

中國文化大學教師教學創新暨教材研發獎勵期末成果報告書

壹、計畫名稱

森林遙測與 GIS 應用教材研發

貳、實施課程、授課教師姓名

實施課程：森林遙測與 GIS 應用(選修)

開課系級：森保系 3 年級

授課教師姓名：許立達

職稱：專任副教授

參、前言

「森林遙測與 GIS 應用」是森林暨自然保育學系的進階選修的實務型課程。遙測(遙感探測)以及 GIS(地理資訊系統)通常開設於地理系，但由於遙測與 GIS 在森林經營領域能做許多實務應用，因此國內、外各森林學系通常也會自行開設相關課程，而遙測與 GIS 技術更是學生將來畢業後從事森林經營規劃相關工作必備的能力。

國內並無地理資訊系統在森林或林業應用的專門書籍或教材，因此國內各森林相關學系在教授遙測與 GIS 課程時，通常是採用市占率最大的 GIS 軟體公司 ESRI 所編寫的 ArcGIS 使用手冊及教育訓練教材，或者是坊間出版的地理資訊系統教材。以現成教科書進行授課的優點是學生可依教材單元系統化地逐步地學習，對於地理資訊系統理論、軟體操作細節以及各項功能都較能夠獲得充分的認識，不過缺點是雖然學了很多方法，但是面對實務問題時，卻往往不知道該怎麼動手去實際應用，即使修完了課，面對實務問題常常仍然束手無策。

鑒於上述問題，本系以往在教授「森林遙測與 GIS 應用」課程時，即以自編教材嘗試在教學過程中引用一些林業實務應用範例提供學生做練習。不過近年來隨著科技不斷進步及手機 GPS 的普及，空間資訊不再單純的只地理科學有關，而是和產業更加密切結合，且與每個人的生活也愈來愈貼近。例如，利用行車 GPS 回報行車路線，不只可以獲得地圖上尚未更新的道路資訊，甚至可以利用行車軌跡找出車道中線，引導自駕車行駛等，而現在每個人出門，只要打開手機 GPS 及 Google Map，不只拍照打卡就能知道自己所在位置的座標，還能由 APP 幫忙規劃如何到達目的地。

除此之外，以往地理資訊軟體以及地理資料相關資源往往因為價格、技術等限制等因素而難以取得或應用，但是隨著社會演變，開放式軟體(open source software)及開放式資料(open data)愈來愈容易取得，資料的內容也愈來愈多元而豐富。因此，學生學習遙測與 GIS 畢業後，所使用的軟體未必就是目前為主流的 ESRI ArcGIS；應用的範疇再也未必只侷限於林業。學會操作 GIS 軟體固然重要，但更重要的是要有能力整合各種開放資源，從探索資料中獲取資訊，並進行跨領域應用，學生才能完整學到未來就業必備的技能。

本「森林遙測與 GIS 應用」教材研發的主要目的是因應時代趨勢變革，對於「森林遙測與 GIS 應用」教材進行改造、創新，納入有別於傳統遙測與 GIS 教學的新形態內容，包括開放式 GIS 軟體(或服務)的學習，以及開放式資料的取得、空間關聯的建構等，期望學生除了能學會基礎的主流軟體 ArcGIS 操作技術外，也能有能力延伸所學，駕馭其他開放式 GIS 軟體，以及彙整分析各種開放式資料，提升學生畢業就業技能，以及跨領域應用能力。

肆、計畫特色及具體內容

一、計畫特色

ESRI 地理資訊軟體 ArcGIS 由於功能強大，一直都是 GIS 教學的主流工具。功能強大固然有用，但多如牛毛的工具反而造成授課時間的限制及學習上的困難。事實上，過去的應用經驗顯示，教得內容多，學生未必一定學得好，也往往無法實際應用。反而是藉由實務案例的動手操作，由問題反思如何解決，更能讓學生體會 GIS 到底能做甚麼，以及軟體為什麼需要設計這些功能。正如程式設計課即使教了書本中程式語言的每個指令，並不代表學生就一定會寫程式，有效學習的做法應該是提出問題，讓學生思考如何設計一套演算方法，組合指令達成要求及解決問題。

本「森林遙測與 GIS 應用」教材研發的最主要特色便是以真實資料做為實務案例，提供學生實際操作練習，藉由過程體會資料呈現的具體意義，並學習蒐集資料、解決問題的方法。真實資料來源可以相當多元，例如包括實際測量資料、紙本地圖資料、GPS 資料、遙測資料以及空間與非空間相關的開放資料等，訓練學生具有創建地理資料、探索資料、架構空間關聯，以及不同資料格式之間轉換的能力。

除此之外，本「森林遙測與 GIS 應用」教材和以往上課內容不同的是在學習過程中，將會儘量嘗試將 ArcGIS 軟體操作與其他開放式軟體或服務相互搭配。例如，資料建置可以結合網路地圖資料、Google Map 或 Google Earth、開放式的 Open Street Map，以及免費的線上地圖服務 CARTO 等，以及 QGIS、GRASS 等開放資源軟體的操作，以讓同學在未來畢業之後，面即使對各種不同軟體、各種不同資料型態，都有能力藉由可資利用的工具與資料，順利達成工作上的要求。

二、 具體內容

(一) 課程內容

課程內容包括 GIS 軟體資源介紹、資料資源介紹以及範例實作與應用案例等三個部分，茲分述如下：

1. 軟體資源介紹

軟體資源方面是蒐集整理目前主要地理資訊系統軟體的功能介紹與發展沿革及趨勢。市售軟體包括世界最大、市占率最高的地理資訊系統供應商 ESRI 公司的 ArcGIS，以及 ERDAS 公司用於衛星遙測資料分析的網格式資料分析軟體 Imagine。其次則是 Google 公司提供的 Google Map、Google Earth 全球電子地圖服務；以及較廣被使用的開放式免費軟體如 QGIS 及 GRASS 等，並且整理不同資料格式在各軟體的相容性，以及彼此之間如何進行格式轉換。

2. 資料資源介紹

資料資源包括國內外如何取得衛星影像、航照影像等遙測資料，例如美國地質調查局(USGS)免費 Landsat 衛星影像資料下載、Google Map 的衛星底圖、ESRI 整合的不同尺度線上衛星影像資料等免費資料，以及國內國立中央大學太空及遙測中心本土接收、外購的各種衛星資料，瑞竣科技代理的 WorldView、GeoEye 衛星資料，農委會農林航空測量所的航照、正射影像等。向量式地理資料則以及國內主要的地理資料來源為主，包括國土資訊、地形、環境地質資訊等等，以及如何取得各種開放資料，包括具有空間定義的資料(例如縣市界、道路圖、河川圖等)以及可以建立空間關聯的屬性資料(例如人口資料、所得資料等)。

3. 實作範例與應用案例介紹

參酌 GIS 技術教材內容以及遙測與 GIS 應用案例文獻，結合以開放資料為主的資料來源，設計適合於課程時程內完成之實作範例，讓同學可以動手實作，藉由操作過程學習遙測與 GIS 理論與實務方法，並藉由介紹歷年學長姐之專題討論案例，讓學生了解所學內容可以如何延伸應用。

(二)教材編撰

教材編撰之架構與概要內容如表 2。上半學期教學內容為第 1~6 單元，是以學習 GIS 基本觀念及操作能力為主。第 1 單元先簡介紹遙測與 GIS 在林業及各領域的應用情形，以及本課程之學習內容。第 2 單元則是先以一結合衛星影像與 Google Map 的簡單範例引導學生實作，讓學生能體驗遙測與 GIS 的整合實際應用。第 3、4 單元則介紹課程教學主要軟體 ESRI ArcMap 以和開源軟體 QGIS，以及遙測與 GIS 的資料來源取得方式，尤其是開放式資料。第 4、5 單元為 GIS 投影與座標系統之重要基本觀念介紹，以及 GIS 資料建置之各種方法。第 6 單元則是 GIS 圖層及屬性表之操作。

下半學期教學內容為第 7~12 單元，主要是學習如何利用 GIS 軟體及資料進行分析，因此教學內容會以實務應用為主題，包括利用地形資料進行水文分析(第 7 單元)、利用雨量站資料進行空間統計分析(第 8 單元)、利用網格式資料運算進行土地利用適宜性分析(第 9 單元)等。第 10~12 單元則是遙測影像之分析與應用，包括植被及土地利用行之判釋(第 10 單元)、衛星影像之監督及非監督式分類(第 11 單元)，以及以多期遙測影像進行不同時期之變遷分析(第 12 單元)，並且以文獻和歷屆學長姊專題討論案例讓同學能更深入了解其實際應用。

表 2. 課程架構與內容概要

學習單元	學習內容說明
1. 遙測與 GIS 介紹	<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹什麼是遙測？什麼是 GIS？可以做哪些應用？ 2. 介紹遙測與 GIS 之資料格式與資料特性。
2. 遙測與 GIS 初體驗	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以兩期衛星影像資料，計算 NDVI 植生指標，以影像差異法找出植被顯著減少地點。 2. 將地點二度分帶座標於網路上轉換為經緯度，於 Google 標示地點，並規劃由學校前往該地點路徑。
3. 遙測與 GIS 軟體及資料來源介紹	<ol style="list-style-type: none"> 1. ESRI ArcGIS 與開源 QGIS 軟體介紹。 2. 國內外遙測與 GIS 資料來源及網路相關資源介紹。
4. 地圖投影與座標系統	<ol style="list-style-type: none"> 1. 於網路搜尋及下載世界地圖(WGS 1984)以及台灣地區基本圖層(TWD1997)。 2. 設定 ArcGIS，觀察各種投影方式地圖呈現的不同，以及不同座標系統的圖層如何套疊。 3. 學習如何正確設定圖層的座標系統。
5. GIS 資料建置	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習向量式 GIS 常用的資料格式，包括點、線、面資料及 Geodatabase 建置。 2. 學習如何由不同方式數化建置地理資料庫，包括由測量資料、由遙測影像、由地圖掃描、由 GPS、由 Google Map 或 Google Earth。 3. 學習如何建置 GIS 圖層之屬性表資料，及如何由 Geometry 獲得點座標、線長度、面周長與面積。
6. 圖層及屬性表操作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習各項圖層操作，包括合併、融合、交集、聯集、裁切、識別、環域等，以及依空間特性選取圖徵。 2. 學習各項屬性表操作，包括計算、統計、查詢、選取、資料庫連結等。
7. 地形及水文分析應用	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習各項地形分析操作，包括由等高線建立高程 DEM，再由 DEM 計算坡度圖、坡向圖、地勢圖，以及由高程進行視域分析、土方計算。 2. 學習由地形資料劃設集水區與溪流，計算集水區各項水文因子，例如主流長度、平均高程、起伏比、形狀係數等。
8. 網格式資料空間統計分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 練習以雨量站或環境測站資料推估雨量或環境因子的空間分布。 2. 練習以歐幾里德距離進行指派。 3. 練習依屬性進行敘述統計及建立屬性間之交叉列聯表。

學習單元	學習內容說明
9. 網格式資料運算與分級	1. 以林地分級、土地利用適宜性分析等範例練習網格式資料之運算以及分級。 2. 練習以歐幾里德距離進行距離劃設交通便利性等級。
10. 遙測資料判釋	1. 學習如何處理及判釋航空照片，並根據影像資料判釋土地利用或植被。 2. 介紹遙測資料判釋之應用案例。
11. 遙測影像分類	1. 學習如何進行衛星影像之監督及非監督式分類，以及其他分類方法。 2. 學習如何進行影像鑲嵌、融合。
12. 遙測影像變遷分析	1. 學習如何由多期遙測影像進行不同時期之變遷分析。 2. 介紹變遷分析應用於土地變遷分析及災後植被復原評估之案例。

三、評分及管考機制

執行期間管考機制主要包括質化及量化兩種檢核方式，質化檢核方式是藉由課輔系統即時回饋、期中問卷調查來評估學生是否到學習成效，以及了解學生之學習心得。量化檢核方式則是藉由每次作業的完成程度做為評估指標。

執行後管考機制亦包括質化及量化兩種檢核方式，質化檢核方式是藉由課輔系統之課程滿意度調查來了解學生自己心目中的學習成效及對於教學方式的滿意度。量化檢核方式是藉由期中與期末實作評量及平時測驗評量做為評估指標。期中實作評量檢核學生是否具備建置 GIS 資料之能力；期末實作評量以土地利用適宜性分析為例，檢核學生是否具備綜合操作 GIS 資料進行資料分析之能力；平時測驗評量則是以測驗題檢驗學生對於遙測與 GIS 基本觀念的學習程度。

本課程評分機制如表 5，評分項目著重動手參與之實作能力，包括出席及作業繳交、期中與期末實作評量合計即占評分之 80%。

表 3. 成績評分項目及比重

評分項目	評分內容	適性評量比重
期中測驗評量	上半學期學習成效驗收	20%
期末測驗評量	下半學期學習成效驗收	20%
平時考試	基本觀念學習成效驗收	20%
作業	作業完成及繳交情形	20%
出席紀錄考核評量	出席參與課程情形	20%

伍、實施成效及影響（量化及質化）

一、 量化成效

（一）學習成效考評

期中、期末評量以實際動手操作為主，學生多數能順利並正確完成所有操作。評量時同學在操作過程如有失誤，會影響後續做答之正確性，因此期中評量設有補考機制，讓操作過程失誤的學生有補救機會；期末評量因為沒有補考機會，因此於各操作步驟皆設置斷點答案，可以知道學生在哪一步驟出錯，中途出錯雖然會有扣分，但後續方法如果正確，仍能獲得分數，因此多數同學在測驗評量項目均能獲得高分(全班平均分數 84.6 分)。平時考試包含一些較深入的觀念及操作上之細節，因此同學成績表現則有較大變異(圖 1)。

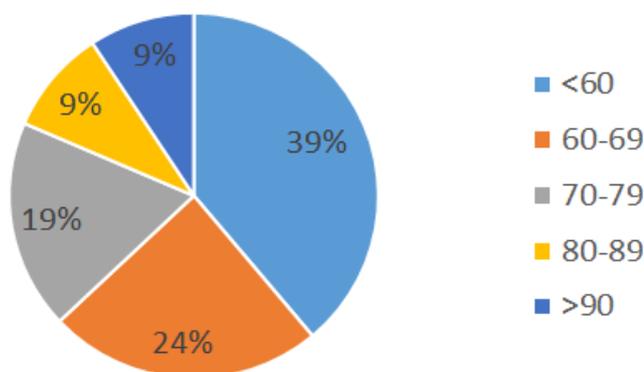


圖 1. 平時考試成績表現

(二) 出缺席情形

學生出缺席及作業完成繳交情形統計如圖 2，大多數同學均能準時出席並完成作業。

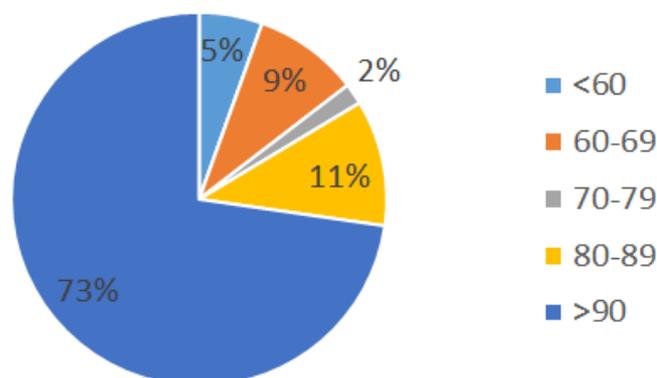


圖 2. 學生出缺席作業完成繳交情形評分

二、質化成效

(一) 即時回饋意見

課程教學即時回饋意見如圖 3，由於學生問題都已在上課時反應及解決，因此無須藉由課程教學系統進行即時回饋意見。

每頁顯示 10 筆		搜尋：
	回饋項目	回饋時間
顯示回覆	我感到滿意的地方 - 課綱清晰	2017/04/13 09:55:55

圖 3 課程教學及時回饋意見

(二) 期中教學意見調查

期中教學意見調查結果如圖 4，整體上學生對於課程均抱持肯定態度。在留言意見方面，有同學認為老師可以指派已經做好的同學去協助還沒用好的同學，以免影響上課進度。對於學生意見，已於上課時鼓勵同儕互助學習，不過有時候有些問題仍然必須老師協助排除。

學年期	1052	授課教師	8600252許立達
開課資料	UFFNC森保系 3	科目中文	E06000森林遙測與GIS應用
選課人數	55	填答人數	21
大項	小項		是(人數) 否(人數) 是(%) 否(%)
1.教學態度	1教師準時上下課		21 0 100.00 0.00
	2教師注重出席率		21 0 100.00 0.00
	3教師維持課堂秩序		20 1 95.24 4.76
	4教師於課外或課後會提供輔導時間		20 1 95.24 4.76
	5教師樂於回答學生問題		21 0 100.00 0.00
	6教師具教學熱忱		20 1 95.24 4.76
2.教學方法	7師生互動良好		21 0 100.00 0.00
	8教師表達方式易懂		21 0 100.00 0.00
	9教師的教學方法能引發學習興趣		20 1 95.24 4.76
	10教師鼓勵學生表達		21 0 100.00 0.00
	11教師依據學生程度或學生反應調整教學方式		21 0 100.00 0.00
	12教師運用課輔平台促進(數位)學習		21 0 100.00 0.00
3.教材內容	13教師選用之教材內容符合授課計畫		21 0 100.00 0.00
	14教師之教材內容有組織或具連貫性		21 0 100.00 0.00
	15教師上課會提供講義或使用ppt或數位教材		21 0 100.00 0.00
	16教師之教材內容生動活潑具創意		20 1 95.24 4.76
4.評量方式	17教師採用之評量方式公平合理		21 0 100.00 0.00
	18教師採用之評量方式能反映學習成效		20 1 95.24 4.76
	19教師採用清楚之評量標準		21 0 100.00 0.00
	20教師採用多元的評量方式，例如同時採計作業或討論等成績		20 1 95.24 4.76
5.我對本科目之課程內容產生興趣	我對本科目之課程內容產生興趣		19 2 90.48 9.52
6.我對本科目之課程內容感到滿意	我對本科目之課程內容感到滿意		20 1 95.24 4.76

學年期	1052	授課教師	8600252許立達
開課資料	UFFNC森保系 3	科目中文	E06000森林遙測與GIS應用
選課人數	55	填答人數	21
序號	學生留言		
1	其實老師可以派已經做好的同學去協助還沒用好的同學，這樣老師就不用一個人跑來跑去，才不會delay上課進度		

圖 3. 課程期中教學意見

(三) 期末學習成效問卷調查

學校期末教學意見調查結果如圖 4，總參考評分為 92.1 分，高於班平均、院平均、全校平均及係平均，其中各項目(敬業精神與師生關係、授課方法、教材內容與教學內容、教學效果與學習心得)評分均高於 23 分。

查詢範圍		105 ▾	<input type="radio"/> 上學期 <input checked="" type="radio"/> 下學期	查詢											
		<input type="checkbox"/> 歷年	: 學生留言												
序號	學年期	開課系級-分組	科目名稱	問卷人數	選課人數	總參考評分	敬業精神師生關係	授課方法	教材內容教學內容	教學效果學習心得	評量方式	班平均	系平均	院平均	全校平均
4	1052	森保系 3-00	森林遙測與GIS應用	45	55	92.1	23.0	23.0	23.0	23.1		90.57	89.53	89.99	89.86

圖 4. 期末教學意見調查結果

針對教學內容採用「實務案例」並且介紹「開源軟體」及「開放資料」方面，於課堂期末自行進行教學意見回饋問卷調查結果如表 4，大多數同學都表示很滿意或滿意，其中又以「開放資料」之介紹學生認為最實用。

表 4. 課程教學內容滿意度

項目及滿意度	採用實務案例	介紹開源軟體	介紹開放資料
很滿意	37	35	38
滿意	14	16	17
普通	3	3	0
不太滿意	1	1	0
很不滿意	0	0	0

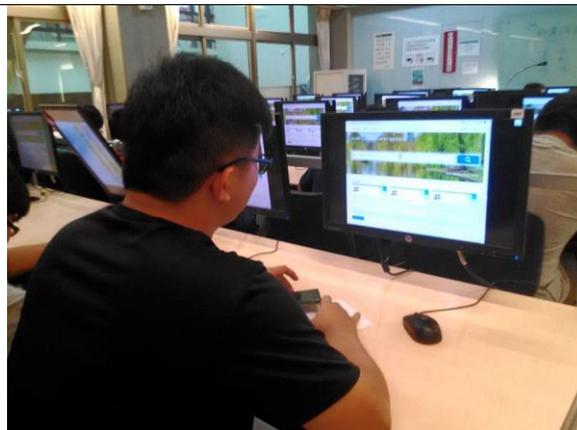
陸、結論

根據歷屆畢業系友反應，GIS 在許多不同領域的業界均有使用，學校學習奠定下的基礎，讓他們在求職時多了一些優勢，投入工作後也能很快能上手。本教材研發期望藉由這次教材創新研發，能讓在學學生能及早接觸開放資料、開放式軟體，培養學生自我學習、我挑戰的能力，並藉由接觸多樣的資料激盪出學生創意發想及跨領域應用能力。在進行過程中最主要的困難是時間的不足，雖然介紹了開源軟體 QGIS，但要在短短的課堂時間同時操作 ArcGIS 與 QGIS 並不可能，因此教學時仍以 ArcGIS 操作為主，而學生則可以參考 ArcGIS 與 QGIS 之功能指令對照，自行在家裡安裝並嘗試完成。此外，學習如何取得開放式資料雖然方便，但往往需要下載很久，或是下載完成的資料要經過一番處理才能在範例中應用，在課堂進行時，時間常常無法允許，只能先行準備，再告訴同學如何取得，較為可惜。

柒、執行計畫活動照片



Google Map操作情形



國外開放資料介紹



開源軟體QGIS介紹



Google Earth操作情形



衛星影像分析



集水區水文分析

捌、附件

補充資料：完成之教材。