

綠能通訊



葉嬋嬋

行動通訊的發展由早期的 2G 開始，經歷 3G，迅速發展到目前的 4G 時代，手機功能也從單純的通話、文字訊息傳輸等，轉變成多采多姿的視訊通話、影音娛樂，以及資訊蒐集。然而隨著行動通訊服務量的增加，卻引來一個更大的挑戰，那就是頻譜不足的問題。電磁波譜中某一特定且連續的頻率區間稱為頻帶，頻帶越寬可以傳送的資料越多，然而受限於無線電波傳播的特性，有些頻帶的物理特性不佳，它們會與空氣等介質作用，使得訊號的強度嚴重衰減，因此適用於無線通訊的頻帶其實是有限的。

另一方面，頻率越高可傳送的距離就越短，因此 4G 通訊比起 2G、3G 需要更多的中繼點來協助訊號傳輸，但因頻帶有限，不同基地台間的訊號干擾又成為 4G 通訊的關鍵問題。再者，面對無線通訊需求大幅增加，電池能量的消耗也不容小覷，可以想見未來發展 5G 通訊時這些困擾會更嚴重。為了未雨綢繆，中央大學古孟霖教授提出以綠能為觀點的感知無線電網路，期望能有效運用珍貴的頻譜資源，並藉由再生能源的供給達成真正的無線通訊。

頻譜有限的現實促使科學家致力於尋求更有效率的使用方式，做法是：使用感知無線電，藉由動態頻譜檢測來判斷主要使用者與次要使用者，並分配予不同的頻譜使用權限，以增進頻譜的使用效率。

古孟霖教授說：「對於主要使用者，因為多了中繼點可進行訊息傳輸，通訊品質獲得了提升；而對於次要使用者，則是多了額外的頻帶，一樣能提升通訊品質，因此感知無線電中繼網路對兩者是互惠雙贏的。」進行頻譜偵測時若使用時間越長，判斷頻帶是否閒置的準確性會越高，然而會耗費大量的電力，如何取捨以獲得最佳通訊品質是科學家要不斷挑戰的課題。

古孟霖教授表示，面對即將進入的 5G 物聯網時代，會有更多小型的感測器用於無線裝置間的聯繫以進行環境監測，例如橋梁震動、土石流示警、空氣品質監測等。這些數據可以立即上傳至雲端分析，當發現有問題時，政府單位便能及時決策。不過這些感測器數量龐大且安裝地點多具危險性，一旦內建電池電力耗盡，將難以人工一一更換，同時維護成本也高，若以再生能源做為供電來源，應可以延長感測器的生命週期。



行動通訊的發展由早期的 2G 開始，經歷 3G，迅速發展到目前的 4G 時代。（圖片來源：種子發）

然而以綠能做為供電電源，頻譜偵測和資料傳輸間的取舍會非常棘手，因為目前科學家仍無法精確地預知氣候資訊。以太陽能為例，這一刻雖然陽光普照，但下一刻可能就烏雲密布，因此獲得的能量變異性甚大。另一方面，通道品質的好壞也是問題，通道狀態若不佳，傳輸不但消耗電池電力，效益也差，即使下一刻通道品質變好，但電力仍未累積足夠的程度也無法傳輸，整體的通訊品質便會下降。

為了解決上述問題，古孟霖教授以「馬可夫決策過程」、「部分觀察馬可夫決策過程」、「增強式學習」等理論為基礎，找出在能量採集、通道及電池狀態會隨著時間變動的各種情況下，期能獲得最佳通訊傳輸效率的決策。以太陽能來說，晴天、陰天、雨天能獲取的太陽能不同，而每個時刻天氣狀況、電池電量，通道狀態等也有好壞之別，需要綜合 3 種狀態來決定是否要傳送資料，以及需要多少電力來偵測頻譜使用情況與資料傳輸。

古教授表示進行馬可夫決策需要知道狀態轉變的機率，依經驗，過去的研究大多假設天氣轉變機率相同或固定，他卻採用真正的太陽能數據，建構天氣與太陽能轉換效率模型，讓模擬結果可以更貼近真實狀況。那麼要如何知道真實的天氣轉變機率？增強式學習提供了解答。

古孟霖教授說：「雖然不知道轉變機率，但透過不斷地量測、記錄過去的天氣狀態，當累積足夠的數據後，便能找到其中的規律，進而獲得最佳的通訊傳輸策略。」綠能通訊是一個新興的領域，研究步調相當快速，古孟霖教授期望未來通訊系統的傳輸可以運用再生能源，達成真正永不間斷的「無限」通訊。

葉嬋嬋
本刊特約文字編輯
