

行政院農業委員會水土保持局 108 年度創新研究計畫

計畫編號：108 保發-10.1-保-01-06-001(44)

水土保持植物辨識軟體之建構 (2)
**A project to develop species-
identification software for plants used in
soil and water conservation (2)**

成果報告書

執行單位：國立中興大學

執行期間：108 年 2 月 20 日至 108 年 12 月 31 月

計畫主持人：宋國彰 助理教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 108 年 12 月

水土保持植物物種辨識 app 之建構 (2)

摘要

現地植物辨識對於水土保持從業人員常造成困擾。近年來手機等智慧型裝置大幅進步，應用軟體層面亦有植物辨識功能之加入。唯相關軟體常有非適用國內植物、辨識錯誤、植物資訊不足等情形發生。為填補前述需求缺口，建置適合水土保持植物辨識使用，且具備水土保持功能植物資料庫之智慧型裝置應用軟體 (application, 簡稱 app)。107 年度創新研究計畫之前置計畫已完成相關成果：(1)初步植物資料庫清單建置；(2)專家人員名單；(3)參考資源清單；(4)相關 app 之測試與操作建議、初步介面設計。為接續物種辨識 app 之建構與應用，研究團隊於本年度創新研究計畫，提出第二年中期計畫構想，係概略分為四個工作項目：(1)水土保持植物文字與影像資料庫之建立；(2)物種辨識 app 介面設計與整合；(3)物種辨識 app 機器辨識技術訓練與實際測試；(4)物種辨識 app 產出與改進。本年度計畫預計於完成時，產出具備基礎資料量之植物資料庫，包含植物相關特性、水土保持特性與相關植物影像。再經機器學習與訓練，配合介面設計與資料庫介接，完成具辨識能力之水土保持植物物種辨識 app。並將 app 實際投入測試，視測試結果改進與擴增內容。

目錄

第一章 前言	1-1
第一節 計畫背景.....	1-1
第二節 計畫工作項目.....	1-4
第三節 計畫工作流程.....	1-5
第二章 工作項目與內容	2-1
第一節 水土保持植物文字與影像資料庫之建立.....	2-1
第二節 物種辨識 app 介面設計與整合.....	2-15
第三節 物種辨識 app 機器辨識技術訓練.....	2-20
第四節 物種辨識 app 實際測試.....	2-23
第五節 物種辨識 app 產出與改進.....	2-31
第六節 植物影像蒐集方法及 app 使用建議.....	2-34
第七節 計畫貢獻.....	2-40
第三章 結論與建議	-3-1
第一節 植物資料庫建置之原則.....	3-1
第二節 app 後續改善之建議.....	3-3
第四章 工作進度	4-1
第五章 工作組織與分工	5-1
參考文獻	參-1
附錄	
附錄一 先前審查意見回復.....	附-1
附錄二 期末審查意見回復.....	附-4

圖次

圖 1-1 計畫工作流程	1-5
圖 2-1 物種辨識 app 介面範例.....	2-18
圖 2-2 物種辨識 app 流程設計.....	2-19
圖 2-3 物種辨識 app 機器學習與實作工作流程	2-22
圖 2-4 構樹不同個體間葉形的差異	2-24
圖 2-5 小花紫薇新葉與老葉之比較.....	2-24
圖 2-6 九芎遠距離拍攝與近距離拍攝之比較.....	2-25
圖 2-7 辨識率準確度折線圖	2-30
圖 2-8 葉片完整且可清楚辨識.....	2-33
圖 2-9 主體不明確且距離過遠.....	2-33
圖 2-10 模擬 app 辨識結果呈現畫面	2-41

表次

表 2-1 植物特性資訊(範例)	2-2
表 2-2 植物清單擴增參考書目	2-3
表 2-3 水土保持用途部分名詞說明(範例)	2-5
表 2-4 本計畫選定之水保持植物清單	2-6
表 2-5 水土保持植物清單及文字說明	2-7
表 2-6 第二次測試容易混淆之樹種	2-27
表 2-7 第一次測試結果	2-28
表 2-8 第二次測試結果	2-29
表 2-9 照片清晰度之比較	2-34
表 2-10 葉片完整性(蟲蛀)	2-35
表 2-11 葉片完整性(辨識畫面)	2-36
表 2-12 拍攝或辨識距離	2-37
表 2-13 其他錯誤範例	2-38
表 3-1 計畫預定工作進度表	3-1
表 4-1 工作小組合作成員與相關經歷	4-1

第一章前言

第一節 計畫背景

植物用於水土保持植生工程、開發整地前的植生調查、施工前植生材料確認，施工後驗收，至多年後植生的演替狀況，各階段皆需要現地植物辨識能力。

現地植物辨識能力，對於水土保持從業人員，與現場調查人員常造成困擾。並且一般人工植物辨識，需要事前投注大量時間成本學習，與不斷實際練習，才能達到一定的辨識廣度和深度，其門檻並不低。

近年來，手機等智慧型裝置大幅進步，應用於智慧型裝置之軟體亦蓬勃發展。目前市面上已出現若干辨識植物之智慧型裝置軟體(application，簡稱 app)，使得植物辨識之難度較為降低(Kumar et al., 2012)。且手機等智慧型裝置之普及，一般民眾只需要在裝置內安裝相關的植物物種辨識 app，即可對生活周遭之植物進行辨識。

但市面上目前已可供下載之植物物種辨識 app，其辨識與資料庫收集範圍，多屬園藝植物或特定範圍植物，或者非為國內常出現之植物種類。使得當應用於國內野外現地辨識時，會出現辨識錯誤，或者辨識資料庫未收錄該辨識植物之情形。再者，對於辨識後植物之相關

介紹，多數軟體僅介紹植物之名稱與分類，或者加以介紹植物栽培方法。缺乏植物之特徵、生態特性、植物分布生長地區，與水土保持功能等其他相關重要用途。當使用者利用 app，得到目標植物名稱後，必須自行另外查詢植物才能得到相關知識庫資料。

而在正確辨識部分，一般物種辨識 app 辨識結果，多為同時呈現數個物種，並將之排序，未給予準確率等數據。需由使用者自行比對 app 辨識排序結果與植物實體，來進一步判定真正結果。當辨識結果全數錯誤，或正確辨識結果排序較後，且使用者未具備植物相關知識，則易將排序較前者，誤認為目標植物之名稱，進而造成整體辨識錯誤。因此，如何改良辨識引擎，與呈現辨識結果，讓使用者不易被錯誤結果誤導，係為 app 開發之挑戰。

植物物種辨識 app 之演進，自植物圖片中進行葉片形狀數學式運算比對，至現今機器學習辨識功能，其主要運作流程為植物影像取得與輸入，資料庫比對，辨識結果產出，相關資訊呈現。在機器辨識上可藉由不斷的訓練、調整、回饋，來達到較高準確辨識程度。在辨識技術上之優化與改進，可降低 app 本身對於裝置造成的負擔，以及建置雲端資料庫所耗費成本。

在本項計畫之第一年前置計畫中。已完成(1)初步植物資料庫清單建置、(2)專家人員名單、(3)參考資源清單、(4)相關 app 之測試與操作建議。並已研提未來介面設計中之要件，包含自願性地理資訊提供、簡略 app 流程等。在前期技術導入部分，亦以機器學習技術，測試影像辨識可能發生錯誤之部分。

因此，於本年度計畫中，除了陸續導入物種辨識 app 之設計，建置可運用之物種辨識 app，也會延續部分前期成果，擴增植物清單與資料庫內容，持續修正後續呈現之植物特性資料。整合植物清單資料庫、智慧型裝置 app 技術、辨識引擎應用技術以及專家人工辨識四個項目。後續計畫完成時，產出具一定植物資料量之水土保持植物物種辨識 app，符合前述各類需求缺口，並補足其他現有物種辨識 app 不足之部分。

第二節 計畫工作項目

前置計畫第一年成果，對於植物清單，已確立內容(水土保持植物特性等)與擴增目標。加上比較各式 app 後，掌握優缺點與基礎構件，研提出一套較為簡略之運作流程。在辨識引擎部分，也了解到辨識技術之訓練技巧。唯前置計畫中之成果尚需進一步整合，才能產製一款可實際運行，且具備基礎資料量與準確度的物種辨識 app。綜觀前述待整合部分，為進一步明確計畫推進目標，於本年度創新研究計畫(水土保持植物物種辨識 app 建構計畫第二期)，提出中期計畫目標，如下所列：

- 1.水土保持植物文字與影像資料庫之建立
- 2.物種辨識 app 介面設計與整合
- 3.物種辨識 app 機器辨識技術訓練與實際測試
- 4.物種辨識 app 產出與改進

第三節 計畫工作流程

本研究計畫之工作流程如圖 1-1 所示，粗框流程項目，為本年度計畫研提工作目標；平行四邊形流程項目係為成果資料產出部分。

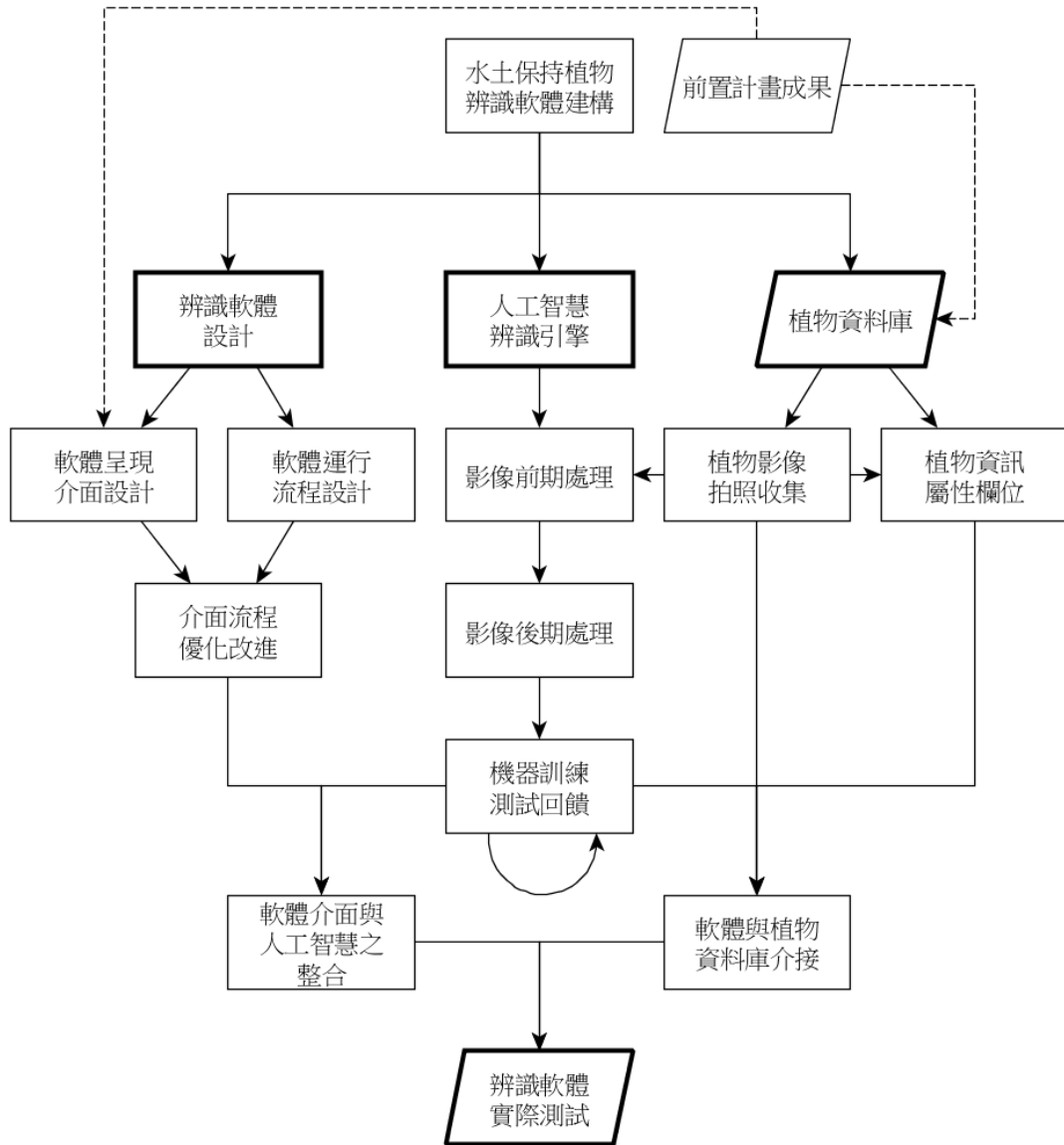


圖 1-1 計畫工作流程

第二章 工作項目與內容

第一節 水土保持植物文字與影像資料庫之建立

於前一年度計畫中，已完成 33 種木本植物與 27 種草本藤本植物枝清單整理與特性整理，如表 2-1 所例，其中所涵蓋之植物特性資訊，包含名稱、與分類、型態特徵、生態分布、水土保持用途與其他用途。各屬性類別內容彙整部分，係參考相關圖鑑、植物書籍、相關研究後彙整校正而成。簡略分述如下：

- 1.名稱與分類：植物之中文名、學名、分類科別。
- 2.形態特徵：係屬植物本身根莖葉花果之相關形態描述。
- 3.生態分布：為植物生長分布位置、地區與分布海拔等。
- 4.水土保持用途：係為植物於水土保持上可應用部分。

例如崩塌地植生、綠肥植物等功用，為本計畫中凸顯與其他物種辨識 app 職務資料庫內容呈現不同之處，在後續 app 設計上，本計畫預計在 app 上增列以此項屬性為基底之進階搜尋功能。

表 2-1 植物特性資訊(範例)

物種名	羅氏鹽膚木	
科別	漆樹科	
別名	山鹽青、埔鹽、山埔鹽	
形態特徵	<p>(1) 落葉小喬木。</p> <p>(2) 葉互生，奇數羽狀複葉，小葉 9~17 枚，無柄，對生，卵狀披針形，長 10~15cm，寬 3~4cm，先端銳或鈍，基部圓形，鋸形齒緣，葉背密被褐毛。</p> <p>(3) 花雌雄異株，頂生圓錐花序，小花密生，徑 2 公釐，萼 5 裂；花瓣 5 枚，黃白色；雄蕊 5 枚較花瓣略長；柱頭 3 裂。</p> <p>(4) 核果扁球形，徑約 5~6mm，熟時橙紅色，有毛。</p>	
生態分布	<p>(1) 產臺灣全島。</p> <p>(2) 中低海拔(1900m 以下)</p>	
水土保持用途	荒山復舊、礦區綠化、先驅植物、防災綠帶	
其他用途	木炭用材、環境綠化	
植物圖片 1	植物圖片 2	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		

本項植物清單的擬定，綜合考量了適用於崩塌地、坡地、濱水帶、緩衝綠帶及農村的植物物種(表 2-2)，以中興大學校園內與植物名錄相符之物種為優先目標。配合機器學習用圖片收集，包含前置計畫中已收集之圖鑑書籍、參考資源、現地拍照等方式。本計畫初期擬以總和 79 種木本植物作為清單擴增範圍，包含植物特性欄位與植物影像。植物特性欄位部分，維持前置計畫中已設置之欄位，多方參考各類資源校正並補齊內容，作為 app 呈現植物資訊時，可直接介接使用。待前期小規模機器學習模型成熟後，陸續擴增清單內編列植物數量。

表 2-2 植物清單擴增參考書目

生育地屬性	文獻名	作者	出版年份	出版者
崩塌地	九份二山紀念園區植物手冊	鄭雅芳、賴慶昌	2006	行政院農委會 水土保持局
崩塌地	石門水庫集水區崩塌地植生工程與應用植物手冊	林信輝	2007	經濟部水利署 北區水資源局
崩塌地	國有林崩塌地處理之植生復育手冊	行政院農委會林務局南投林區管理處	2012	行政院農委會 林務局南投林區管理處
坡地	坡地水土保持應用原生植物	林信輝	2008	行政院農委會 水土保持局
坡地	坡地植生工程	林信輝	2013	五南圖書出版 股份有限公司
坡地	坡地植生草類與綠肥植物	林信輝	2006	行政院農委會 水土保持局
坡地	新竹縣坡地植生工程與植栽手冊	林信輝	2008	新竹縣政府
濱水帶	水庫濱水帶植物	林信輝	2006	經濟部水利署
濱水帶	野溪護岸植物	蔡進來	1999	行政院農業委員會 水土保持局

海岸	臺灣海岸地區應用植物	林信輝、歐辰雄	2002	經濟部水利署
緩衝綠帶	緩衝綠帶適生植物及其栽植方法彙編	林信輝	2012	行政院農委會水土保持局
農村	農村社區常用植栽應用手冊	廖天賜	2011	行政院農業委員會水土保持局
綜合	水土保持手冊	行政院農委會水土保持局	2017	行政院農委會水土保持局
綜合	自然生態工法之應用植物	林信輝	2003	中華民國環境綠化協會
綜合	植生材料之應用與解說	林信輝、洪丁興	1997	中華民國環境綠化協會
綜合	圖解植生工程	林信輝、張集豪、陳意昌	2016	五南圖書出版股份有限公司

另外清單內彙整之植物水土保持用途(如表 2-3)，除向植生專家、前人研究等收集資訊外。針對該項功能用詞部分，擬統整出較為一致之表達方式，以利後續 app 進階搜尋功能，將不同水土保持功能進行分類。

目前已完成水土保持植物清單之資料彙整，及不同環境條件下的影像資料蒐集。

表 2-3 水土保持用途部分名詞說明(範例)

水土保持用途	說明
植生綠化	以人工方法引進植物被覆裸地，達到造園修景、造林或荒地復舊之方法，通常冠以環境綠化、周邊植生等詞
生態綠化	生態學的綠化，依自然生態法則所實施的植生施工作業，以人工造林及輔助植生演替之方式加速達到植物社會之最終狀態(極盛相)。
荒山復舊	將原本荒廢無森林的山坡地，恢復成充滿植生覆蓋之樣貌
植生護坡	在裸露地區、階段台壁、道路邊坡等，以植草或栽植作為防止沖蝕、坡面安定之主要工法
肥料木(綠肥作物)	種植之植物系肥料木時，根部長伴有根瘤，根瘤菌在此共存，這種細菌具固氮的能力，有效增加土壤肥力
綠帶	泛指人為開發地區與自然環境間的綠色植物生長區域，其對於水源保養、光合作用、調整微氣候、防風定沙、美觀與保育等環境功能具有一定貢獻。
植生木樁	係植生工法應用之植生木樁材料，可加工製成木製構造物(擋土牆、防護柵)、打樁編柵材料與景觀美化功能。

資料來源：坡地植生工程初版

表 2-4 本計畫選定之水保持植物清單

九芎	大葉山欖	大葉桃花心木	大葉楠
小花紫薇	小葉南洋杉	小葉桑	山櫻花
日本女貞	月橘	木麻黃	毛柿
水柳	水黃皮	火筒樹	白千層
白水木	光臘樹	朱槿	朴樹
竹柏	羊蹄甲	杜英	芒果
肯氏南洋杉	阿勃勒	青剛櫟	青楓
春不老	流蘇	相思樹	苦楝
茄苳	桂花	海欖果	烏心石
烏柏	馬拉巴栗	馬櫻丹	雀榕
無患子	番石榴	象牙木	黃花風鈴木
黃連木	楓香	榔榆	稜果榕
落雨松	榕樹	構樹	福木
臺灣五葉松	臺灣肖楠	臺灣赤楊	臺灣海桐
臺灣欒樹	銀葉樹	鳳凰木	樟樹
緬梔	樹蘭	龍柏	穗花棋盤腳
瓊崖海棠	檉	蘭嶼羅漢松	鐵刀木
欖仁			

表 2-5 水土保持植物清單及文字說明

物種名	學名	科別	文字說明
九芎	<i>Lagerstroemia subcostata</i>	千屈菜科	喬木。樹幹非常光滑且色淺。其葉與樹幹都和紫薇的極為相似。九芎的葉無葉柄，而小花紫薇的葉柄約 0.2 公分長。水保用途為植生木樁、荒地植生。
大葉山欖	<i>Palaquium formosanum</i>	山欖科	喬木。葉呈倒卵形，葉緣通常往下捲，葉叢生在枝條的末梢。水保用途為海岸植生。
大葉桃花心木	<i>Swietenia macrophylla</i>	楝科	喬木。一回羽狀複葉，小羽片葉兩側不對稱，長 9-15 公分。水保用途為植生護坡。
大葉楠	<i>Machilus japonica</i>	樟科	喬木。葉長於 10 公分，比相似種類(紅楠與香楠)來得長。葉下表面常有白粉覆蓋，透光可看到網狀脈型。葉揉碎會釋出樟科植物特有的氣味。水保用途為生態綠化。
小花紫薇	<i>Lagerstroemia indica</i>	千屈菜科	喬木。樹幹非常光滑且色淺。其葉與樹幹都和九芎極為相似。九芎的葉無葉柄，而小花紫薇的葉柄約 0.2 公分長。水保用途為綠帶。
小葉南洋杉	<i>Araucaria excelsa</i>	南洋杉科	喬木。水保用途為防風綠帶。
小葉桑	<i>Morus australis</i>	桑科	灌木。水保用途為生態綠化。
山櫻花	<i>Prunus campanulata</i>	薔薇科	喬木。葉緣有鋸齒密布，葉柄有兩突出腺點，樹幹

			有橫裂皮孔。水保用途為植生綠化。
日本女貞	<i>Ligustrum liukiense</i>	木犀科	灌木。葉對生，葉上表在一級脈處下凹，葉下表只能看到一級與二級脈。水保用途為植生綠化。
月橘 (七里香)	<i>Murraya exotica</i>	芸香科	灌木。一回羽狀複葉。把葉對著強光，可觀察到油腺點密布。葉揉碎，有柑橘類特有氣味。水保用途為綠帶。
木麻黃	<i>Casuarina equisetifolia</i>	木麻黃科	喬木。看似針葉的構造，其實一節節灰綠色小枝條所接成的枝條。葉呈鱗片狀，輪生在兩小枝條間的相接處。水保用途為防風綠帶。
毛柿	<i>Diospyros philippensis</i>	柿樹科	喬木。葉長 10- 20 公分，厚革質，葉上表光滑，葉下表淺色絨毛密布。果實直徑 3- 5 公分，橘紅色，也是絨毛密布。水保用途為防風綠帶。
水柳	<i>Salix warburgii</i>	楊柳科	喬木。葉上表綠色有光澤，葉下表附有背面白粉覆蓋，因此呈粉綠色。葉緣密布細鋸齒。單葉互生，披針形，長 6- 9 公分，寬 2- 3 公分，葉紙質。水保用途為防風綠帶、濱水綠帶。
水黃皮	<i>Millettia pinnata</i>	豆科	喬木。奇數羽狀複葉，小羽片葉 5 或 7 枚，整片葉子光滑無毛。葉柄與小羽片葉的基部都膨大。水保用途為防風綠帶。

火筒樹	<i>Leea guineensis</i>	火筒樹科	喬木。3至4回羽狀複葉，小羽片葉緣密布鋸齒。較年幼的枝條呈綠色，且有明顯的托葉痕。水保用途為植生綠化。
白千層	<i>Melaleuca leucadendra</i>	桃金娘科	喬木。葉的上下表面看起來完全相同，3到7條平行的葉脈從葉基分布到葉尖，葉揉碎有茶樹精油的氣味。淺褐色樹皮易剝落，樹幹上常可同時看到不同時期的樹皮層層相疊，故得其名。水保用途為防風綠帶。
白水木 (銀毛樹)	<i>Heliotropium foertherianum</i>	紫草科	喬木。葉表面白色絨毛密布，葉子完全無油亮的光澤，且呈粉綠色。葉子一叢叢長在枝條末梢，每叢葉子都很有規則地排列，宛如一朵粉綠色蓮花。水保用途為防風綠帶。
光臘樹 (臺灣白臘樹、白雞油)	<i>Fraxinus griffithii</i>	木犀科	喬木。奇數羽狀複葉，小羽片葉5、7或9片。水保用途為植生護坡。
朱槿 (扶桑花)	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	錦葵科	灌木。水保用途為綠帶。
朴樹	<i>Celtis sinensis</i>	榆科	喬木。水保用途為生態綠化、濱綠帶。
竹柏	<i>Nageia nagi</i>	羅漢松科	喬木。水保用途為植生綠化。
羊蹄甲	<i>Bauhinia variegata</i>	豆科	喬木。葉呈馬鞍形，是少數單葉的豆科植物。水保用途為植生綠化。
杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i>	杜英科	喬木。水保用途為植生綠化。

芒果	<i>Mangifera indica</i>	漆樹科	喬木。水保用途為植生綠化。
肯氏南洋杉	<i>Araucaria cunninghamii</i>	南洋杉科	喬木。水保用途為植生綠化。
阿勃勒	<i>Cassia fistula</i>	豆科	喬木。水保用途為植生綠化。
青剛櫟	<i>Quercus glauca</i>	殼斗科	喬木。水保用途為植生護坡、生態綠化。
青楓	<i>Acer serrulatum</i>	無患子科	喬木。水保用途為綠帶。
春不老	<i>Ardisia squamulosa</i>	紫金牛科	喬木。水保用途為綠帶。
流蘇	<i>Chionanthus retusus</i>	木犀科	喬木。水保用途為植生綠化。
相思樹	<i>Acacia confusa</i>	豆科	喬木。水保用途為植生護坡、荒山復舊。
苦楝 (楝)	<i>Melia azedarach</i>	楝科	喬木。水保用途為鹽鹼地造林。
茄苳	<i>Bischofia javanica</i>	葉下珠科	喬木。水保用途為植生護坡、生態綠化、植生木樁。
桂花	<i>Osmanthus fragrans</i>	木犀科	喬木。水保用途為植生綠化。
海欖果	<i>Cerbera manghas</i>	夾竹桃科	喬木。水保用途為海岸防風。
烏心石	<i>Michelia compressa</i>	木蘭科	喬木。水保用途為植生護坡。
烏柏	<i>Sapium sebiferum</i>	大戟科	喬木。水保用途為生態綠化、濱水綠帶。
馬拉巴栗	<i>Pachira macrocarpa</i>	木棉科	喬木。水保用途為植生綠化。
馬櫻丹	<i>Lantana camara</i>	馬鞭草科	灌木。水保用途為綠帶。
雀榕	<i>Ficus superba</i>	桑科	喬木。水保用途為植生護坡、植生木樁。

無患子	<i>Sapindus mukorossi</i>	無患子科	喬木。水保用途為植生護坡、荒地植生。
番石榴 (芭樂)	<i>Psidium guajava</i>	桃金娘科	喬木。水保用途為植生綠化。
象牙樹	<i>Diospyros ferrea</i>	柿樹科	喬木。水保用途為植生綠化。
黃花風鈴木 (黃金風鈴木)	<i>Tabebuia chrysantha</i>	紫葳科	喬木。水保用途為植生綠化。
黃連木	<i>Pistacia chinensis</i>	漆樹科	喬木。水保用途為植生綠化。
楓香	<i>Liquidambar formosana</i>	楓香科	喬木。水保用途為植生護坡、植生綠化。
榔榆 (紅雞油)	<i>Ulmus parvifolia</i>	榆科	喬木。水保用途為植生綠化。
稜果榕 (大有榕)	<i>Ficus septica</i>	桑科	喬木。水保用途為防風綠帶。
落羽松	<i>Taxodium distichum</i>	杉科	喬木。水保用途為植生綠化。
榕樹 (正榕)	<i>Ficus microcarpa</i>	桑科	喬木。水保用途為植生木樁。
構樹	<i>Broussonetia papyrifera</i>	桑科	喬木。葉表面密布長絨毛，通常呈心形，幼葉常有三至五個深裂。水保用途為植生護坡、先驅樹種。
福木	<i>Garcinia subelliptica</i>	藤黃科	喬木。枝葉折斷會流出黃色乳汁。葉對生，葉厚且硬，呈橢圓形。水保用途為防風樹種。
臺灣五葉松	<i>Pinus morrisonicola</i>	松科	喬木。葉針狀，葉長 4-10 公分，通常每 5 針葉長為一束。水保用途為植生綠化。
臺灣肖楠	<i>Calocedrus macrolepis</i>	柏科	喬木。葉呈鱗片狀，每 4 片近輪生的方式伏貼在扁

			平枝條上。水保用途為植生綠化。
臺灣赤楊	<i>Alnus formosana</i>	樺木科	喬木。果看似針葉樹種的毬果。葉卵形形，長約 8-12 公分，寬 3-5 公分，葉緣有細鋸齒，薄革質。水保用途為防風樹種、荒地造林。
臺灣海桐	<i>Pittosporum pentandrum</i>	海桐科	喬木。把葉對著強光看，可輕易觀察到透光的網狀葉脈。葉揉碎，有特殊氣味。水保用途為防風綠帶。
臺灣欒樹	<i>Koelreuteria henryi</i>	無患子科	喬木。二至三回羽狀複葉，長 30-70 公分。其外型近似苦楝，後者的小羽片葉為對生，而臺灣欒樹的小羽片葉是互生。水保用途為植生護坡、生態綠化。
銀葉樹	<i>Heritiera littoralis</i>	梧桐科	喬木。葉下表銀白色，往往長於 10 公分。樹幹基部往往有明顯的板根。水保用途為防風綠帶。
鳳凰木	<i>Delonix regia</i>	豆科	喬木。二回羽狀複葉，羽葉細長，葉緣兩側平行。豆莢呈刀劍狀(長 25-70 公分，寬 4-7 公分)，木質化，內有幾十棵長橢圓形種子。水保用途為植生綠化。
樟樹	<i>Cinnamomum camphora</i>	樟科	喬木。葉有三出脈，揉碎有樟腦味。樹幹上有深縱裂紋。水保用途為植生護坡、生態綠化。

緬梔 (雞蛋花)	<i>Plumeria acuminata</i>	夾竹桃科	喬木。葉 20 到 30 公分長。二級脈 25 到 35 對，彼此互相平行。花瓣如風扇葉片，呈迴旋覆瓦狀排列，常見的花色由中心到外圈是黃漸變為白色。水保用途為植生綠化。
樹蘭	<i>Aglaia odorata</i>	楝科	喬木。葉互生，奇數羽狀複葉，葉軸兩側有翅。外型與月橘相近，月橘的小羽片葉互生，而樹蘭的則為對生。葉揉碎時，月橘有柑橘特殊氣味，而樹蘭沒有。水保用途為綠帶。
龍柏	<i>Juniperus chinensis</i>	柏科	喬木。鱗片狀的葉不到 0.3 公分長，十字對生伏貼在枝條上。偶爾會長出針狀葉，葉長 0.6-0.8 公分。水保用途為植生綠化。
穗花棋盤腳 (水茄苳)	<i>Barringtonia racemosa</i>	玉蕊科	喬木。葉長 20 到 35 公分，叢生於枝條末梢，長倒卵形或長卵形。5 或 6 月的晚上，會開出一串串粉撲狀的粉紅花，每朵花一夜即謝。水保用途為海岸防風。
瓊崖海棠	<i>Calophyllum inophyllum</i>	藤黃科	喬木。葉對生，厚革質，呈橢圓或倒卵型。一片葉子密布幾十對以上的二級脈，且二級脈間幾乎平行不相接。水保用途為防風綠帶。
檫	<i>Zelkova serrata</i>	榆科	喬木。葉緣有鋸齒密布，葉兩側不對稱。葉下表的二級脈凸起，相鄰的二級

			脈彼此平行完全不相接。 水保用途為植生護坡。
蘭嶼羅漢松	<i>Podocarpus costalis</i>	羅漢松科	喬木。葉呈棒球棒形，葉緣往下捲。水保用途為植生綠化。
鐵刀木	<i>Cassia siamea</i>	豆科	喬木。一回羽狀複葉。小羽片葉呈橢圓形。水保用途為植生綠化。
欖仁	<i>Terminalia catappa</i>	使君子科	喬木。葉倒卵形，長於 10 公分，叢生在枝條末梢。葉子掉落前會轉紅。水保用途為防風綠帶。

第二節 物種辨識 app 介面設計與整合

前置研究計畫第一年成果提出相關 app 介面與功能設計建議，此部分係參考其他現有 app 之特點或優缺點。包含(1)地理資訊呈現與擷取(2)裝置相機與網路使用權限功能(3)串接資料庫(4)植物資訊呈現與(5)附帶資訊儲存，並另建用於植物資料庫之(6)搜尋功能(7)後台分析等。

機器學習(machine learning)是人工智慧(artificial intelligence)科學的一個分支。人工智慧的定義是「能創造出有智慧的機器，尤其是電腦程式，所需具備之科學與科技」；用人工智慧所製造出來的軟硬體，都能用類似人類的方式思考，而其思考往往比人類的更快更深入。機器學習的定義則是「在沒有既有人員或程式的導引下，機器本身就具備學習的能力，能在分析現有資料後，獲得其中的規律，再利用規律對未知資料進行預測。」。在人工智慧體系中，機器學習的主要功能在於讓電腦從不斷變動的全新資訊學習後，持續自我進化。舉個例子是，Facebook 就利用了機器學習功能，在分析用戶按讚的對象後，得以找出符合該用戶所喜好的內容，再推薦給此用戶。此外，機器學習已廣泛應用於生物特徵辨識、醫學診斷、手寫辨識、搜尋引擎、證券市場分析等領域。

本計畫所開發的 app，會先透過大型電腦的 Tensorflow-Slim pre-trained model(一種開源的機器學習平台)來進行機器學習的訓練部分。但因為智慧型手機運算能力低於大型電腦，因此將透過 MobileNet v1 這種輕量級神經網絡模型，將大型電腦機器學習所得的成果轉到手機 app 中。

本研究主要使用 iPhone XR 智慧型手機進行植物影像資料蒐集，Microsoft EXCEL 則用於建立植物文字資料庫。app 以 iOS 系統的 Swift 撰寫，結合 Core ML 與 ARKit 前沿技術，以便取得照片與相關附屬資料。Core ML 是 Apple 為機器學習(machine learning)所開發的一種工具。在過去，app 開發者需要自行編寫機器學習程式碼。現在透過這 2017 年所發表的工具，app 開發者只需要寫幾行程式碼，就可將由第三方所開發的機器學習功能整合到自己的 app 中。使用 ARKit 技術是為了讓 app 能辨識植物立體的型態，以提高物種辨識準確度，讓 app 有 AR(augmented Reality 擴增實境)功能。目前最為人所知的 AR 應用例子是 Pokemon Go(寶可夢)。類似於 Core ML 可以輕易地將機器學習整合到 app 中，ARKit 也可讓 app 開發者只有透過幾行程式碼就可以讓 app 有 AR 的功能。

本年度計畫目標部分，擬實際將前揭功能設計於 app 中，以 app 辨識引擎與資料庫設計形式(離線)為前提，對功能進行刪改。若計畫進行時，研究團隊收集到實用可行之良見，擬一併新增至 app 中。各項功能整合部分，會設計簡單美觀、容易了解及操作之介面(如圖 2-1 示意範例)，配合操作教學(前置計畫操作建議範例如表 2-4)。目前擬依照前置計畫成果建議中之流程設計(如圖 2-2)，於本年度計畫中修正或增進 app 之使用過程。

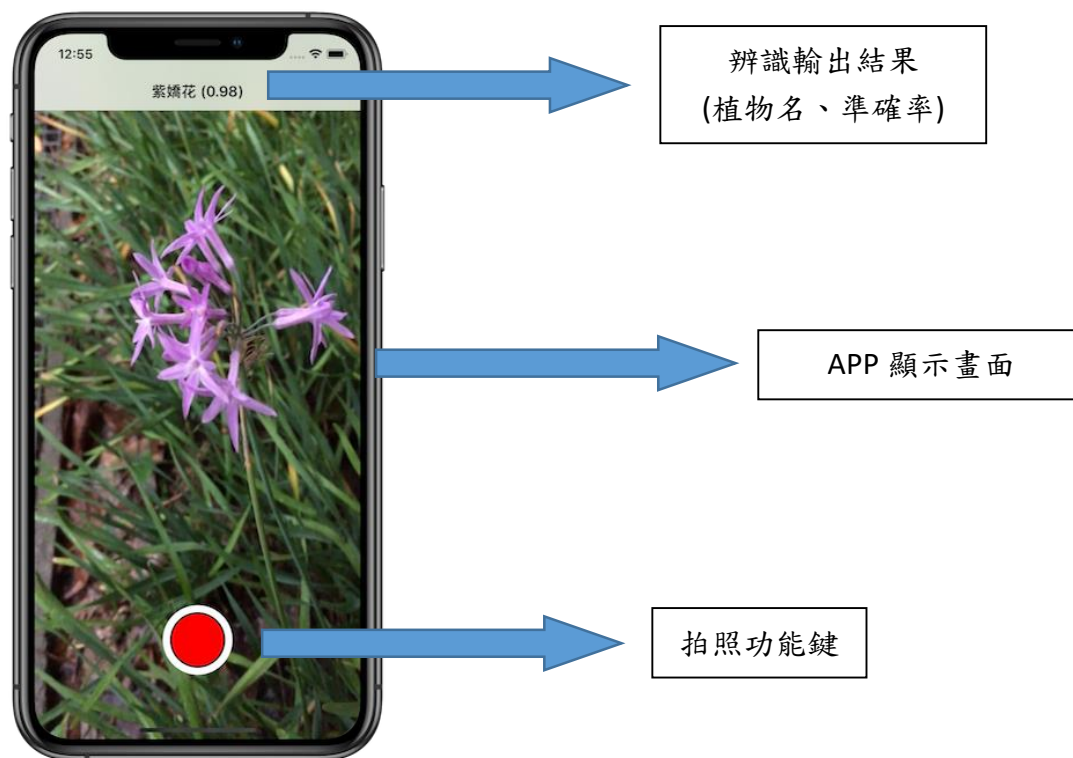


圖 2-1 物種辨識 app 介面範例

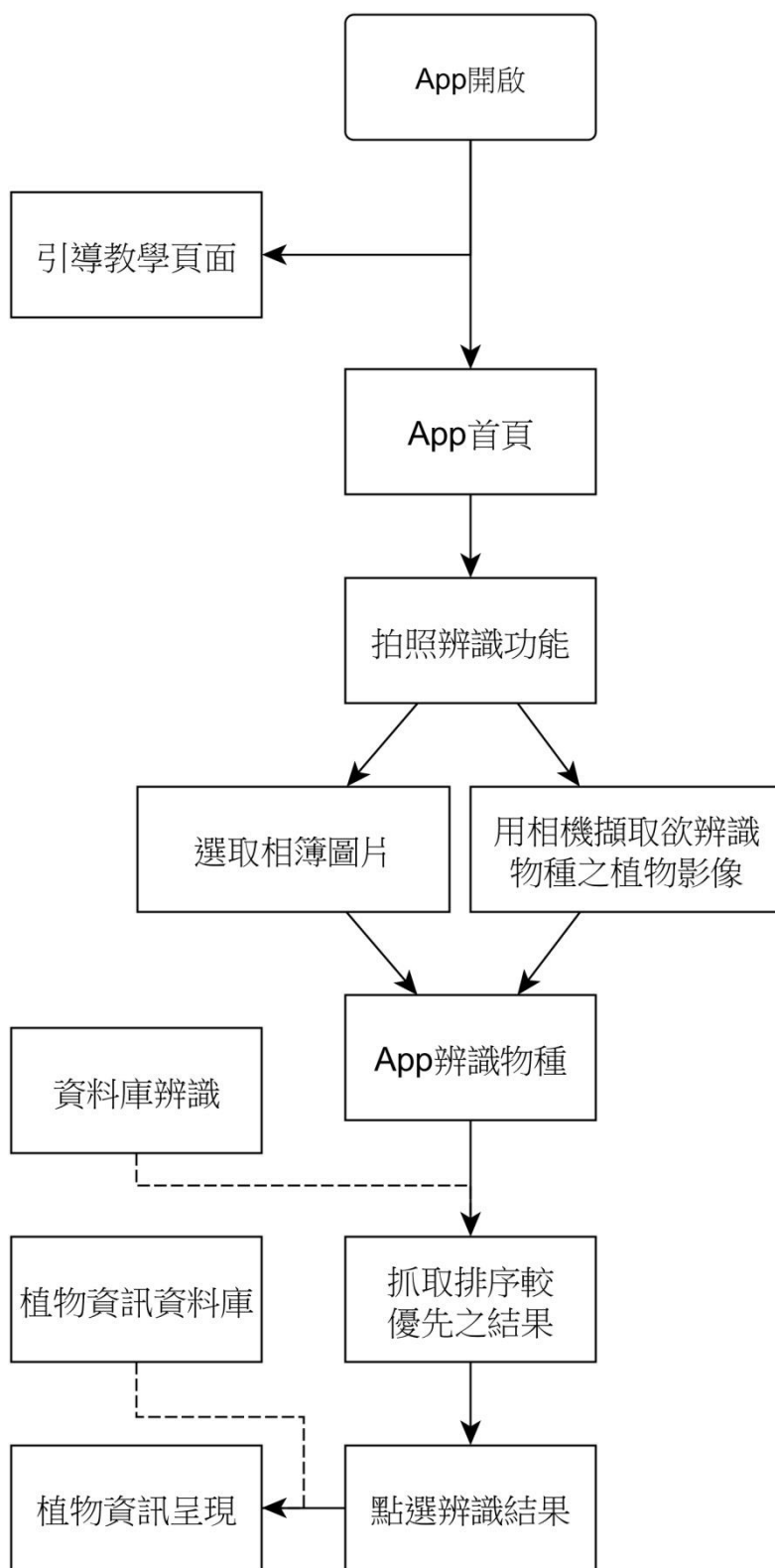


圖 2-2 物種辨識 app 流程設計

第三節 物種辨識 app 機器辨識技術訓練

這部份的工作流程圖請參考圖 2-3。

一、影像前期處理階段

(一)攝影器材

所拍攝植物影像格式會因手機廠牌與型號而異。若採取多款手機來拍攝植物影像，則在機器學習之前，需要花額外的力氣與時間將植物影像標準化。為了減少這困擾，以及可能造成物種辨識錯誤，本計畫統一使用 iPhone XR 拍攝植物影像。

(二)植物影像拍照

依據清單中之植物，實地至野外現地拍照獲得植物直接影像，包含植物體不同部分(主要以葉為主)，如果有花及果，也會一併拍照，並記錄照片地點等相關資訊。除了可同上述收集之植物影像，作為辨識引擎訓練使用，亦可放入欲呈現的資料庫中，作為示意圖或教學參考，減少植物照片缺乏，或需要取得其他照片提供者授權之情形。自有照片影像庫之建立，有利於本研究計畫與其他相關研究靈活應用。

(三)植物影像分類

將前述步驟所得之植物影像，依據植物種類及場域進行分類，確定植物影像所屬之正確名稱類別。會進一步依植物部位(莖葉花果種子等)再行整理，影像彙整後，視預估投入量，轉進後期處理階段使用。

二、影像後期處理階段

對前處理所獲得之每張植物影像，進行調色及曝光增減的影像處理，以模擬各種光源及曝光不正確情況下可能拍攝到的影像。

三、機器學習階段

將指定影像依植物種類投入辨識引擎運行，先以小規模數量(例如 400 張 40 種)，開發團隊會視辨識引擎回饋程度，逐步調整內建參數，使辨識能力接近辨識正確(例如準確率第一名之物種，或準確率第一至三名之物種)。設定結果呈現方式為當準確率達到一定百分比以上則是排名予以呈現，當準確率低於一定百分比以下則為不呈現。若辨識之物種非存於本計畫規劃之植物資料庫中(意即未收錄物種)，則盡量訓練機器學習，至同樣歸於準確率低於一定百分比以下之情形，避免錯誤結果展出。所產出的物種辨識 app 會用活的植物測試其辨識

的成功率。若有某些特定植物種類的辨識準確率太低，重複第一到第三步驟，增加更多植物照片來做機械訓練，直到有滿意的辨識準確率為止。

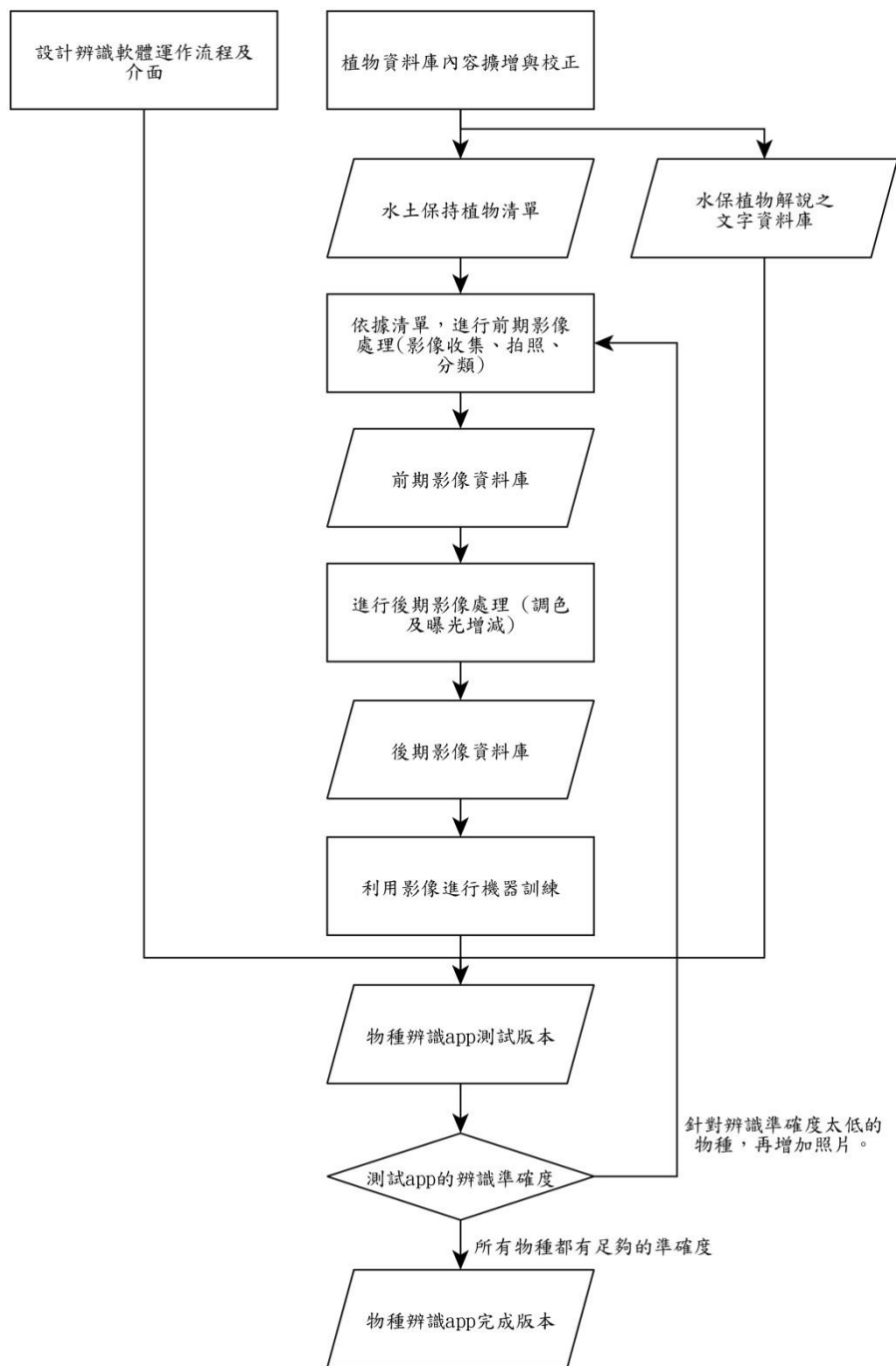


圖 2-3 物種辨識 app 機器學習與實作工作流程

第四節 物種辨識 app 實際測試

一、第一次測試

實地測試時間：10/28~10/31，光線充足的情況下進行測試。

第一次軟體訓練以小規模數量(每個樹種 100 張)訓練 app，每一張照片提供的資訊量都很重要，所以在植物辨識 app 開發初期容易發生以下狀況：

- 1.將其他樹種辨識為某些特定錯誤樹種
- 2.部分樹種在特定角度才有機率出現正確辨識
- 3.距離遠近對於葉片辨識成功率影響很大

第一次實地測試過程中有以下問題：

1.葉形差異

以本計畫選用的植物而言，大部分葉片型態差異甚大，有許多特徵點可以進行辨識，例如邊緣鋸齒或波浪、葉脈走向、葉片形狀、葉片長寬比例、葉片顏色、葉片材質等等。不同個體的葉片在形狀上可能會有變異，例如構樹的葉片，葉片形狀差異大，若辨識的葉片形狀剛好為資料庫缺漏的部分，則無法辨識。根據季節不同，特定樹種會有冬季落葉的情況，現在正是小花紫薇落葉的季節，測試時葉片量明顯減少且較枯黃，型態上與資料庫中蒐集(七月)的照片不同，辨識 app

幾乎沒辦法正確辨識，但辨識小花紫薇的新葉時，辨識成功率大幅增加。



圖 2-4 構樹不同個體間葉形的差異



圖 2-5 小花紫薇新葉與老葉之比較

2.辨識距離

在第一次訓練的資料庫中，照片主體不完全是葉片，其中包含枝條、花、果實等，且拍攝距離有近有遠，主體單獨為葉片且拍攝距離適當的照片較為缺乏，缺少足夠的特徵點供機器學習，以至於第一次測試辨識 app 的過程中，即使保持適當距離且涵蓋完整葉片，其辨識成功率仍有待加強。

絕大部分樹種在適當距離下進行實地測試，有較好的辨識成功率，一旦辨識距離拉遠，辨識成功率便急速下降，例如九芎。



圖 2-6 九芎遠距離拍攝與近距離拍攝之比較

3.辨識角度

測試過程中發現，有些樹種在特定角度才會出現正確辨識，而這些角度正巧與資料庫中的植物照片角度相似。

二、第二次測試

實地測試時間：11/27~11/29，光線充足的情況下進行測試。

第二次軟體訓練以每個樹種 200 張的資料量進行訓練，其中有一半樹種的準確率有增加，部分樹種的準確率即使下降，辨識出的錯誤樹種的葉片與正確樹種相似度高，例如：木麻黃經常辨識為臺灣五葉松、肯氏南洋杉全部辨識為小葉南洋杉，辨識錯誤程度沒有第一次測試那麼嚴重。

App 學習認識植物的方式與人類學認植物的方式差異極大。人腦有立體的概念，圖鑑中植物葉子照片拍攝角度與距離，跟我們觀察的有所差異時，我們仍能認得出來。人腦有彈性(想像力)，因此可以去推想沒有看過的狀況，例如雖然我們可能只看過綠葉，但仍能把變黃或長病斑的葉子與健康的葉子聯想在一起。就第二次測試的結果看來，app 開始有將相似樹種分類的趨勢，之後的訓練持續對資料庫進行修正。因此需要補充近拍照片，使用較高解析度的影像，將葉片細節拍攝清楚，嘗試將相似樹種區隔開。

表 2-6 第二次測試容易混淆之樹種

物種名	容易搞混之樹種
羊蹄甲	九芎
木麻黃	五葉松
銀合歡	鳳凰木、鐵刀木、落羽松
肯氏南洋杉	小葉南洋杉
茄苳	番石榴
楓香	青楓
杜英	樟樹
臺灣欒樹	火筒樹、無患子
臺灣肖楠	肯氏、龍柏
青剛櫟	月橘、銀葉樹
樹蘭	月橘
山櫻花	臺灣赤楊、朱槿

表 2-7 第一次測試結果

第一次測試結果

物種名	準確率	物種名	準確率	物種名	準確率	物種名	準確率	物種名	準確率
木麻黃	0	馬拉巴栗	0.14	臺灣赤楊	0.4	臺灣肖楠	0.57	蘭嶼羅漢松	1
番石榴	0	穗花棋盤腳	0.14	黃花風鈴木	0.4	雀榕	0.57	福木	1
山櫻花	0	水黃皮	0.17	火筒樹	0.43	樟樹	0.57	日本女貞	1
落羽松	0	樟	0.17	黃連木	0.43	九芎	0.63	月橘	1
小葉桑	0	春不老	0.17	桂花	0.5	榔榆	0.63	白水木	1
緬梔	0	構樹	0.17	杜英	0.5	竹柏	0.67	樹蘭	1
流蘇	0	阿勃勒	0.17	無患子	0.5	瓊崖海棠	0.67	龍柏	1
烏柏	0	海欖果	0.2	棟	0.5	臺灣海桐	0.67		
大葉桃花心木	0	紫薇	0.2	象牙樹	0.5	白千層	0.71		
烏心石	0	鳳凰木	0.2	肯氏南洋杉	0.5	鐵刀木	0.75		
大葉山欖	0	臺灣五葉松	0.2	臺灣欒樹	0.5	相思樹	0.8		
朱槿	0	芒果	0.25	青剛櫟	0.5	羊蹄甲	0.83		
榕樹	0	欖仁	0.29	銀合歡	0.5	馬櫻丹	0.83		
朴樹	0	銀葉樹	0.29	毛柿	0.5	青楓	0.83		
大葉楠	0	稜果榕	0.33						
茄苳	0	光臘樹	0.33						
		楓香	0.33						
		水柳	0.33						
		小葉南洋杉	0.33						

表 2-8 第二次測試結果

第二次測試結果

物種名	準確率	物種名	準確率	物種名	準確率	物種名	準確率	物種名	準確率
檫	0	銀合歡	0.36	象牙樹	0.58	臺灣赤楊	0.91	苦楝	1
構樹	0	黃花風鈴木	0.33	番石榴	0.58	馬櫻丹	0.90	白水木	1
穗花棋盤腳	0	稜果榕	0.33	流蘇	0.56	九芎	0.88	龍柏	1
肯氏南洋杉	0	山櫻花	0.33	瓊崖海棠	0.55	樟樹	0.88	臺灣五葉松	1
緬梔	0	青楓	0.30	阿勃勒	0.54	竹柏	0.86	福木	1
光臘樹	0	大葉山欖	0.27	小花紫薇	0.50	雀榕	0.82		
小葉南洋杉	0	楓香	0.25	鳳凰木	0.50	相思樹	0.80		
蘭嶼羅漢松	0	烏心石	0.20	榕樹	0.46	鐵刀木	0.77		
杜英	0	小葉桑	0.20	欖仁	0.46	月橘	0.71		
茄苳	0	朴樹	0.20	羊蹄甲	0.45	黃連木	0.70		
榔榆	0	臺灣肖楠	0.20	樹蘭	0.45	銀葉樹	0.69		
落羽松	0	臺灣欒樹	0.18	芒果	0.44	水黃皮	0.67		
		朱槿	0.17	火筒樹	0.44	日本女貞	0.67		
		大葉桃花心木	0.14	毛柿	0.42	烏柏	0.67		
		馬拉巴栗	0.13	大葉楠	0.42	白千層	0.63		
		海欖果	0.11	青剛櫟	0.42	臺灣海桐	0.62		
				水柳	0.42	無患子	0.62		
				木麻黃	0.40	桂花	0.62		
						春不老	0.60		

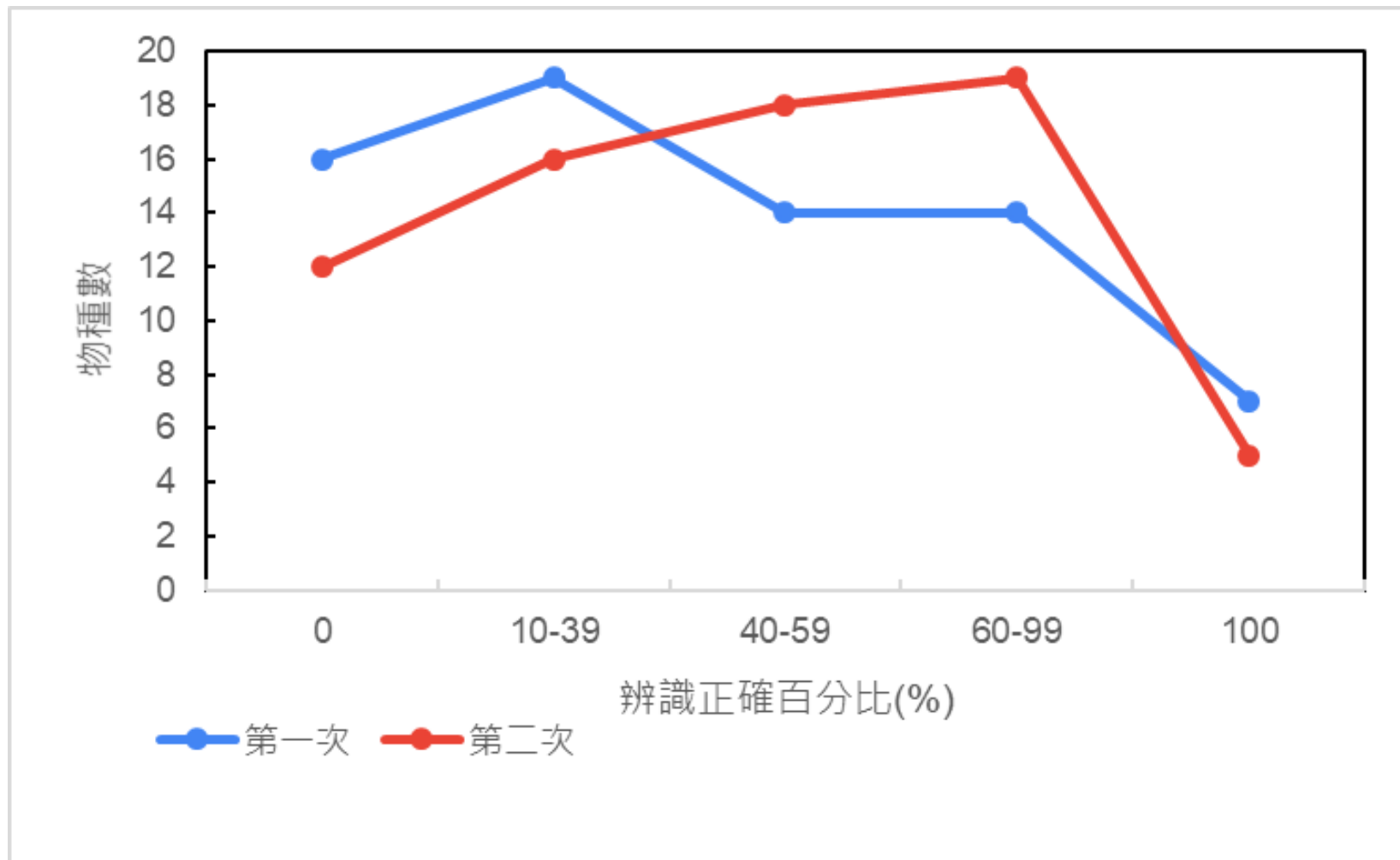


圖 2-7 辨識率準確度折線圖

第五節 物種辨識 app 產出與改進

經過測試後，為了保持以小規模資料量進行訓練的模式，並改善前節所提到之缺點，我們從資料庫著手改善：

一、優先蒐集辨識成功率不佳之樹種

在實地測試辨識 app 的過程中，有部分樹種的辨識成功率極低，或辨識成功率為 0，優先以這些樹種作為改善對象，列為重點重整對象。

二、增加整體資料量

第一次軟體訓練採用每個樹種 100 張的資料量，辨識成果有待加強。與工程師討論過後，第二次軟體訓練改採用每個樹種 200 張照片的資料量，大部分樹種的準確率都有上升，部分準確率下降之樹種，APP 顯示之錯誤樹種與正確樹種的葉片型態有相似之處。第三次訓練採用每個數種 400 張照片的資料量，

三、加強資料品質

資料品質有 3 個部分要注意：拍攝主體、拍攝角度、拍攝距離。

1. 拍攝主體

現階段辨識 app 以葉片作為主要辨識目標，在資料蒐集過程中要以拍攝完整且清晰之葉片為主要目標，若目標植物太小時，仍要透過

近攝或改變背景的方式，使其對焦在葉片，並將目標葉片填滿 60% 以上的畫面，以求更加細微的特徵。本計畫目前以葉片作為主要辨識目標，暫時不考慮加進其他特徵(例：花、果實、種子、樹皮、樹型)。

2. 拍攝角度

在蒐集照片的過程中，緩慢的向目標葉片進行全方位拍攝，希望得到葉片不同角度的影像，盡可能將葉片特徵完整記錄，使資料庫內有足夠特徵點供訓練人工智慧。

3. 拍攝距離

為建立基本的辨識準確率，先採用近距離拍攝，將葉片特徵完整且清晰的儲存。後續資料蒐集過程中，要想像自己就是使用者，以使用者的角度思考如何拍攝，拍攝距離應取在可以完整拍攝葉片的距離，照片中避免葉片缺角或殘缺，目的在於擴充資料庫。



圖 2-8 葉片完整且可清楚辨識



圖 2-9 主體不明確且距離過遠

第六節 植物影像蒐集方法及 app 使用建議

根據前兩節的結果，在此整理出以下我們蒐集影像的方法，同時也可做為本 app 初次使用者之操作建議與教學。

表 2-9 照片清晰度之比較

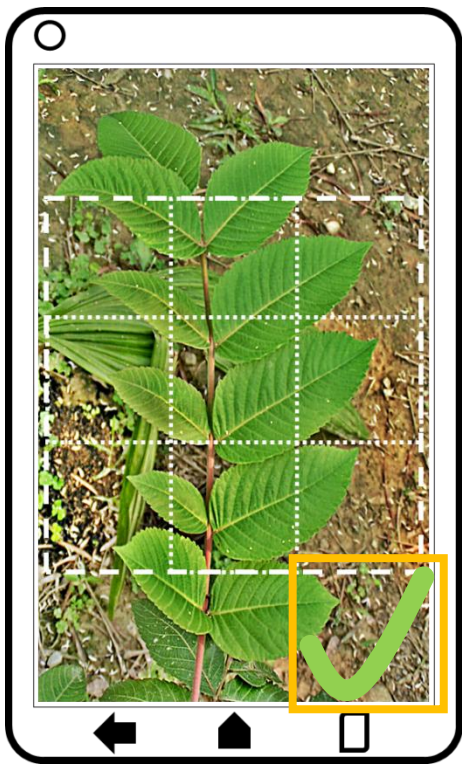
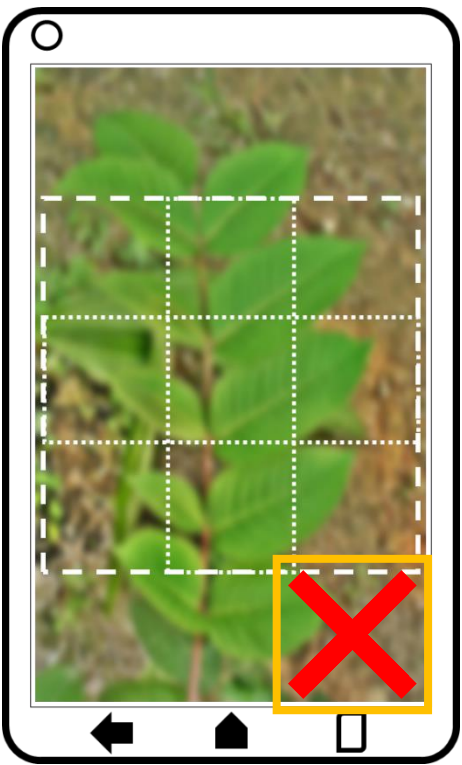
示意圖		
操作建議	<p>拍照或辨識時應將植物葉片置於 app 辨識畫面中心，對焦之植物主體應盡量清晰，以利程式判讀照片。若 app 辨識畫面涵蓋之植物模糊不清，應重新對焦，使鏡頭對焦正確。</p>	

表 2-10 葉片完整性(蟲蛀)

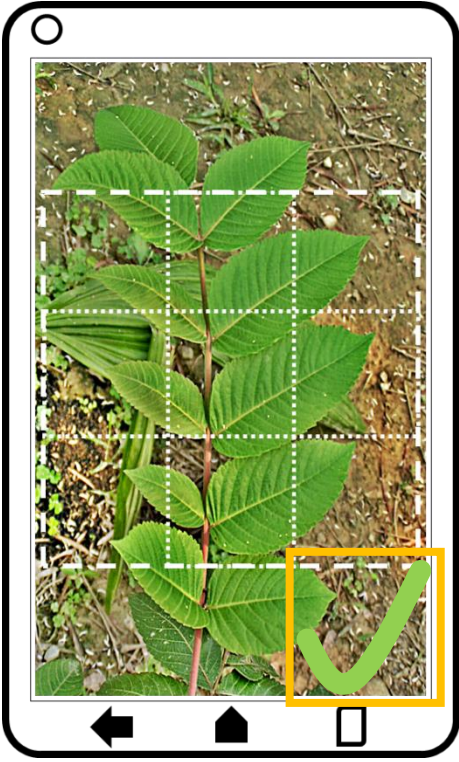
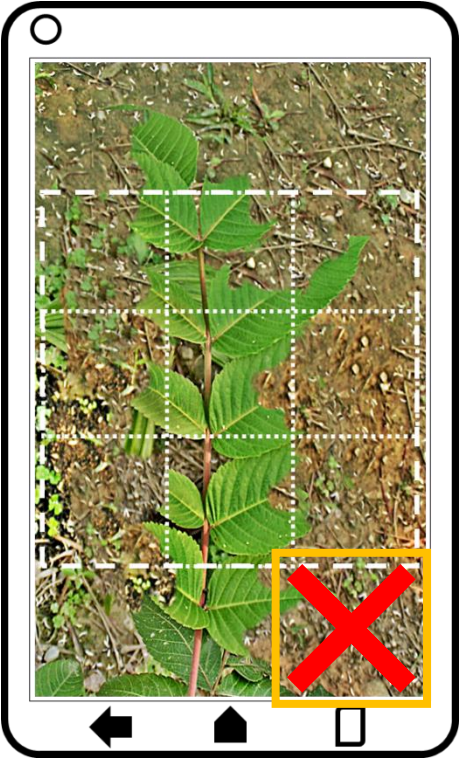
<p>示 意 圖</p>		
<p>操 作 建 議</p>	<p>拍照或辨識時應選擇葉片完整之植物樣本，避免選擇遭到蟲蛀，或者形態有明顯缺陷之枝葉。若植物因整株遭受破壞無法避免，則應選擇葉片外緣尚完整之樣本。</p>	

表 2-11 葉片完整性(辨識畫面)

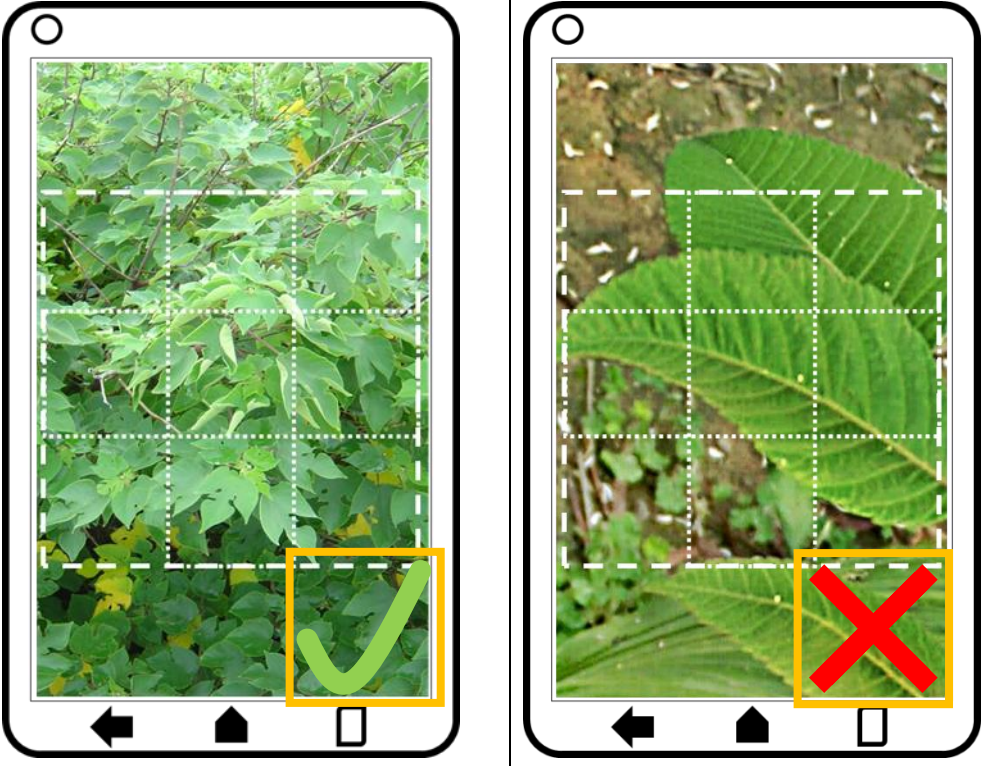
示意圖	
操作建議	<p>拍照或辨識時樣本不應距離裝置鏡頭過近，雖部分情況下 app 仍可成功辨識，但建議應保持拍攝主體不超出辨識畫面。單葉植物，維持辨識畫面中至少有一片以上之完整葉片；複葉植物不一定要拍到一整片複葉，唯其小葉形狀應保持完整。</p>

表 2-12 拍攝或辨識距離

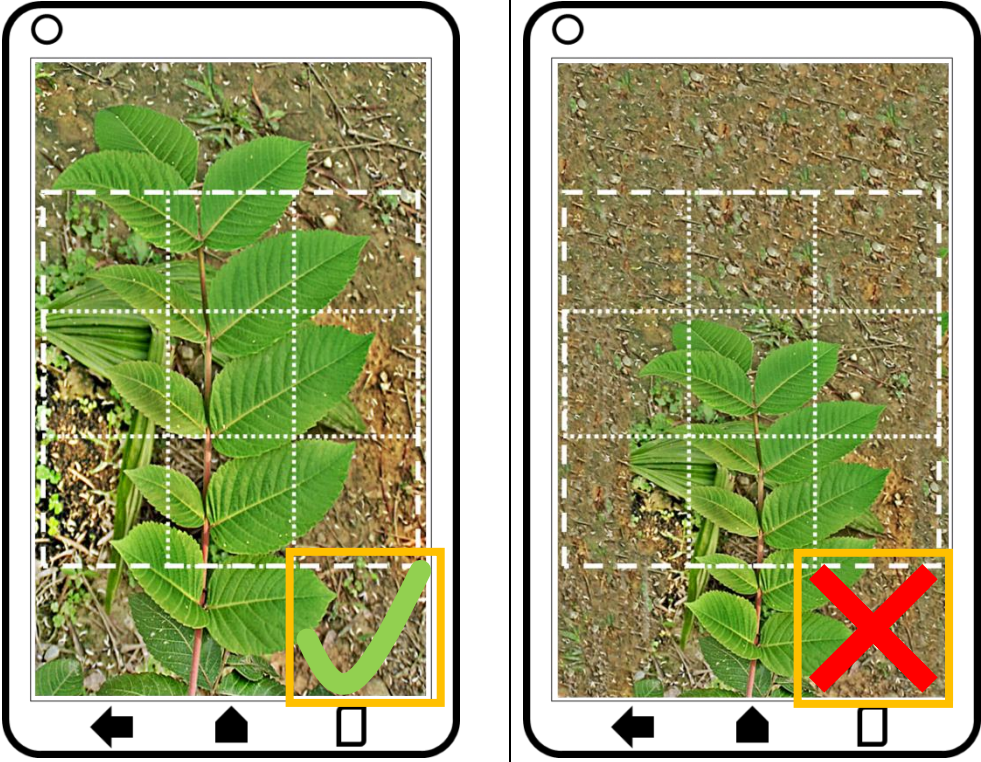
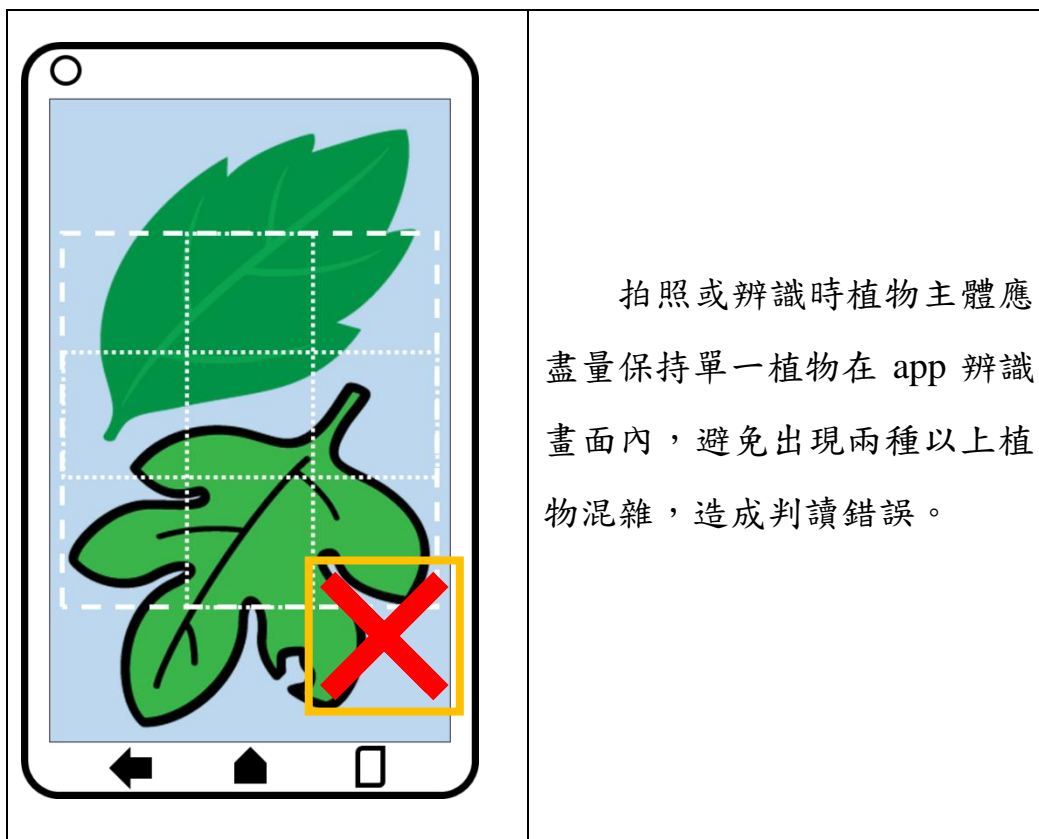
<p>示 意 圖</p>	
<p>操 作 建 議</p>	<p>拍照或辨識時葉片盡量避免距離過遠或畫面過小，移動手 機與葉片之間距離作調整。拍照或辨識時葉片盡量避免距離過 遠或畫面過小，移動手機與葉片之間距離作調整。</p>

表 2-13 其他錯誤範例

示意圖	操作建議
 <p>The image shows a smartphone screen displaying a photograph of a green plant with several leaves. A white dashed grid is overlaid on the photo. In the bottom right corner of the photo, there is a red 'X' inside a yellow square, indicating that this area is overexposed and unusable for identification. The phone's navigation bar is visible at the bottom.</p>	<p>拍照或辨識若環境光線過強導致辨識畫面有過度曝光的狀況時，應調整相機拍攝角度向下(偏向地面)、移動樣本至光源較低處，或選擇在較暗光源下進行操作。</p>
 <p>The image shows a smartphone screen displaying a photograph of a green plant with several leaves. A white dashed grid is overlaid on the photo. In the bottom right corner of the photo, there is a red 'X' inside a yellow square, indicating that this area is underexposed and unusable for identification. The phone's navigation bar is visible at the bottom.</p>	<p>拍照或辨識時若環境光線不足，應調整相機拍攝角度向上(偏向天空)、移動樣本或相機至光源較高處，或選擇在充足光源下之拍攝樣本。若裝置設有閃光燈(手電筒)裝置，可使用之以補足光源。</p>



第七節 計畫貢獻

一、具備水土保持用途之植物清單

一般參考資源，較少整理植物之水土保持用途或與其他用途。且以水土保持主題之相關書籍，除了用詞較為不統一，亦在其他屬性欄位中有缺乏部分，本研究彙整之清單與植物內容資料庫，除直接作為本計畫產製物種辨識 app 介接使用外，亦可提供其他研究或教學資源等轉介使用。

二、現地植物物種辨識 app

於前置計畫中，已闡明開發適合國內植物辨識使用的 app 之必要性，其可符合水土保持從業人員或現地調查人員野外植物辨識需求，增進現地調查工作效率，並可作為人員自我學習植物辨識時，輔助使用。

三、智慧型裝置、人工辨識、辨識引擎、植物資料庫整合

辨識引擎與智慧型裝置 app 之導入，並非完全取代人工辨識之地位，其係主要為使植物辨識門檻降低。人工準確辨識仍然為植物辨識多所仰賴，其亦為前置計畫中增列辨識專家名單之目的。旨揭四個項目之整合，為本研究計畫之主要核心價值，將資料庫內容建置完全，

以智慧型裝置 app 形式輔助植物辨識運作，並嘗試在各項目部分尋求優化與對外合作機會。



圖 2-10 模擬 app 辨識結果呈現畫面

第三章 結論與建議

第一節 植物資料庫建置之原則

本計畫先集中力氣讓 App 能辨識最常見的葉，再讓 App 能辨識更多特殊狀況的葉子。在開發 app 過程中需要與開放文化基金會進行合作，通過這次合作了解到要如何一起工作，及建立植物辨識影像資料庫需要注意之原則。

首先要有 App 學習認識植物的方式與我們學習認識植物的方式相當不同，不能以我們認植物的方式蒐集資料：

- 1.資料量不足時，App 無法分辨人手與植物之差異。因此若每張照片都拍到拿植物標本的手，App 會把手認為是植物的一部分。
- 2.人腦有立體的概念。圖鑑中植物葉子照片拍攝角度與距離，跟我們觀察的有所差異時，我們仍能認得出來。
- 3.人腦有彈性(想像力)，因此可以去推想沒有看過的狀況。例如我們可能只看過綠葉，但仍能把變黃或長病斑的葉子與健康的葉子聯想在一起。

蒐集影像資料庫的方式應該是以傳統拍攝圖鑑的方式來收集，而不是採取模擬新手(使用者)直覺的拍攝模式，這樣可以確保初期植物影像之品質。進行野外植物影像蒐集時需要符合以下原則：

- 1.盡量在順光或漫射光下拍攝，避免逆光或過曝的情況。
- 2.當目標植物太小時，透過近攝或變焦的方式，把目標植物裝滿 60% 以上的畫面。
- 3.如果上述方法仍無法把目標植物裝滿 60% 畫面，要實施去背景的方式(用布幕當背景)。
- 4.拍攝時選擇最健康的葉。
- 5.分成遠中近景的距離來拍攝，初期先以中近景為主。
- 6.以各種角度來拍攝植物葉片。

在辨識 app 測試初期，先求每個樹種的辨識率達到一定水準以上，先穩固基本盤維持一定準確率。資料庫影像先集中力氣讓 app 能辨識最常見的葉，再讓 App 能辨識更多特殊狀況的葉子(例如：構樹)。

當基本盤穩固後，為將相似樹種區分，使用近拍且較高解析度的影像進行 app 訓練，以克服無法辨識相似樹種之狀況。

例如：針葉樹種都搞混在一起(肯氏南洋杉與小葉南洋杉剛好認成對方)(臺灣肖楠被認成肯氏南洋杉或龍柏)

第二節 app 後續改善之建議

因本計畫 app 使用離線式設計，若要改善準確率勢必要由影像資料庫著手，目前只由本團隊進行植物影像之蒐集，因現階段只是少數種小資料量的蒐集，可以藉著少數團隊成員分工合作即可，建立可以信任的基本資料庫。若要持續提升準確率，或增加可辨識物種，以目前的人員編制，未來工作量將會難以負荷。因此建議使用開放式架構訓練 APP，以本計畫建置資料庫為基礎，讓所有使用者皆可加入擴充資料庫的行列，或應用 iNaturalist 的影像成果，迅速增加資料量，並請植物專家專門篩選並確認資料之正確性，更能有效地改善 app 的辨識能力。

第四章 工作進度

本研究計畫預定自核定日起至民國一百零八年十二月三十一日完成，計畫各項工作之預定進度如表 3-1。

表 3-1 計畫預定工作進度表

工作項目		108 年度月份											
		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
水土保持植物清單與資料庫擴增	植物資料庫內容擴增與校正												
物種辨識 app 介面設計與整合	物種辨識 app 介面設計												
	物種辨識 app 運作流程設計												
物種辨識 app 機器辨識技術訓練與實際測試	前期影像處理(影像收集、拍照、分類)												
	後期影像處理 (調色及曝光增減)												

水土保持植物辨識軟體之建構 (2)

工作項目		108 年度月份											
		一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月
	機器學習階段												
物種辨識 app 產出與改進	辨識引擎與植物資料庫介接												
	物種辨識 app 測試												
計畫報告編印					工作執行計畫書			期中報告					期末報告與成果報告
預定進度累積百分比		-	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	100

第五章 工作組織與分工

本計畫擬定工作小組成員與成員相關經歷，如表 4-1 說明：

表 4-1 工作小組合作成員與相關經歷

計畫工作類別	姓名	職稱	最高學歷 科系	擬任工作內容	年資	相關經歷與專長
計畫主持人	宋國彰	國立中興大學水土保持學系助理教授	澳洲昆士蘭大學整合生物學院 博士	計畫執行、植物物種辨識、試驗設計、軟體介面設計	5	植生工程、森林生態、物種間的交互作用、植物分佈模式
研究人員	陳奕宏	軟體工程師	國立清華大學物理學系碩士	辨識引擎開發軟體介面設計	-	行動應用程式開發、人工智慧影像辨識系統
研究人員	許愷岐	國立中興大學水土保持學系研究生	國立中興大學水土保持碩士班	協助計畫執行、報告撰寫與各項工作計畫聯絡事項	-	水土保持、植生調查、植生工程
研究人員	張仲鈞	國立中興大學水土保持學系研究生	國立中興大學水土保持碩士班	協助計畫執行、報告撰寫與各項工作計畫聯絡事項	-	水土保持、植生調查、UAV 操作
研究人員	李信典	國立中興大學水土保持學系研究生	國立中興大學水土保持碩士班	協助計畫執行、基礎資料收集、實地調查	-	水土保持、植生調查
研究人員	胡紘彥	國立中興大學水土保持學系研究生	國立中興大學水土保持碩士班	協助計畫執行、基礎資料收集、實地調查	-	水土保持、植生調查
研究人員	陳蒼緯	國立中興大學水土保持學系研究生	國立中興大學水土保持碩士班	協助計畫執行、基礎資料收集、實地調查	-	水土保持、植生調查

參考文獻

1. 王英任 (2011)，「崩塌地噴植工法應用草類之生長與初期演替之研究」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
2. 水土保持局 (2012)，「緩衝綠帶適生植物及其栽植方法彙編」，行政院農業委員會水土保持局編印，南投縣。
3. 行政院農業委員會林務局 (2009)，「台灣現生天然植群圖集」，台灣生物多樣性保育學會編印，臺北市。
4. 南投林區管理處 (2015)，「崩塌地噴植工法與應用基材手冊」，行政院農業委員會林務局南投林區管理處編印，南投縣。
5. 李瑞璿 (2016)，「崩塌地整治地區初期植生演替機制之研究」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
6. 林信輝、呂金誠、林昭遠 (1993)，「水土保持植物簡介禾草篇」，行政院農業委員會水土保持局編印，南投縣。
7. 林信輝、洪丁興、孫明德 (1994)，「堤防與護岸綠化植物」，中華民國環境綠化協會，臺中市。
8. 林信輝、歐辰雄 (2002)，「臺灣海岸地區應用植物」，經濟部水利署，臺北市。
9. 林信輝、王美慧、施証育、馮美禎 (2003)，「泥岩地區應用植物」，行政院農業委員會水土保持局編印，南投縣。
10. 林信輝、謝杉舟、陳財輝 (2004)，「日本治山綠化工程考察」，2004 水土保持植生工程研討會論文集，99-110。
11. 林信輝、黃朝慶、陳建男、彭心燕 (2006)，「水庫濱水帶植物」，經濟部水利署，臺北市。
12. 林信輝、鄭梨櫻、林妍琇 (2006)，「坡地植生草類與綠肥植物」，行政院農業委員會水土保持局，南投縣。
13. 林信輝、黃朝慶、陳建男、林鑑澄、江政人 (2007)，「水生植物手冊」，行政院農業委員會水土保持局編印，南投縣。

14. 林信輝、林妍琇、江政人、彭心燕 (2008)，「新竹縣坡地植生工程與植栽手冊」，新竹縣政府，新竹縣。
15. 林信輝、張焜標、江政人 (2008)，「坡地水土保持應用原生植物」，行政院農業委員會水土保持局，南投縣。
16. 林信輝、彭心燕、許為廉 (2008)，「坡地植生工程暨植生調查應用手冊」，行政院農業委員會水土保持局，南投縣。
17. 林信輝 (2012)，「特殊地植生工程」，五南圖書公司，臺北市。
18. 林信輝、蘇郁婷、陳煦屏、張涵宇、黃文政 (2014)，「農地水土保持方法實例圖冊」，行政院農業委員會水土保持局編印，南投縣。
19. 林信輝 (2016)，「坡地植生工程(第二版)」，五南圖書公司，臺北市。
20. 周秉誼 (2017)，「Deep Learning 在影像辨識的應用」，國立臺灣大學計算機及資訊網路中心電子報，0040，國立臺灣大學，臺北市。擷取日期 2018 年 12 月 1 日，取自：
http://www.cc.ntu.edu.tw/chinese/epaper/0040/20170320_4007.html
21. 徐琮凱 (2010)，「植基於 GPS 之場域感知校園植物學習系統」，中華大學資訊管理學系碩士班碩士論文。
22. 張瑋珈 (2013)，「不同資材配方應用於坡面噴植之研究」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
23. 張瑜芳、劉佳勝、朱祐賢、林信輝 (2015)，「河溪護岸類型與植生群落特性調查分析」，水土保持學報 47，1525-1538。
24. 張瑜芳 (2015)，「崩塌地植生復育地區外來植物對植生演替之影響分析」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
25. 陳志豪、鄭旭涵、彭心燕、林信輝 (2010)，「坡地植生復育適用評估因子之分析研究」，中華水土保持學報 41(4)：297-307。
26. 陳煦屏 (2015)，「成木果園覆蓋植物之空間分布與棲地土壤調查評估」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。

27. 曾彥學、曾喜育 (2009)，「不良環境造林樹種的篩選與調查」，林務局委託研究計畫，行政院農業委員會林務局，臺北市。
28. 曾琬菁 (2018)，「機器學習探究」，印刷科技 34(2)，1-32，中央印製廠，新北市。
29. 馮喬舒 (2009)，「崩塌地植生復育成效及其演替系列之研究」。國立中興大學水土保持學系碩士論文。
30. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2004)，「台灣地區水利生態工程適用植物與植栽技術手冊」。中華民國環境綠化協會，臺中市。
31. 北區水資源局 (2007)，「石門水庫集水區崩塌地植生工程與應用植物手冊」，經濟部水利署北區水資源局，桃園市。
32. 廖天賜 (2011)，「農村社區常用植栽應用手冊」，行政院農業委員會水土保持局，南投縣。
33. 劉業經、呂福原、歐辰雄 (1994)，「台灣樹木誌(增訂再版)」。國立中興大學農學院，臺中市。
34. 林信輝、鄭梨櫻、林妍琇(2006)，「坡地植生草類與綠肥植物」，行政院農業委員會水土保持局編印，南投縣。
35. 林信輝、洪丁興(1997)，「植生材料之應用與解說」，中華民國環境綠化協會編印。
36. 鄭雅芳、賴慶昌(2006)，「九份二山紀念園區植物手冊」，行政院農業委員會水土保持局編印，南投縣。
37. 林信輝(2003)，「自然生態工法之應用植物」，中華民國環境綠化協會編印。
38. 林信輝、張集豪、陳意昌(2016)，「圖解植生工程」，五南圖書公司，臺北市。
39. 水土保持局(2017)，「水土保持手冊」，行政院農業委員會水土保持局編印，南投縣。

40. 南投林區管理處 (2014)，「國有林崩塌地處理之植生復育手冊」，行政院農業委員會林務局南投林區管理處編印，南投縣。
41. 盧琬臻 (2017)，「基於葉片影像特徵的植物物種自動辨識研究」，國立臺灣大學工程科學及海洋工程學研究所學位論文，1-96。
42. 賴睽翔 (2009)，「崩塌地噴植地區植物初期生長對入侵演替機制影響之研究」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
43. 謝政諺 (2014)，「噴植工法應用木本植物種子發芽機制之研究」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
44. Guyer, D., Miles, G., Gaultney, L. & Schreiber, M. (1993). "Application of machine vision to shape analysis in leaf and plant identification." *Transactions of the ASAE*, 36, 163-171.
45. Hati, S. & Sajeevan, G. (2013). "Plant recognition from leaf image through artificial neural network." *International Journal of Computer Applications*, 62.
46. Hearn, D. J. (2009). "Shape analysis for the automated identification of plants from images of leaves." *Taxon*, 58, 934-954.
47. Joly, A., Goëau, H., Bonnet, P., Bakić, V., Barbe, J., Selmi, S., Yahiaoui, I., Carré, J., Mouysset, E. & Molino, J.-F. (2014). "Interactive plant identification based on social image data." *Ecological Informatics*, 23, 22-34.
48. Kumar, N., Belhumeur, P. N., Biswas, A., Jacobs, D. W., Kress, W. J., Lopez, I. C. & Soares, J. V. (2012). "Leafsnap: A computer vision system for automatic plant species identification." *Computer Vision—ECCV 2012*. pp. 502-516. Springer.
49. g0v.tw。2018。智慧型植物辨識圖鑑 app - 大安森林公園花卉篇。擷取日期：2018年12月1日。取自：
<https://grants.g0v.tw/projects/5a49255d8b4d8d001efe2e6a>

附錄

附錄一 先前審查意見回復

108 年度創新研究計畫「水土保持植物辨識軟體之建構(2)」先

前審查意見彙整與回覆如下：

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	研究使用的軟硬體，例如 APP 開發軟件、資料庫類別，開發語言等，宜加說明。	已在報告內文第二頁第二節(2-14)中說明。
二	使用的「辨識引擎」與「機器學習」理論，宜加說明。	已在報告內文第二頁第二節(2-13)中說明。
三	目前採用離線方式，日後需要連線模式時，是否可以轉換？建議離線及連結方式或可併存，以利資料庫維護。	未來可以支援連線模式，只需在輸出模型時提供對應格式即可。
四	訓練 APP 辨識準確度係利用人士或者特徵值？目前辨識的成功率為何？	本技術採用深度學習，由人工智慧透過影像資料自主學習相關特徵值。過去曾處理 80 種、25,000 張照片的資料集，訓練達 97.2% 準確度，驗證達 85.5% 準確度。

項次	審查意見	回覆辦理情形
五	<p>要判釋後之加值資訊提供宜列為重點，以與目前坊間現有的 APP 作區隔。</p>	<p>坊間 APP 多以園藝植物為主要辨識對象，本計畫開發之 APP 主要辨識對象為水保植物，以協助水保從業人員辨識植物。</p>
六	<p>植物辨識條件為何?如樹幹、葉、花、果等，本研究係以何者為主?以木本的葉子作為辨識，如屬變色葉型，亦可使用?</p>	<p>目前本計畫以葉子為主要辨識特徵，因為水保植物幾乎一年四季都有葉子。部分葉色會因季節而改變的樹種，會在計畫前半與後半期各收集葉子影像一次，以提高辨識準確度。本計畫也會收集樹皮影像。而花果的出現通常有季節性，如果計畫執行當中剛好有開花結果，也會一併納入影像資料庫。</p>
七	<p>拍攝角度、季節天候是否影響辨識能力，即訓練影像之多元及完整性如何?</p>	<p>本研究會透過 (1) 針對不同環境時節，多方蒐集資料 (2) 蒐集得到的照片會進行 Data augmentation，譬如模擬各種亮暗色調情境，來增進訓練影像的多元性。</p>
八	<p>App 開發可能因 OS 版本不同而無法操作，後續維護可能是筆大開銷。APP 的大小是否佔資源?</p>	<p>本研究 App 採精實開發，力求 OS 版本相容性，大小僅約 20-30 MB 且主要為內建辨識引擎模型。</p>

項次	審查意見	回覆辦理情形
九	建議可增加使用者回饋功能，讓辨識成功率增加。	將會研擬如何增加使用者回饋的功能。
十	是否可與其他資料庫連結?	可，譬如目前研究已結合 ImageNet 資料庫來協助增進辨識率。
十一	建置以 80 種為初期目標，是否偏少?是否另尋快速建置之方法?	App 的辨識準確度才能吸引使用者持續使用。因此此計畫最優先的目標是確保物種辨識有高準確度，並建立一套標準的工作流程。之後，再透過後續計畫增加物種數量。本計畫會執行過程中，檢視是否有更快速之建置方法。

附錄二 期末審查意見回復

108 年度創新研究計畫「水土保持植物辨識軟體之建構 (2)」期

末審查意見彙整與回覆如下：

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	若不在此資料庫之植物，應如何回應使用者？請說明。	本計畫 APP 採用離線式訓練，若辨識對象不在資料庫中便無法辨識。(2-15)
二	目前 APP 辨識測試均由工程師利用資料庫進行影像訓練，建議可由一般使用者測試並回饋之功能，以提升準確率。	因採用離線資料庫設計形式，若要對功能進行修改，便由修改資料庫內容著手。若要由使用者測試並回饋，之後要考慮變更 APP 設計形式。
三	針對資料庫部分，是否能夠進行反向搜尋(意即搜尋某種植物之照片及其水土保持特性等)?請說明。	目前沒有這個功能，但為來有機會可以新增圖鑑功能，供使用者瀏覽資料庫中的物種資訊。
四	辨識似只能依據葉子，是否能包含樹幹等整體植物狀況?請說明。	本計畫原先設定目標：以葉片進行植物辨識，因此現階段訓練照片皆以葉子為訓練主體。若要將樹幹、花、果等其他生物特徵納入辨識特徵，將需要擴建資料庫，並補足所需資料量。

項次	審查意見	回覆辦理情形
五	此研究建置之資料庫係為有價值之成果，未來或可採用不同 AI 模式測試，或作為人員訓練資料	文字、影像資料留存於水保局，以利事後人員訓練。
六	資料樣本集建議可以搭配公民科學方式加快資料庫收集，或應用 iNaturalist 成果。	此提議在未來可以作為搭配方案，能迅速增加資料的蒐集。
七	建議持續累積 ML 參數，可作為後續不同資料(訓練)參考。	本計畫所的成果將以開放源的方式提供後續相關研究或計畫使用。
八	針對 APP 辨識錯誤率及未來改善方式建議進行整體說明。	<p>因本計畫是以葉片進行辨識對象，辨識難度比花朵剛上許多，對於所需資料量有初步掌握(依目前結果得知每種 200 張只能讓 App 勉強能辨識物種)，後續增加資料量的做法也有改善辨識率的問題。</p> <p>改善辨識錯誤率高的問題，建議以下面方式來收集植物影像</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在順光或漫射光下拍攝

項次	審查意見	回覆辦理情形
		<p>2. 當目標植物太小時，仍要透過近攝或變焦的方式，把目標植物裝滿 60%以上的畫面。既使一般人拍植物時，少使用這兩種方式拍植物。</p> <p>3. 如果上述方法仍無法把目標植物裝滿 60%畫面，要實施去背景的方式(用布幕當背景)。</p> <p>4. 盡量別讓不相關的物體進入畫面中(例如拿著植物標本的手)</p> <p>5. 盡量拍最健康的葉</p> <p>6. 分成近中遠景的距離來拍攝</p> <p>7. 以各個角度來拍植物</p> <p>8. 使用開放源的植物影像，來增加影像數量</p>