

2026 台灣 AI 教育年會教學應用投稿文件

主題名稱：從人工到智慧：建構逢甲大學周邊綠能設施之

GeoAI 動態監測模型

設計者：蘇昭銘、雷祖強、李佳信

設計理念

一、AI 應用設計的起點與問題陳述（必填）

- **設計起點/動機：** [說明您決定進行此 AI 應用設計的最初原因或靈感。]
- **欲解決之核心問題：** [清楚定義此 AI 應用主要針對的痛點、挑戰或未滿足的需求。]
- **現狀分析（選填）：** [簡述目前解決此問題的現有方法及其局限性。]

一、設計動機

在傳統的都市計畫或土地利用調查作業中，大多仰賴人工進行現地調查與資料整理，不僅需要投入大量的人力、時間與經費，也容易因為調查者判讀差異而產生誤差。隨著近年遙測影像、無人機(UAV)以及人工智慧(AI)技術的快速發展，都市與土地利用資訊的蒐集方式正逐漸朝向自動化與智慧化發展。若能在都市計畫與空間資訊相關領域中導入 AI 科技進行資料分析與判釋，不僅能大幅提升資料蒐集與處理效率，也能使都市治理模式從過去偏向靜態規劃，逐步邁向以資料驅動為核心的動態治理。

因此，將 GeoAI (Geospatial Artificial Intelligence) 相關技術導入逢甲大學都市計畫與空間資訊學系的教學訓練具有重要意義。本課程以本系大一學生為對象，在「地理資訊概論 (GIS)」課程中導入基礎的 GeoAI 概念與實作，讓學生在學習 GIS 基本原理與空間資料處理的同時，也能初步接觸人工智慧於空間資料分析中的應用。

對於剛進入大學的大一新生而言，如何在基礎課程中適度引入新世代科技，使學生在理解空間資訊基礎概念的同時，也能培養對 AI 與智慧分析技術的興趣與能力，是本課程設計的重要目標。透過簡易的案例與實作練習，使學生理解 GeoAI 在都市規劃、土地利用判釋及空間分析中的潛在應用，進而建立跨領域學習的基礎能力，為未來進階的 GIS、遙測與智慧城市相關課程奠定良好基礎。

二、欲解決之問題

新世代學生對於科技產品與數位工具並不陌生，日常生活中也普遍接觸各類資訊科技。然而，多數學生對於科技背後的技術原理與實際應用仍相對陌生，尤其是在人工智慧與空間資訊技術的整合應用方面，往往缺乏實際操作與問題導向的學習經驗。因此，在課程設計上面臨兩項主要挑戰。首先，是如何在既有的「地理資訊概論 (GIS)」課程架構中，適度融入 GeoAI 的概念與技術，使學生在學習基礎 GIS 知識的同時，也能接觸到新興的空間智慧分析方法。其次，則是如何引導大一學生從實際問題出發，進一步思考並完成一個小型專題，培養學生將科技工具應用於空間問題分析的能力。

在眾多空間應用議題中，經過分組討論後，其中我們選擇一組同學的成果作為本次研討會的報告內容，該組成員有連全佑、郭冠緯、劉彥鈞、林彥傑、鄭沂哲、張家睿及黃宥甯同學。他們經過一個長時間的討論，其中曾經以停車場為主題、以建築物為主題，最後因為想要減少化石燃料的使用，該組認為太陽能板不僅可提升用電備用容量，剩餘電力還能售回台電，同時兼具經濟與能

源效益，因此為由收斂成建築物屋頂太陽能板的辨識與分析（附件圖 1）。由於太陽能板屬於重要的綠色能源設施，能夠將太陽輻射能轉換為電能，不僅可提供再生能源，也有助於減少建築物屋頂吸收過多熱能所造成的冷氣使用需求，進而降低能源消耗與環境負擔。隨著政府推動再生能源政策，各地區建築物屋頂設置太陽能板的數量逐漸增加，但目前都市尺度上，仍缺乏一種能夠快速且有效率統計太陽能板設置數量的方法。傳統方式多仰賴人工判讀遙測影像或現地調查，不僅耗時費力，也難以進行大範圍的長期監測。

本課程透過在「地理資訊概論（GIS）」課程中導入 GeoAI 相關概念與實作，期望達成以下學習目標：

1. 建立空間資訊基礎概念

使學生理解地理資訊系統（GIS）的基本原理、空間資料類型與基本操作，建立空間資料分析與應用的基礎能力。

2. 認識 GeoAI 與空間資料分析的整合應用

介紹地理人工智慧（GeoAI）的基本概念，使學生了解人工智慧與空間資訊技術結合後，在都市規劃、土地利用判釋與環境監測等領域的應用潛力。

3. 培養跨領域科技應用思維

讓學生理解都市計畫、空間資訊與人工智慧之間的關聯性，培養跨領域整合思考能力，為未來進階課程（如遙測分析、空間資料科學或智慧城市應用）建立基礎。

4. 提升學生對新興科技的學習興趣

透過實作與案例展示，使大一新生能夠在基礎課程中接觸新世代科技，激發學生對 GeoAI、GIS 與智慧空間相關領域的學習動機。

二、設計中的創新與獨特想法（必填）

- **核心創新點：** [詳細描述您的 AI 應用設計與眾不同之處，例如：新穎的演算法應用、獨特的數據處理方式、創新的用戶互動模式等。]
- **設計差異化：** [相較於市場上的類似產品或方案，您的設計有何本質上的提升或突破？]

一、 核心創新點

傳統太陽能板設置情形的調查方式，多仰賴研究人員進行外業調查或以人工方式判讀影像資料，例如透過 Google Earth 或正射影像逐一檢視建築物屋頂是否設置太陽能板，再進行人工統計。此種方式不僅需要耗費大量時間與人力，在判讀過程中也可能因視角遮蔽、影像解析度、或人工判讀差異而產生誤差，影響資料統計的準確性。

對於如臺中市這類都市發展密度高、建築物數量龐大的城市而言，若仍以傳統方式逐棟建築進行判讀與統計，往往效率低落且難以進行大範圍的長期監測。因此，如何利用新興科技提升調查效率與資料分析能力，成為重要課題。

GeoAI 的導入，提供了一種新的解決途徑。透過高解析度衛星影像或航照影像，搭配事先訓練完成的太陽能板物件偵測模型，系統即可自動辨識影像中的太陽能板位置，並快速完成大範圍的空間資料統計。相較於傳統人工判讀方式，GeoAI 不僅能大幅提升調查效率，也能降低人為判讀所造成的誤差，使空間資料分析更加快速且具一致性。

本計畫的核心創新之處，在於將 **GeoAI 影像辨識技術實際導入大學基礎課程教學中**，讓學生在課堂中不只是學習 GIS 理論，而是透過實際操作體驗 AI 在空間資料分析中的應用。學生將從地區範圍選擇、影像資料準備、太陽能板物件標註與偵測，到最後的空間統計與分析，完整參與 GeoAI 應用流程。透過此一教學設計，不僅能提升學生對新興科技的理解與操作能力，也能培養學生運用 AI 工具解決實際空間問題的能力。

此外，本教學模式亦回應大數據與智慧城市發展的趨勢，讓學生在學習初期即接觸人工智慧與空間資訊整合應用的概念，建立未來發展智慧空間、永續城市與數位治理相關能力的基礎。

二、 設計差異化

傳統都市計畫與空間資訊相關課程的教學方式（表 1），多半受限於人力與時間成本，學生在進行實作或調查時，通常以抽樣調查或小範圍地區為研究對象，例如以單一街廓或小區域進行現況勘查與資料整理。雖然此方式能讓學

生了解基本調查流程，但在都市尺度的分析上，學生往往難以掌握整體城市發展樣貌，也不易進行大範圍的空間分析與統計。

本課程透過導入 GeoAI 技術，使學生能利用自動化影像判釋方法，從衛星影像或航照影像中快速辨識太陽能板的位置與分布情形。透過此技術，原本只能在小範圍進行的人工調查，可以擴展至較大尺度的研究範圍，例如整個行政區甚至臺中市全市範圍。此種方法不僅能大幅提升資料蒐集與分析效率，也能降低人工判讀所可能造成的誤差，使學生能更全面地理解都市空間與能源設施的分布情形。

本課程的另一項差異化核心，在於學生學習角色的轉變。在傳統課程中，學生多半依照既定步驟完成作業，學習過程較為被動；而在導入 GeoAI 教學後，學生將參與整個資料分析流程，包括研究區域的選擇、訓練樣本的製作、物件標註、模型辨識以及結果驗證等步驟。透過這些操作，學生不僅學會使用 GIS 與 AI 相關工具，也能理解資料處理與分析背後的邏輯。

此外，透過 GeoAI 實作的過程，學生將接觸到大規模空間資料處理與分析的概念，學習如何從問題定義、資料準備、模型應用到成果解釋，建立完整的空間分析思維。此種教學設計不僅提升學生的實作能力，也培養學生面對真實都市與環境議題時的問題分析與決策能力，使課程內容更貼近智慧城市與大數據時代的發展需求。

表 1 傳統課程與創新課程之差異

面向	傳統課程	本課程 (GeoAI 導入)
調查方式	空間地圖、GIS 資料建置、外業調查	AI 影像自動辨識
研究尺度	小區域抽樣	全市或大範圍分析
學習角色	被動操作工具	主動設計分析流程
技術能力	GIS 操作	GIS + AI 整合

三、具體成效（質化或量化的說明）（必填）

- **量化成效（Quantitative Results）**：[提供具體的數字來證明設計的有效性，例如：準確度提升百分比、運算時間縮短幅度、評量成績提升...等，請務必列出測試條件或評估標準。]
- **質化成效（Qualitative Results）**：[描述設計帶來的非數字性效益，例如：改善了用戶體驗、提高了工作流程的流暢度、解決了難以量化的社會問題等。]

一、 量化成效

本課程導入 GeoAI 技術於「地理資訊概論（GIS）」教學中，透過課程實作與專題練習，預期可產生以下量化成果：

1. **學生學習人數與參與規模**：本課程共開設兩個班級，合計約 120 位大一學生參與 GeoAI 相關教學與實作，讓學生在基礎課程中即接觸 AI 與空間資訊整合應用，提升整體學習覆蓋率。
2. **教材與教學資源產出**：本計畫將整理完整的 GeoAI 教學流程與操作步驟，發展一套可重複使用的教學教材包（Teaching Package）1 套，內容包含教學簡報、操作流程說明與實作案例，可供未來課程延續使用或擴散至其他相關課程。
3. **AI 辨識效率提升**：在太陽能板辨識案例中，透過預先訓練之物件偵測模型，可在短時間內完成大範圍影像判釋，相較於傳統逐棟人工判讀方式，可大幅縮短資料判讀時間，提升空間資料蒐集與分析效率。
4. **學生專題產出成果**：透過課堂實作與分組練習，學生將完成小型 GeoAI 應用案例或分析成果，作為課程評量與學習成果展示(附件圖 1)，並培養學生運用 GIS 與 AI 工具進行空間分析的能力。

二、質化成效

除了量化指標外，本課程亦預期在教學與研究能力培養上產生以下質化效益：

首先，學生將學習如何透過資料標註與模型訓練，使人工智慧系統能夠自動完成影像判釋等重複性工作。透過此過程，學生能理解 AI 並非只是工具，而是需要透過資料訓練與模型驗證來建立分析能力，使學生能將更多心力放在結果解讀、空間分析與問題解決等較高層次的思考上，進而培養面對複雜問題的

分析能力與未來競爭力。

其次，在研究與分析層面，透過 GeoAI 的影像辨識與大規模資料分析能力，可以更快速且精確地統計都市中太陽能板的設置情形。透過 AI 辨識結果所產生的空間分布圖與視覺化地圖，學生能更直觀地觀察太陽能板的分布特徵與變化趨勢，提升空間分析與資料理解的能力。

此外，GIS 與 AI 技術的結合，也能有效降低傳統人工調查可能產生的誤差，並減少人力與時間成本。在完成一次模型訓練後，未來若需要進行新的調查分析，只需套用既有模型，即可快速辨識新建的太陽能板位置，形成具有延續性的空間監測機制。

整體而言，本課程不僅提升學生對 GeoAI 技術的理解與應用能力，也建立了一種結合 GIS 與 AI 的創新教學模式，為未來智慧城市與空間資料科學相關課程奠定良好基礎。

四、設計應用時若有參考或使用到下列資源，請依實際狀況填寫

- **主要參考文獻/論文/演講：** [列出對您設計有重大影響的學術論文、技術報告等、演講等。]
- **使用之數據集：** [說明您用於訓練、測試或驗證的數據集名稱和來源。]
- **開源工具/框架：** [提及您在設計中利用的開源程式庫、AI 模型或技術框架。]
- **其他資源：** [任何其他對設計過程有幫助的參考資料，例如：業界報告、專題演講、專利、網站等。]

一、 主要參考文獻/論文/演講

(一)、學習深度模型架構

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/image-analyst/overview-of-the-deep-learning-models.htm>

(二)、How U-net Works?

<https://developers.arcgis.com/python/latest/guide/how-unet-works/>

學習 GeoAI 是操作介面，為要教導學生技術及功能，讓技術本地化，透過教學中使用的課堂講義(附件圖 2)，將 AI 之操作技術帶進課堂中，讓學生能活用在生活周遭，不僅止於課堂的內容，更多是學習課程中延伸的知識。

二、 使用之數據集

模型訓練是採用 ArcGIS Living Atlas 內提供的太陽能板的判釋模型，太陽能板的戀模型樣本則是以人工得方式先在 Google 的衛星影像中進行圈選。

三、 開源工具/框架

模型訓練是採用 ArcGIS Living Atlas 內提供的太陽能板的判釋模型，以 ArcGIS 內的深度學習 U-Net，影像則是採用 Google 的衛星影像。為了教導學生學習 U-Net，我們設計出 GeoAI 的課堂講義，說明 AI 與 GIS 的發展歷史、GeoAI 工具、來源與挑戰以及透過實際案例分析來分享 GeoAI 可應用於農業監測、都市規劃、防災減災及國土監測等領域，例如自動偵測農作物病蟲害、模擬洪水或山崩風險、監測都市熱島效應領域。

四、 其他資源

ArcGIS Living Atlas of the World

<https://livingatlas.arcgis.com/en/browse/?q=solar%20panel#q=solar+panel&d=1>

經濟部能源署能源供給概況

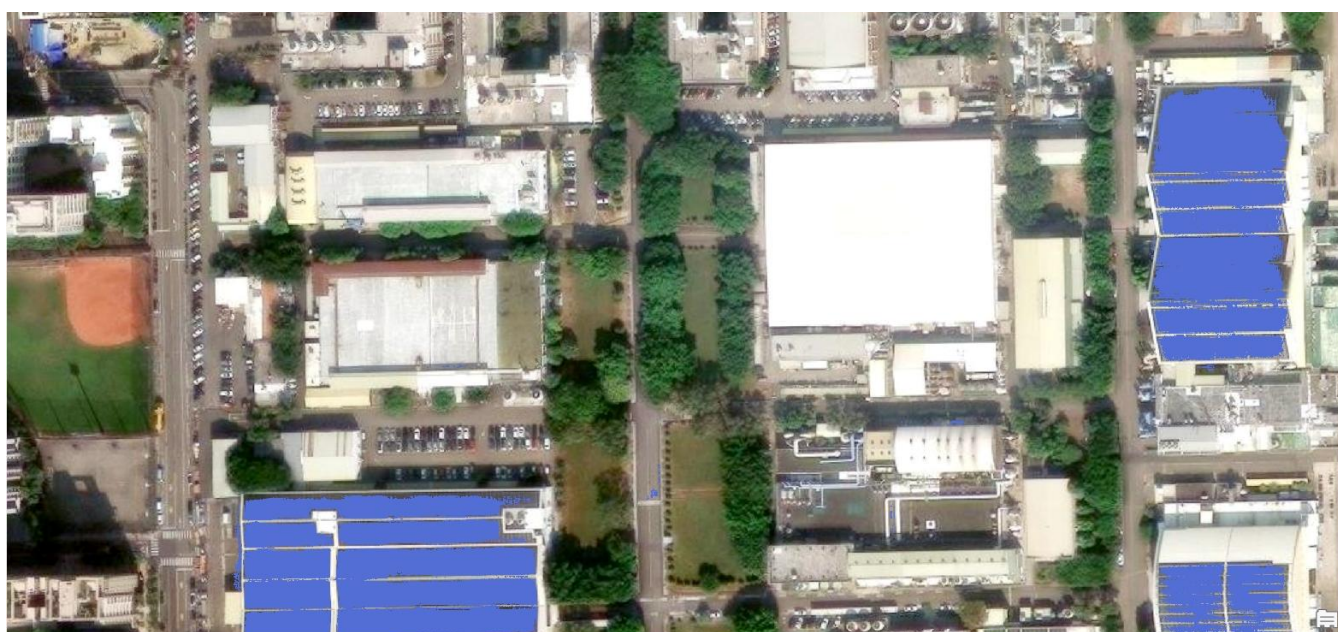
https://www.moeaea.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=14435

新塭滯洪池太陽能板遍布大片鳥屎 光電業者：樂見

<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20210120003612-260421?chdtv>

五、「附件或相關照片說明」請視需要提供佐證資料

以下為同學操作成果圖（圖 1），藍色部分為偵測到的太陽能板。





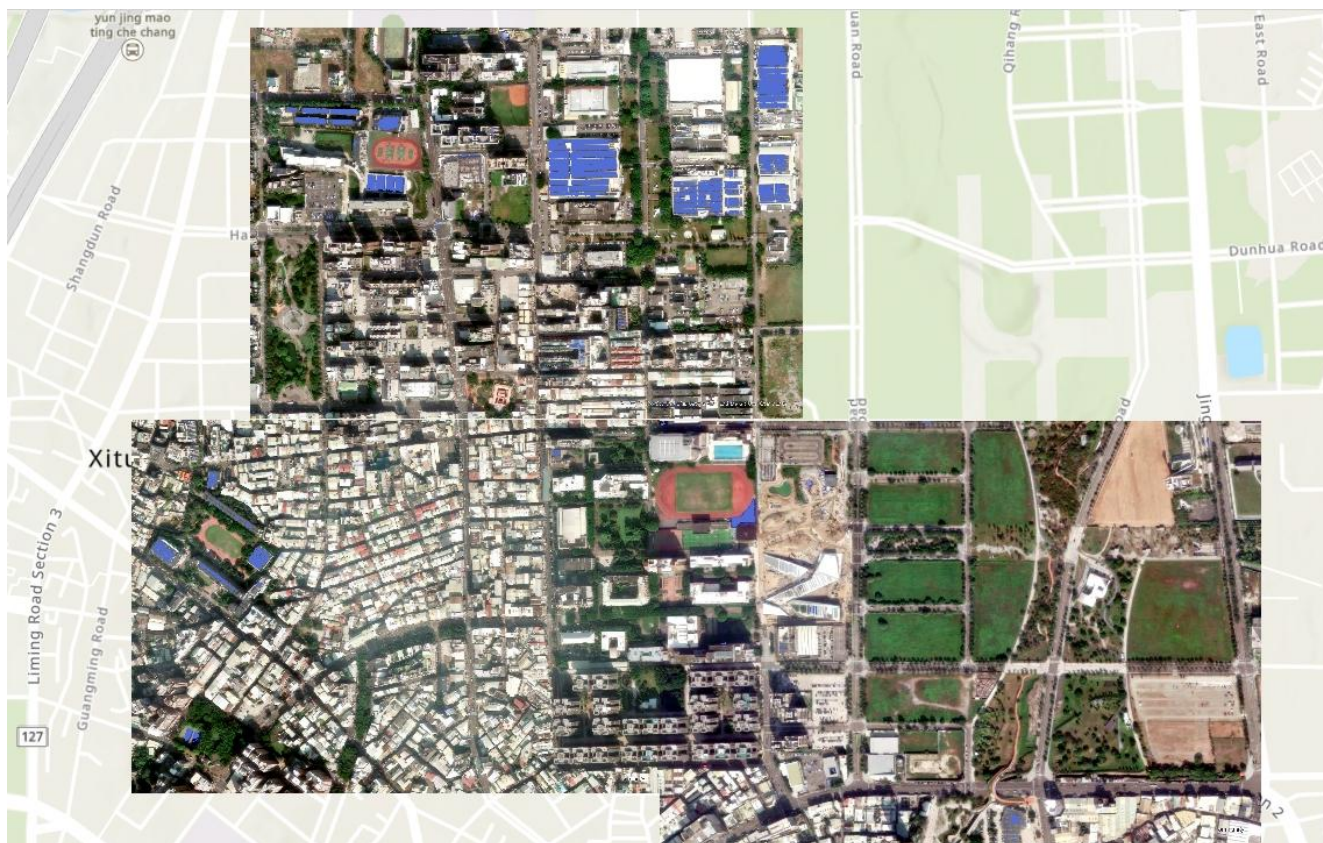








圖 1 使用 U-Net 模式所偵測太陽能板之結果

大綱

- 01 GeoAI介紹
- 02 AI、ML、DL的歷史與發展
- 03 GeoAI為何依賴DL
- 04 GeoAI 工具、來源與挑戰
- 05 GeoAI系統化案例分析
- 06 總結與未來發展

ArcGIS 中的 GeoAI 工具

工具名稱	功能說明	範例應用	LOGO
ArcGIS Pro	桌面版 GIS 軟體，內建深度學習工具箱 (Deep Learning Toolbox)	建築物抽取、道路偵測、影像分類	
ArcGIS Notebooks	可在雲端或本地執行的 Jupyter Notebook，支援 Python、TensorFlow、PyTorch	訓練 AI 模型、影像分割、結果自動化	
ArcGIS Online / Enterprise	雲端平台，能進行資料管理、AI 模型部署與可視化分析	雲端推論、AI 結果視覺化 Dashboard	 
ArcGIS Living Atlas	全球即用型地理資料庫，提供 AI 訓練素材	人口、土地利用、環境、交通等資料來源	
ArcGIS API for Python	開發者工具，可在 Python 環境中進行自動化 GIS 與 AI 任務	自動標註影像、批次分析、AI 模型管理	

17

案例：交通

未來應用AI於交通運輸部分，透過資料蒐集與環境偵測、資訊提供與資訊預測、交通改善與營運管理等。可應用領域包括陸運、海運、空運、複合運輸之客貨運運輸，範圍非常廣，可分析範圍包括：

- 交通壅塞熱點分析
- 智慧運輸系統設計
- 物流與事故熱點預測
- 利用時空數據建構交通流量模型
- 支援智慧運輸與城市交通規劃

以AI影像技術辨識路口行人及車輛的種類、位置及移動軌跡，自動轉換成軌跡資料。透過分析軟體，可找出路口易發生交通衝突的潛在熱區，也可瞭解車輛是否有超速或闖紅燈等違規行為

無人機結合AI影像技術，資料來源：交通部

1 無人機空拍路口交通 2 AI影像偵測與追蹤



3 軟體分析交通衝突



4 判讀衝突原因



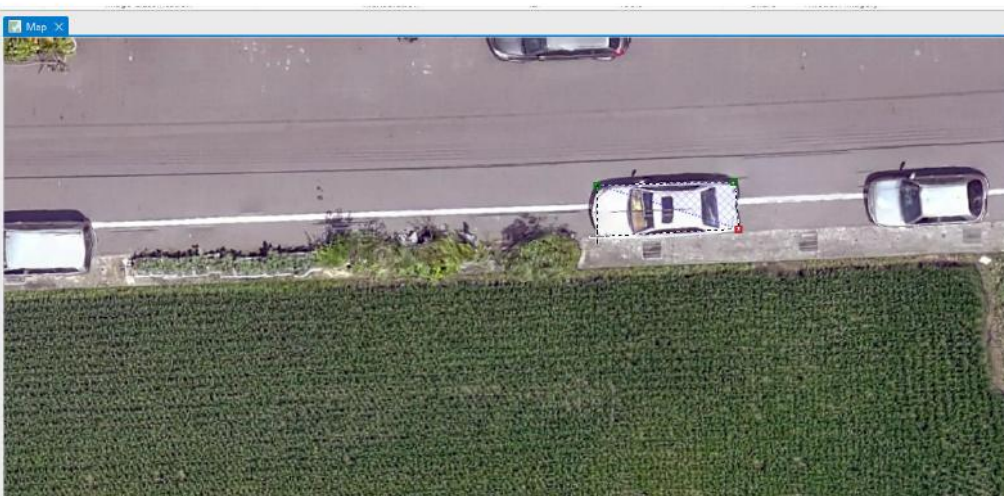
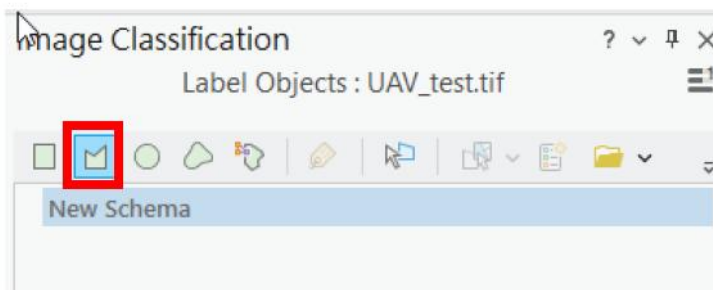
28

車輛偵測	樹木檢測	建築佔地面積提取	道路
輸入 高解析度RGB影像(空間解析度公分) 輸出 包含偵測到的車輛的特徵類	輸入： 8位元、3波段高解析度 (10-25 公分) 影像 輸出 包含偵測到的樹木要素類別	輸入 8位元、3波段高解析度(10-40 公分)影像 輸出 包含建築物輪廓的要素類	輸入 8 位元、3 波段高解析度 (1 公尺) 航空/衛星影像 輸出 表示道路網路的要素類別
準確度指標 模型的平均準確度得分為 0.89	精確度指標 此模型的精確率為 0.66，召回率為 0.79	準確度指標 此模型的平均精度得分為 0.718	準確度指標 此模型在城市級資料集上的精確率為 0.904
可應用於交通管理與分析、停車場使用率、都市計畫等領域，能夠檢測到大多數完全被陰影遮蔽或部分被樹冠遮擋的車輛	可應用於植被管理、林業、都市規劃等領域	可以自動完成繁瑣的手動提取建築物輪廓的過程，從而顯著減少所需的時間和精力	數化道路是一項耗時的任務，通常採用人工數位化的方式。深度學習可以實現流程的自動化，減少獲取道路圖層的時間

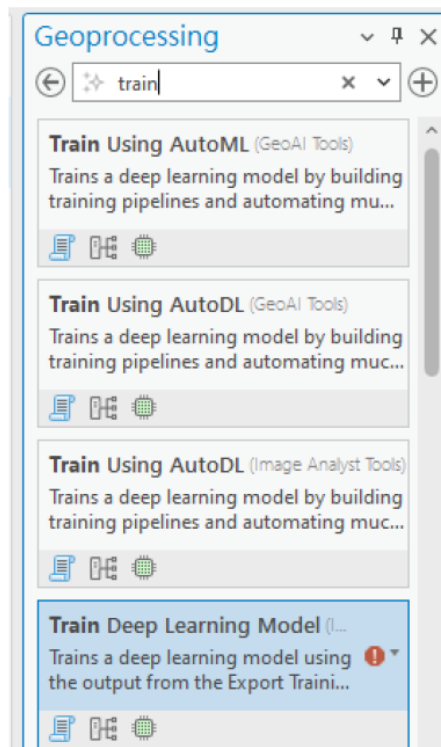


31

5. 在 Image Classification 中選擇 New Schema，並且選擇 Polygon(紅框處)來進行畫取範圍



7. 在 Tools 搜尋 Train 並且找到“ Train Deep Learning Model”



10. 在“ Classify Pixels Using Deep Learning” ，設定以下欄位

The screenshot shows the 'Train Deep Learning Model' tool parameters in ArcGIS Pro. The parameters are as follows:

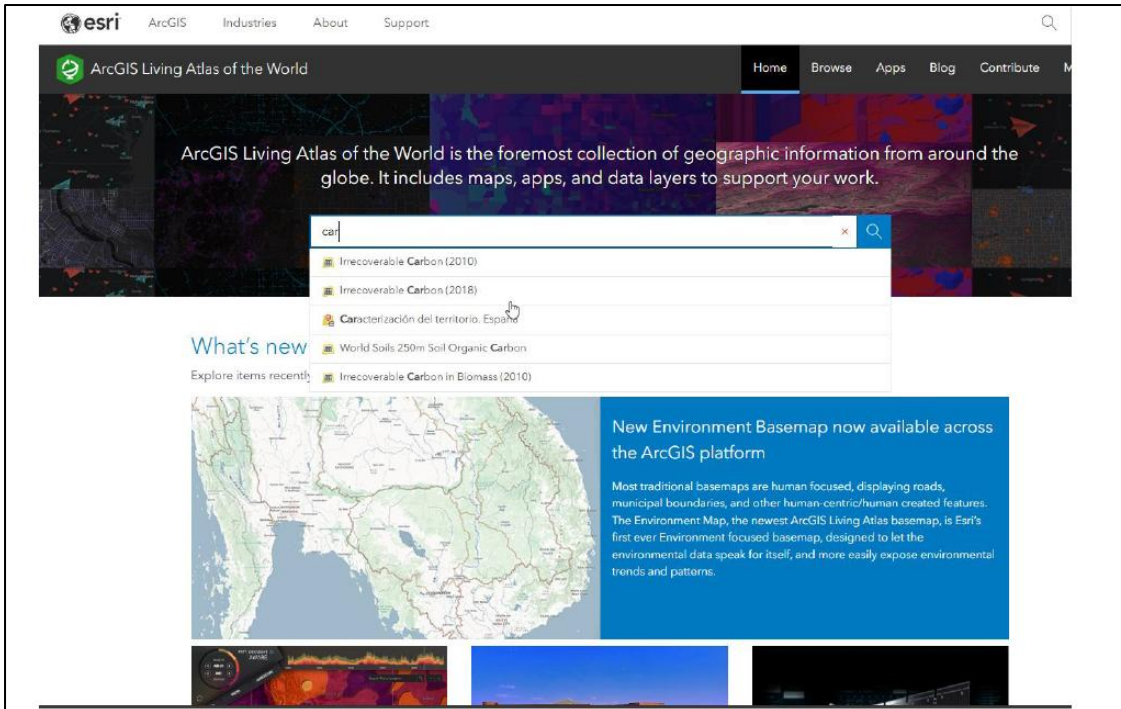
- Input Training Data**: UNet_car
- Output Folder**: UNet_car_model
- Max Epochs**: 20
- Pre-trained Model**: (empty)
- Model Type**: U-Net (Pixel classification)
- Model Arguments**:

Name	Value
class_balancing	False
mixup	False
focal_loss	False
ignore_classes	

- **Input Raster** : 選擇要辨識的 TIF 檔(UAV_test.tif)
- **Out Raster Dataset** : 設定為接下來要輸出結果 TIF 的位置
- **Model Definition** 要使用的模型，選擇剛才輸出到 UNet_car_model 的“ UNet_car_model.dlpk”

The screenshot shows the file explorer for the output folder 'UNet_car_model'. The files listed are:

- ModelCharacteristics
- UNet_car_model.emd
- UNet_car_model.dlpk



13. 找到以下“ Car Detection – New Zealand” (紅框處)

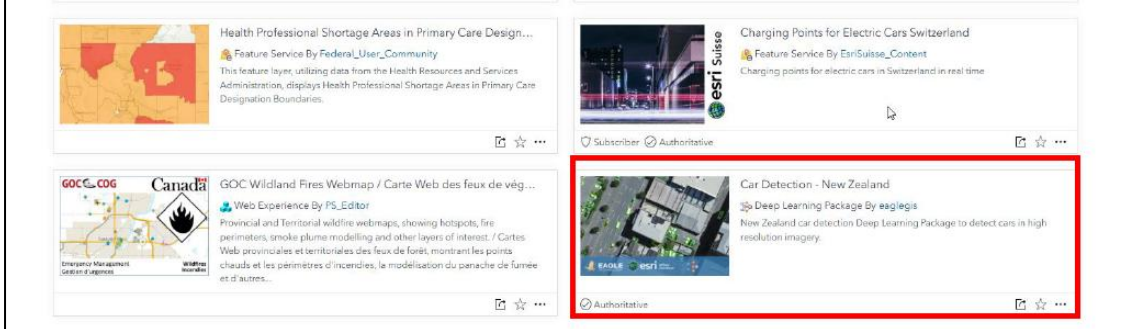


圖 2 課堂部分 GeoAI 簡報及操作教學