

單站地震預警系統：Palert + i-touch

三聯科技股份有限公司 陳彥俊

一、前言

EEWS是藉由網路連線功能，將設置在不同地點的Palert地震P波感測儀連結起來，分享不同Palert所偵測到的P波所帶來的訊息，以便做震央之外地區的地震預警功能。那針對震央所在地，是否便沒有預警的時間與機會？依據中央氣象局自1995年起所陸續架設的強震觀測站，目前所公佈的預警網只限距震央70公里外的地區才有預警的效益（註1），原因在於地震發生時，中央氣象局需花費近20秒的時間匯診各地強震觀測站所收級的資料，計算出震央與震度，然後才發佈地震警報。台灣地區地小人稠，70公里的距離也許已橫跨多個鄉鎮市，所以預警距離顯得不足夠。Palert可以解決這個問題，並對於近震央附近的地點做出不同程度的預警，這是Palert的特性，也是「現地預警」的特殊功能。

二、設備裝置與其規格

針對單站地震預警系統，三聯科技股份有限公司特別為Palert製作了觸控式地震警報儀i-touch（圖1），作為現地預警之用。i-touch的特長與規格如下：

特長：

- ※觸控直覺式操作界面。
- ※提供兩段地震警報音響與螢幕閃爍功能。

- ※地震警報時自動切換閃爍螢幕。
- ※與Palert之通訊距離可長達1200公尺。
- ※可提供連接多台Palert之能力，可應用於多台Palert異地觸發之功能。
- ※內置電池可供電4小時

規格

- ※3.4" LED背光16灰階觸控螢幕
- ※10mm彈片式蜂鳴器
- ※電源 110 VAC
- ※電池 24V 1AH
- ※消耗功率 3W
- ※尺寸 270H * 190W * 60D
- ※重量 3.5KG

圖1 觸控式地震警報儀i-touch

Palert與i-touch透過RS-485通訊線連接，最長可達1200公尺，使用者可透過觸控式螢幕來操作與設定Palert之所有功能（與PC連線軟體之設定相同），並可儲存最多100筆地震記錄（震度、時間）；當地震發生時，可自動啟動內建之蜂鳴警報器，並依地震之大小分為二段式警報。配備內建電池可在無AC電源之情況下同時供電Palert四小時以上。

i-touch可依使用者之需求客製化為一台i-touch對三台Palert之模式，利用三取二之原理來發佈地震警報訊號，以避免因人為碰撞所造成的誤報情況產生。有了Palert搭配i-touch之組合，使用者將可充分利用到此組合的先進「現地預警」功能，以降低地震二次災害。

三、觸發原理與i-touch螢幕呈現

Palert與i-touch透過RS-485連線之後，即成為一小型「現地預警」偵測站。當地震發生時，Palert先偵測到地震P波，利用Palert本身的內部機制運算之後，如果計算出來的P波位移量達到一定的值，i-touch即會發出警報聲，同時，i-touch的螢幕會呈現閃爍狀態，以便提醒使用者地震即將來襲訊息。警報聲設定為兩段式，第一段（Watch）觸發警報之初始設定為Pd值大於0.2cm，第二段（Warning）為大於0.35cm，警報聲長度設定為30秒（圖5）。除此之外，Palert的觸發模式（圖6）尚有PGA（地表最大加速度值、Displacement位移量、STA/LTA長短週期最大加速度值平均）。

當Palert被觸發之後，i-touch的螢幕會顯示即時地震資訊，包含目前最大震度與現在震度、地表最大加速度值、垂直向位移量、地震gal值與觸發模式。同時，其觸控螢幕會由綠色轉為閃爍的橙色，提醒使用者有地震將來襲（圖2）。

圖2 即時地震資訊

i-touch可記錄100筆地震資訊（圖3），內容包含時間、gal值、最大震度。當地震記錄超過100筆時，最新一筆資訊會覆蓋過最早的一筆資訊。另外如果遭遇斷電情形而內建電池電量耗盡，內部記錄便會歸零。因此，同時搭配PC連線軟體使用是最佳模式。

圖3 地震記錄查詢功能

Palert因為一台精密儀器，因此內部參數設定都經過國立台灣大學吳逸民教授與三聯科技仔細計算，因此不建議使用者在參數上作任意的調整。為避免使用者誤觸參數設定，我們建立了一個登錄頁面，需要密碼才能進入做參數修改（圖4）。

圖4 參數修改登錄頁面

參數設定首頁顯示Pd（P波位移量）、PGA（地表最大加速度值）、Displacement（位移量）與Duration（兩段式警報聲響長度）初始參數值，下方顯示韌體版本與Palert的軟體序號，韌體可透過FTP來更新，i-touch並不提供韌體更新功能。參數值修完成需點選右方【Write】完成修改，點選【LOG OFF】登出（圖5）。



圖5 參數修改頁面-1

第二頁為觸發模式選擇。Palert觸發模式如前述所提，共分為四種：Pd（P波位移，吳逸民教授研發之機制）、PGA（地表最大加速度值）、Displacement（位移量）、STA/LTA（長短週期最大加速度值平均）。勾選10Hz LPF會將非地震之高頻訊號濾除，避免錯誤警報發生（圖6）。



圖6 參數修改頁面-2

第三頁為行為與連線模式設定（圖7）。本頁面包含：GBT enable（震度計算模式）、Gas enable（瓦斯閥控制模式）、Vector based intensity（三軸向量合震度階模式）、Server 0 connection enable（伺服器0連線）、Server 1 connection enable（伺服器1連線）、NTP enable（網路校時啟動）。



圖7 參數修改頁面-3

第四頁與第五頁為IP位址的設定（圖8&9）。為了建立與電腦和網路的連線，Palert需求一組可連上網際網路的固定IP位址，提供給Palert獨立使用，全時傳輸數據回伺服器主機，提供EEWS預警功用以及研究使用。Server 0與Server 1以及NTP校時網站的IP為出廠時預設，如需做個人化調整，可在此做更改。



圖8&9 參數修改頁面-4&5

第六頁為時區設定，使用者依照Palert所設置的區域來修改時區。STA與LTA的設定為每0.1秒為單位，初始設定為STA（短週期加速度平均值）為每2秒，LTA（長週期加速度平均值）為每80秒，觸發門檻設定為3，超過Palert即會被觸發。（圖10）



圖10 參數修改頁面-6

第七頁與第八頁為不同的時間與參數設定，包含：Seismic Alarm Time（地震警報時間）、Offset Records、DO 0 Trig gal（DO 0輸出觸發加速度值）、DO 1 Trig gal（DO 1輸出觸發加速度值）。Palert提供兩組DO輸出功能，使用者可依不同需求連接應用，例如連接瓦斯遮斷器，在偵測到P波之後，計算出後續S波如有危害，則立即啟動避免二次災害；也可連接至電梯系統，在地震破壞性震波到達前即可讓電梯停止在最近的樓層，將內部人員疏散，以免造成人員的傷亡。最後是時間設定，如果Palert未能接上網路，NTP網路校時功能則無法使用，此時則利用i-touch將Palert設定時間，達到確實記錄地震活動的目的。（圖11&12）

圖11&12 參數修改頁面-7&8

四、現地預警的效益與實例

我們都知道，地震預警的目的是要使民眾提早做好應變措施，工廠與商家提早讓機台停工，以免機器傷人或有毒物質外洩，造成更嚴重的二次災害。不過地震預警功能在距離震央越遠的地方越能發揮作用，但是距震央越遠，所承受地震的災害就越少，如此說來地震預警必須要在震央附近才是效用最佳化的展現。可惜的是距震央越近，震度就越大，反應時間就越少，但少少的時間，往往可以讓我們躲避更嚴重的二次災害。以震央方圓70平方公里的地區來說，架設了單站預警系統之後，可以有0-5秒左右的應變時間（註2），民眾可以利用這一些時間，加上平時以養成的正確與迅速的防災觀念，快速地找到最佳避難地點，而Palert所連接出來的機器，也可以馬上停機，這時，幾秒鐘的時間就可以決定是否會有更嚴重的二次災害產生。

今年（民國100）年3月20日與3月30日分別在台東外海與花蓮陸地發生的芮氏規模5.9（圖13）與4.7（圖14）的地震。三聯科技與台灣大學吳逸民教授EEWS研究團隊於3月初時於高雄市美濃區、茂林區、六龜區、桃源區、甲仙區、杉林區、以及88風災受創嚴重的那瑪夏區先行裝設了13站的單站預警系統、並且透過網路連線為日後的EEWS做準備；另外於3月底起、更在花蓮地區裝設35站的單站預警系統，兩邊均在地震當時確實記錄到了精確的地震記錄。

單站地震預警系統：Palert + i-touch

三聯科技股份有限公司 陳彥俊

一、前言

EEWS是藉由網路連線功能，將設置在不同地點的Palert地震P波感測儀連結起來，分享不同Palert所偵測到的P波所帶來的訊息，以便做震央之外地區的地震預警功能。那針對震央所在地，是否便沒有預警的時間與機會？依據中央氣象局自1995年起所陸續架設的強震觀測站，目前所公佈的預警網只限距震央70公里外的地區才有預警的效益（註1），原因在於地震發生時，中央氣象局需花費近20秒的時間匯診各地強震觀測站所收級的資料，計算出震央與震度，然後才發佈地震警報。台灣地區地小人稠，70公里的距離也許已橫跨多個鄉鎮市，所以預警距離顯得不足夠。Palert可以解決這個問題，並對於近震央附近的地點做出不同程度的預警，這是Palert的特性，也是「現地預警」的特殊功能。

二、設備裝置與其規格

針對單站地震預警系統，三聯科技股份有限公司特別為Palert製作了觸控式地震警報儀i-touch（圖1），作為現地預警之用。i-touch的特長與規格如下：

特長：

- ※觸控直覺式操作界面。
- ※提供兩段地震警報音響與螢幕閃爍功能。

- ※地震警報時自動切換閃爍螢幕。
- ※與Palert之通訊距離可長達1200公尺。
- ※可提供連接多台Palert之能力，可應用於多台Palert異地觸發之功能。
- ※內置電池可供電4小時

規格

- ※3.4" LED背光16灰階觸控螢幕
- ※10mm彈片式蜂鳴器
- ※電源 110 VAC
- ※電池 24V 1AH
- ※消耗功率 3W
- ※尺寸 270H * 190W * 60D
- ※重量 3.5KG

圖1 觸控式地震警報儀i-touch

Palert與i-touch透過RS-485通訊線連接，最長可達1200公尺，使用者可透過觸控式螢幕來操作與設定Palert之所有功能（與PC連線軟體之設定相同），並可儲存最多100筆地震記錄（震度、時間）；當地震發生時，可自動啟動內建之蜂鳴警報器，並依地震之大小分為二段式警報。配備內建電池可在無AC電源之情況下同時供電Palert四小時以上。

i-touch可依使用者之需求客製化為一台i-touch對三台Palert之模式，利用三取二之原理來發佈地震警報訊號，以避免因人為碰撞所造成的誤報情況產生。有了Palert搭配i-touch之組合，使用者將可充分利用到此組合的先進「現地預警」功能，以降低地震二次災害。

三、觸發原理與i-touch螢幕呈現

Palert與i-touch透過RS-485連線之後，即成為一小型「現地預警」偵測站。當地震發生時，Palert先偵測到地震P波，利用Palert本身的內部機制運算之後，如果計算出來的P波位移量達到一定的值，i-touch即會發出警報聲，同時，i-touch的螢幕會呈現閃爍狀態，以便提醒使用者地震即將來襲訊息。警報聲設定為兩段式，第一段（Watch）觸發警報之初始設定為Pd值大於0.2cm，第二段（Warning）為大於0.35cm，警報聲長度設定為30秒（圖5）。除此之外，Palert的觸發模式（圖6）尚有PGA（地表最大加速度值、Displacement位移量、STA/LTA長短週期最大加速度值平均）。

當Palert被觸發之後，i-touch的螢幕會顯示即時地震資訊，包含目前最大震度與現在震度、地表最大加速度值、垂直向位移量、地震gal值與觸發模式。同時，其觸控螢幕會由綠色轉為閃爍的橙色，提醒使用者有地震將來襲（圖2）。

圖2 即時地震資訊

i-touch可記錄100筆地震資訊（圖3），內容包含時間、gal值、最大震度。當地震記錄超過100筆時，最新一筆資訊會覆蓋過最早的一筆資訊。另外如果遭遇斷電情形而內建電池電量耗盡，內部記錄便會歸零。因此，同時搭配PC連線軟體使用是最佳模式。

圖3 地震記錄查詢功能

Palert因為一台精密儀器，因此內部參數設定都經過國立台灣大學吳逸民教授與三聯科技仔細計算，因此不建議使用者在參數上作任意的調整。為避免使用者誤觸參數設定，我們建立了一個登錄頁面，需要密碼才能進入做參數修改（圖4）。

圖4 參數修改登錄頁面

參數設定首頁顯示Pd（P波位移量）、PGA（地表最大加速度值）、Displacement（位移量）與Duration（兩段式警報聲響長度）初始參數值，下方顯示韌體版本與Palert的軟體序號，韌體可透過FTP來更新，i-touch並不提供韌體更新功能。參數值修完成需點選右方【Write】完成修改，點選【LOG OFF】登出（圖5）。



圖5 參數修改頁面-1

第二頁為觸發模式選擇。Palert觸發模式如前述所提，共分為四種：Pd（P波位移，吳逸民教授研發之機制）、PGA（地表最大加速度值）、Displacement（位移量）、STA/LTA（長短週期最大加速度值平均）。勾選10Hz LPF會將非地震之高頻訊號濾除，避免錯誤警報發生（圖6）。



圖6 參數修改頁面-2

第三頁為行為與連線模式設定（圖7）。本頁面包含：GBT enable（震度計算模式）、Gas enable（瓦斯閥控制模式）、Vector based intensity（三軸向量合震度階模式）、Server 0 connection enable（伺服器0連線）、Server 1 connection enable（伺服器1連線）、NTP enable（網路校時啟動）。



圖7 參數修改頁面-3

第四頁與第五頁為IP位址的設定（圖8&9）。為了建立與電腦和網路的連線，Palert需求一組可連上網際網路的固定IP位址，提供給Palert獨立使用，全時傳輸數據回伺服器主機，提供EEWS預警功用以及研究使用。Server 0與Server 1以及NTP校時網站的IP為出廠時預設，如需做個人化調整，可在此做更改。



圖8&9 參數修改頁面-4&5

第六頁為時區設定，使用者依照Palert所設置的區域來修改時區。STA與LTA的設定為每0.1秒為單位，初始設定為STA（短週期加速度平均值）為每2秒，LTA（長週期加速度平均值）為每80秒，觸發門檻設定為3，超過Palert即會被觸發。（圖10）



圖10 參數修改頁面-6

第七頁與第八頁為不同的時間與參數設定，包含：Seismic Alarm Time（地震警報時間）、Offset Records、DO 0 Trig gal（DO 0輸出觸發加速度值）、DO 1 Trig gal（DO 1輸出觸發加速度值）。Palert提供兩組DO輸出功能，使用者可依不同需求連接應用，例如連接瓦斯遮斷器，在偵測到P波之後，計算出後續S波如有危害，則立即啟動避免二次災害；也可連接至電梯系統，在地震破壞性震波到達前即可讓電梯停止在最近的樓層，將內部人員疏散，以免造成人員的傷亡。最後是時間設定，如果Palert未能接上網路，NTP網路校時功能則無法使用，此時則利用i-touch將Palert設定時間，達到確實記錄地震活動的目的。（圖11&12）

圖11&12 參數修改頁面-7&8

四、現地預警的效益與實例

我們都知道，地震預警的目的是要使民眾提早做好應變措施，工廠與商家提早讓機台停工，以免機器傷人或有毒物質外洩，造成更嚴重的二次災害。不過地震預警功能在距離震央越遠的地方越能發揮作用，但是距震央越遠，所承受地震的災害就越少，如此說來地震預警必須要在震央附近才是效用最佳化的展現。可惜的是距震央越近，震度就越大，反應時間就越少，但少少的時間，往往可以讓我們躲避更嚴重的二次災害。以震央方圓70平方公里的地區來說，架設了單站預警系統之後，可以有0-5秒左右的應變時間（註2），民眾可以利用這一些時間，加上平時以養成的正確與迅速的防災觀念，快速地找到最佳避難地點，而Palert所連接出來的機器，也可以馬上停機，這時，幾秒鐘的時間就可以決定是否會有更嚴重的二次災害產生。

今年（民國100）年3月20日與3月30日分別在台東外海與花蓮陸地發生的芮氏規模5.9（圖13）與4.7（圖14）的地震。三聯科技與台灣大學吳逸民教授EEWS研究團隊於3月初時於高雄市美濃區、茂林區、六龜區、桃源區、甲仙區、杉林區、以及88風災受創嚴重的那瑪夏區先行裝設了13站的單站預警系統、並且透過網路連線為日後的EEWS做準備；另外於3月底起、更在花蓮地區裝設35站的單站預警系統，兩邊均在地震當時確實記錄到了精確的地震記錄。



圖13 3月20日台東地震記錄：Palert（上，高雄六龜國小）與中央氣象局（下）的記錄

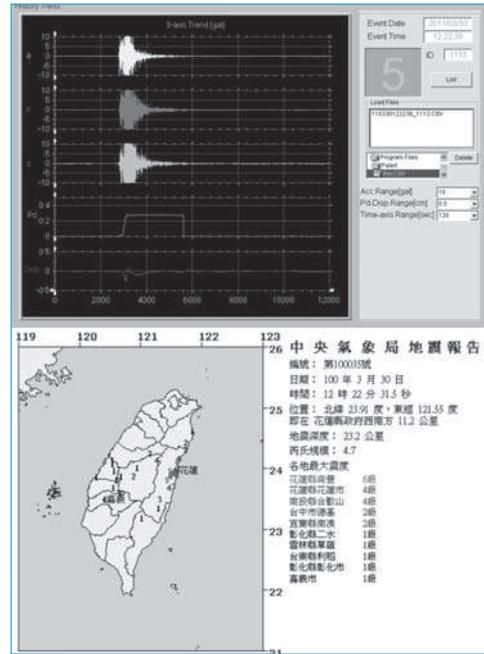


圖14 3月30日花蓮地震記錄：Palert（上花蓮溪口國小）與中央氣象局（下）的記錄

五、結論

在歷經全球強震最多的一年之後，民眾與政府對於地震預警的關注已日益提升。預防與減少地震帶來的傷害，除了需要佈設地震預警的系統之外，普羅大眾對於地震的防災與應變的觀念也應該同時加強。日本在這次的芮氏規模9的強震之中，利用2006年啟用的地震預警系統，加上人民早已熟悉的地震應變機制，因此在本次的災難中，日本民眾冷靜以對的態度，幾乎獲得國際上一致的肯定，認為若不是預警系統發揮作用，以及防震教育紮實，生命及財產的損失會更加嚴重。

三聯科技此次有機會與行政院國家科學委員會與吳逸民博士共同執行台灣的EEWS地震預警系統網與單站地震預警系統的建制，許多同仁都齊心戮力，以期發揮Palert與i-touch能夠

帶給國人在防震應變與防災知識的教育上的優點，遠離因地震所帶來的生命與財產的損失以及巨大的二次災害。

註1.依中央氣象局所公佈目前的地震定位時間約需20-30秒鐘，因此計算P波的傳遞速度之後，距震央方圓70公里內的區域無法接收地震預警。參考網站：http://www.cwb.gov.tw/V6/hottopic/earthquake_alert.pdf; www.cwb.gov.tw「地震測報」中「地震百問」第84問至87問。

註2.以P波一秒鐘傳遞速度約7公里，S波一秒鐘傳遞速度約4公里來計算，加上Palert內部P波三秒鐘計算機制，震央方圓70公里內的區域約有至多5秒的預警時間。