

論文貢獻證明及團隊成員分工證明

作為期刊論文之通訊作者，咨謹證明陳毅同學於以下待投稿之期刊論文稿件（A Blockchain-based Paper Management System to Protect the Academic Ethics），擔任共同第二作者，與廖晨佑同學之貢獻度相同，對論文作出了重要的貢獻：

Shin-Ting Wu, Yi Chen (陳毅), Chen-Yo Liao(廖晨佑), Wei-Jen Liu, and Po-Chun Huang, A Blockchain-based Paper Management System to Protect the Academic Ethics, manuscript in preparation, 13 pages.

1. 負責撰寫系統的前後端服務，如：論文上傳頁面、與區塊鏈網路所相連的 Web API、修改論文的加解密工具。
2. 利用 Hyperledger-Fabric 提供的 SDK 開發應用和實驗所需的智能合約並測試區塊鏈效能。
3. 發想研究方向並設計多項系統架構、管理機制，其創造力、邏輯思考能力均極佳。
4. 負責調查既有相關研究，表現細心負責。

陳毅同學於本論文中之總體貢獻度約為 30%，表現傑出盡責、非常可靠令人放心，令人非常激賞，特此證明。

弟 黃柏鈞 敬上

國立臺北科技大學電子工程系助理教授

一〇九年九月十七日



感謝狀

Certificate of Appreciation

茲感謝 陳毅

於學生計算機年會 SITCON 2020
期間擔任擔任「現代網頁趨勢 & 演算法對其的影響」講者，促進與會者與
跨校學生社團或資訊社群之間的交流。

貢獻卓越，特致此狀，以表謝忱！

總召集人 李立瑜

2020 年 8 月 8 日
August 8, 2020



第三屆

kkbox

KKBOX HACKATHON ONLINE 2020

○ Certificate of Achievement ○

陳 毅

參與KKBOX Hackathon Online 2020
榮獲第一名佳績，特頒此得獎證書以資證明。



願境網訊股份有限公司

2019年ITSA全國大專校院程式設計極客挑戰賽

晉級決賽證明

國立臺北科技大學 電子工程系

廖晨佑 陳毅

參賽組別：資訊系統與網頁設計應用組

陳培殷

胡敏君

教育部智慧跨域人才培育計畫-
學習服務推動分項計畫 主持人
陳培殷教授 Pei-Yin Chen

教育部智慧跨域人才培育計畫-
學習服務推動分項 協同主持人
胡敏君教授 Min-Chun Hu

中華民國 108 年 10 月 19 日



基於機器學習的全方位課堂學生表現紀錄系統

專題貢獻比

- 陳毅: 40%
- 廖晨佑: 40%
- 林家豪: 20%

指導教授簽名: 黃柏鈞

成果摘要

隨著時代改變，師生關係也慢慢的產生變化，老師們為了統計學生的出缺勤、紀錄學生上課的專注情況並以此作為評分依據需要耗費大量的時間以及人力。

現代問題就要用現代方法解決。

除此之外，時下受到疫情感染更驗證了該研究專題的可行性，不管是面授課的自動化點名，更可以透過持續擴充，增加遠端點名、辨識專注度...等功能，解決遠距教學之下所延伸的管理問題。

我們藉由時下最夯的 圖像辨識、機器學習...等技術，搭配 web APP 做出了能夠有效處理上述問題的解決方案，該研究專題透過每個教室中的電腦以及攝影機，於上課時間執行程式，對整個教室的學生不斷進行 辨別身份 以及 專注程度 再紀錄到資料庫上，此研究專題除了有一般的傳統網站，更考量到師生的需求，增加了 跨平台的手機APP，讓師生可以隨時隨地查看課堂表現的相關資訊。

關鍵字：圖像辨識、機器學習、遠距教學

研究方法

在早些年前，雖知機器學習能夠幫助我們處理該領域相關的問題。但因為受到硬體性能上的限制造成其相關研究難以在實際應用層面有所突破。不過，隨著近年來電腦的性能有著飛越性的提升，機器學習又被世人拿來探討，故在開發該解決方案之前，我們也針對了潛在問題進行詳細的定義。

Q: 如何定義學生是否專注。

A: 硬體的發展確實能夠改善機器學習的使用體驗，但在訓練辨識模型時，我們必須先將極大量的資料註記，才能進行訓練。因此，找出能夠有效標記資料的方式就顯得非常重要，在經過多次討論後，我們也成功找到有效的訓練流程。

Q: 在一定的範圍內使用錄影機持續捕捉畫面，並將該畫面輸入至該使用環境中所配置的電腦，使用此解決方案進行圖像內的人臉抓取、辨識。

A: 本專題利用Python語言並搭配相依套件實作出應用軟體，使其能夠將錄影機畫面中的人臉進行抓取，並透過事先訓練完成的模型將擷取的人臉進行身份與專注程度的分析。至於如需擴大使用範圍，我們可以透過調整錄影機的角度，甚至是更換更高像素、廣角的錄影器材。

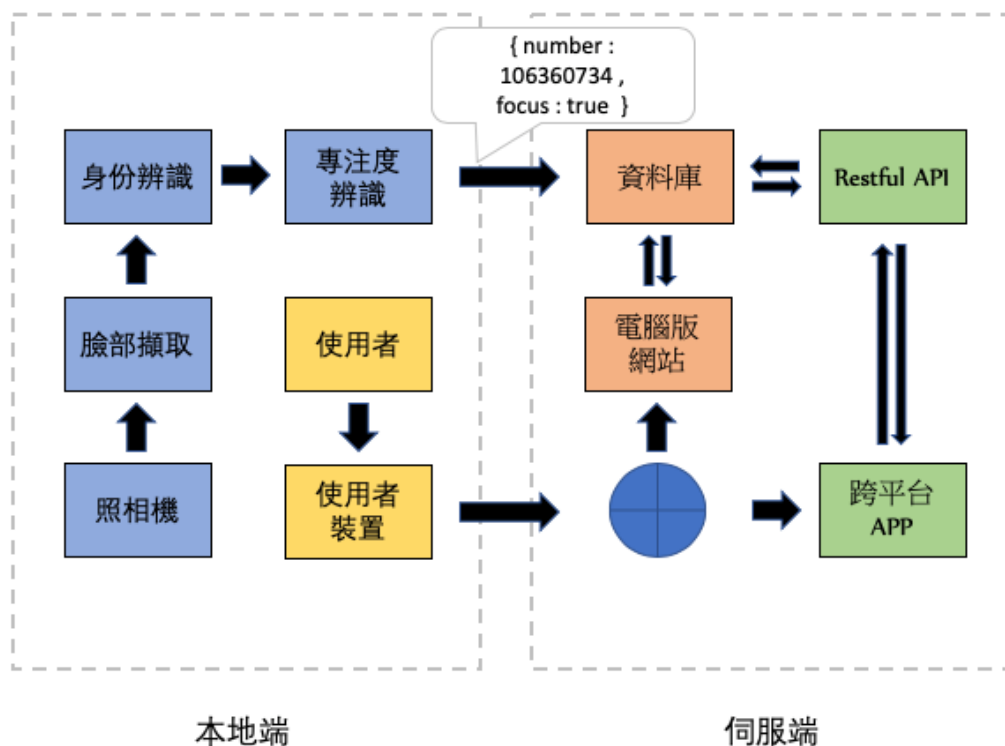
Q: 將輸出的人臉預判身份後再進行專注度的預測，分析該位學生的學習狀況且能夠儲存結果並在日後調用。

A: 資料儲存的問題，本專題同樣利用相依套件將分析結果上傳到資料庫，待師生或是家長需要查看時，再利用Web APP將資料抓下來並呈現。

研究目的與重要性

根據教育部統計處的資料顯示：台灣在109學年度時的在學人口總數多達426萬人，若以每班40人、一天平均8堂課下去計算，光是一天便會產出85.2萬筆課堂出席紀錄。這樣的做法難以將結果保存、浪費紙張。更糟糕的是，每位老師耗費大量時間所紀錄的學生出缺勤狀況是一項缺乏參考性、用完就必須丟掉的東西。然而，隨著時代的演進已經有許多研究或是商業軟體公司試著研發自動化的點名系統，試著將學生的出缺勤自動記錄並且數位化。不過，僅僅紀錄班級出缺勤情況的系統，對學生沒有足夠的約束能力，故無法對學習成效有正向幫助。因此，本專題研希能夠建立一套數位化的學習監控解決方案，除了自動化的點名外，還能在課堂中持續的追蹤各個學生的學習狀況，也因為持續追蹤的特性，該系統更可以立刻發現學生遲到、早退..等特殊狀況，甚至是做到提醒學生專心、即時更新所有學生的精神狀況...等功能。不只如此，我們更能因為這套方法有著持續追蹤各個學生對於不同課堂的專注情況這項特性，進而解決先前提到的『該數據對於授課老師沒有任何參考性』這項問題，讓原本單純的出缺勤紀錄變得更加豐富，從簡單的遲到早退變成紀錄學生在一堂課之中是否待在教室裡面以及預估他的學習狀況，老師便能透夠這項進階數據輕易看出一堂課中的哪些時段同學較容易分神，從而調整教學步調，或是更改上課方式。

研究專題架構圖



研究成果

本專題期解決了本文提到的問題，從開始上課到下課鐘響前，不間斷的紀錄所有學生的出缺勤及精神狀況。這樣一來，不止能夠節省上下課點名的時間，更能夠讓老師放心授課，無需花費時間進行秩序管理。再來，由於本專題有著持續紀錄專注度的特點，故利用它達到即時回饋學生精神狀況的功能，老師可以選擇打開此系統並使用投影機顯示畫面方便觀察，也能夠進一步的製作擴充功能，如：該學生狀態不佳時，他的手機會以鈴響或是通知提醒學生注意自己的學習狀況。不僅如此，本研究專題除了能應用在大學課堂上，更可以延伸應用到職場，國小，國高中...等需要集中管理的場景上。



- 上圖為系統官網執行的實際畫面



- 上圖為跨平台APP執行的實際畫面



- 上圖為錄影程式執行的實際畫面

開放文化基金會

Open Culture Foundation

志工服務時數證明

開字第 COSCUP2020024 號

姓名	陳毅	組織單位	國立臺北科技大學
身分證字號	A129678850		
服務內容	COSCUP 2020 年會志工		
服務起訖時間	2020/8/1 - 2020/8/2		
服務總時數	共計服務 16 小時		
活動召集單位（簽章）		發證單位（簽章）	
李欣穎		 	

2020/9/10

第10屆 訂邦幫忙 鐵人賽

鐵人鍊成

姓名：陳毅

組別：Modern Web

挑戰連續 30 天分享不中斷，內容詳實、表現
優異，特頒此獎以資鼓勵。

電週文化股份有限公司

社長：谷祖惠

中華民國



1 月 4 日

大專學生參與科技部專題研究計畫

題目：【利用類神經網路追蹤課堂中學生的學習與出勤狀況】

壹、摘要

在臺灣的大學課堂中，評估學習成效的方式主要有：作業成績、考試成績、報告表現以及實作表現等方法。不過上述方式也因為佔有一定的運氣成分或是老師個人的主觀想法，難以具體的量化出學生的努力程度和學習成效。因此，有一部份的老師會採用電子式或是紙本點名等方式加入成績考量，雖然點名能夠作為學生學習態度的依據。但是也衍生了更多問題，像是：老師不僅需要維持上課品質，還需要留意學生的出缺勤以及課堂反應，進而導致老師會花費不少的課程時間點名以及提醒同學認真上課、點名無法完全代表學生在課堂上的表現，像是學生有來教室卻使用手機、打瞌睡、聊天等情況。

然而，隨著科技以及技術的日新月異，上述的部分問題（如：耗費課堂時間進行點名）已經能夠利用如：電子化紀錄、圖像辨識、RFID、指紋掃描等形式的點名系統將其解決。不過，從現有的相關研究可以觀察到，這些點名系統都僅有辨別學生到課率的功能，我們也都知道即使學生有到課也不能代表他們有認真上課，故此方法是效果不彰的。

在此專題研究計畫中希望能夠利用時下正熱門的機器學習技術並藉由人臉辨識來持續追蹤學生在課堂中的專注程度，這樣一來便能提升課堂的整體效率，老師也能透過新系統得到課堂回饋，藉此調整教學步調。因此擬提出研究機器學習並將其中的卷積神經網路（Convolutional Neural Network, CNN）架構應用在課堂自動化管理系統的專題研究計畫，使用攝影機搭配課堂電腦進行課堂狀況的擷取分析，再由辨識程式將結果回傳至伺服器當中，除了方便老師管理各個學生的課堂表現，還可以利用系統即時監控的優點，直接將上課中狀況不佳的學生標示出來並進行提醒，甚至是將結果彙整方便老師以及家長審查。透過該系統，便能成為有效處理學堂甚至是公司、演講廳...等需要集中點名管理的解決方案。

關鍵字：卷積神經網路，機器學習，課堂自動化管理。

貳、前言

在台灣，不論是幼稚園、國高中小學、大學等傳統的授課課堂，上從國家、教育部，下至辦學方、學生家長都非常重視一件事：學生的學習成效。而評估學習成效是非常困難的一件事，從最早期的作業考試，到後來因為考量每個學生的程度有所差異，所以將出席率也納入考量。關於紀錄學生出席率的方式，多為利用人工觀察並使用紙本表格紀錄。在觀察眾多實務應用上之後，我們可以發現其紀錄的項目，除了基本的出缺勤狀態，如：準時、遲到、早退、曠課、請假，其餘就是在違規紀錄欄位以正字符號標記違反上課守則的次數。但是也因為將出席率納入考量後也衍伸出了更多問題，像是：

1. 人工方法過於耗費時間

在台灣學校中，平均每班的學生包含 30–50 人，每堂課程的開始都需要花費 5–10 分鐘進行人工作業，然而每堂課程平均只有 40–50 分鐘的授課時間，這樣計算下來，我們一共需要花費 10%–20% 的上課時間，十分缺乏效率。

2. 該結果無法確實量化出學生的學習狀況

在耗費了大量時間得到學生的出席率後，發現了一項更嚴重的問題：出席率這項數據並不能完全體現出一個學生在課堂中的表現情況。因為出席率並不能將學生是否有認真聽課、打瞌睡、聊天、滑手機等上課表現的細節紀錄下來，也代表我們花了大量時間去取得一項幾乎沒有參考性的數據。



（圖 2-1）該解決方案可以作為老師的眼睛，監督學生認真學習[21]。

3. 該結果無法數位化

人工紀錄的方式並不能將結果數位化，進而有效率地進行評分及比較，更不利於資料儲存。像是老師們需要使用資料夾以及紙本去保存每個授課課程的學生出席率。我們更可以透過教育部統計處的公開資料中知道，台灣在 109 學年度的在學人口總數多達 426 萬人，若以每班 40 人、一天平均 8 堂課下去計算，光是一天便會產出 85.2 萬筆單堂課程（每筆皆紀錄修習該課程的 40 名學生）的學生出席紀錄。一個學期下來累積的數據量非常可觀，更是難以保存，導致在多數的應用場面，當紀錄者是授課教師本身時，為了節省時間與不影響上課品質，多數老師會選擇不記錄學生的學習狀況。而落實紀錄學生狀況的老師，也有很大的可能性會因為考慮教學過程的連貫性，只記錄出缺勤狀態，而對於學生上課的專注程度都忽略不計。因此，這些資料時常只能用來計算學生出席率並加以評分，沒辦法用來做研究與合併其他學習資料（如：段考／小考成績、學期總成績、教師評鑑結果）進行分析。

在這樣資料無法確實被記錄、數位化、圖表化的情況下，我們可以看到學術界或是業界都試著解決上述的問題，利用近年來快速發展的圖像辨識方法甚至是時下正夯的機器學習，如：

- [1] He, Changting, Wang, Ya and Zhu, Ming, “A class participation enrollment system based on face recognition”, 2017, pp. 254–258.

該篇研究是基於機器學習領域並利用 Android 手機進行人像檢測以及辨識，再將結果回傳至伺服器上。

- [2] R. Fu, D. Wang, D. Li and Z. Luo, “University Classroom Attendance Based on Deep Learning”, *2017 10th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, Changsha, 2017, pp. 128–131.

該篇研究同樣基於機器學習，使用錄影機錄影並持續進行臉部偵測、驗證，最終再將這些資料進行分析。

- [3] S. Chintalapati and M. V. Raghunadh, “Automated attendance management system based on face recognition algorithms”, *2013 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, Enathi, 2013, pp. 1–5.

該篇研究則是同樣基於照相機抓取畫面並丟入程式進行臉部抓取及辨識，但不同的是，該篇研究更注重在比較不同演算法之間的差異。

- [4] V. Shehu and A. Dika, "Using real time computer vision algorithms in automatic attendance management systems," Proceedings of the ITI 2010, 32nd International Conference on Information Technology Interfaces, Cavtat, 2010, pp. 397-402.

該篇論文基於 real time computer vision algorithms 並且提供更詳細的做法，除了提供實際情況的模擬圖還有攝影機的擺放位置。比起上述幾篇研究，此篇有著更偏向實作的導向。

上述的三項研究論文，皆著重於藉由機器學習這項技術，實現自動點名系統，嘗試解決人工紀錄耗費時間的這項缺點。

不過在上面所提到的研究論文甚至是目前業界相關的解決方案中都有一個致命的缺陷，就是：都無法有效的讓出席率的數據有效的量化學生的學習成效。呼應一開始所提到的在台灣上上下下都注重『學生的學習成效』這套觀點下，僅能自動將學生出席紀錄並數位化的解決方案是遠遠不夠的。若要徹底解決問題，我們需要在課堂中不斷的紀錄所有學生的出席，甚至是紀錄學生的行為表現，前者能夠有效預防學生遲到、早退、打瞌睡，後者能夠讓這些巨大的數據添增參考價值。

因此，本專題研究計畫期望研製出一套可以有效修正這些缺點的解決方案，除了繼承目前學術界，業界解決方案固有的優點，更以此作為基底增加一些功能以改進其缺點，如：持續紀錄學生出席、利用基於類神經網路的圖像辨識技術在每次偵測時都判斷學生的課堂行為並紀錄下來。

參、研究動機

早期的師生關係不像現在一般自由、面對師長的態度也不如當今輕浮，因此老師只需要專注在授課的部分，並不需要耗費時間管理課堂秩序...等狀況。隨著時代演變，國家由上至下以及學生的家長更在意的是學生的品德教育、以及學生是否有全心投入至課堂上認真學習，師生之間的關係也從早期的絕對服從轉為了更接近對等的地位，也因為諸多原因，讓老師對於監督學生的學習狀況乃至維護課堂秩序、學生基本的品德教育上需要花費更大的心思，像是：在黑板上以正字符號標記違規學生或是以口頭告誡、罰站等方法。還有為了避免學生遲到早退以及曠課，耗費上課時間進行點名。

不過這些需要使用人工的方法會需要中斷課程的進行，導致課堂授課的不順利，也無法有效紀錄下每個學生該堂課整體的學習狀況，例如：學生可能會在點名時，表現出最好的學習態度，藉此提升老師對其的主觀印象，進而影響成績評分，或是在點名前才匆匆進到教室，這些投機的作法都會造成不公允的結果。更嚴重的事，點名以及維護秩序是非常耗費時間的，假設一位老師平均每一堂課需要花費 10 分鐘進行上下課前的點名、維護秩序等行為。以每堂課程平均長度為 40-50 分鐘來看，每上一堂課變需要花費 20%-25% 的時間，若有解決方案出現，每位學生一天下來便可節省出兩堂課的時間。這樣一來，台灣的國高中生也不必進行早自修，甚至是第八節的課後加強。

再來，以傳統方式進行點名也非常浪費紙張，根據教育部統計處的資料顯示：台灣在 109 學年度時的在學人口總數多達 426 萬人，若以每班 40 人、一天平均 8 堂課下去計算，光是一天便會產出 85.2 萬筆單堂課程（每筆皆紀錄修習該課程的 40 名學生）的學生出席紀錄。這樣的做法不只難以將結果保存、浪費紙張。更糟糕的是，每位老師耗費大量時間所紀錄的學生出缺勤狀況是一項缺乏參考性、用完就必須丟掉的東西。為什麼這麼說呢？主要有以下原因：

1. 出缺勤數據只能對特定族群使用

假設有一份出缺勤表是針對三年乙班的數學課紀錄，這份耗費大量時間所紀錄的報表並無法套用於其他班級甚至是其他課程上。

2. 該數據沒有保存價值

假設今天針對三年乙班的數學課紀錄一份出缺勤表，到了學期末作為評分依據後，這項出缺勤表便失去存在價值。

3. 該數據對於授課老師沒有任何參考性

老師沒有辦法透過出缺勤表作為授課課程的有效回饋以及建議，任何學生都會因為出缺勤有分數價值而出席，但這項數據無法顯現出學生是否有認真上課。

然而，隨著時代的演進已經有許多研究或是商業軟體公司試著研發自動化的點名系統，試著將學生的出缺勤自動記錄並且數位化。確實，自動化的點名系統可以修正需要耗費課堂時間點名以及使用人力紀錄表單的這兩個缺點。但是，僅僅能夠單次的紀錄班級的出缺勤情況的系統，並不能夠紀錄學生在課堂上學習狀況，且一般僅用於課前、課後點名，沒有持續記錄，對學生沒有足夠的約束能力，學生是否在課堂中離開，是否惡意早退等情形，都沒有辦法詳細的紀錄，更沒辦法發現上課途中違規的學生並給予口頭告誡或是懲處。

因此本專題研究計畫希望能夠建立一套數位化的學習監控解決方案，除了自動化的點名外，還能在課堂中持續的追蹤各個學生的學習狀況，也因為持續追蹤的特性，該系統更可以立刻發現學生遲到、早退..等特殊狀況，甚至是做到提醒學生專心、即時更新所有學生的精神狀況...等功能。不只如此，我們更能因為這套方法有著持續追蹤各個學生對於不同課堂的專注情況這項特性，進而解決先前提到的『該數據對於授課老師沒有任何參考性』這項問題，讓原本單純的出缺勤紀錄變得更加豐富，從簡單的遲到早退變成紀錄學生在一堂課之中是否待在教室裡面以及預估他的學習狀況，老師便能透夠這項進階數據輕易看出一堂課中的哪些時段同學較容易分神，從而調整教學步調，或是更改上課方式。

肆、研究問題

有了研究動機以後，本章又更進一步的分析該專題研究計畫的必要成份，也就是群眾以及如何改善市面上既有的解決方案，經過統整後該研究計畫必須達到的基本項目有：

- 如何定義學生是否專注。
- 在一定的範圍內使用錄影機持續捕捉畫面，並將該畫面輸入至該使用環境中所配置的電腦，使用此解決方案進行圖像內的人臉抓取、辨識。
- 將輸出的人臉預判身份後再進行專注度的預測，分析該位學生的學習狀況。
- 必須能夠儲存結果並在日後調用。

上述項目需要克服的問題便是將一定範圍內的群眾（在教室場景應用時，對象為學生）經過一連串的處理後變成資料，再交由預先寫好的程式分析成數據，最後以圖表或是資料的狀態呈現到使用者面前。讓學生能夠查看自己在課堂中的專注度以及出缺勤是否過低等情況，老師也能藉由該系統，觀察各個學生的反應調整教學步調。

在早些年前，雖知機器學習能夠幫助我們處理該領域相關的問題。但因為受到硬體性能上的限制造成其相關研究難以在實際應用層面有所突破。不過，隨著近年來電腦的性能有著飛越性的提升，機器學習又被世人拿來探討。上述的四項問題都有了相應的解決方法，如下：

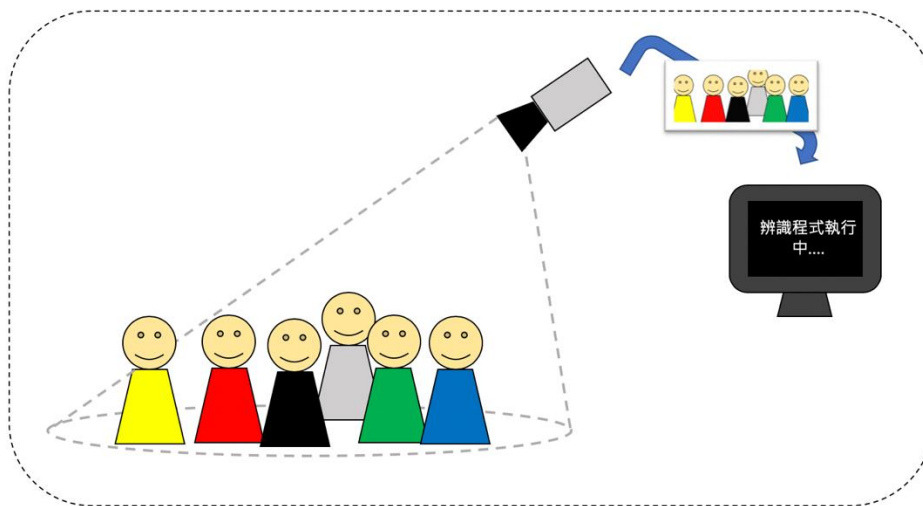
- 硬體的發展確實能夠改善機器學習的使用體驗，但在訓練辨識模型時，我們必須先將極大量的資料註記，才能進行訓練。因此，找出能夠有效標記資料的方式就顯得非常重要。本專題將使用下面所敘述的方式標記資料：
 1. 先利用上課時間進行錄影，再利用程式從課堂錄影的畫面中擷取人像並手工標記資料（如：該人像是否認真）。
 2. 有了初步的資料集，我們就能使用它訓練初始模型進行預判，並且持續錄製上課影片。
 3. 當我們又錄製新的課堂影片並擷取人像後，便能使用初始模型進行初步的分類（標記出認真與不認真），分類完成後進行人工比對，觀察初始模型的準確度。

4. 將初始模型所分類的兩樣資料進行手工校正（把模型辨識錯誤的人像放到正確的分類當中），再進行訓練，產生新的辨識模型。
 5. 有了上述方法，我們可以持續累積上課影片，並重複這些動作，直到模型預測的精準度達到我們的要求。
- 中間兩項問題我們可以利用 Python 語言並搭配相依套件實作出應用軟體，其能夠將錄影機畫面中的人臉進行抓取，並透過事先訓練完成的模型將擷取的人臉進行身份與專注程度的分析。至於如需擴大使用範圍，我們可以透過調整錄影機的角度，甚至是更換更高像素、廣角的錄影器材。
 - 第四項問題我們也同樣能透過相依套件將分析結果上傳到資料庫，待師生或是家長需要查看時，再利用 Web APP 將資料抓取下來並呈現。

將實現基本項目所遇到的問題解決後，我們可以使用其他現有的解決方案進行比較，舉例幾種現在常用的點名方式；人工紙本點名、教室入口拍照辨識自動點名，教室入口以 RFID 裝置驗證身分點名，以多個或一個指紋辨識器進行身分驗證點名……等，上述的多種方式，都有著其相應之缺點，像是：人工點名時可能有誤判、代點、或是點名者被收買的情形，RFID [17]與指紋辨識[18]則是有成本較高的問題。

更值得注意的是，上述方法都沒辦法有效的持續監測學生的狀態，造成早退、遲到、曠課無法被確實認定，而上課時睡覺、發呆、滑手機、聊天等行為，更是不容易被老師注意。若要讓老師在上課期間同時教學並對數十位學生進行課堂的秩序管理，會嚴重影響授課的品質以及效率。

當然，除了比較基於不同方式實作的點名系統，我們更要比較其他同樣是基於圖像辨識的解決方案[14][15][16]，本專題提出一個更能夠有效督促學生專注於課程的方式：持續監測並紀錄學生的到課與否與其專注程度，同時即時更新該課堂所有學生最新狀態至監測面板，讓老師能夠更輕鬆地掌握學生的上課情形。除此之外，我們更可以由此做出更多功能的延伸。



(圖 4-1) 如圖，在一定範圍內使用攝影機將畫面傳送至辨識程序進行辨識並紀錄至資料庫，在每堂課程以平均 5-10 秒的頻率重複上述步驟，便能夠長期偵測學生的學習狀況，做出更多延伸應用。

本專題期望能有效解決上述提到的問題，從開始上課到下課鐘響前，會不間斷的紀錄所有學生的出缺勤及精神狀況。這樣一來，不止能夠節省上下課點名的時間，更能夠讓老師放心授課，無需花費時間進行秩序管理。再來，由於本專題有著持續紀錄專注度的特點，故利用它達到即時回饋學生精神狀況的功能，老師可以選擇打開此系統並使用投影機顯示畫面方便觀察，也能夠進一步的製作擴充功能，如：該學生狀態不佳時，他的手機會以鈴響或是通知提醒學生注意自己的學習狀況。不僅如此，本專題研究計畫除了能應用在大學課堂上，更可以延伸應用到職場，國小，國高中...等需要集中管理的場景上。

伍、 文獻回顧及探討

本章介紹本專題研究中計畫所使用的各種工具以及更進一步探討先前章節的內容。如：細節探討、軟體所需的實現技術以及比較其他類似研究的差異。

5-1 細節探討

在先前的章節（摘要，前言）提到了該專題研究計畫想要解決的問題，以及該使用什麼樣的技術去解決該問題，本小節將會針對前面的內容做進一步的探討。該專題研究計畫的實現主要由兩大區塊構成，分別為圖像辨識，以及將辨識結果整合給使用者實際操作的應用程式。

針對圖像辨識的部分，本專題研究計畫預計使用 Keras 建置卷積神經網路（Convolutional Neural Network, CNN）架構，並大量採集受實驗對象（實際應用時為學生）以及同學在課堂時的上課情況的圖像，再將這些資料處理歸類，使用 CNN 訓練出辨識模型，分別是辨識學生身份和辨識學生是否專注的模型。有了圖像辨識的模型，便需要能將結果整合並應用的程式系統，該應用程式又分為兩塊，分別為圖像辨識主程式和提供查詢介面的前端系統。

圖像辨識主程式使用 Python 撰寫，並執行於教室電腦，實際使用環境需要有攝影機紀錄課堂狀況，該程式會將攝影機所拍攝的畫面分用 OpenCV 和 Dlib 等套件將課堂中的所有人脸擷取出來，再導入預先訓練好的辨識模型將各個學生的身份以及精神狀況預測出來並上傳至資料庫(MySQL)中。有了 MySQL 存放所有的分析結果，我們就能使用程式將這些數據呈現給使用者查詢，本專題研究計畫的前端系統會根據使用者的需求，向資料庫存取使用者所需的資料，經過處理後呈現在使用者面前。

5-2 軟體

在 5-1-2 節中已經大致探討該專題研究計畫的初步實現藍圖，本節會進一步的說明該專題研究計畫所需要使用的開發工具以及各個開發工具在本專題系統中的用途。

5-2-1 PHP

PHP 是一種開源的通用電腦手稿語言，尤其適用於網路開發並可嵌入 HTML 中使用[1]。本專題研究計畫會使用 PHP 撰寫該系統的查詢網站，該網站的功能有：註冊/登入帳號，學生選課，學生查詢課堂狀況，以及教師的課堂管理。

5-2-2 MySQL

MySQL 原本是一個開放原始碼的關聯式資料庫管理系統，之後於 2008 年被昇陽微系統（Sun Microsystems）收購。2009 年，甲骨文公司（Oracle）收購昇陽微系統公司，MySQL 成為 Oracle 旗下產品[2]。

本專題研究計畫會使用 MySQL 做為該系統的資料庫，主要用於存放各個使用者的帳號資訊以及已開課課程的細節和該課堂中所有學生的學習狀況。

5-2-3 Keras

Keras 是一個用 Python 編寫的開源神經網路庫，能夠在 TensorFlow、Microsoft Cognitive Toolkit、Theano 或 PlaidML 之上執行[3]。

本專題將使用 Keras 訓練出用於辨別學生身分以及辨別學生是否專注的模型。

5-2-4 HTML

超文本標記語言（HyperText Markup Language, HTML）是一種用於建立網頁的標準標記語言。HTML 是一種基礎技術，常與 CSS、JavaScript 一起被眾多網站用於設計網頁、網頁應用程式以及行動應用程式的使用者介面[4]。

本專題將會利用 HTML 建構網頁應用的內容。

5-2-5 CSS

層疊樣式表（Cascading Style Sheets, CSS）是一種用來為結構化文件（如:HTML,XML）添加樣式（字型、間距和顏色等）的電腦語言，由 W3C 定義和維護[5]。

本專題將會使用 CSS 為該系統的介面進行結構美化。

5-2-6 JavaScript

JavaScript 是一門基於原型、函式先行的語言，是一門多範式的語言。它提供語法來操控文字、陣列、日期以及正規表示式等，不支援 I/O，比如網路、儲存和圖形等，但這些都可以由它的宿主環境提供支援。它被世界上的絕大多數網站所使用，也被世界主流瀏覽器（Chrome、IE、Firefox、Safari、Opera）支援[6]。

5-2-7 Vue.js+PWA

Vue.js 是一個用於建立使用者介面的開源 JavaScript 框架，也是一個建立單頁應用的 Web 應用框架[7]。

漸進式網絡應用程式 (Progressive Web Apps, PWA)是一種普通網頁或網站架構起來的網絡應用程式，但它可以以傳統應用程式或原生移動應用程式形式展示給用戶[8]。

本專題將使用 Vue.js 搭建單頁式應用（SPA, Single Page Application）並利用 PWA 將學生狀況即時更新系統以及學生查詢系統結合製作成 IOS/Android 平台的 APP。

5-2-8 Node.js

Node.js 是能夠在伺服器端運行 JavaScript 的開放原始碼、跨平台 JavaScript 執行環境。Node.js 採用 Google 開發的 V8 執行程式碼，使用事件驅動、非阻塞和不同步輸入輸出模型等技術來提高效能，可最佳化應用程式的傳輸量和規模。這些技術通常用於資料密集的即時應用程式[9]。本專題將利用它搭建 Restful API 提供給跨平台應用程式使用。

5-2-9 Tkinter

Tkinter 為 Python 之套件，提供許多常用的圖形介面元件(像是選單、按鈕之類)，具有跨平台、輕量化等特色[10]。

在本專題中，將會被用於撰寫上課時所需要使用的圖形化介面程式，方便授課者啟動系統的記錄機制。

5-2-10 OpenCV & Pillow

OpenCV 的全稱是 Open Source Computer Vision Library，是一個跨平台的電腦視覺庫。可用於開發即時的圖像處理、電腦視覺以及圖型識別程式。該程式庫也可以使用英特爾公司的 IPP 進行加速處理[11]。

Python Imaging Library (縮寫為 PIL) (在新版本中稱為 Pillow)，它支持許多不同圖像文件格式的開啟，操作和保存。並適用於各大作業系統[12]。

OpenCV 與 Pillow 都是在 Python 中處理圖像的套件，在本專題中會用這兩個工具進行圖片的裁切、壓縮、調整大小、白平衡.....等操作，使得藉由 WebCam 獲取的圖片能夠被準確地進行身分與行為的預測。

5-2-11 Dlib

Dlib 是使用 C++編寫的通用跨平台函式庫[13]，本專題中會嘗試運用此函式庫來抓取人臉在圖片中的範圍。

5-3 相關文獻比較

在先前的研究問題章節中，我們以及先定義了本專題研究計畫所需要克服的問題，本節將會更進一步探討學術界、業界的解決方案，並觀察這些方案的淺在問題，以及本專題研究計畫該如何克服這些問題。

在人們已經知道能夠利用電腦科技去解決人工點名的耗時問題後，不管是學術界或是業界都產出了很多不一樣的方法，從最一開始的線上點名表單(單純減少紙張浪費和保存問題)，到後來開始提出了基於不同方式所達到的自動點名系統，如：

- [1] T. S. Lim, S. C. Sim 以及 M. M. Mansor 等人所提出的 RFID 點名系統^[17]，可以利用 RFID 感應的方式減少不必要的人工點名，不過這樣的作法沒有辦法避免掉代替點名的情況。
- [2] B. K. P. Mohamed 和 C. V. Raghu 所提出的指紋辨識方法^[18]以及由學悅科技所開發定位點名系統 APP – Zuvio ^[20] 都可以有效解決第一項代替點名的問題，不過並沒有辦法預防早退，甚至是追蹤學生的學習成效。
- [3] He, Changting, Wang, Ya 和 Zhu, Ming 所提出基於圖像辨識的自動化點名系統^[14]，只要增加掃描次數便能預防早退、解決無法顯現學生的學習成效等問題，只可惜該方案沒有增加這項功能，更因為該方案是利用學生的 Android 手機安裝 APP 進行點名，產生了相容性差異的問題。
- [4] V. Shehu 和 A. Dika 提出的基於圖像辨識的自動化點名系統^[19]，跟本專題研究計畫所考慮的實際應用環境非常相似，都是利用攝影機架設在一定範圍的高處上，掃描使用者有無缺席，遺憾的是，該研究仍然沒有解決早退、無法顯現學生的學習成效等問題。

在了解現今既有的方案存在的問題後，本專題研究計畫期望能夠導入如:持續追蹤、及時反饋、觀察使用者專注度的功能，有效解決上述提到的所有問題。至於實際的實現步驟，會在更之後的章節中詳細說明。

陸、研究方法與步驟

本章將會介紹該專題研究計畫中所使用的工具及設備，主要分為硬體設備和專題實際運作的詳細情況。

6-1 硬體設備

6-1-1 攝影機

將攝影機連接教室主機後將課堂狀況拍攝下來,並輸入至辨識程式處理。

本專題研究計畫的試驗範圍較小，故在此會使用常見的 WebCam 作為攝影機使用。

6-1-2 教室主機

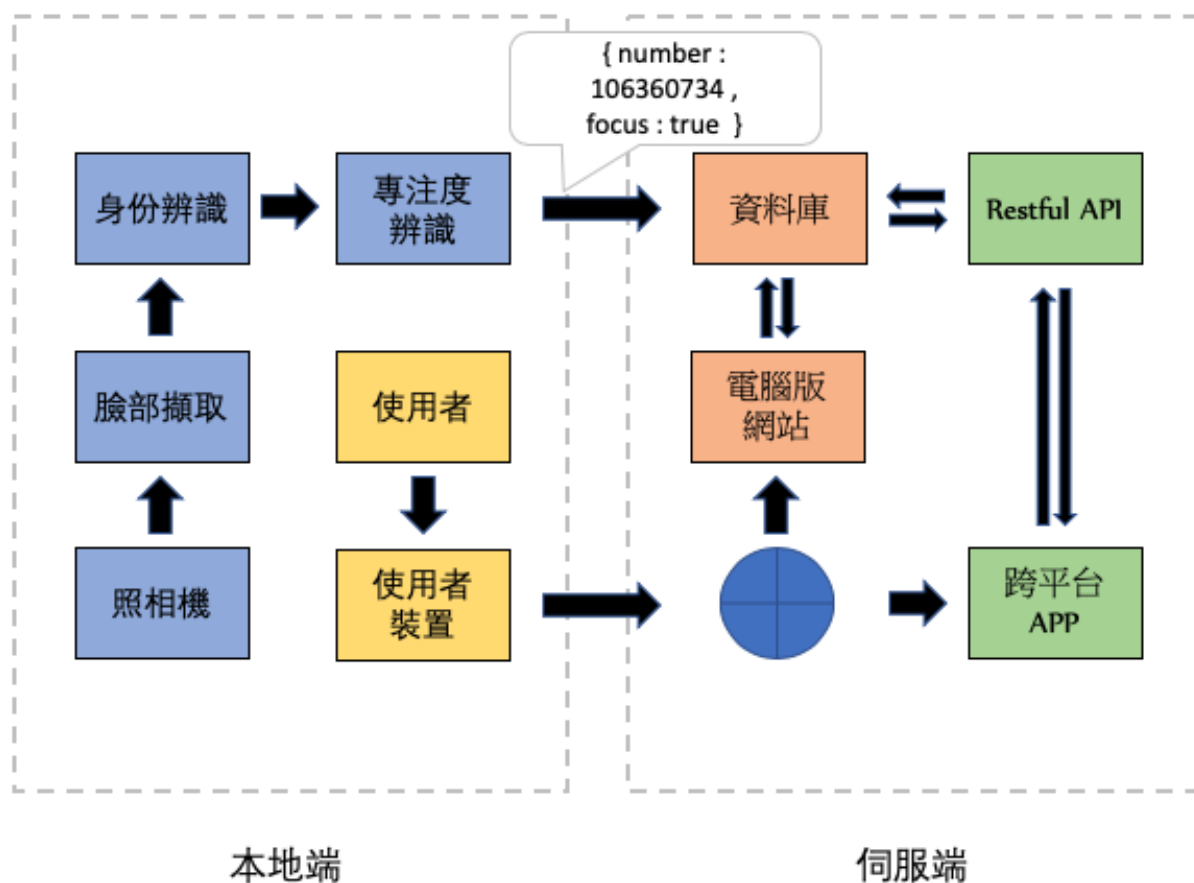
教室主機將會安裝課堂辨識系統,並將結果上傳至伺服器。

6-1-3 樹莓派

本專題研究計畫將採用樹莓派（Raspberry Pi 4 Model B）用於架設伺服器以及資料庫,並且將 JavaScript 以及 Node.js 應用部署至樹莓派上，提供 RestfulAPI 和 Web APP 服務。

6-2 研究系統架構說明

本節將探討該研究計畫系統的詳細架構（如圖 6-1 所示）以及其系統模擬畫面（如圖 6-2、圖 6-3 所示）。



(圖 6-1) 系統架構圖

備註：藍色方塊為照相機加上教室電腦所執行的上課錄影程式，伺服器端上則分為兩個部分：

1. 傳統的系統網站（架構圖中為橘色方塊）
2. 跨平台 APP（含課堂即時更新功能，架構圖中為綠色方塊）

說明：

1. 使用者可以選擇以手機或是電腦瀏覽該系統，手機能夠瀏覽傳統網站或是下載行動端 APP，電腦則是使用網路瀏覽器直接訪問該系統。
2. 行動端 APP 整合了課堂即時更新系統以及查詢個人表現的功能，能夠直接查看目前的上課狀況或是查看指定課堂的學習表現。
3. 傳統網站提供選課功能以及教師專用的開設課程功能（該研究計畫專題在實際應用時，會直接綁定校園入口網站的師生帳號以及開課選課資訊，並不會出現此功能。）



(圖 6-2) 行動端 APP 模擬圖 (圖 6-3) 教師查詢學生狀況模擬圖

6-2-1 課堂辨識系統

該系統主要由辨識程式以及網頁服務所構成：

辨識程式使用 Python 所編寫,並應用了 OpenCV, Dlib 等模組,將攝影機所錄製的上課影像以每秒擷取為一張圖片,並將該圖片輸入至先前使用 Keras 所訓練的模型進行預測並將該次結果立即上傳到資料庫（提供學生狀況即時更新系統使用）,待課程結束時,便會將每秒鐘所記錄的結果上傳到伺服器內的資料庫（MySQL）。

當學生利用網頁服務（PHP）查詢結果,PHP 便會調用存放於 MySQL 所需的資料,並將資料放入網頁中,將該網頁檔案(HTML)傳回使用者的設備(例如:手機,電腦),再由網頁瀏覽器將 HTML 繪製成使用者所看到的結果頁面。

6-2-2 學生狀況即時更新系統

該系統是基於課堂辨識系統所延伸出的功能,當使用者開啟該系統,該網頁會對 RestfulAPI 索要相關資料,而 RestfulAPI（由 Node.js 編寫）會針對使用者的要求,對 MySQL 做讀取,並將結果傳回客戶端的裝置中,待資料回傳後,網頁便會針對變動的資料立即更新(該部分是利用 Vue.js 做到響應式的更新網頁內容)。

柒、參考文獻

- [1] PHP, <https://zh.wikipedia.org/wiki/PHP>(Visited in 2019/11/5)
- [2] MySQL, <https://zh.wikipedia.org/wiki/MySQL>(Visited in 2019/11/5)
- [3] Keras, <https://zh.wikipedia.org/wiki/Keras>(Visited in 2019/11/5)
- [4] HTML, <https://zh.wikipedia.org/wiki/HTML>(Visited in 2019/11/5)
- [5] CSS,
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B1%82%E5%8F%A0%E6%A0%B7%E5%BC%8F%E8%A1%A8#CSS3>(Visited in 2019/11/5)
- [6] JavaScript, <https://zh.wikipedia.org/wiki/JavaScript> (Visited in 2019/11/9)
- [7] Vue.js, <https://zh.wikipedia.org/wiki/Vue.js> (Visited in 2019/11/9)
- [8] PWA,
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B8%90%E8%BF%9B%E5%BC%8F%E7%BD%91%E7%BB%9C%E5%BA%94%E7%94%A8%E7%A8%8B%E5%BA%8F> (Visited in 2019/11/9)
- [9] Node.js, <https://zh.wikipedia.org/wiki/Node.js> (Visited in 2019/11/9)
- [10] Tkinter, <https://zh.wikipedia.org/wiki/Tk> (Visited in 2019/11/14)
- [11] OpenCV, <https://zh.wikipedia.org/wiki/OpenCV>(Visited in 2019/11/14)
- [12] Pillow, https://en.wikipedia.org/wiki/Python_Imaging_Library(Visited in 2019/11/14)
- [13] Dlib, <https://www.itread01.com/content/1547287507.html>(Visited in 2019/11/14)
- [14] He, Changting, Wang, Ya and Zhu, Ming, “A class participation enrollment system based on face recognition”, 2017, pp. 254–258. (Visited in 2020/03/06)
- [15] R. Fu, D. Wang, D. Li and Z. Luo, “University Classroom Attendance Based on Deep Learning”, 2017 10th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), Changsha, 2017, pp. 128–131. (Visited in 2020/03/06)
- [16] S. Chintalapati and M. V. Raghunadh, “Automated attendance management system based on face recognition algorithms”, 2013 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research, Enathi, 2013, pp. 1–5. (Visited in 2020/03/06)
- [17] T. S. Lim, S. C. Sim and M. M. Mansor, "RFID based attendance system," 2009 IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications, Kuala Lumpur, 2009, pp. 778-782. (Visited in 2020/03/09)

- [18] B. K. P. Mohamed and C. V. Raghu, "Fingerprint attendance system for classroom needs," 2012 Annual IEEE India Conference (INDICON), Kochi, 2012, pp. 433-438. (Visited in 2020/03/09)
- [19] V. Shehu and A. Dika, "Using real time computer vision algorithms in automatic attendance management systems," Proceedings of the ITI 2010, 32nd International Conference on Information Technology Interfaces, Cavtat, 2010, pp. 397-402. (Visited in 2020/03/09)
- [20] Zuvio, <https://www.zuvio.com.tw> (Visited in 2020/03/09)
- [21] 圖 2-1, <https://www.listenandlearn.org/the-teachers-handbook/how-do-i-know-if-my-students-are-bored/> (Visited in 2020/03/11)

捌、需要指導教授指導之內容

1. 類神經網路之模型優化
2. 系統實際運作時的性能問題
3. 督促專題實驗進度
4. 提供專案軟體架構的優化建議
5. 提案書以及結案報告的格式建議和內容調整