

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

□國中組 **■普高組** □技高組 成果報告格式

題目名稱：深度學習垃圾分類技術

一、摘要

本研究旨在運用機器學習技術開發一套智能垃圾分類系統，以解決垃圾回收錯誤率高、分類效率低的問題。我們利用 Teachable Machine 訓練影像辨識模型，使其能夠自動辨識塑膠、紙類、金屬及電子廢棄物等不同類型的垃圾，並提供相應的回收建議。此外，我們開發了一個網頁應用，使用者可透過上傳照片獲取即時分類結果，提升垃圾分類的便利性與準確性。研究結果顯示，透過機器學習技術，系統分類準確率顯著提升，有助於改善資源回收的效率與環保意識。未來將持續優化模型、擴充數據集，並探討與智慧設備的結合，以提升垃圾分類的自動化與實用性。

二、探究題目與動機

在當今環保意識高漲及資源有限的情況下，如何有效地管理和分類垃圾已成為全球關注的焦點。然而，現實情況是，大眾通常不會仔細了解每種垃圾的屬性以及其是否可回收，我們根據(RE-THINK 重新思考, 2022)台灣回收意願調查 結果得知，雖然全台灣超過94%民眾有回收習慣，但回收的正確率卻只有26%。這導致了政府部門在垃圾分類方面效率低下，而且錯誤回收更會對環境造成破壞，為了解決這一問題，我們決定開展AI垃圾分類專案，希望利用人工智慧技術來自動識別和分類各種垃圾，並透過網頁同時提供清楚且正確的回收知識給民眾，從而提高垃圾回收的準確性和效率。

取自

https://news.pchome.com.tw/living/rethink/20230522/index-68473342917844327009.html#google_vignette

三、探究目的與假設

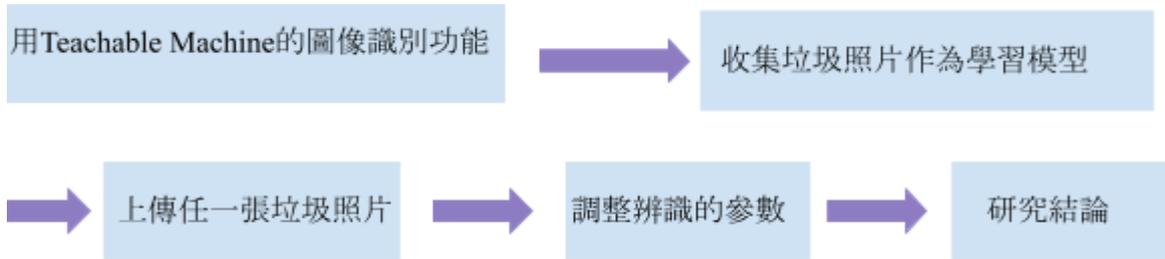
本專題旨在利用「機器學習」技術，開發一套垃圾分類系統，藉此為人們提供相應的回收資訊，進一步優化垃圾分類的效率與準確性，改善目前垃圾分類中存在的問題。

- (一)使用模型分類垃圾種類
- (二)製作網頁來介紹不同種類的垃圾處理方式
- (三)透過網站提升垃圾回收率並降低誤分類率

四、探究方法與驗證步驟

一、研究架構

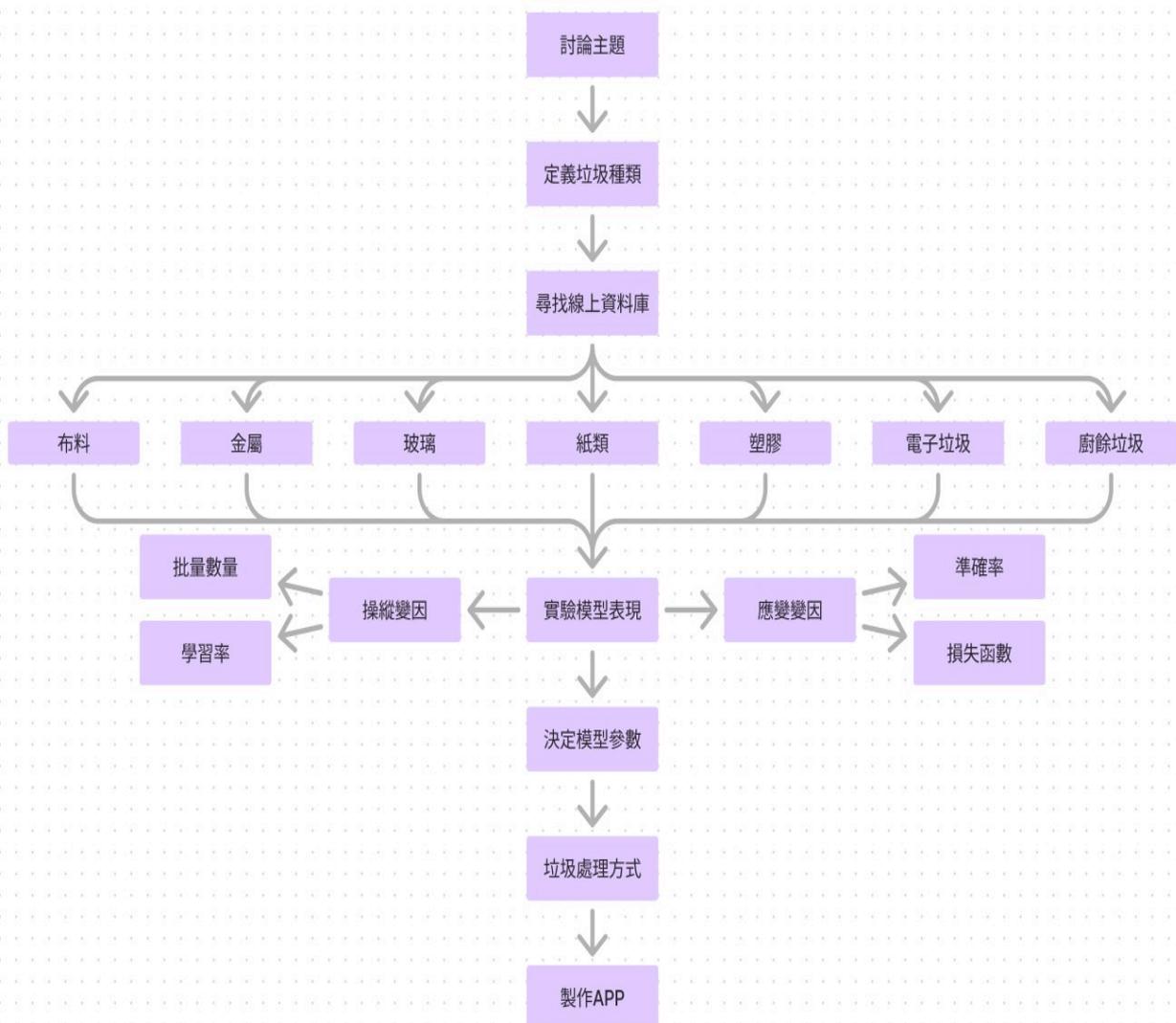
圖一：研究流程



圖一資料來源：研究者自行繪製

二、研究流程圖

圖二：專案時程圖



圖二資料來源:研究者自行繪製

一、模型參數之數據分析

本研究透過 MobileNet 模型探討不同學習率(Learning Rate)與批量數量(Batch Size)對模型訓練表現的影響,並利用 Teachable Machine 進行模型訓練與測試。我們設定六組不同參數組合,並記錄其準確率(Accuracy)、測試準確率(Test Accuracy)、損失值(Loss)及測試損失值(Test Loss),以評估模型的效能。並找到最佳參數。

圖三:模型訓練

模型訓練 (mobilenet)

Learning rate	Batch Size	acc	test	loss	test loss
0.0006	16	0.9999999404	0.9373638034	0.00009997478628	0.3405021727
0.0006	32	1	0.9357298017	0.0001000789489	0.3465335071
0.0006	64	0.9999999404	0.927015245	0.0001052480657	0.4025035799

最佳參數

- 學習率 (Learning) : 0.001
- 批量 (Batch Size) : 64

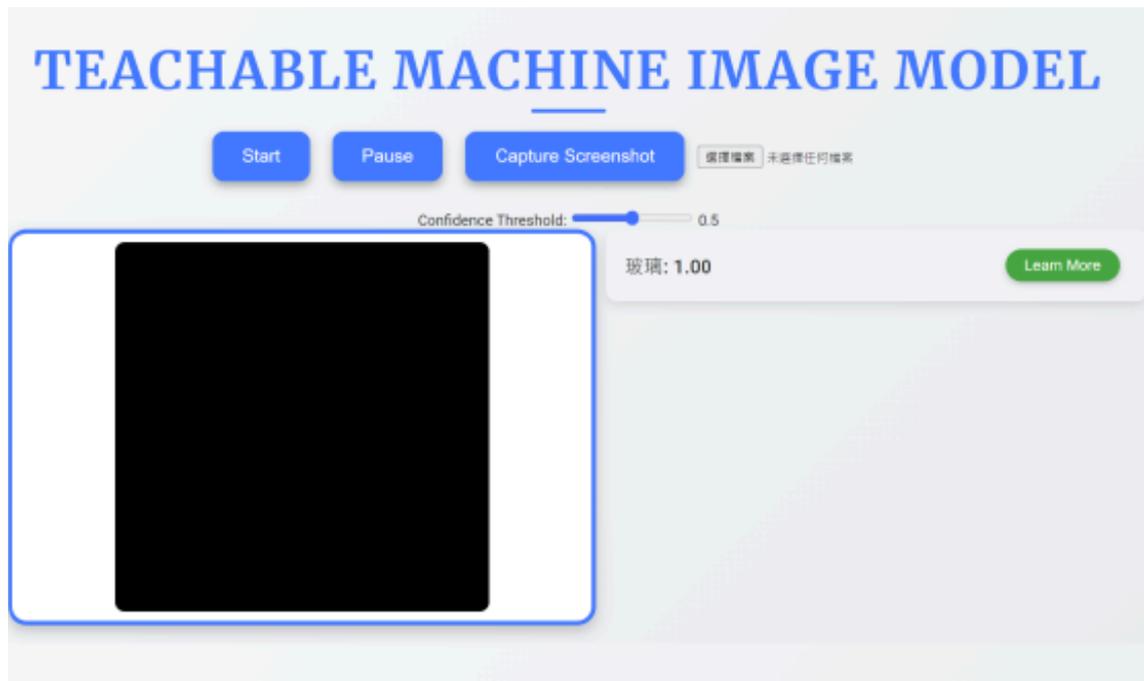
圖三資料來源:研究者自行繪製

二、網站操作說明

這是Teachable Machine網頁一進去的畫面,按start後可以開啟相機識別功能,按下選擇檔案可以上傳圖片進行識別,而在上面的Pause按鈕則是在開始後暫停圖像識別。

這是相機識別功能,可藉由電腦鏡頭來判別不同的垃圾種類,右邊是模型判斷結果及機率,藉由調整螢幕上方的滑桿可以限制機率過小的種類不顯示。而在模型輸出結果的右邊的Learn More按鈕則是有更多關於該項垃圾的回收資訊。

圖四：Teachable Machine相機識別功能



圖四資料來源：研究者自行擷取

三、研究成果展示

我們成功利用 HTML、CSS、JavaScript 及 Teachable Machine 技術，開發了一個具備即時垃圾分類功能的網頁應用程式。透過 TensorFlow.js，我們將機器學習模型部署至網站，使其能夠根據用戶上傳或即時攝影機影像，準確識別垃圾類型，並提供相應的處理方式。在測試階段，我們將不同類別的垃圾（如電子產品）進行識別，系統能夠準確分類並顯示信賴度。同時，為了提升使用者體驗，我們設計了簡潔直觀的介面，並提供清晰的回收指引，幫助用戶更有效地處理垃圾。本次開發成果不僅驗證了機器學習在環保領域的應用潛力，也讓我們深入了解 Web 技術與 AI 模型整合的實踐方法，為未來的相關應用奠定基礎。

圖五：網頁展示畫面



圖五資料來源: 研究者自行製作

五、結論與生活應用

本研究成功開發了一個基於 HTML、CSS、JavaScript 及 Teachable Machine 的網頁應用，能夠即時識別垃圾類型並提供分類建議。我們的測試結果顯示，透過機器學習技術，該系統能夠有效辨識電子垃圾，並提供正確的回收方式。這證明了 AI 技術在環保領域的應用潛力，並顯示出網頁應用相較於傳統 APP 更具便利性與普及性。然而，研究過程中發現，模型的準確度仍受限於樣本數量，且部分垃圾類型可能因外觀相似而導致誤判。此外，現行垃圾分類仍仰賴人力執行，若無輔助設備與監督機制，仍難以大規模推動落實。

參考資料

李聲謙(2024年12月25日)。Teachable Machine:簡單易用的AI模型訓練工具

。 https://cloud.edu.tw/webpages/article-detail.php?article_id=MTkxMjQy

李宏毅(2016)。什麼是深度學習？機器學習的卷土重來

。 https://jupiter.math.nycu.edu.tw/~mshc/010_201610/010_02.pdf

林書弘、陳牧言(2019年3月28日)。人工智慧技術於智慧醫療之理論探討與實務應用。

<https://reurl.cc/XADDzg>

重新思考(2023年5月22日)。回收真的有被再利用？垃圾不是丟掉就好！Pchome 新聞網。

<https://reurl.cc/oVWDml>

周秉誼(2016年9月20日)。淺談Deep Learning原理及應用。

https://www.cc.ntu.edu.tw/chinese/epaper/0038/20160920_3805.html

李宏毅(2020年9月9日)。李宏毅老師機器學習課程筆記。[部落格文章]。

<https://reurl.cc/EgqqeR>

aaronlife(2021年7月31日)。Java介紹。[部落格文章]。

<https://hackmd.io/@aaronlife/java-00-about>

國立中央大學工學院學士班(2024年4月2日)。機器學習與深度學習在電腦視覺上的應用[影片]。YouTube。 <https://reurl.cc/3688A1>

Yeh James(2017年9月22日)。[資料分析&機器學習] 第1.3講:Kaggle介紹。

https://writings.jigfopsda.com/zh/posts/2021/kaggle_intro/

Maker in College 大學新創平台(2019年5月31日)。【工程師必懂的版本控制技術】什麼是GitHub？[部落格文章]。 <https://reurl.cc/EV884K>

STEAM教育學習網(2025年3月12日)。認識HTML－HTML教學。

<https://steam.oxxostudio.tw/category/html/info/about.html>

楠梓高中科技領域學習平台(2025年3月12日)。監督式學習。 <https://reurl.cc/9Doo9O>