

國家科學及技術委員會

112年度大專學生研究計畫申請書

一、綜合資料：

申請條碼：112CFD0500020



申請人 【學生】	姓 名	李郁含	身分證號碼	R22475****
	就 讀 學 校、 科 系 及 年 級	中原大學資訊工程學系 4 年級	電 話	0919283241
	學 生 研 究 計 畫 名 稱	基於少量樣本學習技術之課堂點名技術		
	研 究 期 間	自112年7月1日至113年2月底止，計8個月		
	計 畫 歸 屬 司 別	工程處		
	研究學門代碼及名稱	E4103 -- 圖形辨識		
	上年度曾執行本會大專學生研究計畫	否		
指導教授	姓 名	余執彰	身分證號碼	H12253****
	服 務 機 構 及 科 系(所)	中原大學資訊工程學系		
	職 稱	副教授	電 話	(03)4930349
補助經費	項 目	金 額	說 明	
	研 究 助 學 金	48,000元	每月補助研究助學金新臺幣6,000元，8個月計新臺幣48,000元。	
	耗材、物品、圖書及雜項費用	0元	依研究計畫實際需求擇優補助，每一計畫最高以補助新臺幣20,000元為限。	
	合 計	48,000元		
本人瞭解並同意遵照學術倫理規範；本計畫無違反學術倫理				

表C801

二、研究計畫內容（以10頁為限）：

（一）摘要

過去大數據的興起，導致收集和訓練數據的成本日益漸增，對於一般企業來說很難花費大量成本取得大數據，數據資源相當有限，且隨著現代科技進步，模型學習方式貼近人類化備受期待，也有些情境難以收集到大量樣本，例如學生證件照，在學生資料收集的限制及資料更新的效率上，少樣本學習便有著一定的重要性了，因此本計畫預計透過深度學習技術進行少樣本學習（Few-shot learning），僅用學生之一張照片來完成掃臉點名的系統，在過去有許多探討解決少樣本問題之方式，本研究採用結合數據增強進行遷移學習，利用三重網路對於模型進行優化，透過深度學習結合影像處理技術，學習如何解決少樣本問題以完成點名系統。

關鍵字：少樣本學習（Few-shot learning）、數據增強（Data Augmentation）、遷移學習（Transfer Learning）、三重網路（Triplet Network）、監督式學習（Supervised Learning）

（二）研究動機和研究問題

課堂點名是計算出席分數最直接的方式，但使用唱名的方式，往往需花上一段時間才能完點名，若使用QRcode點名，還有可能發生「代理簽到」的情形，造成點名效率及公平性低落，因此本研究想利用人臉辨識系統協助完成點名。若想實現掃臉點名系統，使用傳統的機器學習方式，需取得多張學生照片來訓練模型，然而為建立一點名系統而向每位學生索取多張照片是不切實際的，但學校在入學時會要求學生提供一張自己的大頭照，因此申請人想研究僅用一張照片是否能完成此點名系統。

此外，由於硬體和資訊科技的進步，加速了各應用領域中數十億設備的互連，越來越多的關鍵基礎設備（如：醫療、交通、工業生產、環境檢測、家庭自動化等等）採用智能及適應性設備，設備雖然收集大量數據，但單種情況產生的每種數據之數量都非常有限，此外，一些隱私倫理等障礙更難以跨越，因此能夠使用的樣本數遠小於深度學習所需要的數據樣本量，達到接近甚至超越大數據深度學習的效果已變得相當重要。為此，探索基於少數樣本和跨領域場景的有效學習方法也成為深度學習的下一階段重要發展項目之一，許多學者在近幾年提出了不少相關文獻資料嘗試解決少樣本學習（Few-shot learning）的挑戰，但樣本數不足的情況依舊有可能發生在各種場景，且適用的解決方式也不盡相同，因此此項議題依舊有許多值得探討的研究方法及知識。

綜合上述兩點原因，以及申請人在汲取了機器學習及深度學習的相關知識以後，了解到訓練模型的過程固然重要，但資料準備得好壞與否也足以影響整個模型的訓練結果，且樣本數不夠完善的情況在生活中並不罕見，對於Few-shot learning的技術產生了濃厚的好奇心，決定著手進行本研究。

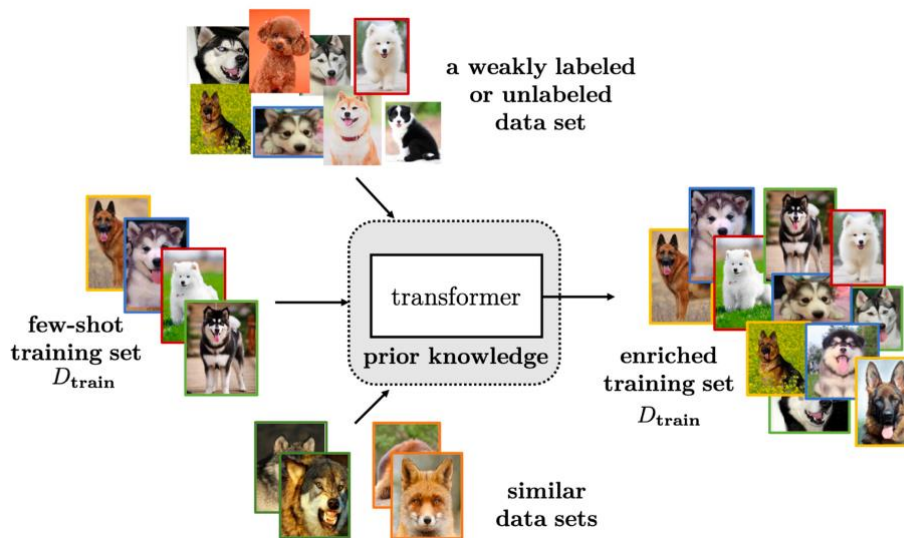
過去訓練深度神經網路最後往往會接上全連接層結合softmax函式進行分類，但在樣本數不足的情況下，softmax的分類方式無法準確地預測結果，且在人臉辨識的情況下，不一定有固定數量的類別，而在Google的人臉辨識論文FaceNet中[12]首次出現三重損失（triplet loss），此損失函數有助於在人臉識別中判斷兩位之面孔是否來自同一人。另外，在Song et al.於2022年發表的論文[1]中整理及歸納了近幾年與少樣本學習有關的文獻資料，當中提到了few-shot learning目前所面臨的困境及解決方法。本研究在查閱過相關文獻資料後，決定結合數據增強（Data Augmentation）、遷移學習（Transfer Learning），以及三重網路（Triplet Network）的方式，來實現每位學生只取一張照片樣本所完成訓練的人臉辨識點名系統。

(三) 文獻回顧與討論

在過去FSL存在許多挑戰，由於成本、倫理、法律等等各種原因，導致有限的訓練樣本，基於模型微調的方法在源數據集和目標數據集分佈不相似時，導致過擬合問題，因此在參考了幾個解決少樣本學習問題的文獻後，以下將分別探討幾個研究方法，以及本研究欲參考的技術內容。

1. 利用數據增強 (Data Augmentation) 來提高樣本多樣性

由於通過hand-crafted rules進行數據增強 (Data Augmentation) 通常用作少樣本學習方法中的預處理，在Wang et al. [2]論文中有提及設計這些規則在很大程度上取決於領域知識，可能在特定數據集表現很好，但不具有普適性，人類不可能列舉出所有可能的不變性，因此使用先驗知識來擴充訓練數據集從而豐富樣本多樣性，分為三種方法，如圖(一)及表(一)所示。



圖(一) 數據增強的三種方法[2]

表(一) 三種方法之分類[2]

category	input (x, y)	transformer t	output (\tilde{x}, \tilde{y})
transforming samples from D_{train}	original (x_i, y_i)	learned transformation function on x_i	$(t(x_i), y_i)$
transforming samples from a weakly labeled or unlabeled data set	weakly labeled or unlabeled $(\tilde{x}, -)$	a predictor trained from D_{train}	$(\tilde{x}, t(\tilde{x}))$
transforming samples from similar data sets	samples $\{(\hat{x}_j, \hat{y}_j)\}$ from similar data sets	an aggregator to combine $\{(\hat{x}_j, \hat{y}_j)\}$	$(t(\{\hat{x}_j\}), t(\{\hat{y}_j\}))$

The transformer $t(\cdot)$ takes input (x, y) and returns synthesized sample (\tilde{x}, \tilde{y}) to augment the few-shot D_{train} .

(1) Transforming Samples from D_{train} :

通過將每個 $(x_i, y_i) \in D_{\text{train}}$ 轉換為多個具有變化的樣本來增強並擴充數據集； D_{train} 為訓練數據集，轉換過程作為先驗知識包含在經驗中，以便生成其他的樣本。

(2) Transforming Samples from a Weakly Labeled or Unlabeled Data Set :

通過從弱標記或未標記的大數據中選擇帶有目標標籤的樣本來增強 D_{train} ；訓練一個分類器將預測為目標標籤的數據提取出來加入到 D_{train} 去。

(3) Transforming Samples from Similar Data Sets :

此策略通過聚合和調整來自相似但較大數據集的input-output pair來增強Dtrain，使用哪種增強方法的選擇取決於具體的應用，本研究透過收集學生之證件照進行模型訓練，沒有無標記或弱標記之狀況，因此通過轉換訓練集中原有的 (x_i, y_i) 為多個樣本來增加訓練集Dtrain。

2. 利用遷移學習來建立模型參數的初始值

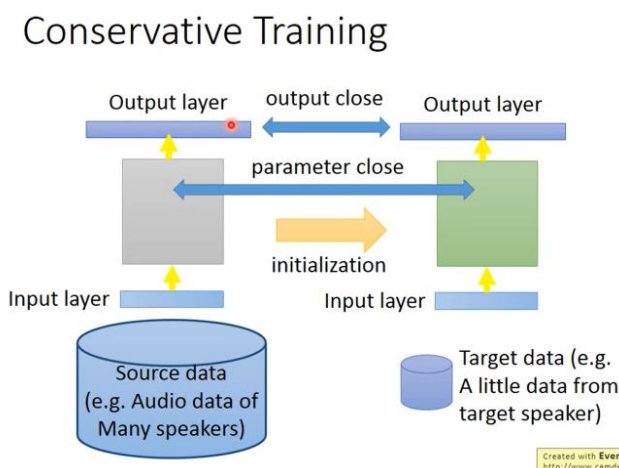
在訓練一個大型網路的時候，基本上它的參數都是上億或上兆的，但我們手邊的資料集根本不可能足夠龐大，無法把網路訓練得很好，所以一般我們也不會從頭開始訓練網路，而是會利用遷移學習來幫助我們完成所需要的網路。

遷移學習(Transfer Learning)可以利用和目標無直接相關的數據(source data)來幫助訓練模型。以下我們討論當source data和target data都有標籤(label)的情況，常使用到的Fine Tuning。

Fine Tuning 是讓類神經網路基於預訓練過 (pre-trained) 的權重(weight)之上再做微調。主要分為兩種方法：

(1) Conservative Training

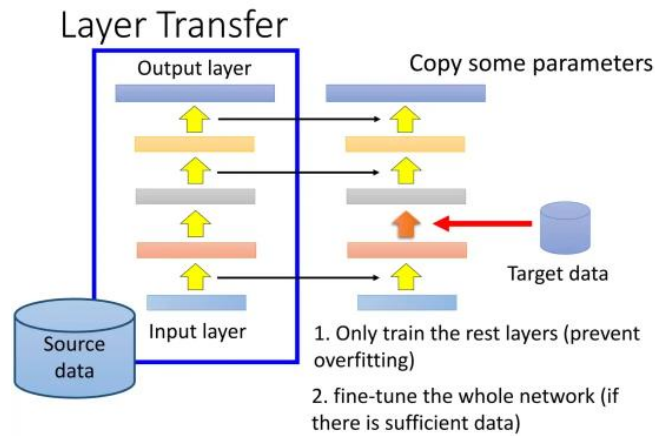
先利用大量的source data訓練出一個模型，使用這個模型的參數當作target data模型參數初始值，再繼續以target data訓練，讓訓練完的模組與原本的模組不會差太多，如圖(二)所示。



圖(二) Conservative Training[4]

(2) Layer Transfer

利用source data訓練出一個模型後，因為CNN(Convolutional Neural Network)前幾層的Layer是判斷圖片中的微小部分，所以可以將模型的前幾層(layer)複製到新的模型，後面的層再用target data去訓練，如圖(三)所示。

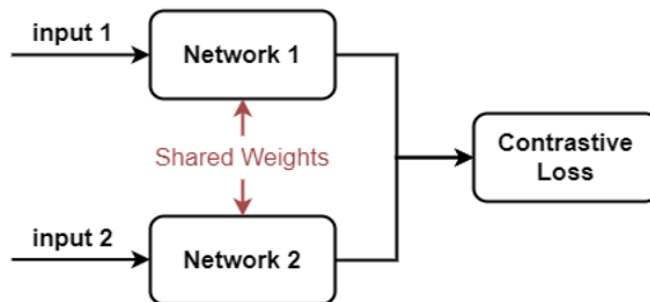


圖(三) layer transfer[4]

3. 利用三重網路(Triplet Network)比較兩個輸入之特徵向量並進行匹配

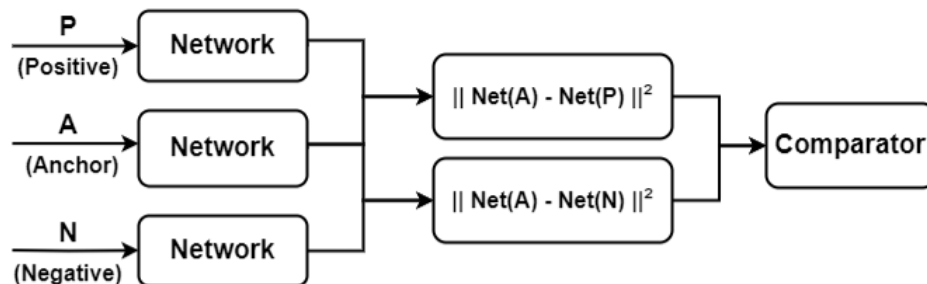
根據Hoffer & Ailon於2014年發表的一篇論文[3]所述，Triplet Network是Siamese Network的延伸，與Siamese Network一樣，適用於解決樣本類別很多，但訓練集的樣本數卻很少的情況。

Siamese Network又被稱為是「連體的網路」，如下圖(四)所示之架構，利用共享權值(Weights)的神經網路將兩個輸入(Input 1、Input 2)做特徵轉換和提取，並將其映射到新的特徵空間中，最後利用Loss來計算兩個輸入之間的相似度。



圖(四) 孿生網路架構

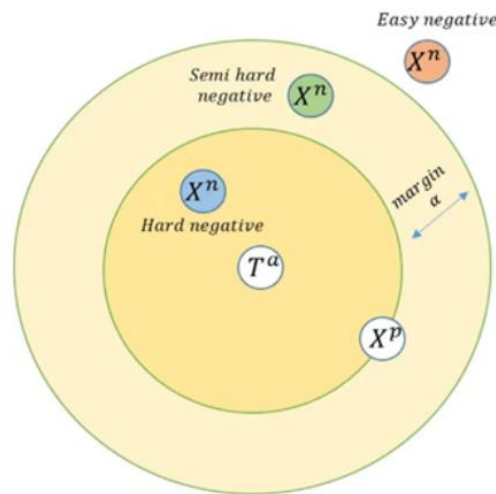
而Triplet Network與Siamese Network相異的地方是，其使用了三個樣本為一組，分別為一個參考樣本(Anchor)、一個同類樣本(Positive)、一個異類樣本(Negative)，並且為避免Loss趨近於0，通常會設置一距離限制(margin)迫使模型更好的學習。下圖(五)為三重網路架構示意圖。



圖(五) 三重網路架構

損失函數公式： $L = \max(d(a, p) - d(a, n) + \text{margin}, 0)$ (1)，如圖(六)所示，可分為以下三類：

- Easy triplets： $L = 0$ ，表示a和p距離相近，和n距離遙遠，無須優化。
- Hard triplets： $L > \text{margin}$ ，表示a和n距離相近，和p距離遙遠，此情況損失最大，需要優化。
- Semi-hard triplets： $L < \text{margin}$ ，a和p的距離比a和n的距離相近，但是差距不滿足margin，此情況存在損失，需優化。



圖(六) triplet loss[14]

在回顧上述文獻之後，本研究決定在數據擴充的部分利用既有的樣本轉換出多個變化樣本，去解決樣本數太少的問題；在針對遷移學習上的微調，利用Layer Transfer，利用已經訓練好的模型之前幾層的Layer幫助辨別圖片較為小的部分，後面的Layer再使用target data去訓練；最後利用三重網路計算特徵向量的距離來幫助模型更有效率地去分類。

(四) 研究方法及步驟

在本研究中，我們將解決少樣本問題的方法及步驟分為四階段：選取神經網路架構、進行遷移學習並確認學習成果、數據增強、結合三重網路，預計總共將花費半年的時間完成。

1. 準備訓練模型所需資料集

Step1-1 建立資料集

收集適當張數的照片作為訓練集及測試集。本研究採用監督式學習 (Supervised learning) 的方式訓練模型，需將訓練集的每張照片加上標籤。

Step1-2 使用Haar cascade將人臉從圖片中提取出來

首先，準備好作為輸入資料的資料集後，為去除圖片當中不重要的背景圖片，將人臉提取出來，避免雜亂且無用的資訊導致模型學習效果不佳，我們參考相關文獻，並決定採用openCV當中的Hear的cascade分類器[11]將人臉特徵從圖片中提取出來。

2. 使用VGG-Face作為預訓練模型進行遷移學習

由於沒有龐大且多樣的數據集，從頭開始訓練的模型可能會快速記住訓練集特徵，使模型發生過度擬合的問題，因此決定採用遷移學習的方式，使新模型能夠很好的泛化到研究所採用之資料集。

牛津大學視覺幾何研究群於2015年發表了一篇論文[10]中提出針對人臉辨識使用的VGG-Face卷積神經網路模型，VGG-Face是基於VGG-16的基礎修改的，原先採用VGG-16原先採用的是ImageNet資料集來訓練模型，而VGG-Face則是使採用人臉的數據庫（VGG-Face Dataset）由於本研究需進行人臉辨識，因此我們決定採用VGG-Face的深度神經網路模型來作為訓練模型。



圖(七) 網路架構

Step2-1 建立及訓練新模型

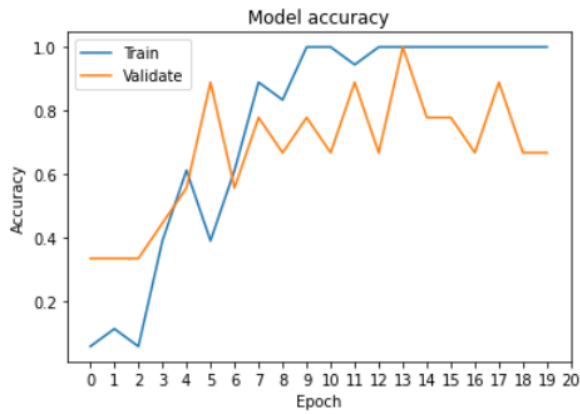
載入預訓練好的VGG-Face模型，將其分類器層去除，並凍結此預訓練模型，使之後訓練模型時不會更新這些基礎層，保留VGG-Face所學習到的有價值信息。接著將新的分類層添加到模型中，使模型能夠對本研究所需的數據集進行預測，如上圖(七)所示。最後，使用步驟一所準備好的訓練集，調整圖像大小使其能夠匹配模型，並訓練模型。

Step2-2 微調模型

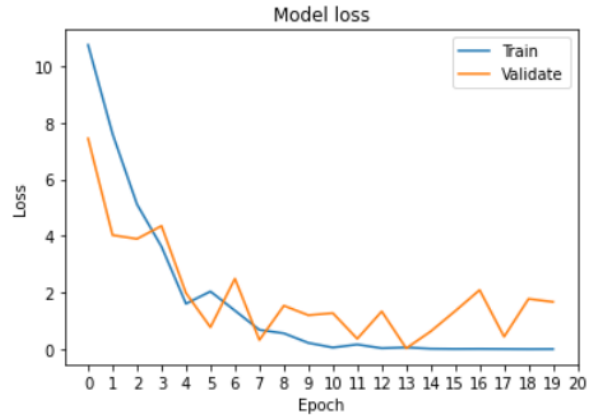
為了使模型能夠更加適應新資料集，我們使用微調來改進模型。因此我們先解凍整了個模型，並重新訓練一次模型。由於先前已在凍結基礎模型的情況下訓練過分類層，因此分類層已經收斂，此時解凍模型並重新訓練，每一次的更新都會小很多，不會破壞原先已預訓練好的模型，並且能使新模型對於新資料集的預測能夠更加準確。

以下為現階段的研究進度。

由於取用本校資工系學生之照片涉及個人隱私，尚需經額外同意使用程序，為測試VGG-Face結合遷移學習的方式是否可以解決我們欲解決的問題，因此本研究決定先採用celebA資料集模擬target dataset，從當中選取出10人，每人取3張照片，共30張照片做為測試集，進行模型訓練。

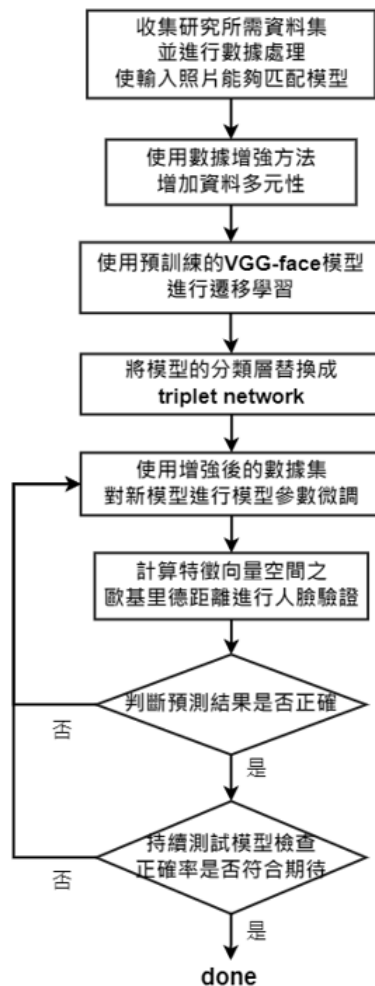


圖(八) 模型精準度



圖(九) 模型損失函數

從上圖(八)及圖(九)所示，VGG-Face結合遷移學習能夠進行少樣本的人臉辨識，符合本研究之研究方向，但由於預測結果尚未達到預期的正確率，且此預測結果每人皆採取了三張照片，比預期每位學生只能採用一張照片做為樣本的數量還要多，還有大幅度的改善空間，因此本研究預計採取數據增強及結合三重網路的方式來因應one-shot learning的挑戰，提升模型預測的正確率。



圖(十) 演算法流程

3. 使用數據增強（data augmentation）的方式增加資料多樣性

本研究利用中原大學資工系學生照片資料集，由於考慮資料收集的效率性且部分學生可能因隱私問題不願提供照片，我們假設學校為點名系統和每位學生索取一張照片，因此我們預計保守估計收集資工系三年級60名學生，每人各一張，共60張照片作為訓練集。

Step2-1 為進行監督式學習，需將訓練集資料加上標籤

Step2-2 本研究預計使用Transforming Samples from Dtrain之作法來擴充數據集

此策略通過轉換每個訓練集中原有的 (x_i, y_i) 為多個樣本來增加訓練集Dtrain，轉換過程作為先驗知識包含在經驗中，以便生成其他的樣本。

4. 以Triplet Network取代原先的softmax分類層

在此步驟中，我們將基於上一步驟所預訓練過的神經網路模型參數權重進行微調，此外，本研究將使用triplet network取代原先的softmax函數來對訓練集進行分類。



圖(十一)網路架構

Step3-1 三重損失(triplet loss) [12]：

在我們分好的訓練集中挑選triplet(Anchor, Positive, Negative)去計算 AP 距離和AN 距離，直到讓AP 距離和AN 距離小於margin值。Margin值本研究參考了論文[13]中提到的Margin設定去調整：

$$\alpha = w(\mu_n - \mu_p) = w\left(\frac{1}{N_n}(\sum_{i,k}^N g(x_i, x_k))^2 - \frac{1}{N_p}(\sum_{i,j}^N g(x_i, x_j))^2\right), s_i = s_j, s_i \neq s_k \quad (2)$$

Step3-2 人臉驗證

比較兩個人臉的歐式距離是否小於margin來驗證身分(學習)

$$\left\|W^{-1}\phi(l_1) - W^{-1}\phi(l_2)\right\|_2 \quad (3)$$

(五) 預期成果

本研究預計使用校內資訊工程學系中60位學生之證件照進行模型訓練，結合深度神經網路，最終完成一台可掃臉點名的系統。由於多元且完整的資料集依舊是一個好的預測模型最重要的先決條件，現今的對於少樣本相關的技術也尚未完全成熟。本研究期望能達成以下幾點：

1. 模型準確率達到8成

因Few-Shot Learning最核心的挑戰便是準確率問題，當資料量不足、訓練資料不夠多元，或資料標註不足，會使模型的訓練結果過度擬合現有資料，導致預測結果不夠精確。從本研究在使用了遷移學習後的現有的預測結果來看，準確率尚未達到本研究之預期目標，因此預計結合data augmentation及triplet network的方式提升準確率。使用data augmentation可以提升資料的多元性，使模型不容易迅速記住訓練集特徵。結合triplet Network作為分類層則是透過樣本間的比較進行預測，而非透過標籤（label）訓練，對於樣本數不足的情況，此方法能增加預測的準確率。

2. 提高運算效率

運算速度對於點名系統的體驗感受是相當明顯的，若想要達到一偵測到人脸即完成辨識及點名的系統，在訓練上如何建構神經網路的架構以及所採用的演算法是至關重要的，因此希望透過不斷的嘗試以及調整，能建構出不僅準確也具有高運算效率的神經網路。

（六）參考文獻

- [1] Yisheng Song, Ting Wang, Subrota K Mondal, Jyoti Prakash Sahoo, “A Comprehensive Survey of Few-Shot Learning: Evolution, Applications, Challenges, and Opportunities.” (2022)
- [2] Y. Wang, Q. Yao, J. Kwok, and L. M. Ni. “Generalizing from a few examples: A survey on few-shot learning.” (2020)
- [3] Elad Hoffer, Nir Ailon. ” Deep Metric Learning Using Triplet Network.” （2014）
- [4] 李宏毅. (2020) ML Lecture19. Available: <https://hackmd.io/@shaoeChen/BJKNpmoJN?type=view>
- [5] E. G. Miller, N. E. Matsakis, and P. A. Viola. “Learning from one example through shared densities on transforms.” In Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 1. pages 464 – 471, (2000)
- [6] E. Schwartz, L. Karlinsky, J. Shtok, S. Harary, M. Marder, A. Kumar, R. Feris, R. Giryes, and A. Bronstein. “Delta- encoder: An effective sample synthesis method for few-shot object recognition.” In Advance in Neural Information Processing Systems. MIT Press, pages 2850 – 2860, (2018)
- [7] B. Hariharan and R. Girshick. “Low-shot visual recognition by shrinking and hallucinating features.” In Proceedings of the International Conference on Computer Vision. (2017)
- [8] R. Kwitt, S. Hegenbart, and M. Niethammer. “One-shot learning of scene locations via feature trajectory transfer.” In Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 78 – 86, (2016)
- [9] B. Liu, X. Wang, M. Dixit, R. Kwitt, and N. Vasconcelos. “Feature space transfer for data augmentation.” In Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. pages 9090 – 9098, (2018)

- [10] Omkar M. Parkhi, Andrea Vedaldi and Andrew Zisserman. “Deep Face Recognition” , (2015)
- [11] P Viola. “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features” , (2001)
- [12] Florian Schroff, Dmitry Kalenichenko, James Philbin. “FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering” ,(2015)
- [13] Weihua Chen, Xiaotang Chen, Jianguo Zhang, Kaiqi Huang. “Beyond triplet loss: a deep quadruplet network for person re-identification” , (2017)
- [14] Taghreed Abdullah, Yakoub Bazi, Mohamad M.Al Rahhal, MohamedL.Mekhalfi, Lalitha Rangarajan and Mansour Zuair. “Text RS: DeepBidirectional TripletNetwork for Matching Text to Remote Sensing Images” ,(2020)

(七) 需要指導教授指導內容

探討及研究few-shot learning的過程中包含許多不同面向的技術，需要結合多元的知識才能改善少樣本的困境，使模型預測結果得以準確。本研究目前規劃了大致框架，然而對於不熟悉的領域依舊需要他人給予適當的建議以及方向，因此需要指導教授之協助，使研究能夠依照計畫進行，或是根據更佳解法做出及時的修正。所需之指導內容條例如下：

1. Few-shot learning、人臉識別知識
2. 評估所設計演算法之適切性
3. 梳理實驗流程
4. 評估實驗結果之正確性

學生歷年成績表

TRANSCRIPT OF ACADEMIC RECORD

學號(Student I.D. No.): 10833230

姓名(Name): 李郁含(LEE, YU-HAN)

入學年月(Date Enrolled): September 2019

畢業年月(Date of Graduation): --

學院(College): 電機資訊學院(College of Electrical Engineering and Computer Science)

系所(Department): 資訊工程學系(Department of Information and Computer Engineering)

畢業學位(Degree Conferred): --

科目名稱	Course Description	學分 (Credits)	成績 (Score)	等級 (Grade)	點數 (PTS)
108學年度第一學期 (108/8-109/1)	Fall 2019				
必修	Required Courses				
產品設計導論	Introduction of product design	2	77	B+	3.67
表現技法(一B)	Drawing techniques for product design (1B)	2	86	A-	4.00
透視圖法B	Perspective drawing techniques (B)	2	83	A-	4.00
造形基礎(一B)	Fundamental of Modeling and Gestalt (1B)	2	85	A-	4.00
文學經典閱讀	Chinese Literature Classics	2	87	A-	4.00
社會設計概論	Introduction to Social Design	2	86	A-	4.00
英文(一)	English (I)	1	82	A-	4.00
英語聽講(一)	English Listening and Speaking in Lab (I)	1	86	A-	4.00
體育(女)一	Physical Education (I)	0	82	A-	4.00
環境服務學習(一)	Environment Service-Learning (I)	0	77	B+	3.67
選修	Elective Courses				
傳統工藝賞析與體驗(一B)	Appreciation and implementation of traditional crafts (IB)	2	91	A	4.00
操行	Conduct Grade		88.0	A-	4.00
實得學分及學業平均成績	Credits, Grade & Earned	16	84.88	A-	3.959
學分累計	Total Credits Earned	16			
學期班排/人數/百分比	Ranked in class/out of/percentage scale			6/33	18.18%
學期系排/人數/百分比	Ranked in Department/out of/percentage scale			6/33	18.18%

108學年度第二學期 (109/2-109/7)**Spring 2020****必修****Required Courses**

造形基礎(二A)

Fundamental of Modeling and Gestalt (2A)

2 88 A- 4.00

近代設計史

Contemporary design history

2 80 A- 4.00

程式語言導論

Introduction of Computer Programming

2 88 A- 4.00

電腦繪圖A

Computer Graphic Design (A)

2 88 A- 4.00

區域文明史

History of Regional Civilizations

2 90 A 4.00

自然科學導論

Introduction to Natural Science

2 84 A- 4.00

語文與修辭

Literacy and Rhetoric

2 92 A 4.00

英文(二)

English (II)

1 88 A- 4.00

英語聽講(二)

English Listening and Speaking in Lab (II)

1 87 A- 4.00

體育(女)二

Physical Education (II)

0 80 A- 4.00

環境服務學習(二)

Environment Service-Learning (II)

0 83 A- 4.00

選修**Elective Courses**

數位傳播與文化*

The Role of Digital Communications in Culture(GE)

2 85 A- 4.00

交通工具泥土造型設計

Clay Modeling for Transportation design

1 85 A- 4.00

操行

Conduct Grade

86.0 A- 4.00

實得學分及學業平均成績

Credits, Grade & Earned

19 86.84 A- 4.000





學生歷年成績表

TRANSCRIPT OF ACADEMIC RECORD

學號(Student I.D. No.): 10833230

姓名(Name): 李郁含(LEE,YU-HAN)

科目名稱	Course Description	學分 (Credits)	成績 (Score)	等級 (Grade)	點數 (PTS)
學分累計	Total Credits Earned	35			
學期班排/人數/百分比	Ranked in class/out of/percentage scale			6/33	18.18%
學期系排/人數/百分比	Ranked in Department/out of/percentage scale			6/33	18.18%
109學年度第一學期 (109/8-110/1)	Fall 2020				
必修	Required Courses				
數位邏輯電路設計	Logic Design	3	99	A+	4.00
計算機概論(一)	Introduction to Computer (I)	3	64	C	2.33
線性代數	Linear Algebra	3	84	A-	4.00
電路學	Circuit Theory	3	84	A-	4.00
經濟學的世界	The World of Economics	2	78	B+	3.67
嵌入式系統實驗(一)		1	92	A	4.00
電路實驗	Circuit Laboratory	1	99	A+	4.00
普通物理實驗(一)	General Physics Laboratory (I)	1	100	A+	4.00
游泳(女)一	Swimming (F) I	0	96	A+	4.00
選修	Elective Courses				
生命教育概論*	Introduction to Life Education(GE)	2	74	B	3.33
人工智慧導論(遠距)	Intro to Artificial Intelligence(DL)	1	84	A-	4.00
操行	Conduct Grade		87.0	A-	4.00
實得學分及學業平均成績	Credits, Grade & Earned	20	83.60	A-	3.650
學分累計	Total Credits Earned	55			
學期班排/人數/百分比	Ranked in class/out of/percentage scale			8/57	14.04%
學期系排/人數/百分比	Ranked in Department/out of/percentage scale			20/116	17.24%
109學年度第二學期 (110/2-110/7)	Spring 2021				
必修	Required Courses				
計算機概論(二)	Introduction to Computer (II)	3	92	A	4.00
微積分(下)	Calculus (II)	3	89	A-	4.00
電子學	Electronic	3	93	A	4.00
離散數學	Discrete Mathematics	3	98	A+	4.00
宗教哲學	Philosophy of Religion	2	100	A+	4.00
電資與人類文明	Electrical Engineering and Human Civilization	2	94	A	4.00
嵌入式系統實驗(二)		1	96	A+	4.00
電子實驗	Electronics Laboratory	1	92	A	4.00
籃球(女)一	Basketball (F) I	0	86	A-	4.00
選修	Elective Courses				
哲學與生活*	Philosophy and Living-Style(GE)	2	95	A+	4.00
操行	Conduct Grade		89.0	A-	4.00
暑修	Summer Semester				
微積分(上)(遠距)	Calculus (I)(DL)	3	78	B+	3.67
普通物理(一)(遠距)	General Physics (I)(DL)	3	94	A	4.00
工程數學(一)(遠距)	Engineering Mathematics(I)(DL)	3	98	A+	4.00
實用英文(一)(遠距)	Practical English (I)(DL)	1	96	A+	4.00





學生歷年成績表

TRANSCRIPT OF ACADEMIC RECORD

學號(Student I.D. No.): 10833230

姓名(Name): 李郁含(LEE, YU-HAN)

科目名稱	Course Description	學分 (Credits)	成績 (Score)	等級 (Grade)	點數 (PTS)
實用英文(二)(遠距)	Practical English (II)(DL)	1	94	A	4.00
實得學分及學業平均成績	Credits, Grade & Earned	20	94.10	A	4.000
學分累計	Total Credits Earned	86			
學期班排/人數/百分比	Ranked in class/out of/percentage scale			2/56	3.57%
學期系排/人數/百分比	Ranked in Department/out of/percentage scale			5/115	4.35%
110學年度第一學期 (110/8-111/1)	Fall 2021				
必修	Required Courses				
組合語言與嵌入式系統	Assembly Language and Embedded System	3	93	A	4.00
機率與統計(一)	Probability & Statistics (1)	3	91	A	4.00
資料結構(遠距)	Data Structures(DL)	3	89	A-	4.00
系統程式	System Programming	3	90	A	4.00
人生哲學	Philosophy of Life	2	88	A-	4.00
邏輯設計實驗(一)	Experiments of Digital Logic Design (1)	1	98	A+	4.00
網球(女)一	Tennis (F) 1	0	90	A	4.00
選修	Elective Courses				
軟體工程	Software Engineering	3	84	A-	4.00
工程倫理*	Engineering Ethics(GE)	2	94	A	4.00
時空簡史*	Brief History of Space-Time(GE)	2	82	A-	4.00
操行	Conduct Grade		85.0	A-	4.00
實得學分及學業平均成績	Credits, Grade & Earned	22	89.41	A-	4.000
學分累計	Total Credits Earned	108			
學期班排/人數/百分比	Ranked in class/out of/percentage scale			7/57	12.28%
學期系排/人數/百分比	Ranked in Department/out of/percentage scale			12/115	10.43%
110學年度第二學期 (111/2-111/7)	Spring 2022				
必修	Required Courses				
資料結構與演算法(遠距)	Data Structures and Algorithms(DL)	3	96	A+	4.00
計算機組織	Computer Organization	3	97	A+	4.00
機率與統計(二)	Probability & Statistics (2)	3	76	B-	3.33
作業系統	Operating Systems	3	W	-	-
物件導向程式設計	Object Oriented Programming	3	91	A	4.00
邏輯設計實驗(二)	Experiments of Digital Logic Design (2)	1	93	A	4.00
英文報告(一)(英)	English Presentation(一)(CE)	1	98	A+	4.00
資訊工業講座(一)	Seminar on Computer Industry (1)	0	87	A-	4.00
壘球(女)一	Softball (F) I	0	81	A-	4.00
選修	Elective Courses				
布袋戲與台灣文化	Pili Puppetry and Taiwanese culture	2	90	A	4.00
操行	Conduct Grade		87.0	A-	4.00
實得學分及學業平均成績	Credits, Grade & Earned	16	90.69	A	3.874
學分累計	Total Credits Earned	124			
學期班排/人數/百分比	Ranked in class/out of/percentage scale			4/56	7.14%





學生歷年成績表

TRANSCRIPT OF ACADEMIC RECORD

學號(Student I.D. No.): 10833230

姓名(Name): 李郁含(LEE, YU-HAN)

科目名稱	Course Description	學分 (Credits)	成績 (Score)	等級 (Grade)	點數 (PTS)
學期系排/人數/百分比	Ranked in Department/out of/percentage scale			7/114	6.14%
111學年度第一學期 (111/8-112/1)	Fall 2022				
必修	Required Courses				
計算機網路	Computer Networks	3	88	A-	4.00
英文報告(二)(英)	English Presentation(二)(CE)	1	86	A-	4.00
資訊工業講座(二)	Seminar on Computer Industry (2)	0	91	A	4.00
選修	Elective Courses				
專題研究(一)	Special Research Topic (I)	3	92	A	4.00
時間的奧秘*	The Mystery of Time(GE)	2	100	A+	4.00
初級韓語(一)	Elementary Korean 1	2	80	A-	4.00
操行	Conduct Grade		86.0	A-	4.00
實得學分及學業平均成績	Credits, Grade & Earned	11	89.64	A	4.000
學分累計	Total Credits Earned	135			
學期班排/人數/百分比	Ranked in class/out of/percentage scale			6/64	9.38%
學期系排/人數/百分比	Ranked in Department/out of/percentage scale			10/130	7.69%
實得總學分數及學業總平均	Total Credits & GPA	135	88.64	A-	3.921
歷年班排/人數/百分比	Ranked in class/out of/percentage scale			3/64	4.69%
歷年系排/人數/百分比	Ranked in Department/out of/percentage scale			5/130	3.85%

***** End Of Transcript *****

Hsien - Hui Chin

Registrar

Shih - Ming Pi

Dean of Academic Affairs

ISSUED TO STUDENT

列印日期(Date Issued): 2023/02/08

此為臨時排名，正式排名請以112年4月以後為主
The formal ranking order will be finalized in APR. 2023

* 附註說明(Remarks):

成績表示方式(Grade abbreviations):

(1) #: 論文撰寫中(Incompleted) (2) CP: 已完成(Completed) (3) W: 停修(Waived) (4) P: 通過(Pass) (5) F: 未通過(Fail)
(6) DF: 未完成(Default) (7)空值(Null):成績未到(The grade has been submitted yet)

