

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別: 實習)

赴美實習

即時天氣資料整合與預報系統合作發展與 技術轉移 低階預報顯示工作站發展報告

服務機關: 交通部中央氣象局

出國人職稱: 約聘助理系統工程師

姓名: 顏家裕

出國地區: 美國

出國期間: 八十九年七月一日至

八十九年十二月十五日

報告日期: 九十年三月五日

行政院及所屬各機關出國報告提要

系統識別號：C08907936

出國報告名稱：赴美實習即時天氣資料整合與預報系統合作發展與技術轉移
低階預報顯示工作站發展報告

頁數 18 含附件： 是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

交通部中央氣象局/趙如倩/2349-1012

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

顏家裕/交通部中央氣象局/氣象資訊中心/約聘助理系統工程師/2349-1267

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：民國八十九年 七月 一日 至 出國地區：美國
民國八十九年十二月十五日

報告日期：民國九十年三月五日

分類號/目：H8/氣象 I8/資訊科學

關鍵詞：低階預報顯示工作站、FX-Net

內容摘要：(二百至三百字)

FX-Net (FSL X based forecaster workstation Net Version) 系統為美國國家海洋暨大氣總署預報系統實驗室 (NOAA/FSL) 國際組 (International Division) 所發展之低階預報顯示工作站軟體。

其目的是開發一個以網路為基礎的預報顯示工作站。此系統被設計成一個較便宜而且簡單的預報工作站系統，主要應用在不需要完整的 AWIPS 顯示工作站系統功能的一般用途上，如訓練、教育或研究之需求。

本報告的重點在於說明 FX-Net 系統的目標、功能、使用技術、發展與運作環境、本土化之策略與步驟，以及系統之未來發展方向。

摘要

FX-Net (FSL X based forecaster workstation Net Version) 系統為美國國家海洋暨大氣總署預報系統實驗室 (NOAA/FSL) 國際組 (International Division) 所發展之低階預報顯示工作站軟體。

其目的是開發一個以網路為基礎的預報顯示工作站。此系統被設計成一個較便宜而且簡單的預報工作站系統，主要應用在不需要完整的 AWIPS 顯示工作站系統功能的一般用途上，如訓練、教育或研究之需求。

本篇報告的重點在於說明 FX-Net 系統的目標、功能、使用技術、發展與運作環境、本土化之策略與步驟，以及系統之未來發展方向。

目次

壹、赴美實習目的與過程.....	1
一、目的.....	1
二、過程.....	1
貳、系統內容概述.....	3
一、FX-Net 系統的軟硬體發展與作業環境需求.....	3
(一) 伺服器端.....	3
(二) 客戶端.....	3
二、系統軟硬體架構.....	4
(一) 基本硬體設備架構.....	4
(二) 伺服器端軟體架構.....	5
(三) 客戶端軟體架構.....	7
三、系統安裝與執行.....	9
(一) 伺服器端.....	9
(二) 客戶端.....	10
參、本土化工作成果.....	12
肆、心得與建議.....	15
伍、參考文獻.....	16
附錄.....	17

壹、赴美實習目的與過程

一、目的

中央氣象局目前使用之天氣整合與即時預報系統，乃是由美國國家海洋暨大氣總署下的預報系統實驗室（NOAA/FSL）所開發之 AWIPS 顯示工作站系統經本土化而來，其顯示工作站使用 HP 電腦，雖然此電腦的計算效能強大，能滿足天氣預報作業的即時性與專業資訊顯示需求，但是對於一般研究發展或教學需求使用者而言，其購置成本太高，以致於無法廣泛地被使用。有鑑於此，美方另外開發了較適用於一般使用者的低階版本工作站軟體 FX-Net (FSL X based forecaster workstation Net Version)。

FX-Net 專案的目的是開發一個以網路為基礎的預報顯示工作站，為一個較便宜而且簡單的預報工作站系統，主要應用在不需要完整的 AWIPS 系統功能的一般用途上，如訓練、教育或研究之需求。雖然設計的主要運作環境是廣域網路，但是它一樣可以適用於區域網路或是撥接連線。FX-Net 客戶端的使用者介面與 AWIPS 顯示工作站相似，但是為了使系統可以在網際網路上快速的傳輸資料，並且可以使用較便宜的作業平台，FX-Net 系統降低了它的影像解析度，並且使用 Java 程式語言開發整個應用軟體，這種特性使它可以被廣泛的使用在眾多可支援 Java 的設備環境中。

職此次奉派赴美之目的即是學習與此系統相關之所有軟硬體架構與系統功能，期能引進此系統，並加以本土化，以供國內各相關作業與研發單位使用。

二、過程

職於民國八十九年七月一日前往美國，於抵達後參加 FX-Net 專案小組之工作，此小組隸屬於美國國家海洋暨大氣總署轄下的預報系統實驗室的國際組 (International Division)。其成員有：Renate Brummer, FX-Net 專案之專案經理；

Sean Madine，負責 FX-Net 系統伺服器端之程式開發與維護； Evan Polster、Ravi Bansal，負責 FX-Net 系統客戶端程式開發與維護，其中以 Evan 為主導； Ning Wang，負責伺服器端與客戶端與 wavelet 壓縮相關之壓縮與解碼程式，以及客戶端程式與圖形顯示有關之部分，如 GIF 檔案格式之解碼程式等。

此次赴美期間主要工作過程分為三部分：(一)七月初至八月中旬，主要目標為瞭解客戶端程式如何與伺服器端溝通之架構以及如何本土化，因此一開始先由美方客戶端程式負責人 Evan 講解程式之主要流程與架構，之後由職依設定之方向研讀與測試此部份之程式，並於八月中旬達成預定之目標。(二)八月中旬至十一月中旬，此時主要目標為瞭解伺服器端之程式，因為本局截至目前為止尚無人員接觸過此部分，因此職花費了較多的時間在此。FX-Net 伺服器端程式大量使用 AWIPS 系統之既有元件(class)，職原本希望只要瞭解此部分如何使用即可，如此可將大部分時間用於瞭解 FX-Net 系統本體，但是實際執行後發現如此將使職對於此系統之瞭解無法連貫，因此改為先從 FX-Net 系統使用到 AWIPS 系統元件：IPC(瞭解其架構及如何運作)、IGC(瞭解如何操作 IGC 以取得資訊)及 notification server(瞭解如何向 notification server 註冊、notification server 如何將訊息傳送給已註冊者之程序)進行瞭解。經此步驟之後，對於 FX-Net 系統本體部分的瞭解即可順利進行。(三)十一月中旬至十二月中旬，此階段主要在於整合伺服器端與客戶端 除了瞭解國際組協助美國大學本土化時所曾經遭遇的問題之外，也試著對系統作本局的本土化修改，期能預先發現問題，以提早修改程式或尋求對策。

職於十二月中旬離開美國，攜帶經過修正後之最新版本程式返國，以便與本局之 AWIPS 系統結合，進行實際之本土化作業。

貳、系統內容概述

本章敘述有關於 FX-Net 系統的軟體與硬體需求、系統架構及安裝與執行。

一、FX-Net 系統的軟硬體發展與作業環境需求

FX-Net 系統主要分成伺服器端與客戶端：

(一) 伺服器端

FX-Net 伺服器端為 AWIPS 系統之客戶端，因此作業環境與發展環境皆與 AWIPS 系統息息相關。

1. 系統作業環境

HP 之 UNIX 作業系統或 LINUX 作業系統皆可，取決於 AWIPS 系統。

2. 系統發展環境

AWIPS 系統：必須為 AWIPS 4.3 版本以上。

C++ 編輯器：可使用 HP UNIX (AWIPS 4.3)或是 GNU 的 C++ compiler(使用在 AWIPS 5.0 或更新版本)。

(二) 客戶端

FX-Net 客戶端負責使用者之操作介面以及與 FX-Net 伺服器端溝通

1. 系統作業環境

FX-Net Client 端為跨平台系統，因此可在任何平台執行。不過建議為 WINDOWS NT 4.0 或以上之版本。記憶體 64 MB 即可，建議為 128MB 以上。中央處理器為 Pentium 等級 100MHz 以上即可運作，建議為 Pentium Pro 等級 200 MHz 以上。

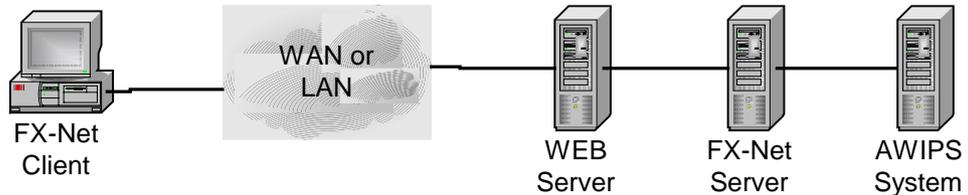
2. 系統發展環境

Java 程式語言：FX-Net 客戶端之開發工具(JDK)以及作業環境(JRE)，需為 1.2.2 以上之版本。

二、系統軟硬體架構

(一) 基本硬體設備架構

FX-Net 系統之硬體架構，如圖一，主要由四個部分所組成：



圖一 FX-Net系統基本硬體設備架構

1. FX-Net 客戶端：負責所有 FX-Net 系統與使用者介面相關之所有作業。
2. Web 伺服器：FX-Net 系統客戶端與伺服器端利用 HTTP 通訊協定溝通，而此 Web 伺服器為其中介。
3. FX-Net 伺服器端，其功能有二：
 - (1) 負責接收並回應客戶端之需求。
 - (2) 負責與後端 AWIPS 系統之 data server 溝通。
4. AWIPS 系統：FX-Net 系統主要利用其 data server，以取得氣象產品資訊，並利用 notification server，以得知是否有新的氣象產品需預先由 data server 取出，經過壓縮後置於 Web 伺服器供客戶端取用。

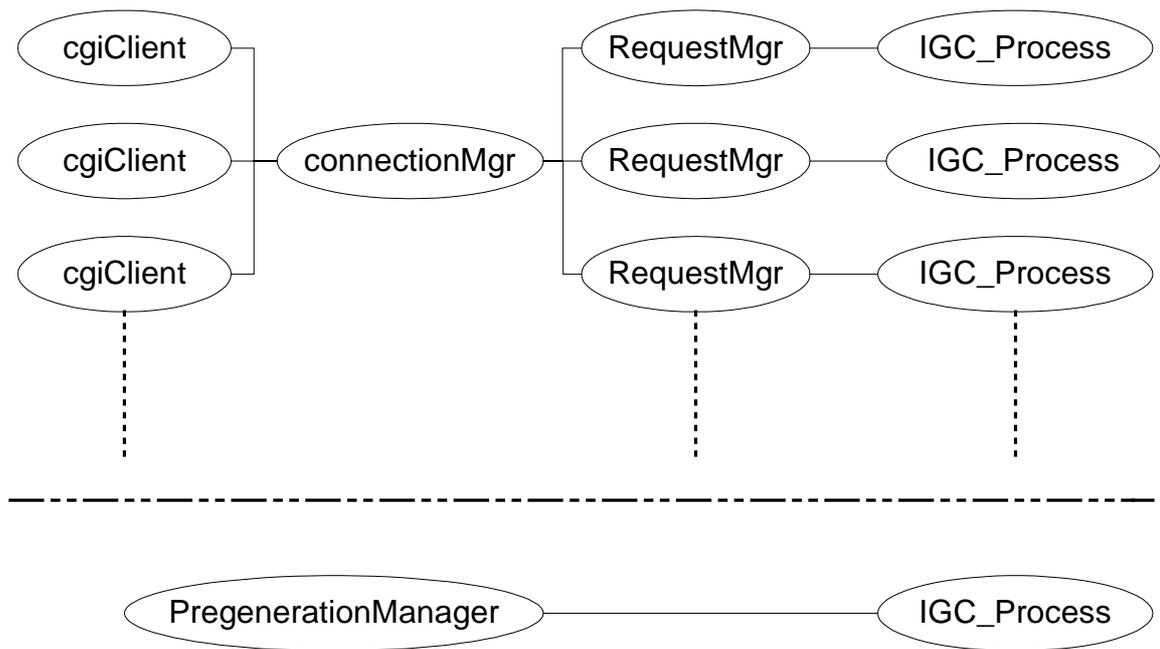
為了使產品資料可以在有限頻寬的廣域網路上使用，FSL 應用了 wavelet 的壓縮技術。使具有大量資料之產品，如衛星資料，得以在檔案大小與顯示品質間求得平衡。

Wavelet 編碼並不會保留所有的原始資料，而是選擇性的保留了必要的部分，以便經由數學公式推算出其原始資料，可能不是非常完整，但是可以非常接近原始資料(詳見附錄一)。至於影像中什麼要保留，

什麼要捨棄，端看能量(entropy)的大小儲存。以較少的資料代替原來的資料，達到壓縮資料的目的，這種經由取捨資料而達到壓縮目的的做法，是近代數位影像編碼技術的一項突破。

(二) 伺服器端軟體架構

FX-Net 系統之伺服器端並非一單一執行檔程式，而是由多個執行檔所組成。在考慮到需與 AWIPS 系統溝通的情形下，其開發程式與 AWIPS 系統相同，為 C++。因此 FX-Net 系統之伺服器端得以大量重複使用 AWIPS 系統已建構好之類別(class)，並且利用 AWIPS 系統之 IPC 架構作為二個不同程序間溝通之管道。其主要架構如下圖：



圖二 FX-Net伺服器端軟體架構

1. cgiClient

一個獨立作業的程序，任何一個客戶端的需求皆會產生一個新的程序。其功用為：

- (1) 接收客戶端程式之需求，其格式為字串，而其資訊包含需求種類、depict key、primary depict key、scale、load mode、number frames 及 frame mask。將此資訊依其不同之需求種類轉換成不同之需求訊息物件，並將此物件傳送給 connectionMgr。
- (2) 為接收 RequestMgr 回饋之訊息，並將此訊息透過 Web Server 傳送至 FX-Net 客戶端。

2. connectionMgr

一個獨立作業的程序。此程序為 RequestMgr 之管理員，負責記錄各個 RequestMgr 之現在使用狀況。當 connectionMgr 接收到由 cgiClient 所傳送之需求訊息物件，此程序即判斷所有管理中的 RequestMgr 是否正在作業中，如果其中有任一個正在等待中，則將此需求送交此 RequestMgr 程序執行，並將其狀態設為忙碌中。

3. RequestMgr

一個獨立作業的程序，其個數可由 FX-Net 系統管理員依據伺服器之硬體資源(如記憶體大小)決定。其作用為：

- (1) 接收由 connectionMgr 所傳遞之需求訊息物件，依不同之需求種類，可直接處理，或藉由 IGC 物件操作 IGC_Process 程序以取得所需求產品之訊息或檔案。
- (2) 將 IGC 物件回傳之結果轉成回應物件(response object)，並將此物件送回 cgiClient 程序處理。

4. PregenerationManager

一獨立運作之程序，且與上述各程序毫無關聯。其主要目的為預先產生氣象產品之檔案，以供客戶端使用。

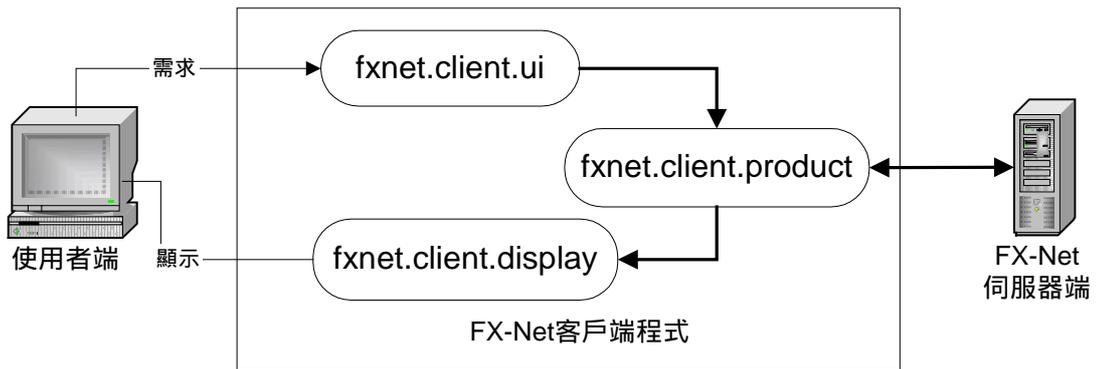
部分氣象產品，如衛星資料，其檔案大小動輒數十甚至上百百萬位元組(Mega Byte)，如此大的資料量使得檔案的壓縮變得十分浪費時間。如果在客戶端提出需求時才做此一動作，則客戶端的回應時間將會長至無法忍受。因此定義一些需事先產生之氣象產品，並利用此一程序將這些產品事先讀取並壓縮(使用 wavelet 格式)放置於 Web Server 上，如此即可使客戶端之回應時間縮到最小。

5. IGC_Process

一個獨立作業程序，於 FX-Net 伺服器啟動時同時帶起，其個數與 RequestMgr (PregenerationManager) 相同(一個搭配一個 IGC_Process)。RequestMgr (PregenerationManager)會產生一個 IGC 物件，並透過此物件操作 IGC_Process，以取得最後所需之氣象產品資訊(可能同時產生氣象產品之檔案)。IPC_Process 會將此訊息回傳(此訊息依需求不同會有不同內容)給 RequestMgr(PregenerationManager)處理。

(三) 客戶端軟體架構

FX-Net 系統之客戶端開發程式為 Java。主要利用其跨平台、易於應用於網際網路以及多執行緒之特性(multithread)。其軟體架構如圖三所示，程式大致分為以下數類：



圖三 FX-Net客戶端概略圖

1. fxnet.client

客戶端之主程式所在，並記錄所有公用變數及程式之目前狀態。

2. fxnet.client.display

負責所有與顯示有關之作業，如主顯示視窗及四個副顯示視窗的管理、清除及重繪作業、主顯示視窗之縮小及放大(zoom)、主副顯示視窗之交換(swap)。

3. fxnet.client.event

包含重要自訂事件的類別(class)。

4. fxnet.client.product

包含與產品相關之部分，如需求管理(request)、與伺服器之連線與回應之處理、產品快取之管理等。

5. fxnet.client.ui

包含與使用者操作介面相關之部分，如主選單、工具列、狀態列、快捷鍵(hotkey)、選單及工具列之動作處理、色彩調整。

fxnet.client.ui.vb：所有與 volume browser 相關之類別。

6. fxnet.client.utility

fxnet.client.utility.config：讀入與分析設定檔(client.properties)。

fxnet.client.utility.diagnostic：偵測伺服器端狀態。

fxnet.client.utility.gif：GIF 檔案格式之解碼程式。

fxnet.client.utility.log：客戶端記錄檔之管理。

fxnet.client.utility.wavelet：wavelet 壓縮檔案之解碼程式。

7. 其他相關資源目錄

(1) config：儲存設定檔之目錄。

(2) data：儲存產品檔及色盤檔(color table)之快取目錄。

(3) log：儲存記錄檔之目錄，以西元年、月、日組成檔名。

(4) misclib：存放客戶端程式應用到非自行開發部分之其他程式庫。

(5) rc：

rc/product/localization name：存放各本土化設定之地圖檔。

rc/ui/localizationSets/localization name：存放各本土化設定之選單項目檔及對應之檔案。

rc/ui/localizationSets/localization name/vb：存放各本土化設定之 volume browser 相關檔案。

三、系統安裝與執行

(一) 伺服器端

1. 程式編譯與設定

(1) FX-Net 伺服器端之原始碼被置於 AWIPS 系統之目錄下。

(2) 於原始檔目錄下執行 make 程式，即可產生所有相關執行檔。

(3) 現階段 FX-Net 伺服器尚未與 AWIPS 系統完全整合，因此需修改：

fxa.config：讓整個 AWIPS 系統加入關於 FX-Net 之設定檔
fxnet.config。

ipc.config：依原先定義之標準格式加入 connectionMgr 及 RequestMgr 的資料(有多少個 RequestMgr 就要有相同個數的設定寫入)。其他程序可依據此資料利用 IPC (InterProcess Communication)之機制與其溝通。

(4) 由 AWIPS 系統取得地圖檔、主選單相關文字檔及 volumn browser 相關文字檔。

2. 程式執行

(1) 事先確定於 ipc.config 檔內所定義之 notificationServer 是否已啟動，此為充分必要條件，若未啟動則 FX-Net 伺服器將無法正常運作。

(2) 啟動 Web 伺服器。FX-Net 客戶端須經由 Web 伺服器與 FX-Net 伺服器端溝通，因此若無 Web 伺服器居中運作，即使各個程序都已啟動並運作，FX-Net 客戶端仍然無法取得任何資料。

(3) FX-Net 伺服器部分：執行 fxnetServer start (shell script)以啟動所有伺服器之相關執行檔。

(4) PregenerationManager 部分：執行 PregenerationManager。

(二) 客戶端

1. 程式編譯

- (1) 依據 FSL 提供之目錄架構，將所有原始程式放置於適當位置。
需特別注意，Java 語言之目錄架構即等同於 package 架構，
因此錯誤的目錄位置將導致 Java 編譯程式無法找到檔案。
- (2) 確定所安裝之 JDK 為 1.2.2 或以上之版本，並執行 Java 編譯器即可。

2. 程式安裝

準備工作：

- (1) 取得在 FX-Net 伺服器端預先產生之地圖檔、主選單相關文字檔及 volume browser 相關文字檔，並將檔案置於相關資源目錄。
- (2) 使用 JDK 所附之公用程式 jar，將所有編譯完成之 .class 檔案作成一個可執行之 .jar 檔(Java 程式專用，內含 Java 之 class 檔案)。
- (3) 修改 config.properties 之相關設定改為本土化後之對應值，如 Web 伺服器之名稱。
- (4) 將 FX-Net 客戶端程式由最上層目錄開始複製到其它可攜式儲存媒體。

實際安裝：

- (1) 確定欲安裝之個人電腦中是否有安裝 Java JDK 或 JRE 版本 1.2.2 或以上，若沒有需事先安裝。
- (2) 由移動式儲存媒體將 FX-Net 客戶端程式拷貝至個人電腦。
- (3) 修改 run.bat 將其中之路徑設定為實際安裝之路徑。

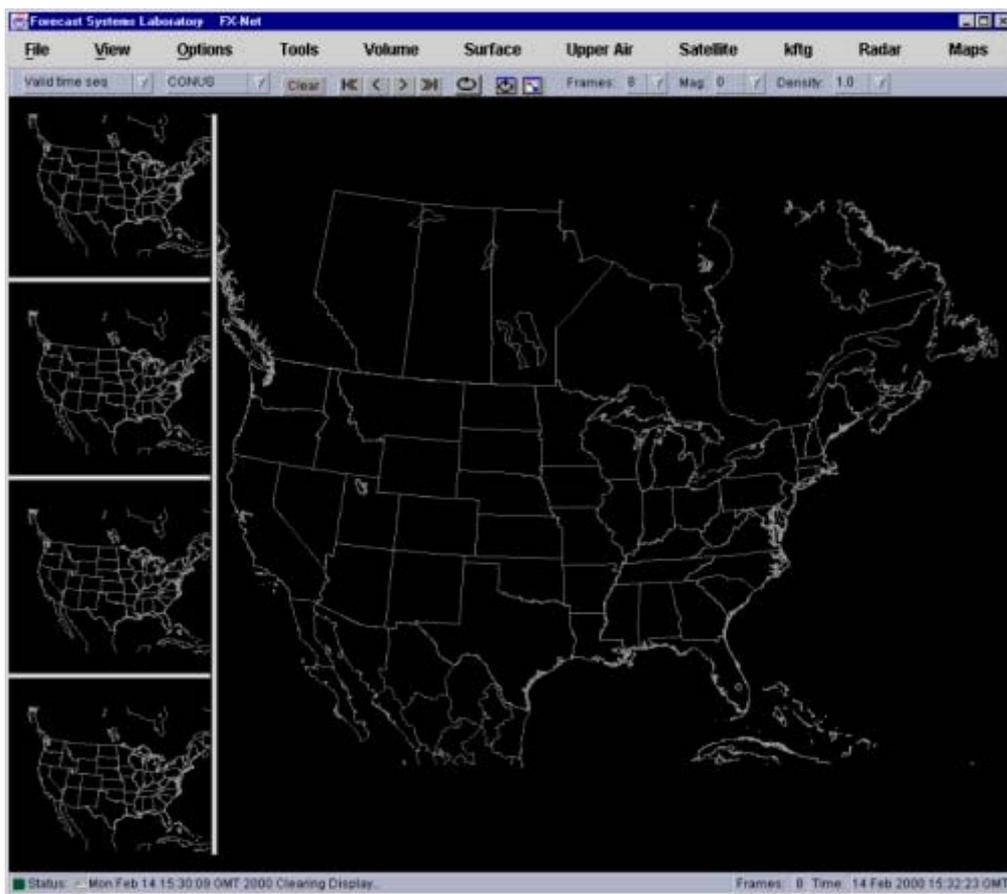
3. 程式執行

直接執行客戶端目錄下的 run.bat 即可。

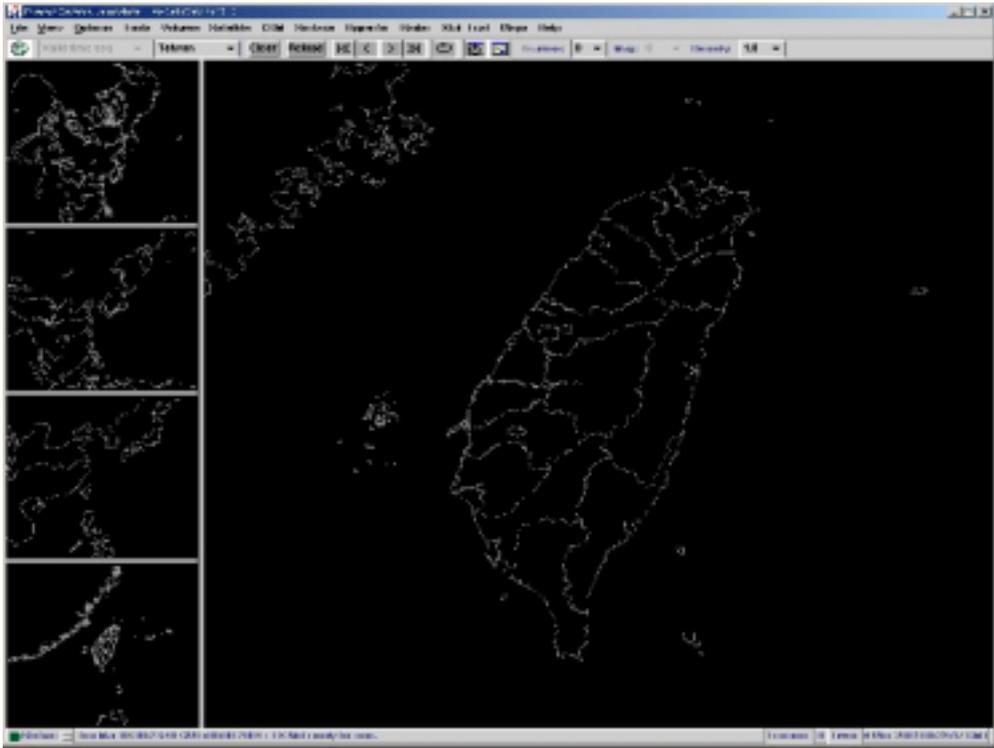
參、本土化工作成果

職於赴美期間陸續進行 FX-Net 系統本土化之修改工作，修改的系統元件包括：cguClient.C、FxnetConfig.C、RequestMgr.C、PregenerationManager.C、Response.C、GraphicPainter.java 及 MenuCreator.java，另外重新改寫伺服器端產生本土化檔案的程式包括：BGMaker.C、testProductButtonScales.C 及 makeMenuConfig.pl。經過上述修改後，已初步可以運作。

圖四為尚未本土化前之顯示畫面，圖五為經過本土化後之顯示畫面，很明顯的可以看出地圖與主選單的選項都已經改變了。

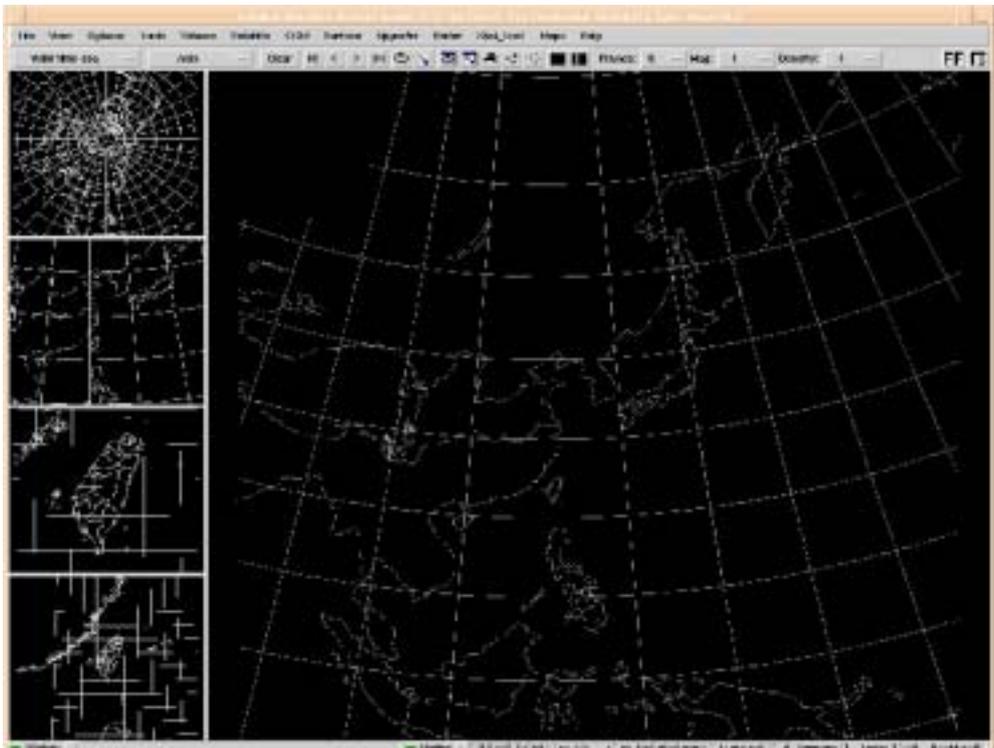


圖四 FSL 之 FX-Net 客戶端畫面



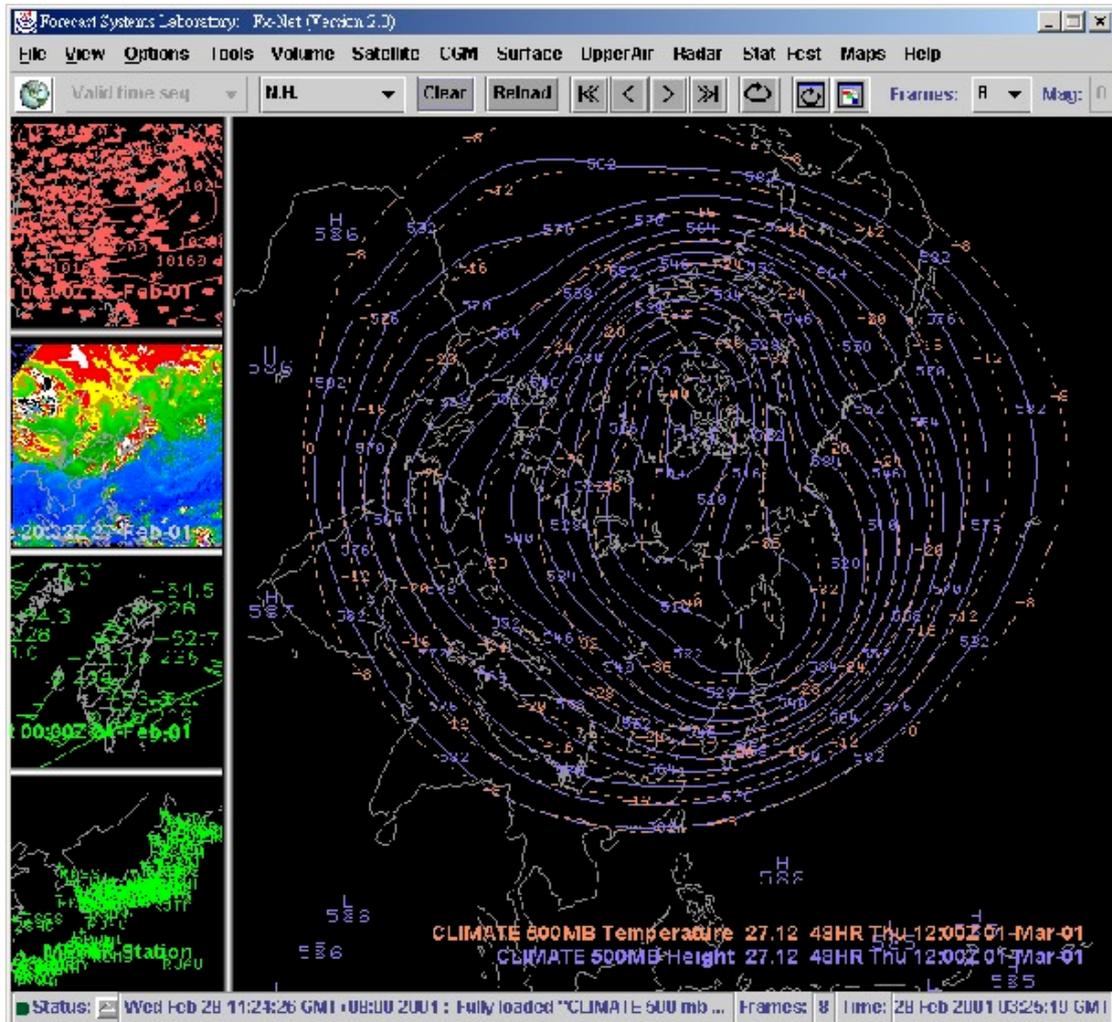
圖五 FX-Net 本土化後客戶端主畫面

圖六為本局目前經過本土化修改後的 AWIPS 顯示工作站系統(WINS)畫面，與圖五 FX-Net 本土化後系統的畫面比較，可知其使用者介面幾乎完全相同。



圖六 本局 WINS 系統顯示工作站畫面

圖七為 FX-Net 系統取得氣象產品之顯示情形。圖中每一個顯示區皆使用不同之地圖(scale), 主要顯示區所顯示由 volume browser 所產生之全球 500hPa 的溫度及重力位高度氣候平均資料；子顯示視窗 1(左上)與 3 為地面的氣象填圖資料；子視窗 2 顯示 GMS5 同步衛星在亞洲區的紅外線雲圖資料；子視窗 4 則為底圖(Maps)選項下的機場測站位置及編號。



圖七 FX-Net 系統讀取氣象產品後之畫面

肆、心得與建議

FX-Net 系統乃是針對非 AWIPS 顯示工作站系統之使用者而產生，提供在低價的作業平台上透過廣域網路，使用類似 AWIPS 顯示工作站系統的功能，由於使用較新之 Java 技術，因此 FX-Net 系統提供了如跨平台、易於使用在廣域網路之應用等。因為跨平台的特性，所以我們可以使用較廉價的個人電腦作為作業平台使用，以節省經費，亦可更為普及。而因其建構在廣域網路上，使得使用上無場所之限制，作業人員可在辦公室內以區域網路連線，亦可在外使用一般之撥號連線透過廣域網路與伺服器溝通，使得使用上更為方便(唯最好有 56K 以上的連線速度，以確保作業之流暢)。

就 FX-Net 的設計理念而言，此套系統確實較 AWIPS 有著相當的優勢。因為它使得氣象之相關資料不為使用地點所限制，只要使用者手上有電腦(即使是筆記型電腦)，無論身處何處，只要可以連上廣域網路，和 FX-Net 伺服器，相關氣象資料即可經由此系統得到。

此系統目前尚存在某些缺點。其一，尚未完全包含所有 AWIPS 系統顯示工作站之所有功能，其中有部分是因為架構上不同所導致，但有些部分卻是尚未被加入 FX-Net 系統中。其二，系統文件之缺乏，整套系統截至目前為止尚無完整之系統開發文件可供參考。其三，程式驗證之工作集中於美國本土之作業環境，使得職於本土化過程中遭遇許多問題。目前美國國家海洋暨大氣總署的預報系統實驗室的程式設計師正在加緊補其不足處，而職於本土化時所遭遇問題亦循管道回饋給原開發者以求改善。

職認為此系統對本局而言確實有相當之幫助。因此在回國繼續完成所有本土化作業後，建議可以針對本局僅有低階氣象顯示工作需求之同仁加以推廣安裝本系統，再進一步推廣至外站，如此當可節省相當之硬體購置成本，不再因硬體成本之考量而導致有使用需求的人卻無系統可用之情形。

伍、參考文獻

Sean Madine and Ning Wang, 1999: FSL FORUM FEBRUARY 1999.

Forecast System Laboratory, Boulder, Colorado.

International Division, 2000: <http://www-id.fsl.noaa.gov/fx.html>. Forecast

System Laboratory, Boulder, Colorado.

張崇宇: <http://www.cgan.org/science/publish/desktop/wavelet.htm>, 小波轉換

影像壓縮模式之研究

附錄一、wavelet 壓縮之比較

由於 wavelet 的壓縮方法是使得本系統得以在廣域網路上運作的重要技術，因此特別列示運用此技術的效果比較。

圖 1a 為完全無壓縮之水氣衛星圖，圖 1b 為圖 1a 的局部放大。圖 2a 為圖 1a 經過壓縮程式以 20:1 壓縮後的顯示情況，圖 2b 以圖 2a 為來源並放大與圖 1b 相同的地方。由圖 2b 我們可以看出在經過 20:1 的壓縮後其顯示品質僅有很小的損失，對於預報人員或是研究人員而言，此圖的品質仍然是有用的。圖 3a 是一個由原始圖形經過 50:1 壓縮的結果，圖 3b 為放大相同的地方，此時因為高度壓縮，所產生的顯示品質損失已較為明顯。

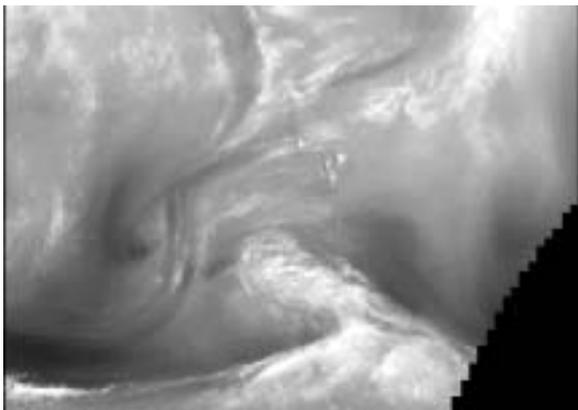


圖 1a. 一個原始未經處理之衛星影像。

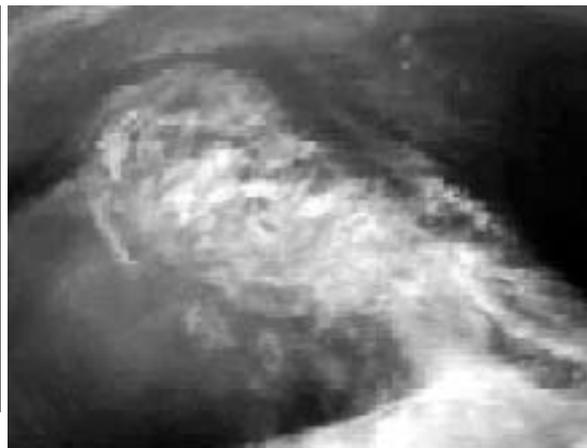


圖 1b. 圖 1a.的局部放大。

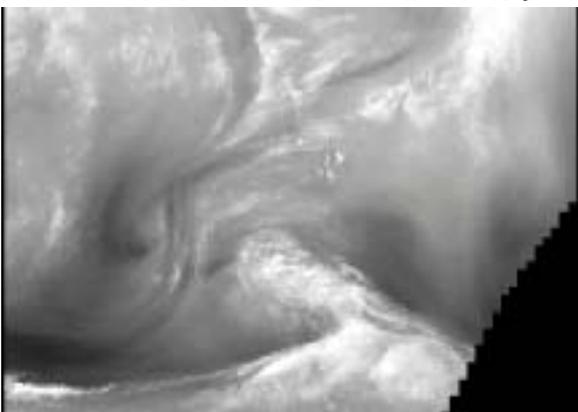


圖 2a. 將圖 1a.以 20:1 壓縮。



圖 2b. 圖 2a.的局部放大。

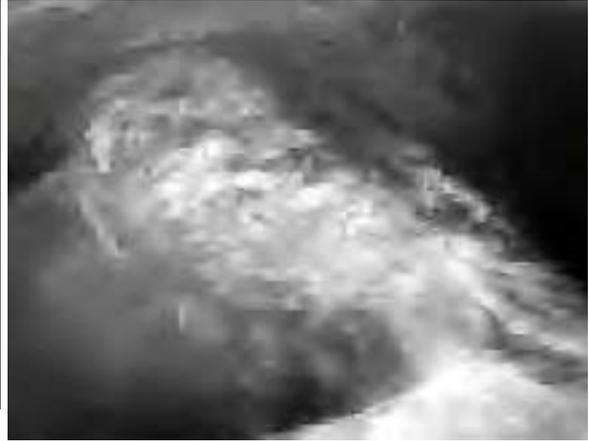
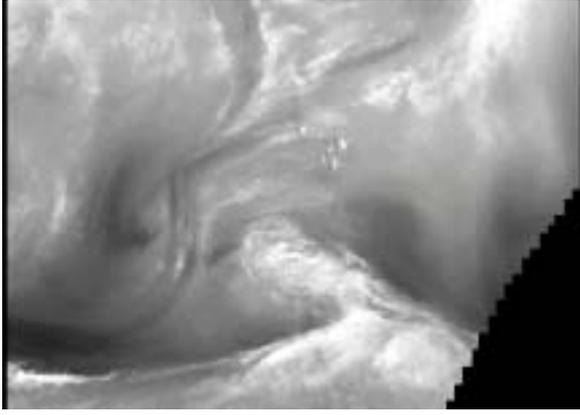


圖 3a. 將圖 1a.以 50:1 壓縮。

圖 3b. 圖 3a.的局部放大。

圖八 wavelet 壓縮之比較 (引用 Sean Madine, FSL FORUM FEBURUARY 1999)