

# 隨時隨地聽見遠方森林裡的蛙鳴！

- ◎林業試驗所技術服務組·鄭美如 (beer@tfri.gov.tw)、張俊文
- ◎林業試驗所植物園組·陳建文
- ◎林業試驗所六龜研究中心·林文智
- ◎林業試驗所蓮華池研究中心·黃照翔

## 自然與科技的距離

小時候每到初夏，傍晚時間就會開始聽見遠近不一的蛙鳴，尤其夜更深時，蛙鳴聲音以非常響徹的音量迴盪在空中，有一種生機勃勃的安心感。但慢慢的，附近的小溪與稻田變成了房屋，蛙鳴就漸漸的消逝在日常生活中，有的只剩汽機車的引擎聲，與大自然的距離越來越遠了。

隨著科技的進步，網路的發達，手機的普及與社群的活絡，改變了生活與溝通的型態，您可能用手機透過通訊軟體跟坐在對面或旁邊的朋友聊天，而不是面對面的聊天。這樣的科技進步有著不知是好是壞的影響，但卻大大的讓科學與自然研究，可以向前邁進，大幅的節省了人力與時間，更擴大了資料的收集量，有更密集與精準的資料，提供更好的資料分析基礎，讓科學家們可以更有效的掌握自然的脈動。

## 蛙鳴的收集

大約十幾年前，一位成大生物系的博士生，為了他的博士論文，開始了他在林試所六龜研究中心扇平工作站的蛙類聲景資料的收集，每個月定期的上山，每每都是從夜黑後，在蛙類的居住處，蹲上好幾個小時，為的是把這些蛙鳴進行錄音，收集這些聲音後，希望可以找出牠們鳴唱聲音背後的意義。

這些蛙鳴，可以讓科學家詳細推敲背後的

意義，若再搭上環境因子，可以訴說的故事就更多了，如哪一種蛙在何時開始出現？何時開始大鳴大放努力求偶？到底哪些蛙會一起出現在同一個場域？搭配氣象資料，或許可找出氣候對於他們出現時機變化的線索，甚至是否影響數量與求偶的叫聲等等。但我們並不想在這邊詳細探討這些可以解釋的生態意義，我們想要介紹的是，如何透過網路與科技，幫助這些研究人員更有效率的獲得這些珍貴的蛙鳴，也讓這些蛙鳴，不只是為了服務研究人員，讓大家都可以輕鬆在家、在路上、在與朋友的聚會上，隨時隨地都可以獲取大自然的蛙鳴啊！

## 用科技協助科學研究

為了更有效率的收集與倉儲這些蛙鳴，我們申請了一項3年的科技計畫，擴大了服務範圍，計畫採用了生態資訊學所建構的新方法論，在六龜試驗林的扇平生態科學園區建立了生態感測網路系統，包含有線與無線網路，作為生態系經營所需的資料蒐集的基礎設施，並設置生態監測點，針對植物物候、動物行為、森林微氣候等進行生態聲景與影像等數位資料，透過定時的自動收音、攝影與網路傳輸，有規律地記錄與倉儲下來，除了降低蛙類聲景研究人員上山的次數外，也提升了聲音收錄的頻率，獲得更多的音檔資料。此外，我們在計畫的最後一年，架設了一個簡單的網站，將這些資料公開在對外服務的網站上(圖1)。監測所獲得的資料可長期供往後的研究學者進行



圖1 101年所完成建置的感測網資料即時查詢平台(已於生態感測資料展示平台上線後下架)。

追溯比對分析使用，且因屬於原始資料，任何人取得之後，可以依照自己的研究主題進行萃取與整合，相對於以往的研究資料的可用性，大幅提升了資料的使用價值。

3年的計畫結束後，我們剛好開始進行第四階段電子化政府計畫「智慧生態-生態及生物多樣性資訊基礎建設與應用」，透過這個屬於公共建設的計畫，有較多的設備佈建經費，所以將在扇平的感測網絡架構，複製到其他的試驗林地上，希望可以讓更多的研究人員，在具有網路傳輸基礎設施的科學研究試驗林地中，架設可自動收集所需資料的野外感測器，如環境資料、聲音或影像等，透過網路傳輸，不分季節、天候與時間，隨時

獲取野外的真實資料。

從102年開始，我們在蓮華池研究中心、六龜扇平及臺北植物園3個區域，逐漸完備生態感測網絡，這包含了基礎網路傳輸的建置、野外聲景設備的佈建、影像紀錄設備的架設、資料傳輸與倉儲設備及因應極大的資料量進出的巨量倉儲系統等等。

### 自動收錄蛙鳴

我們在六龜扇平森林生態科學園區設置了3個蛙類監測點，計畫的第3年，我們與六龜多多鳥濕地學校合作，在其校區設置一個蛙類監測點，可以直接在現地進行教育生態感測研究的解說活動。在蓮華池試驗林地



圖2 錄音設備除了麥克風外，我們將擴大器、小電腦及不斷電系統與有線電源等，都放進百葉箱或不鏽鋼設備箱中。(林文智 攝)

中，我們分別於2號、4號、5號量水堰及藥園、木屋、巨竹林等分設監測點。在臺北植物園，我們在多肉植物區旁的水池也設置了一個蛙類監測點。

在蛙類聲景的收錄上，我們使用了麥克風、擴大器加上一個工業型小電腦，將錄音排程放進小電腦，控制啟動與關閉麥克風錄音機制，將所收錄的音檔藉由小電腦的網路連接，將檔案傳輸至機房的倉儲設備中，並於每日網路流量較小時段，將檔案定時回傳至巨量倉儲設備中。另外，為避免無預警的斷電，我們也在監測點加設了不斷電系統，可以維持設備的持續運作(圖2)。

這些蛙類聲景監測點原本的聲音錄製時間是一天24小時，每15分鐘錄製2分鐘的音檔，但因檔案數量成長太快，倉儲設備將會很快需要擴充，經團隊討論，考量蛙類鳴唱時間多從傍晚開始至清晨，所以2014年底開始，將錄音時間改成從下午5時至上午5時，一天12小時，每天的資料量降為一半，但這



圖3 生態感測展示平台「蛙言蛙語」專區(<http://iesn.tfri.gov.tw/forestDW/AllFrogs>)。

就犧牲白天可以錄到其他動物的聲音，如鳥鳴或蟲鳴，降低了音檔的可用性。

## 隨時聽見蛙鳴

這些收錄的資料，除了提供研究人員使用，我們也希望可以進行一些簡單的處理之後，公開在網路上，讓這些資訊可以同時具有自然教育的功能，而這項工作，也是計畫執行的主要目標之一。

所以在規劃「生態感測資料展示平台」(<https://iesn.tfri.gov.tw>)時，除了將每個監測點所收錄的原始資料即時公開與展示之外，蛙類聲景部分，開設了「蛙言蛙語」專區(圖3)，介紹了在臺北植物園、蓮華池試驗林及六龜扇平地區，我們記錄到的蛙類，同時也有每種蛙類的叫聲，可以供民眾線上聆聽，學習辨識蛙鳴。所以，在「生態感測資料展示平台」上，您可以透過電腦或手機，隨時隨地聽見遠方森林裡的蛙鳴。

另外，我們團隊中會辨識蛙鳴的成員，定期選取不同測點中具有明顯蛙類鳴唱的音

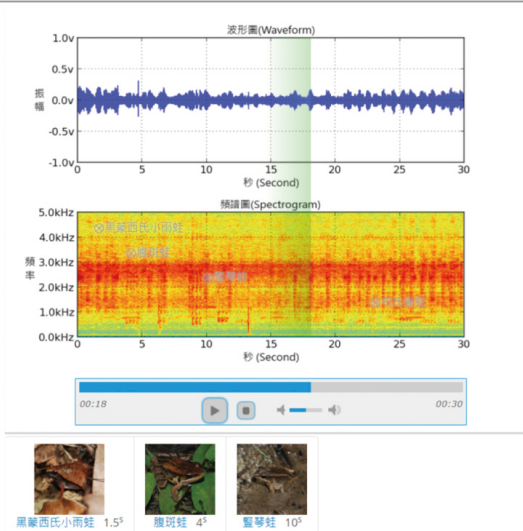


圖4 聆聽蛙叫聲的功能可以讓使用者聽到最原始的蛙鳴，同時知道是哪種蛙在鳴唱(<http://iesn.tfri.gov.tw/forestDW/Frog/Listen/1230632>)。

檔，於系統後台進行蛙種標示，使用者可以在各測站的「聆聽蛙叫聲」中點選想聽的音檔，網頁上除了呈現音檔的波形圖與頻譜圖外，也會依據蛙鳴時間點，在頁面下方出現該種蛙類的名稱與圖片(圖4)，直接點選圖片可以查詢到該種蛙類的介紹。而這些標示紀錄也都被資料庫儲存。保留這些紀錄，還有一個目的是為了發展更進一步的聲音自動辨識系統。

## 蛙鳴的未來

辨識蛙鳴，除了需要敏銳的耳朵外，也需要大量的時間投入，我們希望可以發展自動辨識的軟體或系統，來替代人工。我們曾與工業界對於機器異音具有相當敏銳辨識技術的團隊合作，希望可以完成蛙鳴自動辨識軟體的開發，期望除單機版軟體外，也希望進一步將軟體架設在監測點的電腦上，現場可直接辨識與紀錄。我們將這些已標示的蛙鳴檔提供做為機

器學習來源，但目前的技術限制，對於設在戶外的收音設備無法過濾環境音，使得音檔的雜訊過多，自動辨識難以執行外，自然環境的聲音與工業製造環境固定音頻實在差異太大，所開發的自動辨識軟體成果不盡如人意，這是計畫中讓人覺得可惜的地方。但這些已儲存的音檔，仍有保留的價值，未來若聲音辨識的技術提升時，這些都是非常有用的機器學習來源。

最後，在政府推動開放資料之際，我們秉持著資料共享的精神，除了資料公開在網路上，也建置了「生態感測開放資料平台」(<http://iesn.tfri.gov.tw/forestDW/OpenData>) (圖5)，透過應用程式介面(Application Programming Interface, API)，以開放資料格式，讓使用者可以一次下載所需的資料，大幅提升了資料取得的方便性，也希望透過這樣的開放資料模式，可以激發出有創意的應用。♻️



圖5 「生態感測開放資料平台」中提供了所有我們所收錄的蛙類音檔(<http://iesn.tfri.gov.tw/forestDW/OpenData?type=sound>)。