



# 48屆全國中小學科展第一名作品—「生物行動檢索」初探

文、圖 ■ 杜加維 ■ 國立苗栗農工森林科教師（通訊作者）

胡大中 ■ 國立苗栗農工森林科技士

黃銀楨 ■ 國立苗栗農工森林科學生

廖禮寬 ■ 國立苗栗農工森林科學生

劉佩芳 ■ 國立苗栗農工森林科學生

周欣儀 ■ 國立苗栗農工森林科學生

## 一、前言

國立苗栗農工森林科組成之研究團隊，以「樹木達人的法寶—生物行動檢索觀念和技術的建立與應用」一作，經過校內選拔、北區初賽（桃竹苗區）、全國決賽的重重考驗，最後榮獲48屆全國科展「農業及生物科技類」第1名佳績及最佳創意獎殊榮。能在主題範圍涵蓋農經、農藝、園藝、畜產、食品加工等眾多優秀作品的激烈競爭下獲此榮譽，自然是十分興奮，更難能可貴地，從參展到賽後，不斷受到從事林學林業及科學教育前輩、同事們的讚賞與協助，及愛好自然生態的同好與媒體的關注與迴響，甚至因此小小創意在林學研究上微發光熱的「機緣」，串連起許多失聯已久的師長、同學及親友，此一效應始料未及也是著實溫馨的！追本溯源，當初有這個構想，就是盼望能與林學林業先進、同仁們分享並期獲指教，讓「生物行動檢索」這樣一種新的觀念與技術可以透過不斷地改善與進步，在生態教育研究及資源調查相關領域上加以應用與推廣。

本文即呈現「生物行動檢索」此一觀念與技術的初步試驗與結果。

## 二、研究動機與目的

植物分類學或專指樹木識別的專業與技術的學習成效上，有時容易形成「雙偏峰分布」，學習者的識別能力的好壞落差很大，要達到一定的水準，熟能生巧的學習要點雖然沒有太高深的技巧在其中，但最難能可貴的，是這種識別能力的維持、推廣與精進。很多學習者在密集學習或是全力投入的情況下，有了不錯的成效，但日後久未接觸或疏於加強，識別能力又快速地回到「樹我相忘」的原點。而學習者這種植物分類與樹木識別的能力，與從事自然生態活動、工作的熱誠與認同常常是同向消長的，也就是說，多接觸自然生態，必定有助於植物分類或樹木識別能力的提升；知道所接觸到的植物名稱，就容易認定或被認定較「適合」從事自然生態相關活動。

進而言之，樹木識別的技術其實大致可以區分為認知（定義）、記憶、分辨3個部分，例如要認識山櫻花葉子部分的特徵，首先要「知道」什麼是鋸齒緣以及山櫻花擁有這樣的葉部特徵，「記下」這樣的特徵與對應的樹種，當看到實物或標本時能「區辨」它和其他的全緣葉等等的葉部特徵有何不同，再加上其他特徵的歸納，判斷出眼前的這一株植物或標本為山櫻花，在學習及應用上，可說是認知、記憶、分辨這三者的綜合表現。如何藉助既有電腦軟體與日新月異的行動科技，進行生物識別的學習，將是一項非常重要的發展方向。

本研究期能建立並應用一套「生物行動檢索」的觀念與技術，將試驗對象樹木的特徵描述依分項建立於試算表軟體Excel表格中，並應用於行動科技設備如筆記電腦（或平板電腦）與PDA（Personal Digital Assistant），透過使用者現場檢索查詢，得知對象樹木的中文樹名，立即獲得該樹種的相關資訊。

### 三、研究材料與方法

此次試驗，大致上是將傳統植物識別原則、檢索技術與行動科技產品3部分結合應用，試用的辨識對象為苗栗農工職業學校的校園植物（以木本為主）2百多種，試驗後期增加「簡易國小校園植物版」的開發，在此將這三部分的應用方法分述如下：

#### （一）植物特徵描述

此次試驗的植物特徵敘述方面，因為考慮將來的使用者為親近自然的一般大眾、初學者或某種類型的學習者（例如理解遠重於記憶

者），儘量採取明顯、常見的特徵，以枝幹與葉部特徵為主，根部僅以特殊根，花部特徵僅以花色作為代表輔助，若對文字描述較為生疏或不解者，試驗後期更於每項特徵連結「圖形化」區分的功能，所採用特徵項目與描述如下（簡易國小校園植物版僅用其中11項特徵）：

- 1・主幹生長習性
- 2・花被有無
- 3・樹皮粗滑
- 4・樹皮剝裂狀
- 5・樹幹有無刺
- 6・枝幹有無葉痕、托葉痕
- 7・葉巨大否
- 8・單葉或複葉
- 9・複葉奇偶
- 10・複葉形式
- 11・葉序
- 12・葉是否十字對生
- 13・葉形
- 14・葉背色
- 15・葉端（葉尾）
- 16・葉基（接葉柄部）
- 17・葉緣
- 18・葉脈
- 19・葉柄形狀
- 20・葉柄有無膨大
- 21・葉柄長短
- 22・葉片特別味道
- 23・葉被毛
- 24・葉柄腺點



- 25・莖枝有無毛
- 26・葉片質地
- 27・特殊根
- 28・其他明顯特殊特徵。
- 29・花色
- 30・有無乳汁

## (二) 行動科技的應用

現今人們對行動科技產品的應用已算是相當普及，行動電話（手機）與個人數位助理（PDA）、手持電腦等設備的功能也漸趨強化與多樣化，產品的開發也增進了應用上的整合，例如結合原PDA功能已是新款手機的主流配備。此次試驗即使用了筆記電腦或平板電腦，與具有Excel Mobile的PDA。這些行動科技設備對於必須常常現場進行學習的生態教育與資源調查有著極大的開發潛力（照片1、2）。

## (三) 檢索工具與資料庫的建立

試驗的簡易資料庫將國立苗栗農工職業學校校園中228種樹種特徵，按照上述特徵，填入算是相當普及的Microsoft Office試算表軟體Excel分項30欄，樹名填入第一欄的228列，再由欄與列對應到的儲存格輸入適當的特徵描述並進行現場測試。試驗後期增加以苗栗縣內4所國小為開發對象的簡易版本（91種校園植物，11項特徵）。

作品使用微軟Excel軟體，「資料」選單中的「篩選」功能，有著更彈性、方便、快捷的效果，它可以讓使用者依照自身的觀察或是現實狀況，自行決定所要使用特徵的順序，例如A使用者以花被有無、單葉複葉、葉序、葉形等的順序逐步「篩選」，B使用者則可以



▲照片1 使用者於對象樹木前進行測試。



▲照片2 應用PDA上的生物行動檢索表。

葉形、葉序、花被有無等的順序，C使用者可用最先觀察到的「其他明顯特殊特徵」來篩選，找到所要知道的樹名與資料。

另外，在Excel的樹種對應特徵簡易資料庫中，此次試驗在「樹名」一欄每個儲存格以「超連結」方式，連結到「樹木圖鑑」電子圖檔及自製的「解說聲音檔」，一方面以電子圖鑑來檢查所查出樹種是否正確，另一方面，還可以依照新獲取的資訊增加其內容，如此，當使用者依特徵查到樹種之後，還可以進一步「當場」、「即時」對植物有更多的了解，例如更詳盡的生態習性、應用價值、相關典故與故事。



## 四、研究結果

本研究設計並測試了一套「生物行動檢索」的觀念與技術，將試驗對象樹木的特徵描述依分項建立於試算表軟體Excel表格中，置入「篩選」檢索功能，設定了228種樹木及30項特徵（簡易國小校園植物版設定91種樹木及11項特徵）用以檢索查詢樹木的中文名稱（圖3），並應用行動科技設備筆記電腦（或平板電腦）與PDA，透過使用者現場檢索查詢，以圖片、文字、影音等形式，得知對象樹木的相關資訊。

今以一種欲查明的樹種中文名稱及相關資料舉例說明：

（一）使用者先觀察到對象樹木（假設原本不知其名）的「巨大葉」（比人臉還大的葉子），使用第7欄特徵「葉巨大否」。

（二）再依第17欄特徵「葉緣」，選擇「全緣或裂葉」。

（三）最後根據第13欄特徵「葉形」，選擇「異型葉」（同一株植物有兩種以上的葉形），篩選出結果即對象樹木編號54號的「麵包樹」。

根據這樣依特徵檢索，並相當有彈性地依不同使用者的個別觀察優先順序，逐步篩選的結果，皆能透過數個步驟查詢到所要獲知的對象樹木名稱，並進一步現場即時獲取相關資訊。

作品製作告一段落後，我們以數十位植物識別初學者及12位國小學生為對象，進行初步簡單的作品操作測試，皆獲得良好的成效與評價。例如在12位國小學生的部分

圖1 生物行動檢索表一覽。



▲照片3 觀察到對象樹木的「巨大葉」。

圖2 於第7項特徵「葉巨大否」選取「巨大葉」。

（小四、小六生），在原先大多數只認得30種鮮葉標本中的0~2種，透過「生物行動檢索」的應用，可以提升至16~22種，作品效能獲得一個初步的驗證（表1）。



Microsoft Excel - 苗栗縣自然植物志(2014)

W2 苗栗縣自然植物志

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1				6 枝幹有無葉痕托葉痕	7 (草) 葉巨大否	8 葉基奇偶	9 葉基奇偶	10 葉基形式	11 葉序	12 葉是否十字對生
2										
3	樹皮光滑		樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	
4	樹皮粗糙		樹幹有刺	無葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	
5	樹皮粗糙		樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	
6	樹皮粗糙		樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	
7	樹皮粗糙		樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	
8	樹皮粗糙		樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	
9	樹皮粗糙		樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	
10	樹皮光滑		樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	
11	樹皮光滑		樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	葉基	一至三回羽狀複葉	葉基	無對生	

圖3 選取「巨大葉」的檢索結果。



▲照片4 觀察到對象樹木的葉緣「全緣或裂葉」。

Microsoft Excel - 苗栗縣自然植物志(2014)

R54 全緣或裂葉

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	1 2 葉是否十字對生	1 3 葉形	1 4 葉背	1 5 葉端(葉尾)	1 6 葉基	1 7 葉緣	1 8 葉脈	1 9 葉柄形狀	2 0 葉柄有無膨大	2 1 葉柄長短	2 2 葉片特殊味道
2											
3	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明
4	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明
5	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明
6	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明
7	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明
8	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明
9	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明
10	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明
11	無對生	裂葉形	綠色	銳形	有刺	不明	不明	不明	不明	不明	不明

圖4 於第17項特徵「葉緣」選取「全緣或裂葉」。

Microsoft Excel - 苗栗縣自然植物志(2014)

R54 全緣或裂葉

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1											
2											
3	1 1 葉序	1 2 葉是否十字對生	1 3 葉形	1 4 葉背	1 5 葉端(葉尾)	1 6 葉基	1 7 葉緣	1 8 葉脈	1 9 葉柄形狀	2 0 葉柄有無膨大	2 1 葉柄長短
4											
5	互生	無對生	異型葉	綠色	銳形	不明	不明	不明	不明	不明	不明
6	對生	對生非十字對生	廣卵形	綠色	銳形	不明	不明	不明	不明	不明	不明
7											
8											
9											
10											
11											

圖5 選取「全緣或裂葉」的檢索結果。



▲照片5 觀察到對象樹木葉形為「異型葉」(同一株有兩種以上的葉形)。

Microsoft Excel - 苗栗縣自然植物志(2014)

R54 全緣或裂葉

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1											
2											
3	8 葉基或葉序	9 葉基奇偶	10 葉基形式	11 葉序	12 葉是否十字對生	13 葉形	14 葉背	15 葉端(葉尾)	16 葉基	17 葉緣	18 葉脈
4											
5	草葉	無葉基	互生	無對生	對生非十字對生	綠色	銳形	不明	不明	不明	不明
6	草葉	無葉基	對生	對生非十字對生	綠色	銳形	不明	不明	不明	不明	不明
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

圖6 於第13項特徵「葉形」選取「異型葉」。

Microsoft Excel - 苗栗縣自然植物志(2014)

R54 全緣或裂葉

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3	樹種名	1 主幹生長習性	2 花被有無	3 樹皮粗糙	4 樹皮剝離狀	5 樹幹有無刺	6 枝幹有無葉痕托葉痕	7 (草) 葉巨大否	8 葉基或葉序
4									
5	麵包樹	喬木	被子植物	樹皮粗糙	樹皮剝離	樹幹無刺	有葉痕或托葉痕	巨大葉	草葉
6									
7									
8									
9									
10									
11									

圖7 選取「異型葉」的結果一查到「麵包樹」樹名。

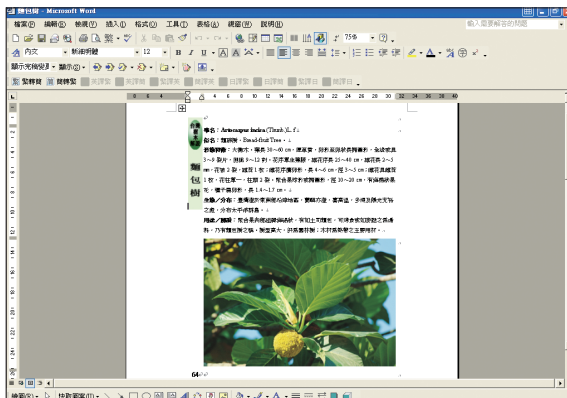


圖8 根據檢索結果，現場、即時連結至包含「麵包樹」用途的更詳細解說資料(含解說聲音檔)。

表1 作品應用初步測試

12位國小學生的測試		
學生（編號）	使用前可認識的樹種	使用後可認識的樹種
1	0	18
2	0	21
3	0	18
4	2	17
5	0	0
6	4	16
7	2	21
8	3	20
9	0	6
10	0	4
11	14	21
12	15	22

## 五、討論

一般說來，「生物識別」的學習者，除了基本學理與知識的吸收外，尚需花費龐大的時間與心力進行現場或標本識別的記憶練習，以1位修習「樹木識別」的相關科系學生而言，兩百多種的校園植物（標本），除了正式課程學習的時數，絕大多數還得花費百餘小時以上的課後練習，才能通過該科目相關的測驗，識別實力才能達至一定的水準，此次作品的開發，在這方面的確有效地克服了相關的問題並也減輕學習者的負擔，節省的成本可以進行更活潑、多元及高深的學習。

這次「生物行動檢索」的試驗材料以校園植物為主，合理的預測，它的應用具有很大的延伸性，但是此次亦是初步嘗試，可以改善的空間也很大。當我們將樹木特徵輸入資料庫時，就發現了許多「特徵描述」選擇上的問題，例如樹皮的粗糙與光滑，九芎屬於樹皮光滑，樟樹屬於樹皮粗糙，這種特徵明顯、極端者較容易建立「描述」，但有一些樹種樹皮到底光滑或是粗糙，對不同的資料建立者與使用者來說，都可能有著不同的結果，但這類問題同樣會發生在傳統識別技術的應用上。因此，生物特徵描述的精準、易懂與明顯，將是此項技術應用成效提升的關鍵因素。

而在特徵項目的選擇上，除了涉及上述「質」的問題，也涉及1個「量」上的數學問題，也就是說，如何用最少的特徵項目，達到最快的選擇結果，這本身的設計也是降低成本的重要途徑之一。舉例來說，以二分法（如是否為單葉）的特徵檢索系統，如果要識別4千多種植物，只要任兩物種之間至少1項特徵相異，則選取12項特徵描述就已足夠區分出所有的物種（ $2^{12}=4,096$ ）。

本作品因配合生態教育與野外調查的理想學習情境，觀念與技術優先以行動科技設備的「單機版」呈現，但在研究過程中，發現資料庫的建立及操作模式其實可以配合使用時機與用途而調整，例如可針對國中小校園植物、登山旅遊、公園綠地、地區鄉里、全國資料等等，製作「生物行動檢索」的校園版、野外版、生活版、鄉土版及專家版；





圖9 「生物行動檢索」網路版。

在網路化方面，亦可透過程式設計上的「動態伺服器網頁」軟體ASP，將其資料庫及操作介面放上網路，即成為可在網路上應用「生物行動檢索」查詢生物資料的網路版。

另外隨著科技進步與經濟成本的考量上，「生物行動檢索」的技術層面亦有很大的開發空間。例如在行動科技產品成本更低、更普及時，利用生物的物理性質（例如電阻、光波、圖像）或化學性質（例如酸鹼性、特殊成分含量），都可用作「辨識」生物的「特徵」，而其中一項重大的努力方向，是如何將這些特徵，配合原有的分類系統發揮作用，例如電阻的測定是否能分辨「物種」而非「個體」的不同。

## 六、結論

我們常聽說：「科技來自人性！」但不知此為應然或是實然？從事生態學習與教育的這些年來，腦海中曾出現一些若似科幻的景象，其中之一，就是生態學習者或訪客在林中穿梭，或急切熱誠，或瀟灑愜意，手持或穿戴各種科技設備，透過這些技術與產品的幫忙，

學習者更深更廣地認識、紀錄與探索自然中的奧秘與樂趣！實際上，這正是國內外將科技融入生態教育與推廣，規劃中甚至已實現的工作與活動之一！

富涵文化意義的生態教育與林業推廣，自當靈活、廣泛、積極地應用各種新事物，達成「科技生活融入自然生態，自然生態啟發科技生活」的目的。除了從「垂直思考」的角度不斷提升生態理論與研究的深度，從「水平思考」的方向，應用已成熟、普及的技術與產品，創造它們在生態學習與實務的「新價值」，亦是不容忽視的工作。

分類與識別是生態學習中非常重要的一門技術與學問，「親身」認識生物也是我們鄉土關懷與環境教育最基本工作，此次「生物行動檢索」觀念和技術的建立，期能透過行動科技、分類檢索的結合與輔助，增進這門技術與學問的發展，促使學習者與使用者更能認識自然，親近自然，愛好自然。🌱

\* 謝誌：本作品要特別感謝全國科展各場評審的讚賞與寶貴意見，國立苗栗農工同仁給予的協助，森林科校友李依玟、黃玟菁、顏君靜、蘇柏羽幫忙特徵資料的輸入，更要感謝宏達電科技公司工程師林山富先生在軟體、硬體上的大力贊助，以及前台大創造發明社社長陳應祈先生、李曙晞先生在觀念及智財權方面的鼓勵與指教，讓試驗得以順利完成，在此表達誠摯謝意！

參考文獻（請逕洽作者）