

出國報告(出國類別：實習)

臺美合作－即時氣象資料接收處理 技術發展

服務機關：交通部中央氣象局

姓名職稱：張博雄技士

派赴國家：美國

報告日期：民國 97 年 2 月 26 日

出國期間：民國 96 年 7 月 12 日至 12 月 1 日

摘 要

現代氣象資料處理邁入資訊化時代後，爲了提供民眾及團體機關對大量及詳細的氣象預報資料需求，傳統描述區域天氣及純文字的預報產品已不敷使用。電腦科技及數值氣象預報模式的進步，適時提供預報人員分析及處理大量氣象資料的能力。

傳統天氣預報流程，首先，由預報人員分析數值預報模式之後，經過天氣預報討論，決定區域天氣預報的內容，然後透過打字程序將預報內容描述出來。如此流程無法提供更快速、高時空解析度等詳細的預報資料。

透過天氣預報資料的數位化，預報發布系統可以迅速提供更詳細的天氣預報資訊，且可以提供更多加值產品，例如圖形化預報資料、定點天氣預報資料、時間變化預報資料。因此，氣象資料處理系統可以幫助預報人員在有效的、符合科學的過程中完成數位化預報資料的準備，提供社會大眾、政府機關及相關單位使用。

互動式預報資料準備系統 / 圖形預報編輯器 (Interactive Forecast Preparation System/Graphic Forecast Editor; IFPS/GFE) 爲美國天氣預報作業採用的氣象資料接收處理系統，此系統接收來自氣象數值模式的氣象預報資料，並提供編輯工具讓預報人員修改預報資料內容，完成數位氣象預報資料。數位氣象預報資料可以產生圖形預報或文字預報的產品。報告詳細說明完成 IFPS/GFE 在中文環境下的處理過程，IFPS/GFE 中文文字產品的產生程序，以及美國作業單位目前作業現況。

目 錄

壹、目的	1
貳、過程	2
一、赴美行程	2
二、工作過程	2
參、心得	4
一、美國國家氣象局(NWS)氣象預報資料準備系統	5
二、IFPS/GFE 原始程式碼編譯程序	10
三、IFPS/GFE 操作環境的中文化過程	16
四、IFPS/GFE 文字產生器使用程序	23
五、美國氣象局氣象預報作業現況	30
肆、建議	32

壹、 目的

現代氣象預報流程包括氣象觀測資料的接收、天氣預報資料的編輯處理以及天氣預報資料的發布。目前世界各國對於氣象預報資料的處理及發布，已邁入精緻化預報的領域。精緻化預報包括有效率的天氣觀測系統、高解析度及高效率的數值天氣預報模式、數位化的天氣預報資料以及天氣預報資料發布系統。透過發布更詳細的時間和空間天氣預報資料，滿足民眾、各政府機關對天氣資訊的需求。由於各種氣象資料量龐大，因此必須利用氣象資料處理系統來完成氣象預報資料的分析及準備工作。

在美國，數位氣象資料處理系統以 NOAA 所發展的互動式預報資料準備系統/圖形預報編輯器(Interactive Forecast Preparation System/Graphic Forecast Editor；IFPS/GFE)為主，我國及澳洲亦相繼採用此系統作為天氣預報資料的處理及準備系統。IFPS/GFE 由中央氣象局引進之後進行本土化工作，發展成適用於我國的預報資訊編輯系統(Forecast Information Editing System；FIES)。美國 IFPS/GFE 系統除可以進行氣象預報資料的編輯和處理之外，還可以將圖形化預報產品轉換為文字型態的天氣預報產品。但由於 IFPS/GFE 系統為英文版本，尚無法進行中文預報產品的轉換。

為提升氣象資料處理技術，職赴美國 NOAA ESRL/GSD(NOAA, Earth System Research Laboratory/ Global Systems Division)實習，詳細了解 IFPS/GFE 氣象資料處理系統的文字產品產生程序，以及進行 IFPS/GFE 文字轉換程式的中文化工作。同時，至 NOAA 國家氣象局(National Weather Service；NWS)位於博德市的丹佛(Denver)天氣預報辦公室(Weather Forecast Office；WFO)實習和了解美國天氣預報程序，包括預報人員可用的預報資源、如何利用 IFPS/GFE 進行氣象資料的分析及處理、如何利用 IFPS/GFE 進行一般天氣及特殊天氣的發布。

貳、過程

一、赴美行程

96年7月12日：搭機赴美。由台北先至洛杉磯，再轉機至丹佛(Denver)國際機場。由 NOAA 孟繁村博士接送至博德(Boulder)市。

7月13日：赴 NOAA/DSRC(David Skaggs Research Center)報到，與孟博士會合，並與 Dr. Bendel 見面，了解 NOAA/DSRC 環境及工作所需支援。

7月16日至11月29日：與 NOAA/GSD IFPS/GFE 的研發小組會面並討論美方可提供的意見及協助。每日參與 NOAA/GSD 研究人員的天氣討論會。10月上旬與孟繁村博士搭機由丹佛至華盛頓特區，與 NOAA 總部研發人員討論各種氣象預報資料發布系統概況。10月下旬完成接入台灣地區數值模式資料並產生台灣地區中文預報雛型產品。11月實習特殊天氣預報發布系統，並產生相關中文介面及雛型產品。

11月29日至12月1日：搭機離美回國，29日傍晚由丹佛國際機場轉機至洛杉磯，再轉機回台北，並於12月1日抵達桃園機場。

二、工作過程

此行工作主要實習 IFPS/GFE 的文字產生器，以及了解氣象資料處理系統與預報人員作業流程，各月工作概況略述如下：

7月中抵達美國科羅拉多州博德市，與 NOAA/GSD 行政及研發人員會面，建置測試電腦環境，並討論在美期間詳細工作內容。為進行新版 IFPS/GFE 的系統建置及本土化程序，於個人電腦建立完成 Centos 5.0 中文環境，並完成 IFPS/GFE 中文化設定與安裝工作。與 Brain 見面，討論有關預報人員、GFE 系統管理人員訓練內容，以及 GFE 文

字產生器(Text Formatter)初步架構。學習 Python 電腦語言，Python 為 IFPS/GFE 系統的主要語言，預報人員也須了解基本語法。

8 月與 NOAA/GSD IFPS/GFE 研發小組成員 Mark A. Mathewson、Tracy Hansen、Thomas J. LeFebvre 見面並討論中央氣象局目前 IFPS/GFE 及 FIES 使用狀況，了解美方可提供的意見及協建立 IFPS/GFE 在中文 Linux 環境下的原始程式碼編輯及執执行程序，方便 IFPS/GFE 在作業系統及本土化環境中，進行版本更新及了解原始程式碼架構。參加 NOAA/DSRC 研究人員每日天氣討論會，了解美國地區的天氣概況與預報資料。

9 月與預報員 Ed. Szoke 至丹佛 WFO 見習美國預報人員進行氣象預報流程，了解一般天氣預報及特殊天氣警告發布流程。與 NOAA/GSD IFPS/GFE 研發小組成員討論預報人員在 IFPS/GFE 建置及操作過程可以參與及協助的內容，包括 Smart Initialization、Smart Tools/Smart Procedure 及 Text Formatter。研讀文字產生器文件，建立文字產生器中文環境。

10 月與孟博士至華盛頓特區 NOAA 總部，與 NOAA 統計預報小組、MDL(Meteorological Development Laboratory)副主管 David P. Ruth、Dr. Stephan B. Smith、Michael E. Churma 會面並討論預報分析系統與氣象預報資料發布系統的進展，針對美方發展現況進行了解，提供我國氣象預報流程參考。10 月下旬接入中央氣象局數值模式預報產品，在 FIES 小組協助下，解決地圖投影問題。完成 IFPS/GFE 系統台灣地區本土化雛型，並產生文字產品雛型。

11 月繼續與預報員 Ed. Szoke 至丹佛 WFO 見習美國預報人員進行氣象預報流程，了解一般天氣預報及特殊天氣警告發布流程。實習 IFPS/GFE 中有關圖形天氣警告產生器(Graphical Hazards Generator；GHG)的架構，發展 GHG 中文介面及產生中文產品雛型。11 月底啟程回國。

參、心得

傳統氣象預報作業屬於綜觀天氣預報的範疇，一般以 7 天氣預報為重點。近年來隨著氣象與電腦科技的快速發展，歐盟、美國及日本等先進國家的氣象預報作業中心，均不約而同的拓展精緻天氣預報。此外，氣象資訊在防災業務上的應用越來越有具體績效，在國際上也見到利用氣象資訊創造實質經濟效益的範例。精緻化氣象預報需具有處理大量數位化天氣預報資訊的能力，有效的利用氣象資訊以及提高預報時間及空間的解析度。

完整的精緻化預報作業包括：

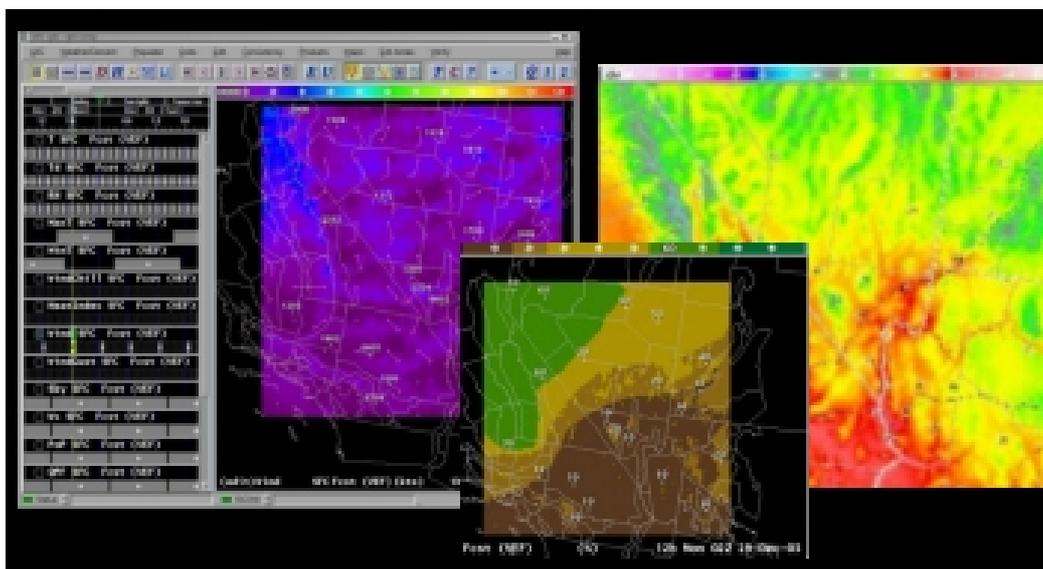
- 數值預報及統計預報能力的提升(定時及定量的精緻化預報)
- 增進預報人員處理預報資訊的能力(效率及準確)
- 多元預報資料的提供(常態天氣預報發布、特殊天氣預報發布)

另外，精緻化預報作業工具包括：

- 天氣預報資料(觀測資料、數值預報資料、統計預報；WINS)
- 數位預報資料製作系統(例如 FIES)
- 數位預報資料產品系統(Digital Forecast Database)

完成精緻化預報作業，除了數位資料處理系統，還必須要有可用的數值預報資料。因此，數值預報模式及統計預報資料扮演提供更高解析度、更有效率以及更高準確率預報資料的角色。

一、美國國家氣象局(NWS)氣象預報資料準備系統



(一)IFPS 系統簡介

IFPS 是 NWS 在 2002 年開始作業的軟體。IFPS 顯示出 NWS 在數位化的時代中，可以對大眾及合作夥伴提供數位化氣象預報資料的能力。過去 NWS 主要透過文字資料的方式將氣象資訊發布出去，現在 IFPS 不僅提供常見的文字資料產品，而且可以提供數位預報資料，透過預報資料庫可以產生非常多新的數位和圖形產品。IFPS 的真正優點就是提供強大的預報資料庫，以滿足各種不同型式的氣象預報需求。

NWS 的氣象人員不需要再對特殊需求的使用者進行文書輸入的工作。利用 IFPS 預報人員以互動的方式準備預報資料，將預報資料存入數位資料庫中。這個資料庫就是國家數位預報資料庫 (National Digital Forecast Database ; NDFD)的一部分，這個資料庫用來提供無數的產品和服務。目前 NDFD 數位資料庫包括下列預報因子：

- 最高溫度
- 最低溫度
- 12 小時降雨機率
- 天氣狀況
- 雲量

- 風向風速
- 波浪高度
- 溫度
- 露點
- 降雨量
- 降雪量

(二)數位預報資料庫中的預報格點資料製作流程

在每個 WFO 的氣象人員，首先將數值模式和合理的天氣資料下載至 GFE(圖形預報編輯器)當中。然後利用 GFE 中的工具及方法，預報員經由互動的方法修改每個網格點上面的氣象預報因子。在預報時段中，每一點代表天氣因子在不同地方的數值。利用 GFE，氣象人員可以給定每個格點上不同氣象因子的數值。每個格點的空間間距為 5 公里，不久的將來會提升為 2.5 公里。

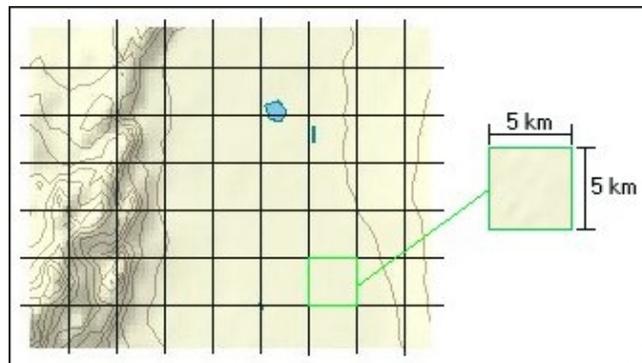


圖 1：網格間距為 5 公里的地圖例子。美國預報員利用 IFPS/GFE，製作出每個網格點上面的預報資料。

在地型或高度起伏的地方編輯日變化時，編輯格點的工具變的更為複雜。預報人員可以針對單獨的天氣因子產生預報資料，完成之後再儲存傳送到 NDFD。NDFD 再從預報資料庫中，透過各種程式將無數的文字及圖形預報資料提供給使用者。

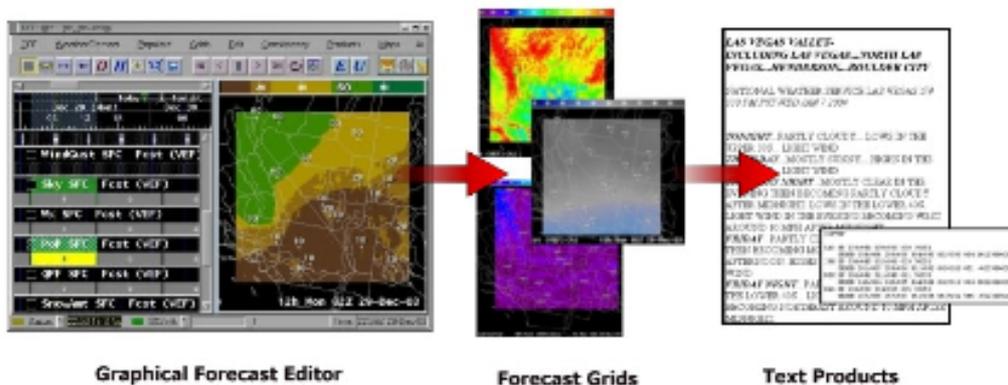


圖 2：數位預報資料的產生及提供流程

(三)數位預報資料庫的優點

數位預報資料庫成爲 NWS 的產品之一，對 NWS 的合作夥伴及使用 者來說是非常有益的。數位資料庫可以增加資料的空間及時間細緻 度，提供大量的預報資訊，以及保持產生大量客製化文字圖形產品彈 性，不像傳統的文字預報資料，只能提供有限的資訊。

爲了說明這些優點，我們以 NWS 最廣爲發布的產品來作爲例 子，區域預報產品 (Zone Forecast Product；ZFP)。ZFP 由各地天氣中 心發布，主要利用文字說明某個地方天氣預報。所謂區域在文字方面 可能包含非常大的地理區域。所以相反的，數位預報資料在美國提供 每 5 公里及每小時詳細的預報資料。這表示利用這些資料庫，使用者 可以得到爲他們量身訂做的天氣預報資料。

表 1：Las Vegas Valley 24 小時傳統預報資料和數位化預報資料表

	文字區域預報資料	5 公里解析度數位預報資料
預報點	1 (McCarran Intl' Airport)點	大約 150 點
天氣預報項目	8 項	超過 15 項

可提供的天氣預報訊息	8-12 種	超過 18,000 種
------------	--------	-------------

我們比較表 1 當中，天氣具有區域性的特徵。在 ZFP 中，所有的 Las Vegas 山谷都分在同一個區域中。比較這兩個的差異，新的 Las Vegas 山谷格點資料庫將包括 150 個單獨的預報資料。

現在數位預報資料庫有無數的應用。圖形產品出現之後，使用者可以直接看到機率的顯示。數位資料讓使用者可以在網路上產生客製化的產品，氣象預報人員可以下載這些資料然後再製他們所需的預報



圖 3： NWS Las Vegas 預報區域，在 ZFP 中一個預報代表整個區域。

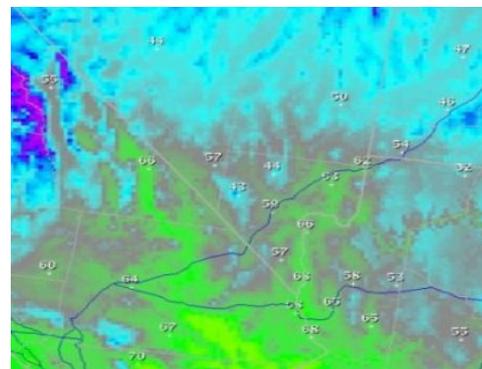


圖 4： NWS Las Vegas 的溫度格點預報，每一個點間距 5 公里，提供更多的預報資料。

資料。防災體系的人可以透過圖形預報產品，獲知他們的責任區域可能產生何種劇烈天氣現象。新的預報資料庫可以讓 NWS 發展新的預報產品，例如州際預報表(Tabular State Forecast；SFT)，格點預報矩陣(Point Forecast Matrices；PFM)。

(四)NDFD 系統簡介

每一個區域的 WFO 產生各自責任區域的完整網格預報資料。然後 NDFD 再將各個 WFO 所提供的預報格點資料收集和整合。沿著 WFO 的邊界上，為了確保預報資料的一致性和品質，各個 WFO 透過圖形方法或電腦即時訊息或電話取得對資料的一致性。NDFD 對大眾及合

作夥伴提供許多客製化文字產品及圖形產品。任何電腦使用者透過網路都可以經由 NDFD 獲得他們所需的預報資料。在未來天氣監測及警告資料也會加入 NDFD 資料庫中。

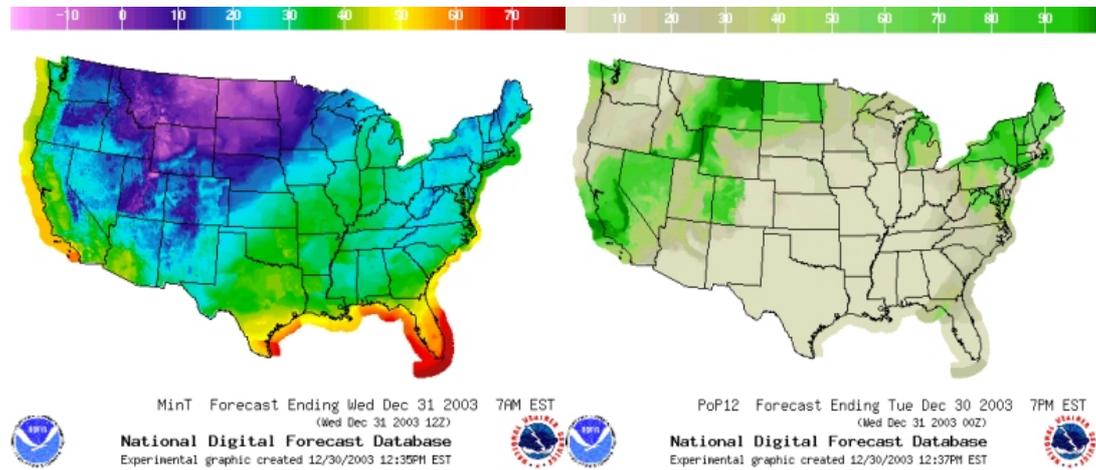


圖 5：美國 NDFD 在網頁發布的圖形預報產品。左圖顯示最低溫度分布，右圖顯示 12 小時降雨機率分布。

二、IFPS/GFE 原始程式碼編譯程序

本次研習的 IFPS/GFE 版本為 OB7.2a(2007)，系統軟體名稱為 GFESuite(以下簡稱 GFE)。GFE 由 c++及 Python 兩種語言撰寫，目前 GFE 所採用的編譯器版本是 gcc-3.4 版以及相關的 c++34 和 g77，以及英文版環境。

為了與原始程式碼所使用的程式庫同步，避免因作業系統升級或本土化造成程式庫不相容，必須採用動態程式庫連結。

(一)GFE 連結程式庫清單

原則上以程式碼目錄中/GFESuite/config/Linux.mk 所提供的 GFE 連結程式庫清單為基礎，將個別程式庫以相同的 gcc 版本編輯之後分別放入自訂的個別目錄中。如此只需修改/GFESuite/config/Linux.mk 的目錄連結即可。以下是必要程式庫及版本的清單：

NetCDF	netcdf-3.6.0p1
Tcl/Tk	tcltk-8.4.11
Python	python-2.4.2
SWIG	swig-1.3.21
X11	X11R6
Plot lib	plotutils-2.4.1-native
gcc	gcc-3.4.5
c++	c++34
<i>g77</i>	<i>g77</i>
Numeric	Numeric_Python
biggles	biggles

在編輯時需要臨時設定 gcc 版本的話，可以用'export CC=(c 版本)或'export CXX=(c++版本)。

原則上每個 library 在做編輯及安裝環境設定時(即 configure)，如果要安裝在其他目錄的話，都必須加入參數” --prefix=/your_dir”。

make 編輯連結程式庫時，須在 root 帳號下進行，爲了避免與系統所用的程式庫衝突，所有程式庫應安裝在自訂目錄中，然後 make 編輯後再將各程式庫/bin, /include, /lib,目錄下所有檔案，複製到先對應的/usr/local/bin, /usr/local/include, /usr/local/lib 底下，另外有些檔案在編輯中或編輯後必須先複製到/usr/lib 當中，因爲有些程式庫跟其他程式庫有關(例如 Tkinter 必須先安裝好 tcltk)。

以下爲製作程式庫的指令程序：

```
export CC=gcc34
export CXX=/usr/bin/i386-redhat-linux-c++34
tar zxvf tcl8.4.11-src.tar.gz
cd tcl8.4.11/unix
./configure --prefix=/pub/packages/tcl8.4.11
make
make install
cp /pub/packages/tcl8.4.11/bin/tclsh8.4
/pub/packages/tcl8.4.11/bin/tclsh
cd ../../
tar zxvf tk8.4.11-src.tar.gz
cd tk8.4.11/unix
./configure --prefix=/pub/packages/tcl8.4.11
--with-tcl=/pub/packages/tcl8.4.11/lib
make
make install
cp /pub/packages/tcl8.4.11/lib/* /usr/lib/*
cd ../../
tar zxvf plotutils-2.4.1.tar.gz
```

```
cd plotutils-2.4.1
./configure --prefix=/pub/packages/plotutils-2.4.1
make
make install
cd ..
tar zxvf Python-2.4.4.tar
cd Python-2.4.4
./configure --prefix=/pub/packages/Python-2.4.4
make
make install
cd ..
tar zxvf Numeric-24.2.tar.gz
cd Numeric-24.2
/pub/packages/Python-2.4.4/bin/python setup.py build
/pub/packages/Python-2.4.4/bin/python setup.py install
cd ..
tar zxvf swig-1.3.21.tar.gz
cd SWIG-1.3.21
./configure --prefix=/pub/packages/swig-1.3.21
--x-libraries=/usr/X11R6
make
make install
cd ..
tar zxvf netcdf-3.6.0-p1.tar.gz
cd netcdf-3.6.0-p1/src
mkdir /pub/packages/netcdf-3.6.0
./configure --prefix=/pub/packages/netcdf-3.6.0
make
```

```
make install
cp /pub/packages/netcdf-3.6.0/lib/* /usr/lib/*
cd ../../
tar zxvf python2-biggles-1.6.4.tar.gz
cd python2-biggles-1.6.4
cp /pub/packages/plotutils-2.4.1/lib/* /usr/lib/*
/pub/packages/Python-2.4.4/bin/python setup.py build
/pub/packages/Python-2.4.4/bin/python setup.py install
```

以上過程會在/pub/packages 底下裝好各項程式庫，而不影響系統原有程式庫。

Note：Python 是 Linux 常用程式，為避免與系統所用的 Python 衝突，python 安裝後複製到/usr/local/bin 底下之後，就成為 user 的 Python 程式。

程式庫完成安裝後，需測試 Python 是否可以連結正確的動態連結資料庫：

1. 執行 Python
2. \$import Numeric
3. \$import Tkinter
4. \$import biggles

上述步驟無錯誤訊息之後才算安裝成功，然後就可以進行原始程式碼編譯工作。

(二)IFPS/GFE 原始程式碼新增 WFO 程序

新增 WFO 名單，新增 WFO(如 CWB)及自動安裝文字產品範本。完成設定之後，GFE 安裝程式就會自動安裝及設置相關檔案，例如編輯區域地圖、標準作業範本、標準文字產品範本

要新增 WFO 的名單，必須修改原始程式碼當中，目錄 ./gfe/userPython/textUtilities/regular/SiteCFG.py 底下這個檔案，依

照檔案內的格式新增 WFO 名字及相關資料。新增完畢並重新編譯後，就可以新增名稱安裝新 WFO。新 WFO 的編輯區域投影資料也必須在./SITE/serverConfig.py 當中同步修改。

上面步驟只是告訴 GFE 新增 1 個 WFO，如果要安裝時自動安裝文字產品範本，則必須將新 WFO 要增加的產品列表加入./script/install/afos2awips.txt 這個檔案中，依照檔案格式將產品清單加入其中，安裝時就會一並將產品範本加入。

Afos2awisp.txt 由美國 NWSTG(The National Weather Service Telecommunication Gateway)維護(Convert an AFOS id to an AWIPS id.)

afos2awips.txt 的格式

AFOS ID CCCC(Center Identifiers List) WFO heading

```
AAATIBCAX WECA42 PHEB
```

```
ABQABVABQ UFUS45 KABQ
```

```
ABQADAABQ NOUS75 KABQ
```

```
ABQADMABQ NOUS75 KABQ
```

```
ABQADMZAB NOUS75 KABQ
```

```
ABQADRABQ NOUS45 KABQ
```

```
ABQADRABQ WOUS45 KABQ
```

```
TTAAii CCCC CCCNNNXXX
```

其中：

TTAAii CCCC 為 WMO 標頭符號。

CCCNXX is the AFOS PIL。

CCC - 為 WFO 的代號；

NNN - 文字產品種類；

XXX - WFO 產品編號。

Onlinehelp 的說明

WFO Site Information

WFO 測站資訊儲存在 TextUtility 目錄中 SiteCFG.py,格式如下

```
SiteInfo= {  
  'ABQ': {  
    'region': 'SR',  
    'fullStationID': 'KABQ',  
    'wfoCityState': 'ALBUQUERQUE NM',  
    'wfoCity': 'ALBUQUERQUE',  
    'state': 'NEW MEXICO',  
  }  
}
```

三、IFPS/GFE 操作環境的中文化過程

GFE 系統原始架構為英文環境，編碼方式為 ASCII，如果要在中文環境下作業必須經過作業系統設定，以及 GFE 系統設定。目前，Linux 版本在中文字的顯示多採用 UTF-8 編碼，故以下中文編碼以 UTF-8 為例。

(一)作業系統中文設定

作業系統設定可分為直接安裝中文系統或指安裝中文字型，以下是手動設定中文環境過程：

變更時區

```
cp /usr/share/zoneinfo/Asia/Taipei /etc/localtime
```

```
修改 vi /etc/sysconfig/clock 如下
```

```
ZONE="Asia/Taipei"
```

安裝中文字型

安裝 AR PL New Sung 字型(UTF-8)，由下列網址下載：

<http://cle.linux.org.tw/fonts/FireFly/fireflysung-1.3.0.tar.gz>

解壓縮到/usr/share/fonts

在/etc/fonts/fonts.conf 檔案中

找到 <alias>...</alias> 之後，加入 <family>AR PL ShanHeiSun Uni</family> 或 <family>AR PL New Sung</family>

設定或修改 locale

設定 UTF-8 必須與字型檔格式相同。locale 是一組 C 程式語言處理文字的介面，是一組地區性語言的資訊。代表一個區域的定義所組成，這些慣例包含文字、日期、數字、貨幣格式和排序等等。locale 定義，分為下列各大類：

LC_ALL 指定所有的 Locale

LC_CTYPE 字元定義 (包含字元分類與轉換規則)

LANG 語言顯示

LC_MESSAGES 訊息顯示

LC_TIME 時間格式

LC_NUMERIC 數字格式

LC_MONETARY 貨幣格式

LC_COLLATE 字母順序與特殊字元比較

其中與一般使用者息息相關的，是字元定義 (LC_CTYPE) 與語言顯示 (LANG)。LC_CTYPE 直接關係到某些字元在目前的 locale 下是否可列印？要如何轉換字碼？對應到哪一個字？。LANG 則關係到軟體的訊息輸出是不是符合地域性，例如：我們需要的是中文。當使用者在 shell prompt 下，直接設好環境變數後，則馬上就能切換到那個語言了。當 LC_MESSAGES、LC_TIME、LC_NUMERIC、LC_MONETARY 等沒有設定的時候，會直接取用 LANG 的環境設定值。

任何地區的語文，只要在加入適當的 locale data 之後，C Library 就能正確地處理軟體顯示訊息。

(二)Unicode 編碼方式簡介

Unicode 系統，用來表示世界上所有語言字型。Python 讀取 1 個 XML 文檔時，都是以 unicode 的形式。

以前，幾乎每 1 種語言都存在個別的字型編碼，每個系統都使用 0-255 來表示這種語言的字型。在電腦系統間進行文件交換很困難，因為對於 1 台電腦來說，並不認識使用者使用哪種文字；電腦看到的只是數字，然後將這些數字轉換出字型。若電腦系統的語言環境不同，同樣 1 個數字，電腦根據不同的語言設定轉換出不同的字型，電腦並不認識真正的語言，unicode 就是要解決這個問題。

為了解決這些問題，unicode 用 1 個 2 位元組數字表示每個字型，從 0 到 65535。每個 2 位元組數字表示至少在 1 種世界語言中使用的 1 個唯一字型。這樣就可以確定每個字型 1 個數字，並且每個數字 1 個字型。Unicode 數據永遠不會模稜兩可。

從 2.0 版開始，Python 在整個語言的基礎上已經支持 unicode。XML 包使用 unicode 來保存所有解析了的 XML 數據，而且你可以在任何地方使用 unicode。

(三)Python 系統字串編碼問題

GFE OB7.2a 或之前版本無法輸入中文，介面亦無法使用中文。即使用中文作業系統，若 Python 沒有進行字型解碼設定，仍然無法使用中文。Python 改變字型解碼程序如下：

在 site-packages 目錄底下，將下列指令加入檔案 sitecustomize.py，

```
import sys import sys
reload(sys)
sys.setdefaultencoding("UTF-8")
```

另外，在 Python 程式碼最前面加入下列解碼指令：

```
#!/usr/bin/env python
# -*- coding:utf-8 -*-
```

以下列出 Python 編譯器執行時，如何查詢作業環境編碼方式：

查詢或設定編碼方式

```
sys.getdefaultencoding() : 查詢
sys.setdefaultencoding('utf-8') : 設定編碼方式為 utf-8
```

查詢檔案系統名稱編碼方式

```
sys.getfilesystemencoding()
```

查詢終端機編碼方式

```
sys.stdout.encoding
sys.stdin.encoding
```

GFE 原始程式碼當中常常會遇到字串處理的時候，如果程式中編碼方式不對時，往往無法進行字串的比對或處理。首先必須進行編碼方式轉換，然後再進行字串比對。可以使用的方法如下：

編碼轉換（先轉換為 unicode，再轉換為具體的編碼），有兩種方法：

```
unicode('abc', 'mbcs').encode('utf-8')
'abc'.decode('mbcs').encode('utf-8')
```

另外，常用的字串編碼指令如下

- * 判斷字符串的編碼

`isinstance(s, str)` 用來判斷是否為一般字串

`isinstance(s, unicode)` 用來判斷是否為 unicode

*下列指令可以將 1 個字串，不論是否為 unicode，一律轉為 unicode：

```
def u(s, encoding):  
    if isinstance(s, unicode):  
        return s  
    else:  
        return unicode(s, encoding)
```

原則上，GFE 的使用者介面要可以使用中文，必須做下列修改：

修改/GFESuite/libs/pyInter/sitecustomize.py 指令

將下列指令加入

```
import sys  
reload(sys)  
sys.setdefaultencoding('UTF-8')
```

重新編譯 GFE 後，就可以在 UTF-8 的中文環境下使用。

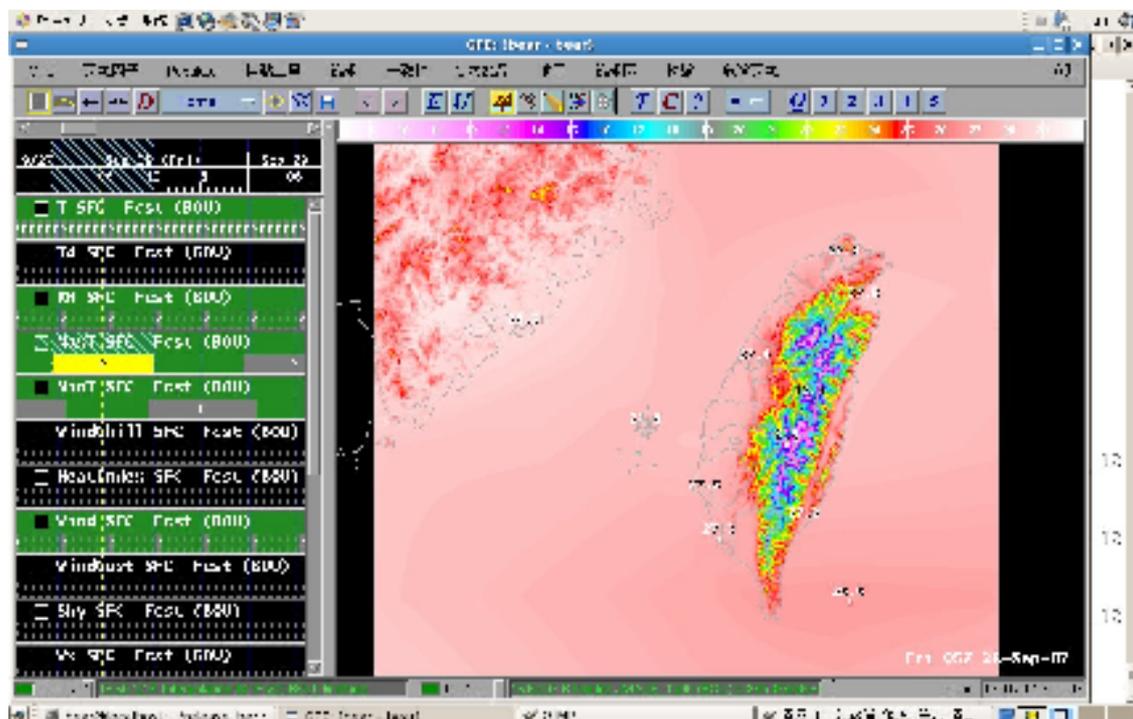


圖 6：GFE OB7.2a 中文化介面

(四)中文 CentOS 5 編輯環境流程

此次實習環境以 CentOS5 建立，除了系統穩定性之外，也同時獲得 GFE OB7.2a 在不同作業系統中的穩定性及實習 GFE 系統架設所須注意事項。

RedHat 自 RedHat9 之後宣布不再推出個人版本，並把相關技術移至 Fedora 計劃；同時也針對高階伺服器市場推出 Red Hat Enterprise Linux(RHEL)。CentOS 便是以 RHEL 為架構發展出來，可免費下載使用。RHEL 具有穩定性、支援高階伺服器硬體及低廉的軟體成本，成為架設伺服器的不錯選擇。

首先，安裝 CentOS 5 中文版，安裝完之後再進行中文設定，基本上，CentOS 使用 UTF-8：

安裝主機各項驅動程式

設定中文，如果需要安裝不同的中文字型，可以將字型複製到 /usr/share/fonts/chinese/TrueType，以免費的 firefly 為例：

```
cp fireflysung.ttf /usr/share/fonts/chinese/TrueType
```

建立字型資訊快取檔

```
fc-cache -f -v
```

接著將「文鼎 P L 新宋」加至字型清單中。

```
vi /etc/fonts/conf.d/64-nonlatin-fedora.conf
```

找到「serif」、「sans-serif」這兩個區塊，把以下指令寫入：

```
<family>AR PL New Sung</family>
```

不須修改 /etc/sysconfig/i18n 因為所有環境是 UTF-8，firefly 可以直接顯示。

設定動態聯結程式庫路徑

1.手動 export LD_LIBRARY_PATH=/your/packages/path:....

2.將路徑加入 ld.so.conf 中然後 run ldconfig 更新程式庫 cache

編輯程式庫，程序如前所述，預計安裝在 /pub/packages/XXXX

將程式庫中 python 的執行檔複製到 /usr/local/bin 當中，這就是 user 的 python 主程式，但 python 的程式庫連結仍然在 /usr/lib 當中。所以進入編輯帳號之後，必須設定 PYTHONHOME 到程式庫路徑，這樣編輯時才會連結到正確的程式庫。

進入編輯帳號後，將下列指令加入 .bash_profile 中

```
PYTHONHOME='/pub/packages/Python-2.4.4'  
PATH=$PATH:/pub/packages/Python-2.4.4/include  
LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:/pub/packages/Python-  
2.4.4/lib:/pub/packages/plotutils-2.4.1/lib:/pub/packages/netcdf-3.6.0/lib:/  
pub/packages/swig-1.3.21/lib:/pub/packages/tcl8.4.14/lib  
export PYTHONHOME  
export PATH  
export LD_LIBRARY_PATH
```

完成作業系統設定，之後可以進行 GFE 原始程式的編譯與執行動作。

四、IFPS/GFE 文字產生器使用程序

IFPS/GFE 的文字產生器(Text formatter；TF)可以將區域氣象資料，轉換為文字描述產品。TF 的產生依據就是 GFE 所產生的格點數位預報資料庫。利用文字產生引擎，描述區域天氣的時空變化。圖 7 為文字產生器引擎各項模組的繼承關係，最上層為文字產生器程式庫，下方各個模組利用其上層模組規則執行文字產生。

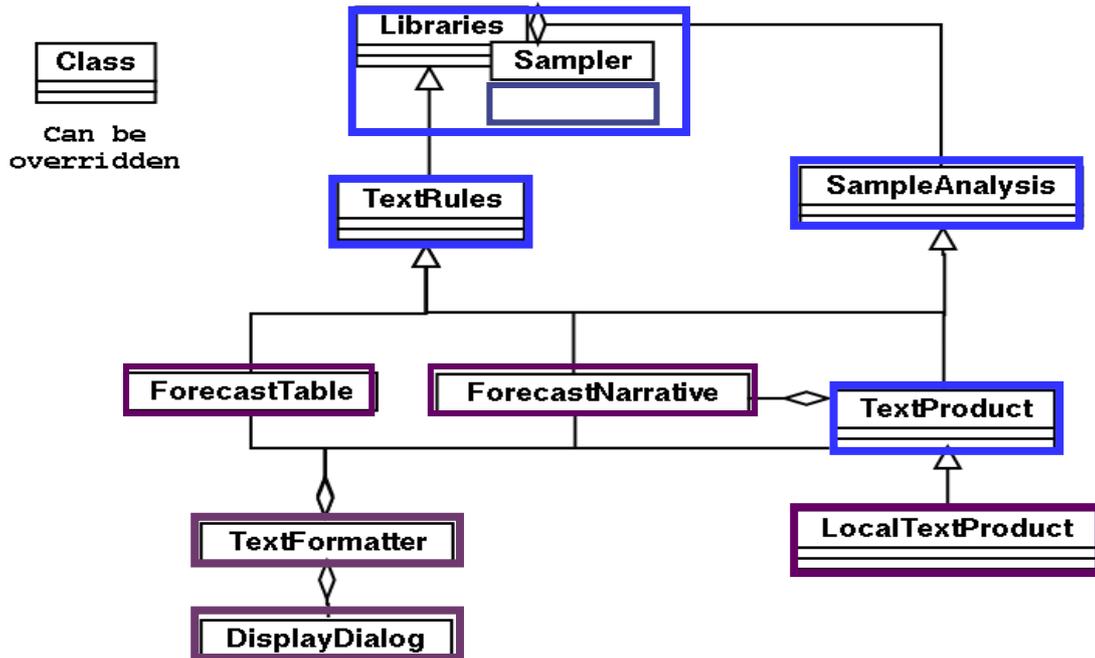


圖 7：文字產生器引擎各項模組的繼承關係

由於 GFE 系統由 Python 語言撰寫，具有直譯式語言的特性。預報人員可以隨時將外掛程式加入系統當中執行，增加系統應用的彈性。TF 就是透過成外掛的程式指令稿(script)，產生相對應的文字產品。TF 可以製作的文字產品包括兩大類，一種是表格式產品，一種是口語化文字產品。而這兩類型態的產品，也可以透過指令產生混合型文字產品，也就是包含表格及敘述的內容。

另外，透過文字產生器如圖 8、圖 9，GFE 系統可以製作特殊天氣文字產品。透過 GFE 執行程序，文字產生器可以將預報人員定義的特殊天氣警告，按照分時分區製作特殊天氣文字，提供社會大眾與相

關單位參考。

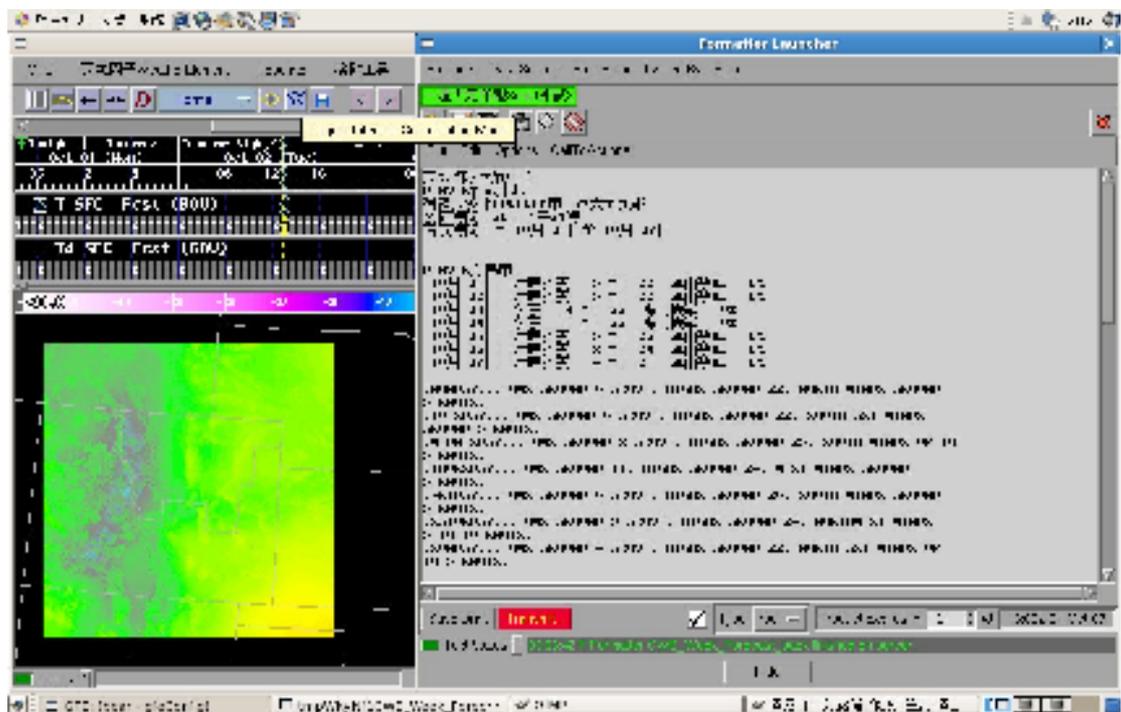


圖 8：文字產生器中文化介面，以及利用文字產生器所製作的中文及英文天氣結果

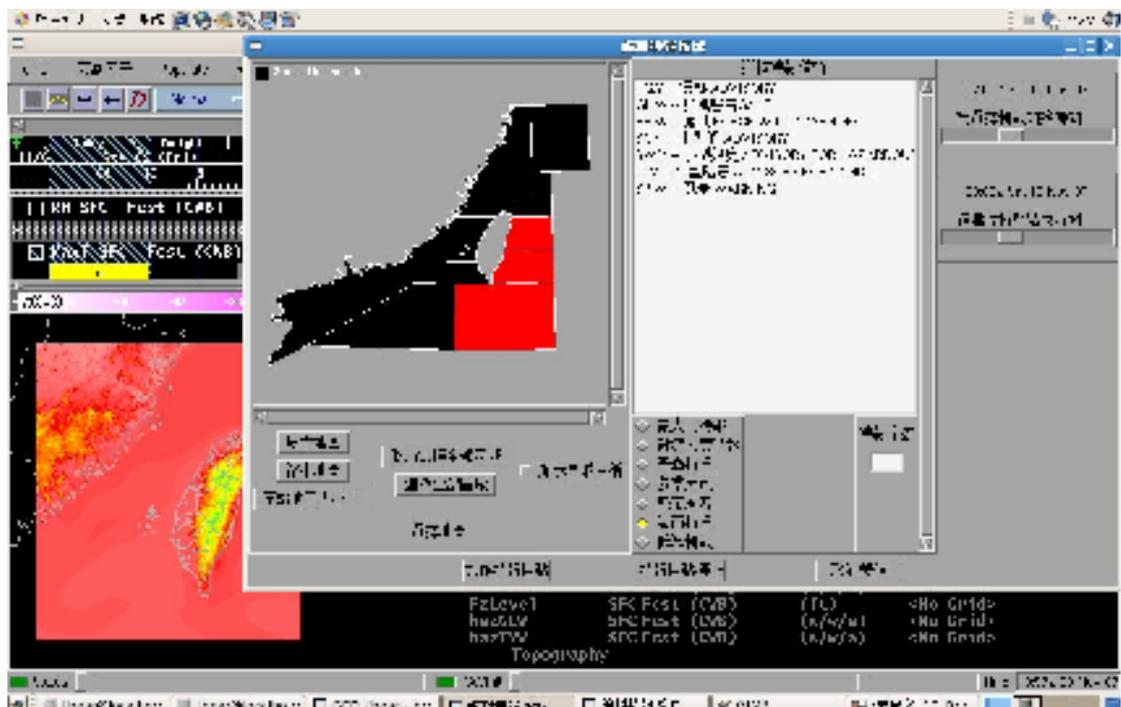


圖 9：圖形天氣警告產生器(Graphical Hazards Generator ; GHG)中文介面。

GFE 系統中文字產生器的使用流程

經過前述 WFO 資訊設定正確之後，GFE 系統會自動安裝文字產生器的範本。預報人員根據該預報區域的需要修改範本設定，然後製作文字產品。定義文字產品製作指令稿的視窗如圖 10：

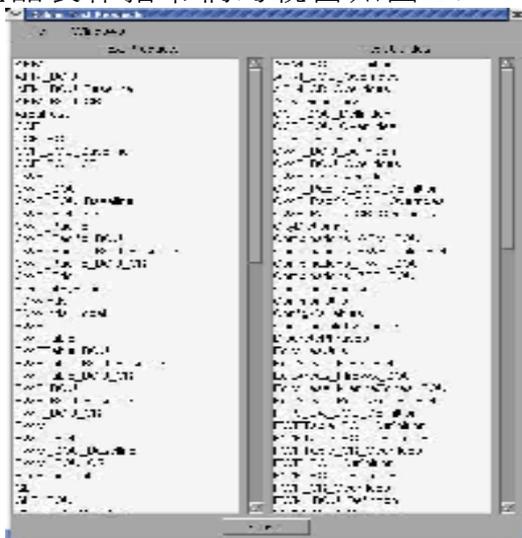


圖 10：文字產品指令稿及相關工具列表

左方視窗為文字產品製作指令稿的主程式區，右方視窗為公用製作指令稿程式區，預報人員可在 GFE 主視窗中編輯這些指令稿。預報人員完成預報資料編輯，將預報資料上傳至官方資料庫之後，就可以執行文字產生器，製作文字產品。文字產生器視窗如圖 11：

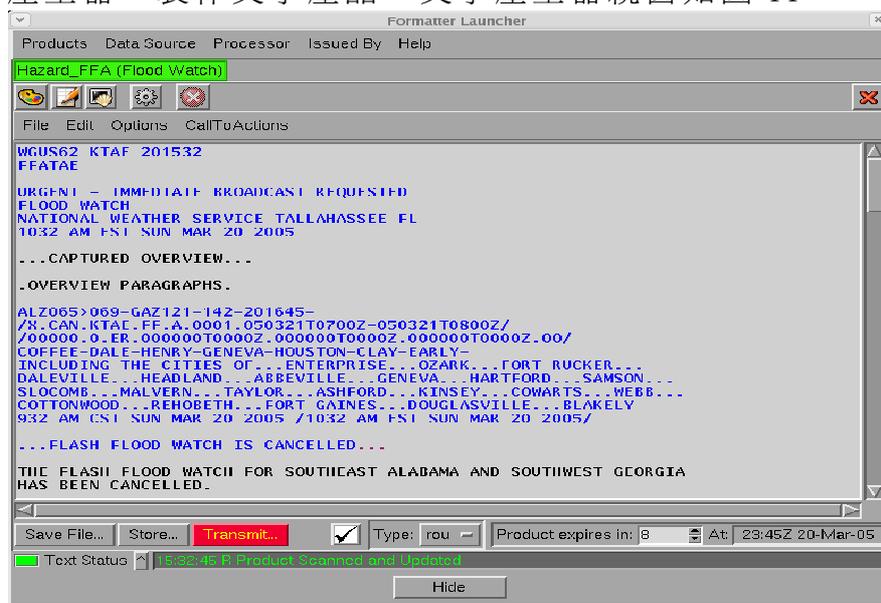


圖 11：文字產生器視窗(英文版)

選擇要製作的文字產品名稱之後，執行指令稿，輸出文字產品，傳輸到資料中心。

文字產生器製作文字產品的流程如下圖所示，

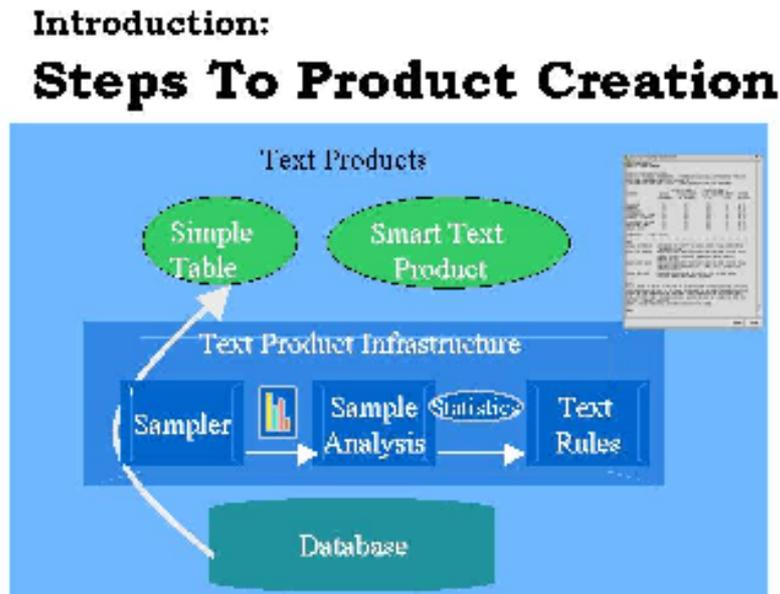


圖 12：文字產生器引擎製作流程

以預報人員所完成的數位預報資料庫作為依據，文字產生器經過統計取樣規則之後，找出特定區域的統計結果，可以是平均值或極大極小值等等。然後依照文字轉換規則將預報文字產品製作出來。

文字產生器(TF)主程式稿具有固定格式，依照格式撰寫所需指令稿。TF 的主程式碼架構：

定義：包括產品名稱定義，各種客製化定義，定義好的辭典會放在 argDict 裡面，文字程式的其他部分就可以透過這個辭典取得相關設定。

產生文字的基本依據：製作文字必須要完成參數設定以及轉換規則。首先必須完成基本參數設定，這包括**預報整體時間區間**，**子區間時間**、**取樣區域**、**天氣因子種類**，給定的參數如下表。

另外，還有兩種規則必須給定 **1、取樣規則**，**2、文字產生規則**。

表 2：GFE 可定義參數說明表

參數	定義說明
<code>argDict</code>	是一種 Python 辭典。系統內部定義檔，包含製作文字產品所需的定義資料。一般並不需要讀取。
<code>fcst</code>	預報文字字串，所有產出的預報文字都陸續寫入這個字串，預報文字結果直接列印 <code>fcst</code> 。所以，每一個產生文字的 class 都必須將結果寫入 <code>fcst</code> ，並且 <code>"return fcst"</code> 傳回其值到主程序。
<code>editArea</code>	是一種 Python List。進行取樣統計的區域名稱 <code>editAreaName = editArea.id().name()</code>
<code>areaLabel</code>	取樣區域標籤名稱
<code>timeRange</code>	取樣時間區間，為國際時 GMT。 <code>timeRange.startTime()</code> <code>timeRange.startTime().day()</code> <code>timeRange.startTime().month()</code> <code>timeRange.startTime().hour()</code> <code>timeRange.endTime()</code>

根據上述定義之後，文字產生器會先產生取樣辭典 `statDict`，不論是表格式或概況式預報的預報資料都從這個取樣辭典取出。產生概況式文字的 class 叫做 `generateproduct`，透過這個 class 產生相關的詞句。產生表格式預報則直接從 `statDict` 辭典取出數值資料作為輸出。文字輸出的排版可以利用 Python 基本語法做排版。

使用文字產生器必須定義兩種轉換規則，一是統計取樣規則，這項設定影響到格點預報資料如何轉換為區域特徵值，區域特徵值就是預報區域在預報時間當中的氣象因子描述數值。例如，在台北市今日的最高溫度特徵值是 25 度。當然我們也可以將今日分為每 6 小時 1

個時段，每個時段有各自的特徵值。如何取出特徵值的方法就是統計取樣規則。統計取樣的方法可以是區域平均、極大極小值、取眾數、取標準差範圍的平均等等。詳細方法可參考 GFE 系統文字轉換統計取樣說明。而採用不同的方法可以提供預報人員定義文字產品輸出時的彈性。

另一種規則就是文字轉換規則，主要目的是設定文字產生器在製作文字產品時如何將文字組合出來，產生各種不同的描述方式。例如是否要描述天氣在一天當中每幾個小時的變化，或者只要描述今天整個天氣狀況。例如可以描述溫度每隔 3 小時的變化狀況，或者說明今日的上下午溫度變化。又如風力描述，可以說明實際風力大小風向，或者大風微風等等文字描述。

由於 TF 的架構是英語系統，因此在文字的轉換方面，無法轉換出非英語文字產品。若從 Python 電腦語言的精神，我們可以利用 Python 的覆疊功能，將原本應轉為英文的文詞轉換為中文字。整體而言，GFE 系統可以採用兩種方法產生中文文字產品：

1. **利用外掛翻譯程式將英文文字產品直接轉換為中文文字產品**：這個方法可以確定每一個英文字一定可以轉換為中文字，但是缺點會產生出文法錯誤的中文文字產品。因此這個方法比較適用於表格式預報產品。不過透過 Python 的種類(class)功能，可以將文法錯誤的文字產品進行重組，產生正確的中文文字產品。
2. **利用覆疊方法產生中文文字產品**：GFE 系統可以將文字組合，在組合過程中直接將程式架構當中的英文字串覆疊為中文字串，同樣可以產生中文文字產品，而且翻譯過程比較一致，不會產生文字相近的英文詞句被翻譯成同一種中文詞句。但是缺點必須了解 TF 當中的架構以及所有程式庫，比較耗費時間。

目前美國氣象局網頁除了發布各種圖形產品之外，一並發布相關文字產品。而文字方面有兩種目的不同的產品，分別由各區域天氣辦

公室發布及國家數位預報資料庫發布。兩者差異主要是描述的目的不同，各地天氣辦公室的文字產品主要是針對區域天氣的概況描述，所以經過統計取樣之後產生，產生的系統就是 GFE 系統的文字產生器。而國家數位預報資料庫的文字產品則是描述地點的天氣預報資料，所以並不需要經過統計取樣，只要描述該地點的天氣隨時間的變化即可。

TF 文字產生器介面及程式稿使用時的注意事項：

1. 在文字產品編輯視窗編輯中文產品時，必須將'Auto Wrap'這一項關掉，取消掉自動排版，如此中文文件才不會亂掉。
2. GFE 的外掛程式中(smart tools, smart procedure, TF, 原始程式碼)，如果遇到中文字串的比較時，必須注意文字串的編碼狀態。必要時需加上 `xxx.encode('utf-8')`或 `xxx.decode('utf-8')`來做編碼轉換與確認。
3. 預報區域除了安裝時的基本區域外，還可以透過編輯區域選擇工具(主選單 )，這一項功能增加自訂的編輯區。定義新的編輯區同樣可以用在 TF 中，新的編輯區可以定義群組，在選單的編輯區中可以找到。

五、美國氣象局氣象預報作業現況

本報告簡介丹佛氣象預報辦公室的大致作業狀況，提供預報人員及預報中心參考。此行在 7 月至 11 月間由丹佛預報員 Ed Szoke，協助至丹佛預報辦公室實習數次。主要學習氣象預報系統 GFE 與特殊天氣處理流程。

美國天氣預報辦公室必須提供兩種型態的天氣預報資料，分別為傳統文字資料以及數位格點天氣預報資料。目前這兩種型態的資料都是由 GFE 系統所產生。除了一般天氣預報之外，也發布特殊天氣預警或警告，而特殊天氣警告有兩種系統可以產生，分別為 GFE 系統以及 AWIPS 的 WarnGen，這兩種系統分別負責短時(6 小時內)以及中長期特殊天氣警告。

天氣預報辦公室預報人員採用輪班制度，編輯一般天氣預報的預報員有兩位，採用 GFE 系統分別編輯 2 天內及 3 至 7 天的天氣預報。另外，有 2 位劇烈天氣預報員 (severe weather forecasters)，負責劇烈天氣及警報 (warning) 的發布，可視天氣狀況隨時支援警報發布。另有水文氣象預報員，負責預報劇烈降雨時的洪水警告。

GFE 系統為準備及處理天氣預報資料的重要工具，預報人員透過 AWIPS 系統進行天氣資料分析，然後使用 GFE 系統編輯數位天氣資料。由於近代數值天氣預報模式準確率提升，因此對於預報時間越短的天氣預報準確率越高。所以預報人員從編輯前一次預報的資料開始，然後檢視 AWIPS 數值天氣預報結果。如果預報資料出現誤差時才進行修改。通常只有預報時間越長，修改的數量才會較多。若數值模式出現不合理誤差時，統計預報模式也可以輔助天氣預報系統的編輯。如此流程可以兼顧每次預報資料的連續性、準確性以及減輕預報人員編輯的負擔。

由於 GFE 系統的天氣預報因子及時空分布是分離的，因此各個氣象因子及時空的一致性是大挑戰。各氣象因子之間的一致性必須透過 smart tools 或 smart procedure 來進行調整，或者透過 GFE 系統的

iTools 模組來完成。而由於美國有許多天氣辦公室，各個天氣辦公室之間的連續性及一致性就必須透過天氣辦公室之間的即時協調完成。

特殊天氣警告是由一般天氣或劇烈天氣預報員發布，若為短期即時天氣警告(6 小時內)，由預報人員使用 AWIPS 系統下的 WarnGen 發布。WarnGem 系統發布的是即時劇烈天氣警告，2007 年 10 月起警告區域由傳統的區域警告模式 (county-based) 進步到風暴模式 (storm-based)，風暴模式可以發布更詳細的劇烈天氣警告，避免類似傳統區域警告有警告區域過大的缺點。而中長期天氣預警則由預報人員使用 GFE 系統下的 GHG 編輯，GHG 所製作的特殊天氣警告屬於概況式描述，用於劇烈天氣發生前的預警。

肆、建議

天氣預報資訊逐漸邁向多元化、細緻化的階段，世界各國氣象單位也都逐漸提升其氣象服務的質與量。例如，歐、美、日、韓以及澳洲都已開始或即將開始提供精緻化預報。而實現精緻化預報需要大量氣象資料，來完成數位天氣預報資料庫。在精緻化預報流程中包含數值預報資源、數位預報資料準備系統、預報資料發布系統都必須充分合作，才能提供精緻化、有效率、提高可靠度的天氣預報資料。職有以下建議：

1. 強化數值天氣預報模式與格點統計預報模式

提供精緻化預報必須有大量數值天氣預報的參考資源。數值天氣預報模式及格點統計預報模式都可以提供高時空解析的數位預報資料，由預報準備系統處理後進行發布。因此，必須發展更高時空解析的數值模式以及格點統計預報模式，才能有完整的精緻化預報環境。

2. 增進處理地形相關的氣象資料能力

台灣地區氣候複雜，地形扮演重要角色。台灣各地區天氣及氣候差異相當大，除了發展更高解析的數值模式之外，也必須將數值模式的結果進行客觀分析或 downscale，提供氣象預報處理系統應用以及大眾參考。另外，也應加強台灣地區小尺度氣象學的研究。

3. 發展地面氣象分析系統及校驗系統

由於電腦儲存方式的限制，不論氣象資料或數值天氣預報都是以格點或差分方式進行。因此，對於高解析度的地面氣象狀況需求，就無法得到完整及真實的描述。而完整及真實的地面氣象分析卻是氣象預報校驗系統或數值天氣系統不可或缺的工具。發展地面氣象分析系統不僅可以協助改善數值模式，更可以提供準備氣象預報資料庫的參考。

4. 加強宣導，協助防災單位、媒體與民眾對預報資訊的解讀

數值化氣象預報資料與傳統文字預報的描述方式明顯不同，使用者不應解讀為準確率的提升。雖然，各種預報輔助系統未來可以協助提升預報準確度。但其主要目的是提供更精緻以及詳細的時空天氣預報，提供大眾更詳細的天氣預報資料，據以進行重要決策。因此，有必要透過宣導及教育說明現代氣象預報的狀況。