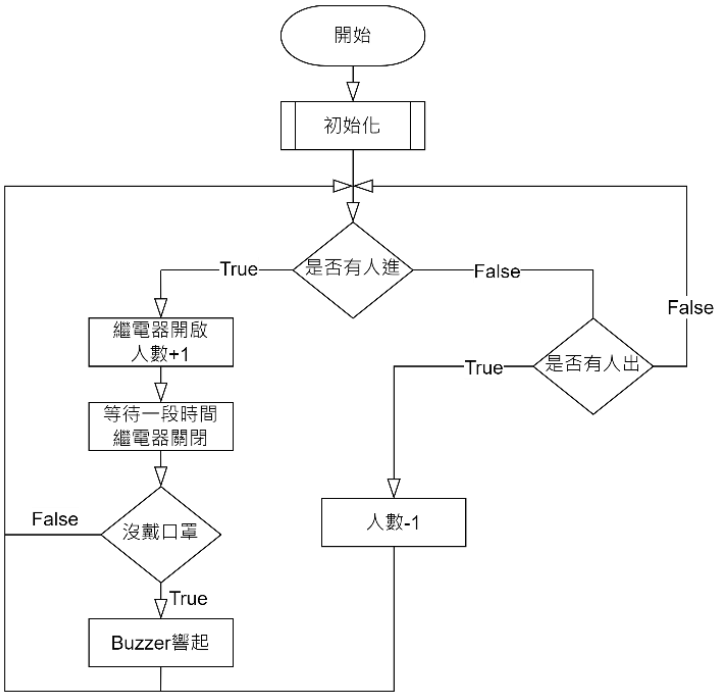


（圖片來源：本研究團隊繪製）

（二）Arduino 程式流程

如圖四為 Arduino 程式流程，一開始先初始化人數為零、關閉繼電器。接著利用 PIR 辨識是否有人進入室內，當偵測到進入室內時，則開啟繼電器使酒精噴出，並將人數加一，等待一段時間，繼電器關閉。接著從 PC 端接收有無戴口罩的訊號。當接收到沒戴口罩，蜂鳴器就會響起；而偵測到有人出去，則室內人數減一，蜂鳴器響完後或接收到有戴口罩以及沒有偵測到任何人員的進與出時，就一直重複判斷，直到下一人進入或離開。

圖四、Arduino 程式流程



（圖片來源：本研究團隊繪製）

肆、研究分析與結果

一、實驗目的

我們在做口罩辨識時，發現「口罩顏色」也是一個很重要的關鍵，配戴了不同顏色的口罩就會影響辨識系統分析臉部的輪廓。此外我們也想更進一步了解在不同色溫及亮度的環境下偵測是否也會受影響，以模擬不同居家環境。以下歸納兩點研究問題：

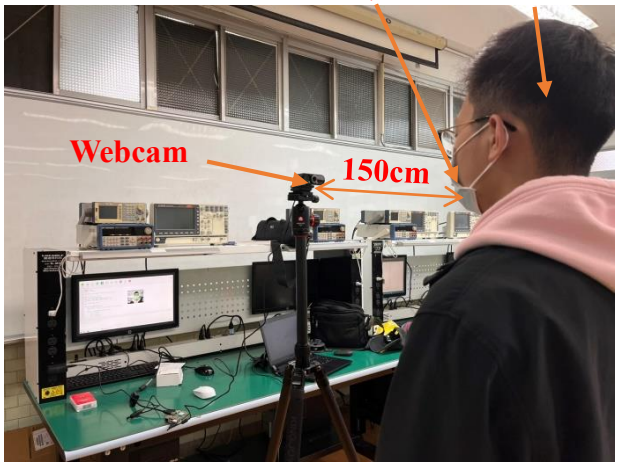
（一）口罩顏色：由於市面上販賣的口罩顏色五花八門，而大家配戴的選擇也有所不同，找出較利於偵測的顏色讓辨識更為準確。

（二）環境色溫及亮度:不同環境光與色溫下可能會干擾 Webcam 所擷取到的圖像，進而影響口罩辨識的成效。因此我們想測試在不同亮度及不同色溫下偵測是否會受影響，讓機器可以更廣泛運用在不同環境中。

二、口罩顏色測試

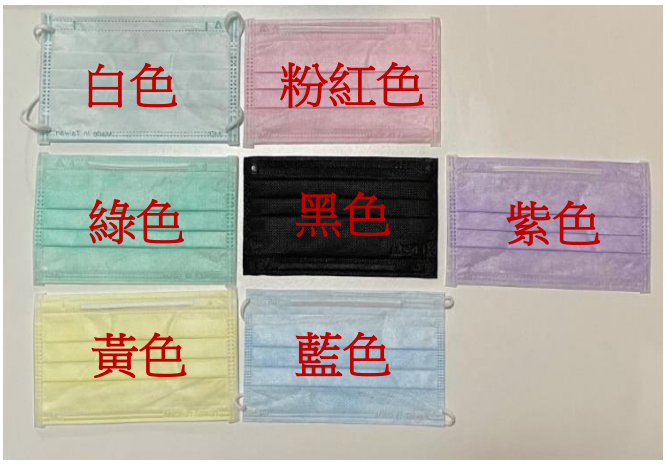
（一）實驗環境與方法

圖五、實驗環境



（圖片來源：本研究團隊繪製）

圖六、口罩顏色



（圖片來源：本研究團隊繪製）

如圖五為實驗環境，分別請 10 位受試者配戴如圖六的 7 種不同顏色之口罩，總每人每色測試一次，共測試 70 次，而測試的顏色及順序為：粉色、黃色、綠色、藍色、紫色、白色、黑色。受試者在距離 Webcam 150 公分處進行口罩的辨識，最終統計出最容易辨識的顏色。

（二）實驗結果

如表二為口罩顏色測試結果，實驗了未配戴和配戴口罩的兩種狀況。未配戴口罩時，基本上都能偵測到人臉，此為實驗對照組；而有配戴口罩時，藍色和綠色口罩是辨識度最高的顏色，結果顯示可達到 100%，而最不容易被辨識出來的顏色則為黑色和白色，皆為 70%。

表二、口罩顏色測試實驗結果

顏色	粉色	黃色	綠色	藍色	紫色	白色	黑色
無口罩	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
有口罩	90%	80%	100%	100%	80%	70%	70%

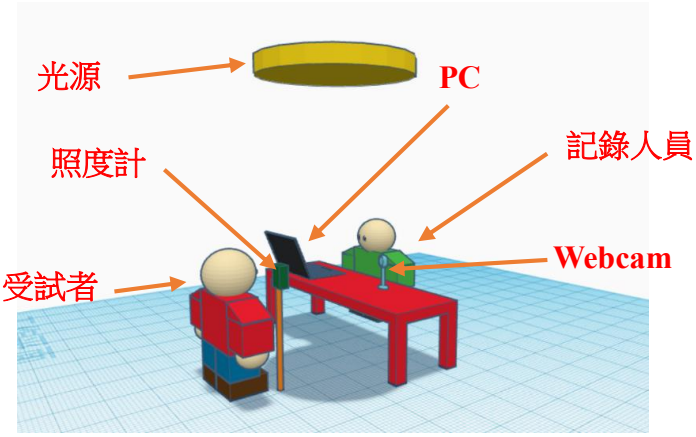
（表格來源：本研究團隊自行繪製）

三、環境色溫測試

（一）實驗環境與方法

如圖七為色溫及亮度的檢測環境，分別測試不同的色溫與亮度在環境下辨識是否正常；同時利用照度計進行比對並記錄下來。我們用了三種不同的色溫（白光、黃白光和黃光）進行實驗。受試者臉部與鏡頭之間距離 150cm，並配戴藍色口罩，同時利用照度計記錄人臉上不同的亮度。

圖七、色溫測試環境



（圖片來源：本研究團隊拍攝）

（二）實驗結果

如表三為環境光測試結果，我們測試了改變色溫以及光罩度來進行口罩的辨識。除了在完全沒有光源的情況下，而其他照度下都能夠測的到人臉，而且能準確分辨出有沒有戴口罩。不同的色溫以結果來說，沒有太大的差異，可能是因為鏡頭有內建白平衡以及快門速度調整的功能，使色溫與亮度自動調整一致。

表三、環境光測試實驗結果

色溫	白光(6800K)						黃白光(5000K)						黃光(3000K)					
照度(Lux)	0	30	70	105	140	200	0	30	70	105	140	200	0	30	70	105	140	200
沒戴口罩	X	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O	O
有戴口罩	X	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O	O	X	O	O	O	O	O

（表格來源：本研究團隊自行繪製）

伍、研究結論與建議

一、研究結論

本論文製作了一套系統，能利用 Webcam 偵測人臉，同時透過軟體辨識是否有配戴口罩，將訊號傳至 Arduino 部分偵測；若有配戴口罩，則紅外線感測器接收到有人進入的訊號，則啟動繼電器控制水泵，OLED 顯示室內人數加一。若無配戴口罩，蜂鳴器響起警示。而當紅外線感測器感應到有人離開的訊號，則 OLED 顯示室內人數減一。

（一）口罩顏色的差別

口罩顏色上的差異，對於辨識程度還是有一些影響，顏色極深或極淺皆會造成反光，使 Dlib 無法完全抓取點位，而其他顏色例如：藍色、綠色等皆可正常運作，而且準度皆高達 80%以上。

（二）環境光的差別

辨識口罩時，環境只要在>=30Lux 的亮度，都能夠辨識到人臉以及口罩的配戴與否。可能是因為鏡頭有內建白平衡以及快門速度調整的功能，使色溫與亮度自動調整一致。

二、討論

我們在此專題是使用 PC 來執行口罩辨識，執行速度雖快，但缺點就是體積較大不易攜帶、環境架設不易。如果能換成 FPGA 協助運算影像辨識，就能達到高幀率影像處理與硬體加速算法在一個板子上實現，我們目前是使用 Python，軟體運算故只能用於 PC 上來完成本論文

如果還能夠加上更多的感測器，並能將數值上傳到雲端上，讓使用者更能掌控現場情況，也能使這個系統能更加完整，例如:增加紅外線體溫感測器，就能夠偵測進入時人體有無發燒，讓 COVID-19 減少傳播路徑；還能夠將資料上傳到雲端，若有人發燒便能立即通知醫院進行相關處理，減少防疫漏洞。或是使用電動閘門，落實無佩戴口罩不得進入室內。

陸、參考文獻及論文格式

Wei Lyu & George L. Wehby (2020). Community Use Of Face Masks And COVID-19: Evidence From A Natural Experiment Of State Mandates In The US. *Health Affairs*. 39(8),

Anfinrud, Philip, Stadnytskyi, Valentyn, et al. (2020). Visualizing Speech-Generated Oral Fluid Droplets with Laser Light Scattering. *New England Journal of Medicine*. May 21, 2020 382(21):2061

Günter Kampf (2020). Potential role of inanimate surfaces for the spread of coronaviruses and their inactivation with disinfectant agents. *Infection Prevention in Practice.*Volume 2, Issue 2,2020,100044,ISSN 2590-0889.

DAS, Arjya; ANSARI, Mohammad Wasif; BASAK, Rohini. (2020). Covid-19 face mask detection using TensorFlow, Keras and OpenCV. *2020 IEEE 17th India Council International Conference (INDICON).* IEEE,2020. p. 1-5.

KAUR, Gagandeep, et al. (2021). Face Mask Recognition System using CNN Model. *Neuroscience Informatics*, 100035.