

2021 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 190036

參展科別 電腦科學與資訊工程

作品名稱 整合姿勢辨識暨空間辨識以二維圖像實現三維
空間物件相關性判定之口罩配戴正確性檢測系
統

就讀學校 高雄市立高雄高級中學

指導教師 李青育

作者姓名 葉俠愷

關鍵詞 電腦視覺、類神經網路、物件相關性

作者簡介



我是葉俠愷，目前就讀於高雄中學三年級。自從選修學校開設的程式設計課程，我便萌生了對程式設計的興趣，後來出於好奇，我報名了有關機器學習的線上課程，進而對機器學習領域有了進一步的認識，並因其靈活的應用而深深著迷，課程結束後，我便會對日常生活中所遇到的問題思索是否可以使用機器學習的方式來予以解決，這種習慣也使我的研究計畫得以萌芽。

這次研究我想特別感謝我的家人以及指導老師，沒有他們的支持，這個研究就無法順利的完成。

摘要

2019 年新型冠狀病毒的大流行，佩戴口罩已成為全球防止飛沫傳播病毒成本最低且有效的方法，目前雖已有團隊針對口罩有無正確配戴提出解決方案，但根據收集的資料，目前針對口罩有無正確配戴解決方案通常是使用類神經網路 YOLO 進行實作，YOLO 使用於口罩辨識雖可達到有一定的效果，但對口鼻密合度不佳的細微狀態常有一些誤判的現象，就算民眾有配戴口罩，但若未與臉部、口鼻密合，仍有 50% 的空氣洩漏機會，無法有效阻隔飛沫傳染，形成防疫破口。

而本研究在這樣的基礎架構下再整合目前最強大的姿勢辨識之一的 OpenPose，針對口罩與口鼻密合度不佳的細微狀態進行更深一步地探討，以期達到更好的偵測判斷效果。本研究針對的改善的方向為當神經網路 YOLO 判定為有配戴正確的資料時，再利用 OpenPose 以及本研究開發出的鼻心物件演算法，就鼻部密合度做細部偵測，進行誤判修正，最後證實出本算法能篩出 56.25% 被神經網路 YOLO 誤判為有戴好口罩的資料，可顯著提升口罩配戴辨識精準度，減少形成防疫破口的機會。

英文摘要

Although there have been teams that have proposed solutions to judge whether the mask is worn correctly, according to the collected data, the current solution for whether the mask is worn correctly is usually implemented using a neural network. Although it can achieve certain results for mask recognition, there are still some misjudgments. Under such as cases, this research integrates OpenPose, one of the most powerful gesture recognition at present, to take this issue a step further. The improvement direction for this research is when the neural network YOLO judges that it has the correct data to wear, using OpenPose and the nose and core object algorithm developed by this research, and then make detailed judgments on the facial features and correct the misjudgment. Finally, it was confirmed that the algorithm can screen out 56.25% of the data that was misjudged by the neural network YOLO as having a good mask.

一、前言

(一)、研究動機

2019 年底，在中國武漢市開始發現多起未知嚴重性肺炎感染，並在 2020/1/17 由世界衛生組織將此種病毒命名為 2019 新型冠狀病毒 (2019 novel coronavirus, 2019-nCov)，且隨著時間推進，2019 新型冠狀病毒不僅擴散至整個中國，甚至也迅速的在全球傳染開來。在人口快速流動的現代，佩戴口罩已成為全球防止飛沫傳染病傳播成本最低且有效的方法。雖然大部分的民眾已經有在公共場所佩戴口罩的防疫觀念，但民眾可能因為疏忽或其他原因而導致配戴錯誤，造成口罩的防疫效果不完全，形成防疫漏洞而不自知，目前除了人為提醒外並沒有任何方式可以得知口罩配戴失誤，因此本計畫預期藉由科技針對此問題進行輔助。

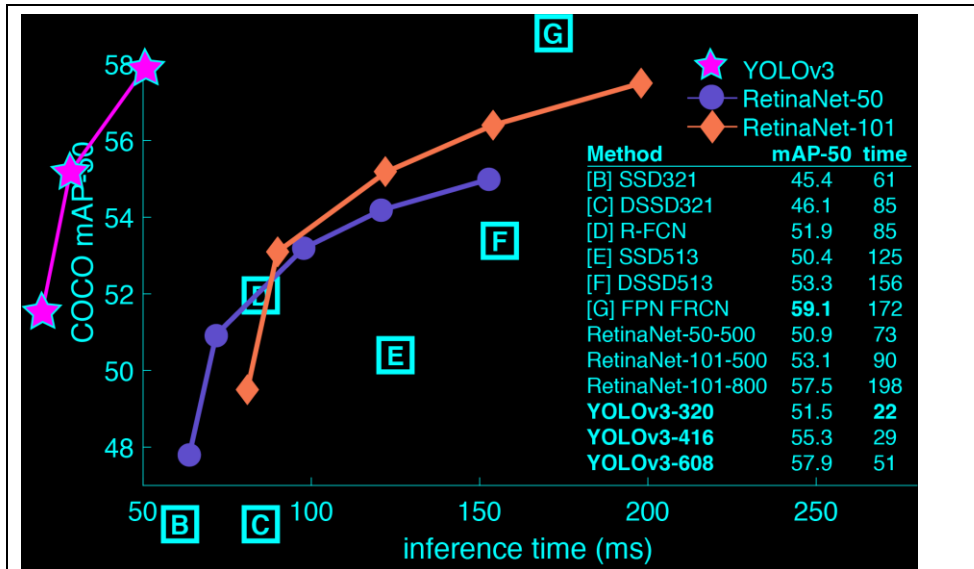
(二)、目的

雖然已有其他團隊開發出口罩辨識系統，但大多只著重於口罩是否配戴，但對於口罩與口鼻密合度不佳的細微狀態，辨識上仍有一定的錯誤率。有鑑於此，本研究經由整合 YOLO 和 OpenPose 系統，再配合我們開發的演算法計算，針對口罩與口鼻密合度不佳的細部狀態，得到更精確的偵測辨識，希望降低只有使用 YOLO 的誤判率，藉以提升偵測口罩是否確實遮住口鼻的精準度。

二、研究方法或過程

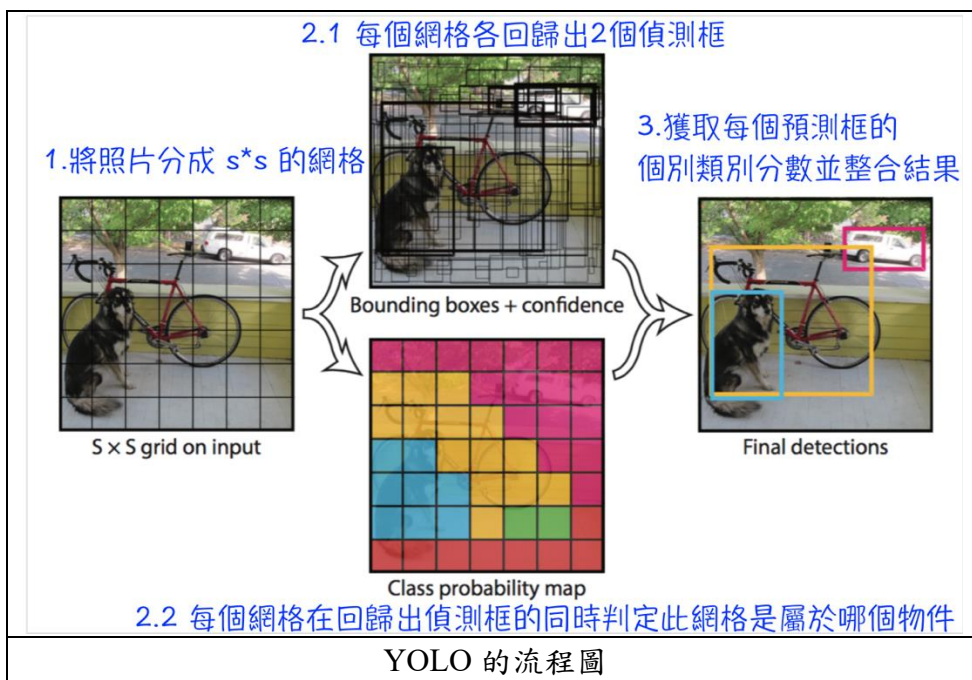
(一)、YOLO

疫情爆發至今已，有許多人以影像辨識來解決口罩是否佩戴的問題。比如有人使用 VGG 來判斷口罩是否佩戴，VGGNet 的結構非常簡潔，整個網絡都使用了同樣大小的卷積核尺寸 (3x3) 和最大池化尺寸 (2x2)。幾個小濾波器 (3x3) 卷積層的組合比一個大濾波器 (5x5 或 7x7)，卷積層好驗證了通過不斷加深網絡結構可以提升性能，但其耗費更多計算資源，並且使用了更多的參數且傳統速度不及 yolo。還有威盛(民 109 年)利用神經網路開發出的方法來判斷口罩是否佩戴，優點在於可以和 arduino 板做結合，但其使用傳統 cnn 技術速度不及 yolo。

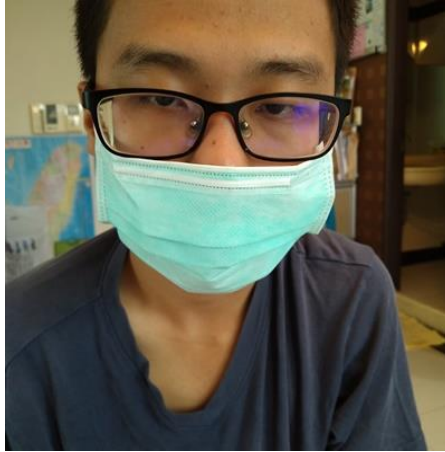


Yolo 與其他神經網路的速度比較

來源：YOLO source



上圖為 YOLO 的流程圖，可以發現 YOLO 之所以快過傳統 cnn 是因為其有別於傳統的演算方式，YOLO 會先將照片分成 $S*S$ 個方格，每個方格為中心預測 2 個最可能為物體的框架之後，再將框架和原有的資料庫對出物件，YOLO 將物件偵測框架視為回歸問題，使得單個神經網路可以在一次評估中直接從完整圖像預測物件偵測框和類別概率，因此比其他系統有更快的計算速度，但即使使用 YOLO 快速的影像辨識軟體，還是沒辦法偵測細微部分如鼻子沒密合好，還是會讓其通過(如下述的圖)，進而形成防疫破口的可能性。

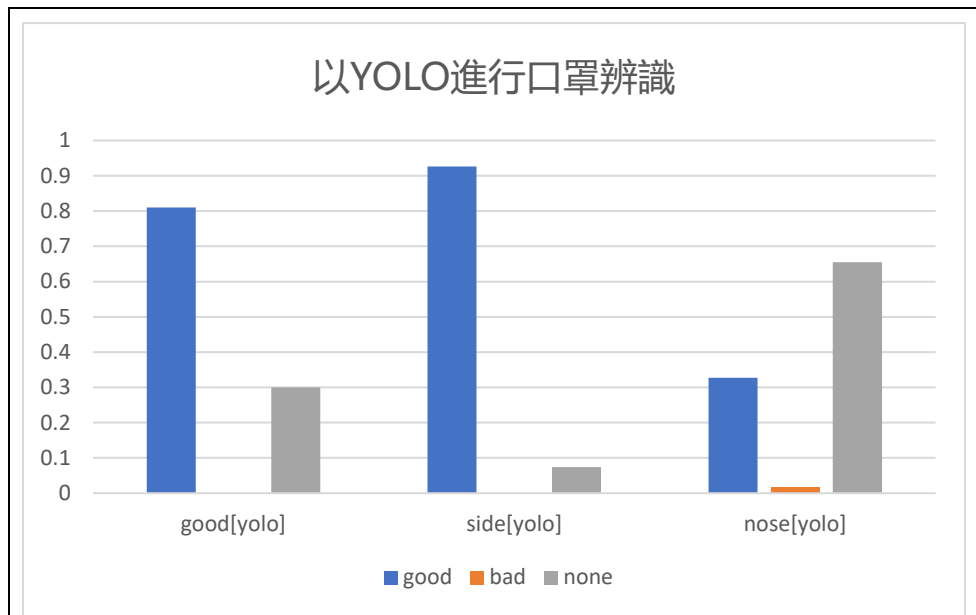


鼻頭有些露出代表鼻子沒遮好，但因為 YOLO 訓練資料的問題，導致 YOLO 判斷為有戴好口罩



雖然鼻孔有些微露出，但只佔整張圖極小比例，導致 YOLO 判斷為有戴好口罩

下表為利用我們收集的資料，以 YOLO 進行口罩辨識的結果，可以發現 YOLO 在針對有戴口罩，但未配戴正確的狀況無法進行細微精確的識別，會一律當成有戴好口罩的狀況，而這也是本研究預期改善的方向。

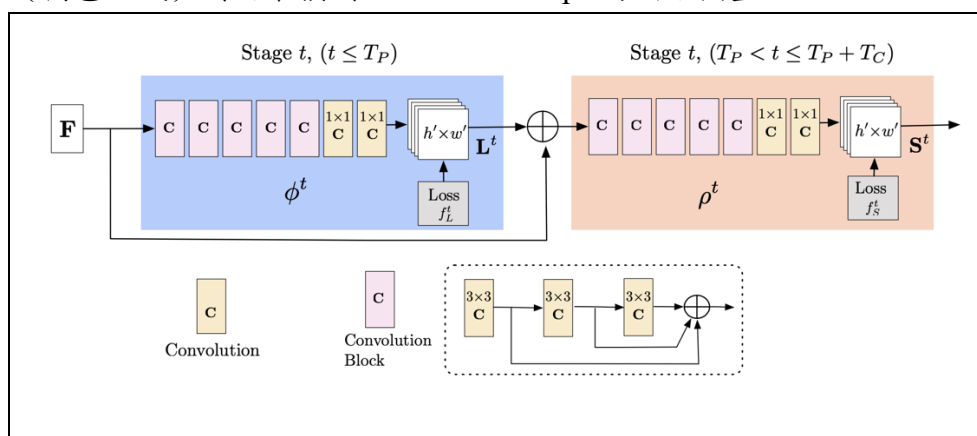


此為 YOLO 判定有無配戴好口罩的結果。
 可以發現在[side, 口罩未密封]以及[nose, 鼻子外露]的狀況下，大部分的測資都被 yolo 判定有配戴成功。

(二)、OpenPose

OpenPose 是由 Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh 等人在 2018 提出的論文，為目前最強大的人體姿勢辨識演算法之一，其目的為針對人體進行姿勢辨識，利用先判別出人體的各個關鍵點的位置，進而預測出關鍵點間彼此的關係，進而得到人的姿勢圖。

其中，OpenPose 的模型架構如下圖，將照片分為兩個模型分別進行處理，前半部分（藍色區域）為分辨關鍵點的網路模型，後半部（橘色區域）則用來預測 Confidence maps 的網路模型。

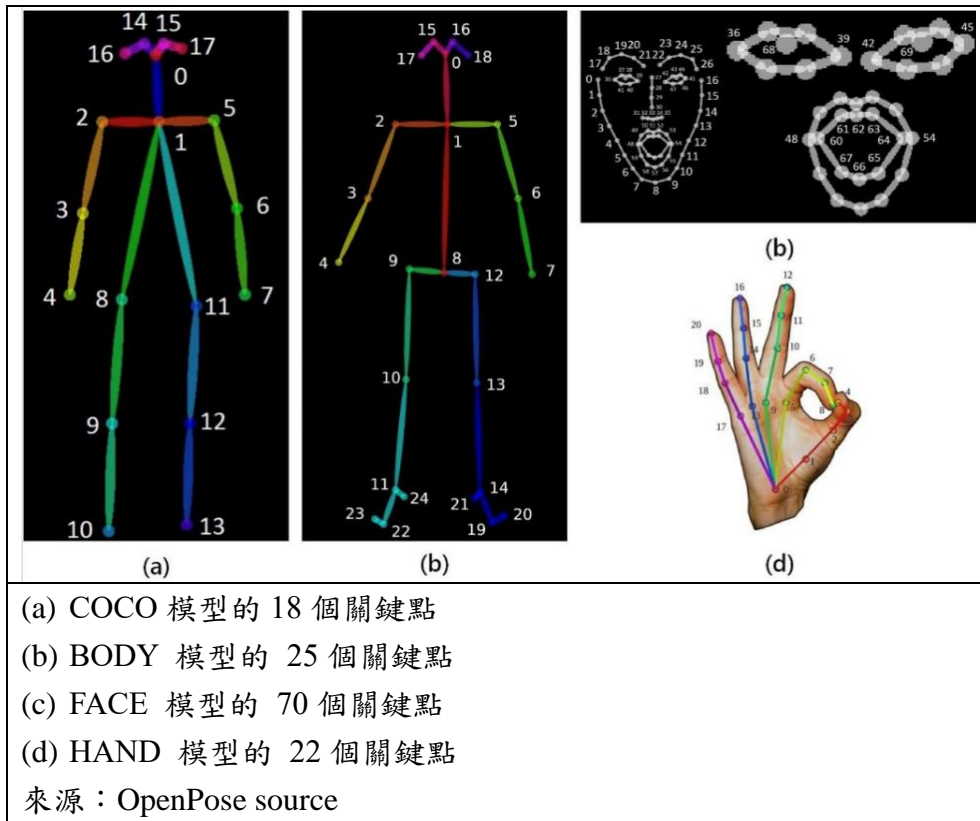


OpenPose 模型架構

來源：<https://medium.com/ai-academy-taiwan/openpose->

<https://medium.com/ai-academy-taiwan/openpose-%E8%BF%91%E5%B9%B4%E4%BE%86%E6%9C%80%E5%BC%B7%E5%A4%A7%E7%9A%84%E5%A4%9A%E4%BA%BA%E4%BA%BA%E9%AB%94%E5%A7%BF%E6%85%8B%E8%BE%A8%E8%AD%98%E6%A8%A1%E5%9E%8B-8ec62ad7142a>

當我們將照片輸入到 OpenPose 系統後，便能拿到相應的關鍵點資料，其對應的關鍵點資料如下圖所示。



(三)、口罩配戴準確度算法

針對拿到的關鍵點進行口罩配戴準確度分析，由於本算法目的為判別口罩是否有進行正確配戴，而正確配戴就代表者針對配戴者的口鼻進行近一步的判定有無遮擋成功，進而避免有戴上口罩，卻未配戴正確的狀況。

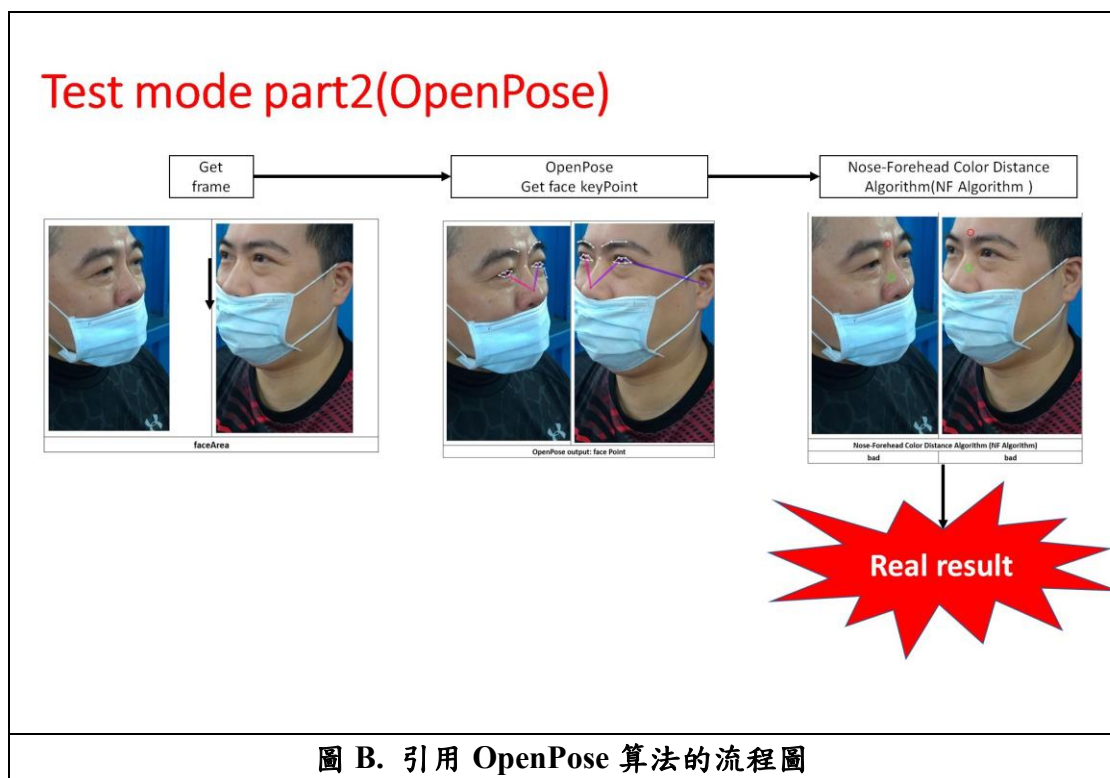
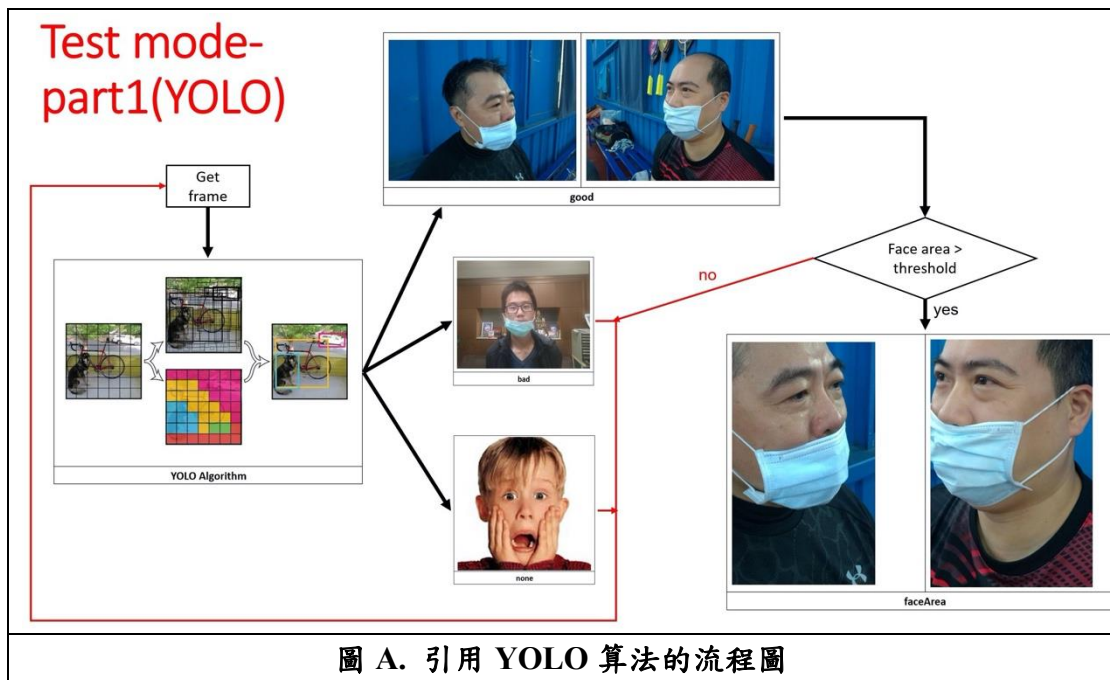
本算法利用 OpenPose 針對台灣人的平均人臉（下圖）拿到的五官位置關係性的相關參數後，經分析後求出眼距、鼻子長度距離、鼻心位置、以及額頭位置，利用這些參數去預測出使用者被口罩遮擋住的五官位置，進一步確認口罩與口鼻的關係，進而提高口罩配戴準確度。



將上述的資料經分析後，在對下圖做口罩配戴正確性判定，可以發現下圖經由 YOLO 判斷時，被視為有配戴好口罩，但再經過我們的演算法後能正確的識別出「鼻心外露」，進而將結果修正為「未配戴好口罩」。

<p>原圖</p>	<p>Yolo 判定有戴好口罩</p>	<p>OpenPose 的關鍵點 結合我們的演算法得出「鼻心外露」，將結果修正為「未配戴好口罩」</p>
<p>口罩配戴準確度演算法實驗數據</p>		

(四)、整體架構



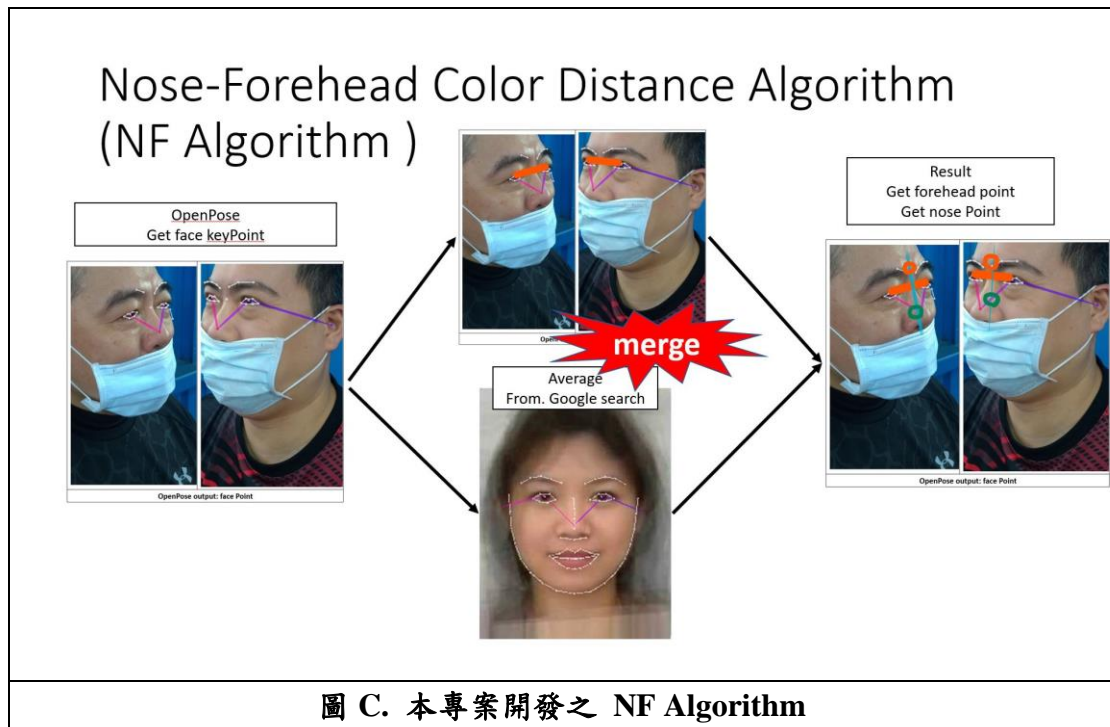
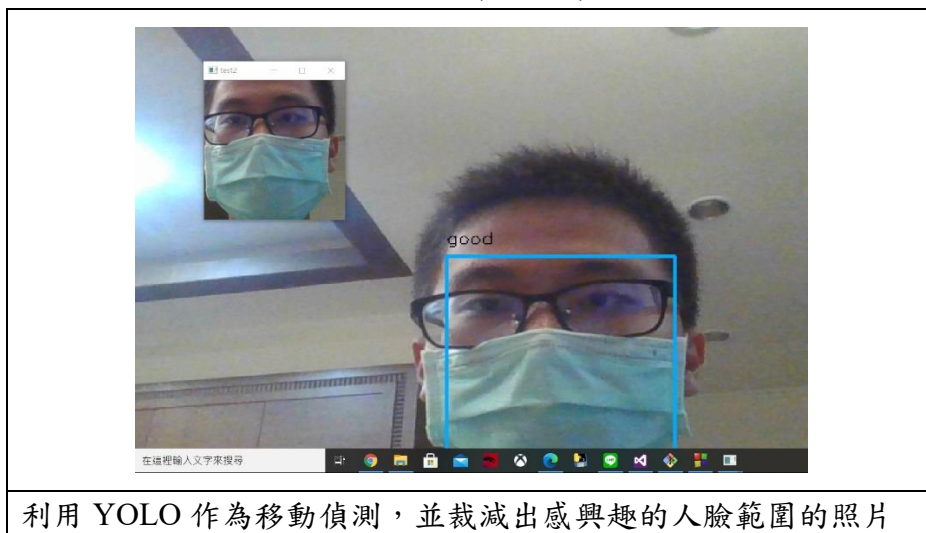


圖 A~圖 C 為整體流程圖，接下來將依序對這 3 張圖進行講解：

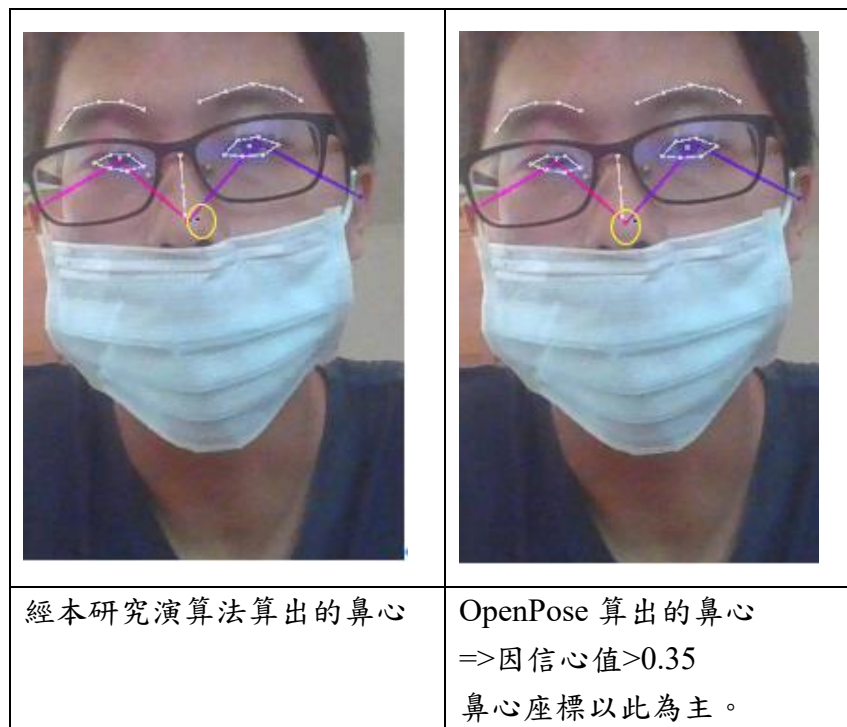
1. 利用 YOLO 進行移動偵測，並保留當人臉的圖像範圍超過 250X250 的圖片，其中以 250X250 作為門檻值的原因為經實驗確認，低於此數值的資料容易造成後續使用 OpenPose 識別關鍵點時，因圖片過小而可信度降低(如下圖)。





2. 將拿到的圖片輸入到 OpenPose 進行關鍵點分析，經分析後可以發現 OpenPose 算法並無法找到此範例的鼻心位置 (如下圖)。



3. 針對拿到的關鍵點進行口罩配戴準確度分析：
- (1). 當 OpenPose 的鼻心信心值 >0.35 時，採用 OpenPose 的鼻心作為判定有無被口罩遮擋的鼻心物件使用，如下圖所示。



- (2). 若 OpenPose 鼻心信心值 <0.35 ，或根本抓不到鼻心時，將以我們通過物件相關性的算法進行計算的結果為主，其結果如下。

	
<p>經本研究演算法算出的鼻心，符合「OpenPose 的鼻心信心值 < 0.35，或根本抓不到鼻心」，因此鼻心座標以此為主。</p>	<p>OpenPose 算出的鼻心 [此張圖無鼻心結果]</p>

由於此研究針對的使用人群為未戴口罩的使用者，造成「OpenPose 的鼻心信心值 < 0.35，或根本抓不到鼻心」的狀況佔了大多數，也就是說我們要用來作為口罩配戴的鼻心物件經常是無法作用的，因此本研究開發出利用物件相關性求出需要的物件算法，也就是鼻心的算法，其詳細演算法將在接下來進行描述。

- (1). [鼻心的算法]算出眼距：

眼距公式如下，其中(X,Y)為坐標：

$$\sqrt{(\text{左眼 } X - \text{右眼 } X)^2 + (\text{左眼 } Y - \text{右眼 } Y)^2}$$

- (2). [鼻心的算法]算出鼻子長度距離：

鼻子長度距離 = 眼距 × 0.494

其中 0.494 為上述台灣平均人臉的眼距與鼻子長度距離的比例。

- (3). [鼻心的算法]求出額頭（眉心）位置：

$$\left(\frac{(\text{左眼 } X - \text{右眼 } X)}{2}, \frac{(\text{左眼 } Y - \text{右眼 } Y)}{2} \right)$$

- (4). [鼻心的算法]求出鼻心位置：

利用鼻心會垂直兩眼連線的特性，可以找到鼻心的直線方程式，再進一步帶入已知的資料可求解鼻新的座標位置。

詳細說明如下圖所示。





(5). 求出額頭與鼻心的顏色距離：當眉心的皮膚顏色與鼻心的口罩顏色有明顯差異時，視為有配戴好口罩。其範例如下所示。

Case1:



Case2:

	
在 yolo 中被視為有配戴好	在我們的算法被視為未正確配戴好口罩
實驗結果：未正確配戴好口罩	

三、研究結果與討論

(一)、研究結果

YOLO\Actual	Good	Bad	None
Good	285/287	2/287	0/287
Bad	112/299	187/299	0/299
None	1/100	8/100	91/100

表 1.單使用 YOLO 進行辨識的結果

NF\Actual	Good	Bad	None
Good	170/285	21/285	94/285
Bad	31/112	63/112	18/112
None			

表 2.整合本專案開發之結果

本研究針對目前以使用類神經網路進行口罩辨識的方案，當口罩與口鼻密合不全細小部位辨識不佳的狀況，提出改善的方向，當以神經網路 YOLO 判定為有配戴正確的資料時，整合利用 OpenPose 以及本研究開發出的鼻心物件演算法，針對五官遮蓋再進行細部判斷，進行誤判修正。進行實驗的照片有 287 張 good(實際上有佩戴好口罩)，299 張 bad(實際上未佩戴好口罩)，以及 100 張 none(實際上無配戴口罩)。其中表一為單用神經網路 YOLO 進行實驗的結果，以 Bad 類別來說，神經網路 YOLO 有成功篩出 187/299 張照片，雖然效果已經很好，但若再加上本研究研發的 NF 算法，能大幅提升其準確度到

(187+63)/299 張照片，因此最後證實出本研究開發之 NF 算法能篩出 63/112= 56.25% 被神經網路 YOLO 誤判為有戴好口罩的資料，可顯著提升口罩是否正確配戴辨識的精準度，減少形成防疫破口的機會。

(二)、遇到的難題

1. 光線問題：當遇到逆光時，因輪框不明顯會導致無法進行判定。
2. 角度問題：當使用者過於側面或背面出現時，因輪框不明顯會導致無法進行判定。
3. 膚色與口罩顏色過於相近：當膚色與口罩顏色一樣或差異不明顯時，同樣會因輪框不明顯會導致無法進行判定。

四、結論與應用

目前針對口罩有無正確配戴的偵測辨識方案通常是以使用類神經網路 Yolo 進行實作，其對口罩辨識雖可以達到有一定的效果，但對於口鼻密合度不佳的細部狀態，類神經網路仍有一些誤判的現象，而本研究在這樣的基礎架構下，整合目前最強大的姿勢辨識之一的 OpenPose，針對這個題目進行更深一步地探討，以期達到更好的效果。本研究針對的改善的方向為當神經網路 YOLO 以判定為有配戴正確的資料，再利用 OpenPose 以及本研究開發出的鼻心物件演算法，針對五官遮蓋再進行細部判斷，進行誤判修正，最後證實出本算法能篩出 56.25 %被神經網路 YOLO 誤判為有戴好口罩的資料。

本研究的方案，可以顯著提升現有單以神經網路 YOLO 辨識口罩配戴正確性的精確度，改善當口罩與口鼻細小部位密合不佳時的辨識準確度，此技術除了可在車站、醫院、工作場域等出入口作為口罩正確佩戴辨識之外，未來亦可延伸至加護病房或無塵室作為以人工智慧辨識全身穿戴正確性的應用。

五、參考文獻

- (一)、J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick and A. Farhadi, "You only look once: Unified real-time object detection", 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), June 2016.
- (二)、Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh, "OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields ", IEEE, 2019.
- (三)、陳昱銘 (民 107)。使用五官特徵進行人臉辨識之研究 (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。
- (四)、林瑞嚴 (民 106)。基於人臉辨識的視訊摘要系統 (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。
- (五)、張凱勳 (民 108)。植基於深度學習之影像辨識技術之研究 (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。
- (六)、鄭澤宇、梁博文、顧思宇 (民 107)。看得懂的人工智慧實作書。臺北

市：深石。

- (七)、用 Excel 就可以做出 CNN 的 AI 影像辨識！手把手教學讓你也可以用 (民 107 年 8 月 13 日)。科技橘報。取自：
<https://buzzorange.com/techorange/2018/08/13/excel-ai/>
- (八)、Kobe Chen (民 105 年 7 月 27 日)。3 分鐘搞懂深度學習到底在深什麼。泛科技。取自 <https://panx.asia/archives/53209> 7. 瞭解神經網絡，你需要知道的名詞都在這裏 (民 106 年 8 月 11 日)。BIG DADA FINANCE。取自
<https://bigdatafinance.tw/index.php/tech/methodology/472-2017-11-08-06-54-27>
- (九)、Fran Chen (民 108 年 1 月 21 日)。什麼是腦源性神經營養因子 (BDNF)? 為什麼對人腦這麼重要? 知識雜貨店。取自：
<https://frankchen7817.wordpress.com/2019/01/21/%E4%BB%80%E9%BA%BC%E6%98%AF%E8%85%A6%E6%BA%90%E6%80%A7%E7%A5%9E%E7%B6%93%E7%87%9F%E9%A4%8A%E5%9B%A0%E5%AD%90bdnf%E7%82%BA%E4%BB%80%E9%BA%BC%E5%B0%8D%E4%BA%BA%E8%85%A6%E9%80%99%E9%BA%BC/>
- (十)、Steven Shen (民 107 年 4 月 4 日)。關於影像辨識，所有你應該知道的深度學習模型。取自：<https://medium.com/cubo-ai/%E7%89%A9%E9%AB%94%E5%81%B5%E6%B8%AC-object-detection-740096ec4540>
- (十一)、 口罩怎麼戴，台大健康電子報，取自
<https://epaper.ntuh.gov.tw/health/200912/PDF/%E5%8F%A3%E7%BD%A9%E6%80%8E%E9%BA%BC%E6%88%B4.pdf>
- (十二)、 AI 防疫 DIY 臉部辨識+口罩檢測+紅外線檢測，取自
<https://makerpro.cc/2020/03/ai-diy-for-anti-coronavirus/>
<https://www.itread01.com/content/1545755938.html>
- (十三)、 威盛 (民 109 年 8 月 25 日) 教你如何利用神經網路及物體偵測來製作口罩偵測辨識範例，取自
<https://pixetto.ai/tw/2020/08/mask-wearing-recognition-tw/>

【評語】 190036

本研究主題清楚且聚焦，且可用科學方法檢驗研究成果。研究報告雖有一些實驗成果，但針對實驗設計與資料的分析可以更為完整。實際場域的驗證也可更為加強。