

計畫編號/Project Number：PEE1090687

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2020/08/01-2021/07/31

基於 Keras 專題導向之深度學習教材設計與結合相互學習教學法研究
Designing Project and Collaboration-based Deep Learning Course Using Keras Framework

深度學習介紹

計畫主持人(Principal Investigator)：孫敏德

共同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立中央大學資訊工程學系

成果報告公開日期：立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2021 年 9 月 13 日

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

(1) 教學實踐研究計畫動機

『深度學習』是一門涵蓋電腦科學、統計學、機率論、等多門領域的學科，從 2010 年代開始蓬勃興起。深度學習之所以能興起，也歸功於硬體儲存成本下降、運算能力增強（包括本機端與雲端運算），加上大量的數據能做處理，因此，過去幾年在各大領域使用的深度學習模型更是產生巨幅的變動，以模型不斷推陳出新的趨勢而言，『深度學習』確實是一門相當值得深入探討的學科，舉『物件偵測』領域為例，可由圖 1[1]中發現 2013 年至 2019 年，短短 5 年時間從最初所提出的 R-CNN、OverFeat 以及 Fast/Faster R-CNN、SSD、YOLO[2, 3]系列，到後期的 Mask R-CNN、RefineDet、M2Det[1, 4]等，就推出 53 種模型框架，以及需因應 TensorFlow 的版本的大翻新與增加 Keras 的實作教學，這也導致過去在教材使用上未能及時更新的一項困難。因此在此次計畫中目標規劃重新編寫新教材，透過教材的重新修正，使學生能吸收最新穎的科技知識。

在必須時時關注新科技的發展以順應科技浪潮之餘，為了讓學生學會基本的深度學習理論之外，更可以將理論務實化。因此則需要大量的更新教材資訊以及增加實作導向之專題，此為本計畫之主要動機。再讓學生透過多種不同的專案，並利用 Keras 輕鬆地將模型轉化為可以應用的產品來累積實務經驗，再將其與自身領域結合開拓創新一套與時俱進的實用模型為本計畫之重要目的。

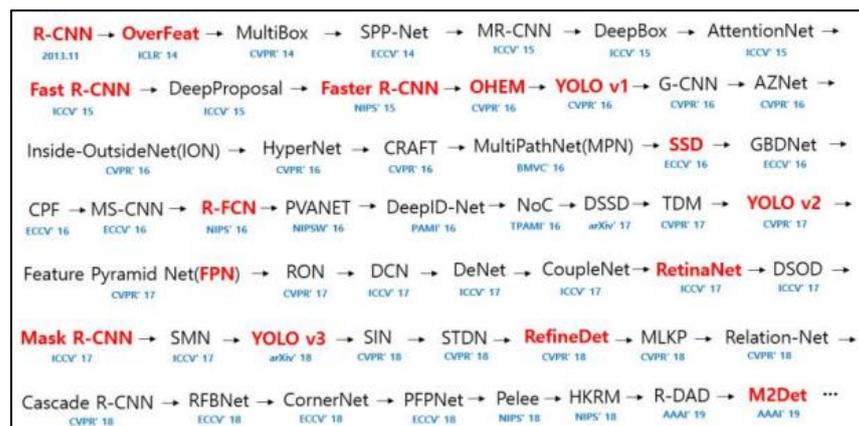


圖 1、近五年物件偵測模型進展圖

而為了使學生提升學習效率，這次決定採用 Keras 當作教材工具。因為 Keras 與底層深度學習的語言（特別是 TensorFlow）高度結合，它讓學生可以用基本程式語言撰寫，加上它有一個簡單易懂的 API，使得 Keras API 可以與

TensorFlow 無縫接軌，無須再去修改。Keras 提供一致且簡單的 API，它將常見案例所需的操作過程降至最低，並且在發生錯誤時提供清楚和可操作的介面，這使得 Keras 易於學習和使用。截至 2018 年年中，Keras 擁有超過 250,000 個使用者。與其他任何深度學習框架相比，Keras 在企業和研究領域的使用率更高。Keras 它在 Netflix、Uber、Yelp、Instacart、Zocdoc、Square 等眾多網站上使用，它特別受到以深度學習作為產品核心公司的歡迎，也特別受到相關領域研究人員的喜愛。

過去本課程以理論為主，但為了增加學生務實的相關能力，本課程未來將採取專案導向，而相關資料將以兩個部分進行收集：

- **Kaggle**[5]：一個數據建模和數據分析競賽平台。企業和研究者可在其上發布數據，統計學者和數據挖掘專家可在其上進行競賽以產生最好的模型。
- **Aldea**[6]：由經濟部技術處科技專案支持，委由工研院巨量資訊科技中心（巨資中心）與工研院產業科技國際策略發展所（產科所，ISTI）共同開發執行之人工智慧共創平台。



圖 2、Kaggle



圖 3、Aldea

希望透過專案的實踐，讓學生不單單只是理解理論，更能透過做專案的過程進而加深印象，並讓將深度學習的技術應用在學生自身的專精領域上，讓學生能夠學以致用增加學生在未來的競爭力。

(2) 教學實踐研究計畫主題及研究目的

本課程的有以下五個預計達成之目標：

- 《介紹何謂類神經網路與建立學生對深度學習之基礎》

21 世紀初，類神經網路再次受到關注，其中「深度學習（Deep Learning）」已成為非常活躍的研究領域，同時也為現代機器學習鋪展了一條康莊大道。本課程將透過解說和實例，協助學生理解這個複雜領域的一些主要概念。對於未曾接觸過深度學習的學生來說，深度學習仍是個相

當複雜而困難的主題。一般研究論文總是充斥各種專業術語和行話。因此，本課程的目標希望透過詳細講解深度學習的必備知識進而消除學生在此方面的困擾。

- 《專案導向以及同學互助學習》

本課程預計設計出一系列的作業，將來每個作業都是中等大小實作導向的專案，專案的資源來自比賽的過往資料集或網路上公開的 Open Data 等。這些專案都將與深度學習之應用實作息息相關，透過實作的經驗學習，同學們將課堂中學習的理論融會貫通進而將之實現，除此之外，本課程希望同學們能透過同儕間的良好互動，鼓勵彼此對課程進行更深度的研究，為此，本課程的實作作業將把班級分成若干個小組，希望透過小組討論，達到同學間教學相長的正面效果。

- 《了解深度學習的最新發展與其在各大領域之實際應用》

深度學習是近年來人工智慧領域當紅的技術，這項結合資訊科學、數學與腦神經科學的技術，運用在圖像、語音辨識及自然語言處理，能成功達到高達九成的準確率，使得沉寂了數十年的人工智慧再次復興，在此希望透過課程的知識傳導，使學生能夠與科技接軌，更能在未來將此技術應用在學習、研究、工作上。

- 《能夠有效的應用現有的資源並且發展更進階的研究》

深度學習的高度發展下，不少程式開發者都願意將其研究主題與結果發表於大眾，網路上更有相當多的開源資料集與模型，這些豐富的資源將成為學生日後研究的基石。本課程希望透過循序漸進的引導，使學生擬定研究方向，並善加利用網路上現有的資源，進而發想出充滿創意的應用。

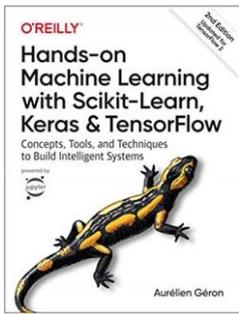
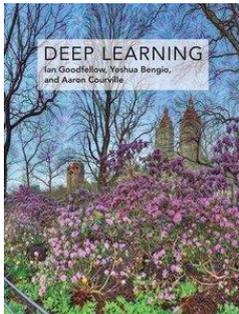
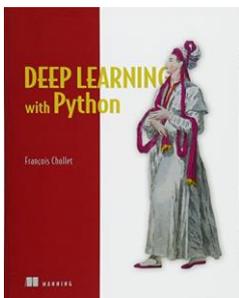
- 《跨系交流》

雖然深度學習主要是為資工系的領域，但是我們仍有許多外系的學生來修課，例如地科系、數學系、機械系等等，在不同科系領域的背景知識下互相交流，從最初的問題分析、資料收集、資料清洗與標註、深度學習架構之使用以及最後的效能評估，使學生經歷完整的問題解決歷程，相信也都會碰撞出許多不錯的火花。

2. 文獻探討(Literature Review)

(1)課程教材

表 1、課程教材書本

<p>1. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Authors: Aurélien Géron ● ISBN-13: 9781492032649 ● 出版日期：2019/09 	
<p>2. Deep Learning (Hardcover)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Authors: Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville ● ISBN-13: 978-0262035613 ● 出版日期：2016/11 	
<p>3. Deep Learning with Python (Paperback)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Authors: François Chollet ● ISBN-13: 9781617294433 ● 出版日期：2017/12 	

本深度學習課程以『Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow』為主要教材，在深度學習的教材中最新的，且理論與實踐相互兼顧，並以其他兩本作為輔助，『Deep Learning (Hardcover)』需要有較好的數學基礎，其內容有大量公式較難懂，所以不適合作為學生入門的第一選項，『Deep Learning with Python (Paperback)』內容將深度學習的知識變得淺顯易懂，並提供深度學習實作範例，避免使用數學符號，而是傾向於透過程式碼片段來解釋觀念，使學生更容易學習，除此之外，在Github也有提供範例，可提出問題與作者或其他讀者的幫助。

(2) 網路資源

- 網路教學影片：

來自國立台灣大學的李宏毅教授[7]在深度學習的教學上有相當大的貢獻，李教

授將其上課內容拍攝並且整理為網路公開影片，擁有相當高的點閱數，對此學科有興趣的同學皆可在線上進行學習，對於深度學習的入門有極大的幫助，然而，教學影片的更新速度與深度學習日新月異的變化速度顯然不成正比，本計畫希望藉由提供學生最新的資訊與教學內容，以因應深度學習的快速發展。

- Kaggle：

競賽主持人準備數據和問題的描述。Kaggle 對這一過程以及競賽的建構、數據的匿名化以及集成最終獲勝的模型提供諮詢服務。參與者通過不同的方法進行實驗，相互競賽以獲得最優的模型。對於大多數的參與者，他們的提交會根據預測精度被立即評分，並在實時的積分榜上顯示。

- AIda：

出題方藉由 AIda 提供的「議題評估服務」後，確定該產業問題適用 AI 技術解題，再經由「資料整備服務」將資料做適切處理後，於 AIda 將議題公開上架。議題公開後，產學界的資料科學家可藉由議題說明了解該議題內容，進而下載資料進行演算法及模型研發，再將結果上傳至 AIda 進行驗證與評比。最後平台再將最佳解題的團隊轉介給出題方，雙方再進行後續授權或合作事宜。

- 實際執行與學習：

綜合以上資源與課程設計，我們希望建立一個對於同學較為友善的互助學習環境，以同儕間的彼此的交流，透過專案的方式建立同學間合作的橋梁，並且學生在學期結束可以獲得實質上校方的學分承認。

3. 研究問題(Research Question)

探討學生在『相互學習法』與『專案導向』兩種方法上的適應性，藉由從不同的方式來讓學生學習新的知識，來檢視是否能幫助學生良好的進入學習狀態。通過本課程教學，來分析與實作深度學習的知識並加以靈活運用。

- 相互教學法：在分組上促進學生之間的溝通、協調和互助，加強學生的團結合作意識，並培養互助，讓學習較慢的同學可以跟較快吸收知識的同學討論。
- 專案導向：以專案式學習的方式促進學生在深度學習成效及運用能力，讓學生意識到作業不再只是單純獲取分數，而是要成果公開發表與分享，從而將學習到的知識進一步實作出來。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

(1)研究對象

- 資訊工程學系學生：注重軟硬體的知識應用。其中包括了系統開發、機器人程式、網路科技、資料探勘、資訊安全等等各個電腦領域。
- 其他外系學生：包含數學系,地科院,機械工程系等等。

(2)研究場域

- 教學地點

實體：國立中央大學 工程五館 資訊工程學系教室

線上：Google Meet(因應疫情)

- 教室設備

1. 投影機、投影幕

2. 攝影機、麥克風

- 教學助理 5 名

(3)研究方法

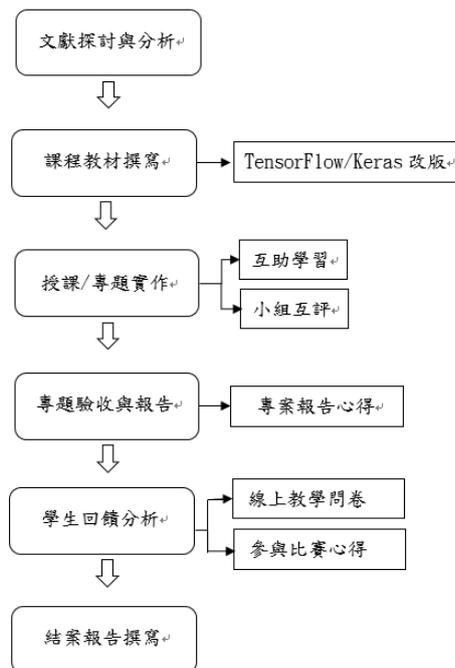


圖 4 課程規劃

決定要使用那些教材，並進行教材撰寫，並且設定小組目標，讓學生完成深度學習相關的專案，熟悉深度學習領域的知識與實作技巧。使用小組互評機制，客觀了解每位同學對專案的貢獻，並藉由期末報告驗收學習成效，藉由小組成員共同完成的書面資料與口頭報告，收集專案心得與學生完成專案期間所遇到的問題。

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

i. 教學過程與成果

由於本課程的設立目標是希望透過詳細講解深度學習的必備知識，透過解說和實例，協助學生理解深度學習的主要概念，以減少因深度學習的各種專業術語及其本身複雜的運算所產生的學習阻力，因此定位為介紹深度學習各個面向的基礎介紹。在課程教學期間，由淺入深，從基礎的機器學習如何設置參數，各種激活函數的選擇，再到深度學習在各個領域的運用，並根據課程進度，安排相關的實作題目，以活用課程所學，進而將課堂所學習的理論融會貫通。從實作競賽結果可看出，教學與實作相輔相成，利用課程所學解決實作時遇到的各種問題，使得訓練結果有不錯的表現，在實際操作時，理解課堂中所學各種術語所代表意義。



90	▼6	Nanashi		5.01261	17	3mo
91	▼6	54088		5.01518	113	3mo
92	▲296	Rushikesh Woyal		5.02084	114	3mo

圖 5. 在 1170 隊中獲得了第 91 名的成績

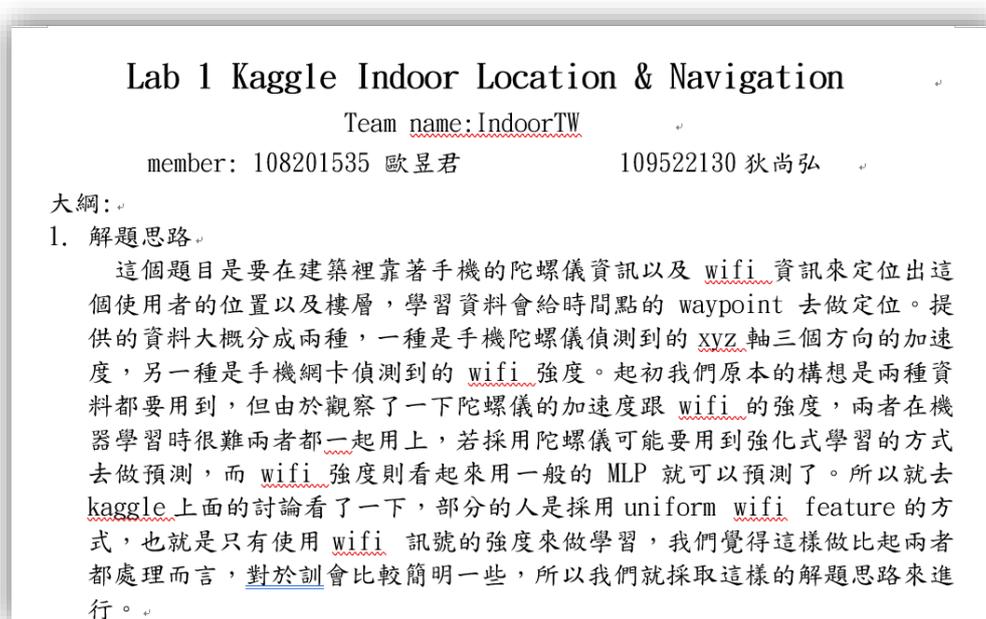
ii. 教師教學反思

這門課的設計是希望學生能夠從實作中學習、透過團體專案來激發學生的合作能力。學期初的課程會介紹初級的深度學習理論、知識，接著帶到基礎的實作技能、常見的工具介紹，並且開始發布專案題目請學生組隊合作完成。在專案評分的規則中，我們特別注重的是學生完成作業的『研究過程』、『分析方法』而不是最後產出的準確度或是排名。我們認為排名與準確度會因工具的不同而異，或是藉由經驗的累積慢慢提升，但是分析過程與方法是至關重要的根基，如果方向錯誤會對學生的發展有相當程度的影響。這讓作業抄襲的學生更難以取得高分，因為不可能有團隊的研究過程、分析方

法完全一樣，學生也不會因為極力想要取得最後的高分排名而抄襲程式碼。

iii. 學生學習回饋

由實作報告中可以發現，學生們不僅是單向的吸收知識，在實作時能學以致用，在結論中提出可能的改進方法。從競賽單位獲得的龐大數據集中，了解每筆資料所代表的意義，從中提取出任務所需的資料並有效地使用。針對不同任務目標，在課程中理解各個神經網路的特性，在實作時選擇適合的模型，了解參數對於模型的影響，修改/調整參數以優化學習效果。根據訓練結果，對可能原因分析並提出改進方式。靈活運用所學，把課程中所學的知識化作實際的模型，在實作中學習，探討更多的可能性。



The image shows a screenshot of a lab report. The title is "Lab 1 Kaggle Indoor Location & Navigation". Below the title, it says "Team name: IndoorTW". There are two members listed: "member: 108201535 歐昱君" and "109522130 狄尚弘". The report starts with "大綱:" followed by "1. 解題思路". The main text discusses the problem of indoor location and navigation using accelerometer and WiFi data. It mentions that the data is split into two types: accelerometer data (xyz axes) and WiFi signal strength. The authors initially thought of using both, but after observing the data, they decided to use only WiFi signal strength for prediction, as it is simpler and more effective. They mention that some people use uniform WiFi features, but they prefer using signal strength for learning.

圖 6.分析資料，並加以利用

二、模型選擇與評估

此次競賽主題為車輛目標辨識檢測，故模型選擇使用 CenterNet 方法，其 Backbone 為 efficientnetb2(主要用於特徵擷取，擷取前端圖片的資訊並生成 feature map 來供後面的網路使用)。CenterNet 屬於 anchor-free 系列的目標檢測，相比於 CornerNet 做出了改進，使得檢測速度和準確度相比於 one-stage 和 two-stage 的框架都有不小的提升，尤其是與 YOLOv3 作比較，在相同速度的條件下，CenterNet 的準確度比 YOLOv3 提高了不少。

三、模型訓練

將這次的資料集分成 80%的訓練資料以及 20%的驗證資料，總共訓練 40~50 epochs。Optimizer 則選擇 Adam，因為 Adam 有做參數的偏離校正，使得每一次的學習率都會有個確定的範圍，會讓參數的更新較為平穩。接著使用驗證數據集來預測與計算每個 epoch 結束時的 mAP，並使用 mAP 的分數作為訓練時的監測指標。如果驗證的 mAP 在 2 個 epochs 內沒有提高的話，則 learning rate 將降低 $x = x * 0.5$ 。其模型的部分則是選擇使用 CenterNet 方法(其 backbone 採用 efficientnetb2)，同時使用 Callbacks 來觀察訓練過程中網路內部的狀態和統計資訊(如果每輪的執行效果變好就保存模型)。最後基於關鍵點估計的 CenterNet 方法雖然可以很好地針對車輛的檢測，但由於資料集大都是相機沿直線道路水準方向拍攝的圖像，採用關鍵點估計在訓練時可能會造成圖片中不同車輛的中心點重疊而當成一個物體來訓練。

圖 7. 選擇適合的模型

5. 結論與改進

最終在此狀況下，訓練出的 Model 去對 Test 的資料做預測，出來的準確度 Train 的部分有些微低於 Test，有一點 Under fitting 的狀況，但因差異不是太大，故認為這部分可再透過增加層數、調整 ImageDataGenerator API 的參數，可使整體 Model 更加擬合，最後將此預測結果上傳至 Aldea 平台的分數為 0.9926017。

另外除了自定義 Model 外，也利用上課提到的 ResNet-34 來做訓練及預測，效果並未如預期提升準確率，針對此部分由於時間上的不足，我們無法完整針對內部的超參數做調整，但依照老師上課提到 ResNet 優點，後續可再調整此 Model 的超參數，效果應該會比自定義 Model 好。

自行定義 Model：

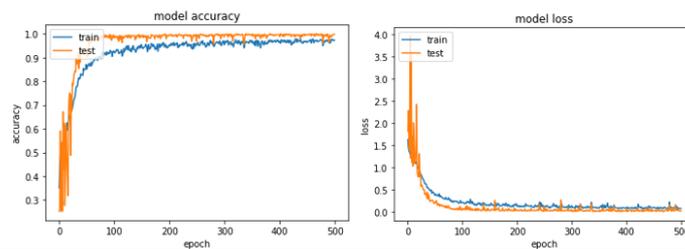


圖 8. 分析結果與可能改進方法

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

- 教室空間不足
 - 疫情初期還不用遠端上課的時期，需要採取梅花座的方式入座。但因為教室的空間太小無法容納學生梅花座入座的方式。

- 設備不足
 - 目前授課因為疫情需要錄影，而錄音器材有時會不足導致我們需要自備錄音設備。
- 期末考受到疫情影響
 - 考試一直是評量學生學習狀況最直接的方式，但是學校對於目前因應疫情所導致的遠端考試並沒有太好的解決辦法。
- 平臺缺點
 - 學生有時有問題詢問助教，平台會將訊息轉寄到助教的信箱。但有時助教並非每天查看信箱，導致一些緊急的問題隔了一段時間才回覆。

二. 參考文獻(References)

- [1] GitHub. [hoya012/deep_learning_object_detection](https://github.com/hoya012/deep_learning_object_detection): A paper list of object detection using deep learning. https://github.com/hoya012/deep_learning_object_detection
- [2] Towards Data Science. R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO — Object Detection Algorithms. <https://towardsdatascience.com/r-cnn-fast-r-cnn-faster-r-cnn-yolo-object-detection-algorithms-36d53571365e>
- [3] 研之有物. 【深度學習】 如果電腦有神經 可以教它做什麼 | 研之有物 - 中央研究院 AI 人工智慧. <http://research.sinica.edu.tw/deep-learning-2017-ai-month/>
- [4] MakerPRO. 【AI Column】 深度學習，從「框架」開始學起| Building Maker Economy：自造達人社群/媒體/平台. <https://makerpro.cc/2018/06/deep-learning-frameworks/>
- [5] Kaggle. Kaggle: Your Home for Data Science. <https://www.kaggle.com/>
- [6] AIda. 人工智慧共創平台. <https://aidea-web.tw/>
- [7] Youtube. 李宏毅教授 Youtube 深度學習教學頻道 <https://www.youtube.com/channel/UC2ggituuWvxrHHHiaDH1dlQ>