

知識天地

登山必備良藥－登山客的黑盒子

陳伶志副研究員、黃有德研究助理(資訊科學研究所)

臺灣雖然四面環海，但卻是全球高山分佈密度最高的島嶼之一，這也使得登山成為國人熱門的休閒活動；然而，由於臺灣山區氣象多變，加上地勢複雜，登山意外時有所聞，如何保障登山客的生命財產安全，已成為當前社會重要的討論議題。根據內政部消防署所公告的一項委託研究報告指出，登山意外可以區分為十種類型，其中迷途佔全部山難發生事件的34%、墜崖佔32%，其中又以迷途事件發生在積雪時期，其死亡比例竟高達86%，由此可知當類似事件不幸發生之時，如何能在黃金救援時間內，迅速界定山難發生的地點，並成功營救受困的山友，已成為一項十分重要，且性命相關的課題。

傳統山難搜救的問題

根據山難救援專家的經驗，當登山客發生迷途或墜崖狀況時，山難救援的標準三步驟如下：

- (1) 聯絡家人，瞭解待援者的個性；
- (2) 聯絡領隊，瞭解山難發生前及山難發生當日的行程；
- (3) 聯絡隊友，詢問待援者最後出現的時間及地點。

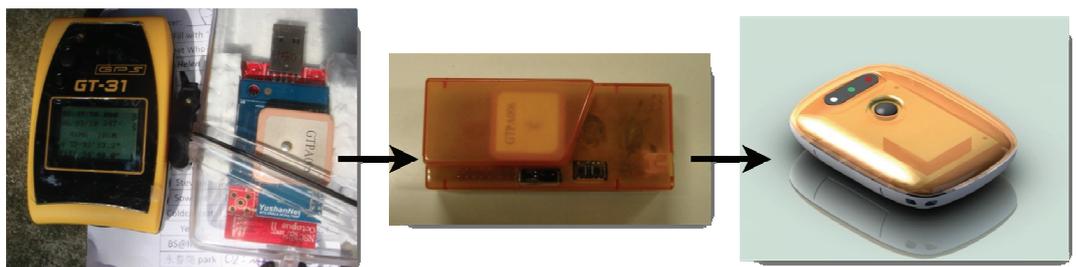
而在這三個步驟中，又以第三步驟最為重要；除了藉由詢問隊友獲知待援者最後出現的時間地點外，救援單位更會進一步尋找其他目擊者，並利用目擊者所提供的最後與待援者相遇的時間和地點，推算待援者移動的方向與可能發生山難的區域。然而，上述的聯絡過程，目前仍然是以口耳相傳，透過以人找人的傳統方式進行，不但無法在短時間內獲得待援者最後出現的時間與地點資訊，更常因為資訊的誤差，導致搜救範圍擴大，不但增加搜救上的人力物力成本，更可能因而錯失黃金救援時間的機會。

為了解決上述的問題，最簡單直覺的方法，便是設法讓每位登山客攜帶一個具備衛星定位與無線通信功能的裝置，並且建置一個讓網路訊號能覆蓋整個山區的無線網路，便能透過此系統，隨時隨地追蹤每位登山客的即時位置與移動情形；倘若發生登山意外時，亦能迅速地釐清搜救範圍，爭取救援時效。然而，此類的解決方法儘管在理論上可行，但在實務上卻是困難重重。其主要原因在於山區範圍太過廣大，且地形起伏存在極大的落差，如果要建置一個能覆蓋整個山區的無線網路系統，勢必需要佈建大量的無線網路基地台；如此一來，不但建置成本十分可觀，在往後的維運上也有許多滯礙難行之處；加以山區氣候變化萬千，對於無線網路的訊號品質存在嚴峻的挑戰，無法確保各項資料能正確的傳遞。

登山客的黑盒子

目前的航空工具已廣泛使用俗謂「黑盒子」的飛航資料記錄器(Flight Data Recorder)，用以在萬一發生空難後，得以藉由讀取黑盒子中的資料，輔助還原飛機發生空難前的各項資訊，以做為飛安調查與各項安全改進的依據。透過「黑盒子」概念的啟發，我們設計了登山客專用的黑盒子，用以記錄登山軌跡，並透過先進的無線網路技術，讓黑盒子所提供的資訊，能在山難發生後，協助救援單位大幅縮小搜救範圍，進而提高搜救待援者的成功率。

這個專為登山客設計的黑盒子中，配備有微型處理器、衛星定位接收器、低功率短距無線訊號收發器(使用 IEEE 802.15.4規格)、MicroSD記憶卡與長效鋰電池。當兩位攜帶黑盒子的登山客在山林間相遇時，兩人的黑盒子會自動記錄彼此相遇的時間、地點與彼此的黑盒子號碼，倘若時機許可，還會交換對方曾經相遇過的其他登山客的相遇時間、地點與黑盒子



圖一：黑盒子系統的演進圖。

號碼。當登山客途經我們事先架設的「黑盒子資料轉運站」時，這些儲存在黑盒子中的資料會自動上傳到轉運站，接著由轉運站透過內建的3G網路，將資料直接傳送到網際網路上的資料庫伺服器。這些「黑盒子資料轉運站」事實上就是所謂的無線網路基地台，用以連接黑盒子網路與網際網路，讓黑盒子的資料得以傳送至資料庫伺服器。然而，正如先前所云，由於山區環境限制，我們並無法廣設黑盒子資料轉運站，只能在山徑中選擇既有建物(例如涼亭)，建立可同時連接黑盒子網路與3G網路的無線網路基地台，讓登山者的資訊透過「接力傳送」的方式，藉由登山客的交會與移動，輾轉傳遞至無線網路基地台，進而上傳至網際網路中。

有了如上所述的黑盒子系統後，當山難不幸發生時，救援單位不再需要借助傳統方式，大費周章地一一訪問相關人員，只需要登錄網際網路上的資料庫伺服器，

便可以在最短的時間內，掌握待援者在登山過程中所有與其他登山客的相遇記錄；透過這些資訊，專業的搜救人員便能迅速地進行研判，並且精確界定待援者可能的失足位置與所需要的搜救範圍，大幅提高山難救援的效率。

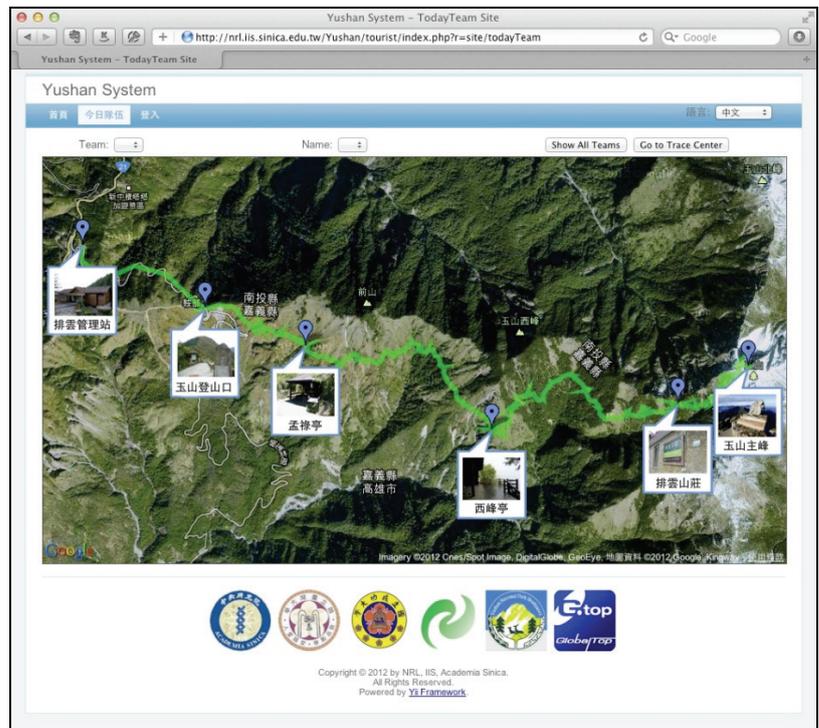
當然，為了要能讓黑盒子資訊系統通過嚴峻的山林考驗，每一個黑盒子都需要經過精心的設計與調校方能完成使命。例如，為了避免造成登山客的負擔，在目前的設計中，每一個黑盒子大約只有一個電腦滑鼠般大小，並且只有大約150克重，同時滿足防水、防摔及防震之登山需求。此外，為了滿足登山需求，這些黑盒子必須經過特別的節能設計，以期在充飽電力後，能獨立運作至少一週以上的時間。除此之外，諸如黑盒子資料轉運站的架設、無線資料傳輸的可靠度提昇以及資料庫伺服器上的各項搜尋演算法，皆必須經過特別的規劃與設計，方能讓整體系統達成方便、節能、可靠與穩定之需求，以真正嘉惠臺灣愛好山林的登山客們。

玉山網

玉山主峰海拔3952公尺，不但是臺灣最高的山岳，更是東亞第一高峰。我們自2008年開始，便與玉山國家公園管理處進行長期密切的合作，佈建名為「玉山網」(原名為「山文誌」)的黑盒子登山資訊系統。我們選擇熱門的玉山主峰步道為示範標的，在沿線的排雲管理站、孟祿亭、西峰亭(白木林涼亭)以及排雲山莊架設利用太陽能供電的無線網路基地台，每個基地台除了配備「黑盒子資料轉運站」必須的3G網路與黑盒子專屬的短距離無線網路收發器外，同時額外配備微型氣象站(含溫度計、濕度計、雨量計、風速計及風向計)與紅外線攝影機，用以收集高山天氣資料，以及山林間偶然邂逅的野生動物影像；同時，我們經過長期的研發，並且參考登山客的實際需求，也將黑盒子的設計，除了功能上的提升外，盡力兼顧耐用與美觀大方。圖一為黑盒子設計的演進圖，圖二為目前無線網路基地台的安裝位置圖。

除了提供登山客更安全的登山守護外，為了增進民眾參與及促進創新登山服務，我們也和玉山國家公園管理處進一步合作架設「玉山網平台」(YushanNet: <http://YushanNet.org/>)，利用簡單的介面，讓民眾可以隨時查詢每個基地台所在地的即時氣候狀況(包括溫度、濕度、雨量、風速與風向等)，做為登山活動前準備各項裝備的參考；除此之外，利用Google Maps的視覺化呈現，此系統可以查詢登山客在山林間最近一次與其他登山客相遇的位置；另外，此系統更結合智慧型行動通訊裝置，讓登山客的親朋好友在經過授權的前提下，能查詢其最新的出沒位置，以增進登山資訊的透明與確保登山安全。

未來展望



圖二：玉山主峰線登山路線圖。於排雲管理站、孟祿亭、西峰亭與排雲山莊架設基地台，其中孟祿亭與峰亭的基地台是由太陽能供電。

目前「玉山網」已完成初步的建置成果，我們期許在不久的未來，除了持續增進系統的穩定性，更能將此系統與現有玉山國家公園的入山入園管理進行整理，並逐步將此系統轉型成常規化的登山服務系統。我們更期待透過目前玉山主峰步道的示範佈建，能達到拋磚引玉的效果，將此系統逐步推廣至其他山林步道，以達到守護愛護臺灣山林的登山客的原始初衷。除此之外，我們也期待透過此項系統的研究，能發展創新的無線網路服務，利用最少的建置成本，嘉惠關懷失智老人、保護學童安全、追蹤野生動物等跨領域的社群，讓先進的無線網路科技，不僅在學理上不斷創新突破，更能真正走入社會，服務人群，創造更多的價值。