

中尺度天氣模型程式 MM5 圖形使用者介面

黃德豐^{1*} 張明龍²

龍華科技大學電機工程系¹ 龍華科技大學資訊網路工程系²
dfhuang@mail.lhu.edu.tw

摘要

中尺度氣象學是研究中尺度天氣系統與其相關聯繫的嚴重災害性天氣發生發展原因和預報的學問，目前與台灣的天氣研究關係最密切者為中尺度氣象學，國內亦有許多研究與報告即以 MM5 程式為工具以協助研究台灣相關的氣象，該系統迄今已有許多變革與增益，包括物理特性，系統動態特性等；亦已協助許多學術單位及氣象單位從事天候之預測與對氣象之了解。隨著科技的發展與對大氣現象觀察所增進的知識，其系統與使用範圍日益複雜，本研究主要工作為提出 MM5 程式之圖形使用者介面 (graphical user interface)。其主要目的為將現行文字環境的操作改變為在 X-Windows 下能夠簡易操作的圖形化介面以達成簡化操作程序及降低維護程序成本之目標，俾使使用此系統之門檻降低，使研究者能專心於氣象現象之思考與研究，而不需受限於電腦能力與批次檔案之除錯，增加氣象研究之品質。

關鍵字：MM5，圖形使用者介面

一、前言

MM5 (The Fifth-Generation NCAR / Penn State Mesoscale Model) 第五代 NCAR / Penn State 中尺度模型之發展約在 1970 年代早期開始，並因其是自由軟體 (freeware) 且其計算架構可在共享記憶體之平行電腦 (如 Cray EL, Cray J90, Cray YMP, HP-SPP2000, SGI, SUN 及 DEC Alpha) 和分散式記憶體之平行電腦 [1] (如 IBM RISC 6000 cluster, IBM SP2, Cray T3E, SGI Origin 2000, Fujitsu VPP 及 HP-SPP2000) 執行外，更可適用如 Cray, SGI, IBM, DEC, Sun, HP 等公司之工作站及個人電腦 Linux 環境下執行，因此被廣泛使用。

隨著科技的發展與對大氣現象觀察所增進的知識，該系統迄今已有許多變革與增益，包括物理特性，系統動態特性等；國內亦有許多研究與報告即以 MM5 程式為工具以協助研究台灣相關的氣象，例台灣氣候變遷預設情境模擬之初步研究、台灣空氣品質模式 (TAQM)、航空氣象現代化作業系統等。隨著大城市經濟建設的發展和社會文明的進步，以及在室外露天場地的大型活動的增加，人們對天氣預報的要求越來越高，已不滿足於一般性描述的傳統天氣預報，而且希望能夠獲取更及時、準確、詳細的 (如未來一天內每幾個小

時的、5-20 公里範圍的) 天氣預報。

由於氣象科學之觀察與處理為整合性相當多學科與技術之學問，運用 MM5 為工具時亦面臨類似的困境，使用者往往需要學習與熟析多種電腦的工具才能結合氣象的專業知識以使用此套程式，實為阻礙科學進步的重要原因之一，從另外角度而言，僅具有電腦相關知識與技術亦難從事或與氣象學者合作以共同發展氣象科學，因此本研究之主要目的為將現行文字環境的操作改變為在 X-Windows 下能夠簡易操作的圖形化介面以達成簡化操作程序及降低維護程序成本之目標，俾使使用此系統之門檻降低，使研究者能專心於氣象現象之思考與研究，而不需受限於電腦能力與批次檔案之除錯，增加氣象研究之品質。希望能達到以下幾點目標：

- 簡化操作程序。
- 增加可用性。
- 降低維護程序成本。

二、MM5 圖形使用者介面系統設計

1. 系統需求

1. 簡化 MM5 執行時之複雜設定。
2. 提供 GUI 介面供使用者使用並連接線上說明。
3. 提供單一電腦 (linux PC) 與叢集電腦 (MPP mode) 操作模

式並達到以下需求規格

1. 可提供MPP(叢集式運算)計算模式。
2. GUI 圖形化設計整合所有參數設定及編譯環境。

2. 系統分析

首先，MM5 一般執行主要程序如圖 1。

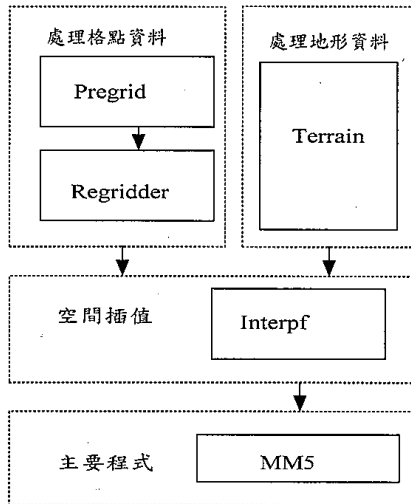


圖 1. MM5 執行流程圖

在進入 MM5 主程式前須先設定 (圖 2)

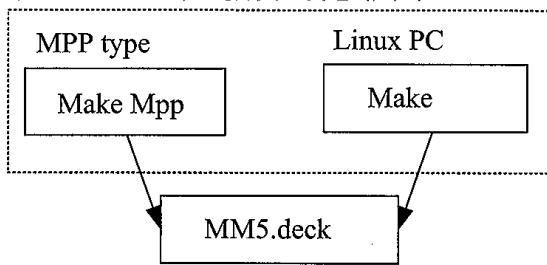


圖 2. 主程式基本執行過程

3. 系統設定

系統設定的工作主要有 3 部份 (見圖 3) :

1. 設定 configure.user 檔。
2. 設定程式路徑：MM5 所在的路徑。
3. 設定資料路徑：地形資料、格點資料所在路徑。

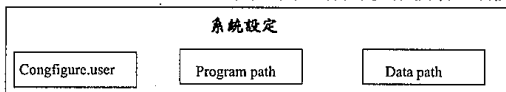


圖 3. 系統設定

另外前處理須完成 terrain、pregrid、regridder、interp 等功能，分述如下 (見圖 4)

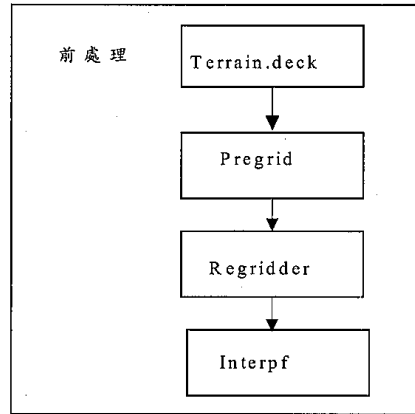


圖 4. 前處理部份流程

TERRAIN

Terrain 目前使用之資料為 USGS (美國地質調查局) 之 30 秒規格資料庫，為美國聯邦政府處理有關地名命名問題、地名查詢及新地名命名的最高負責機構，同時亦提供政府各部門標準化地名資料及接受相關諮詢。而在 1994 年美國國家地名委員會與美國地質調查局合作，將美國境內近兩百萬個地名加以資訊化，建立起地名資訊系統 (Geographic Names Information System: GNIS)，除透過網路將其成果與社會大眾分享外 (<http://mapping.usgs.gov/www/gnis>)，同時也開發出各式的查詢機制與應用案例，來推廣標準化地名的使用，並展示地名資訊庫與 GIS 整合應用時的優點。此處所用的地形資料為 GTOPO30，為 30 秒 (約 1 公里) 的解析度，自 1993 年即可由 EROS Data Center 得到 (例 <ftp://prep.ai.mit.edu/pub/gnu>)。其流程如圖 5。

Terrain.deck

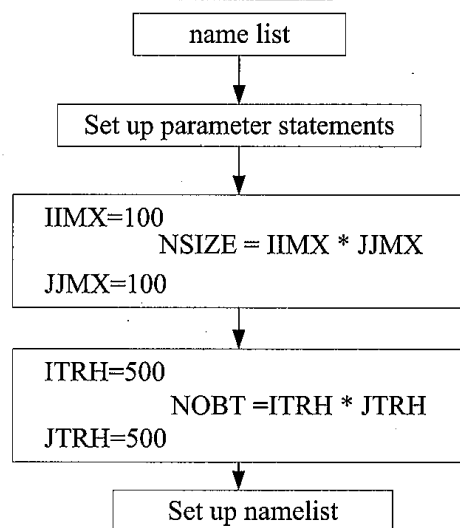


圖 5. Terrain 處理之基本流程

Pregrid

Pregrid：將得到的格點地理資料對壓力分析及預測並在這些水平格點及由 MM5 所定義之格式插值初所需的資料點，主要針對壓力層及地表分析，其工作流程見圖 6。

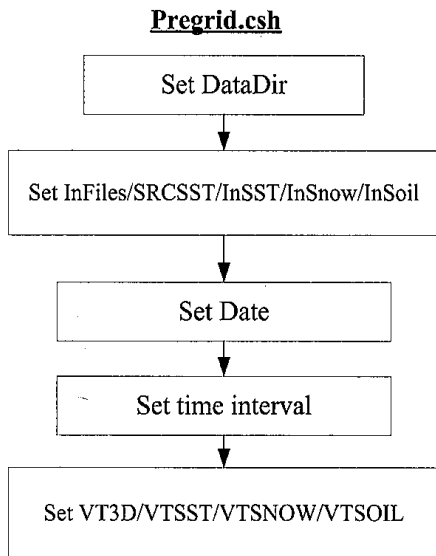


圖 6. Pregrid 基本流程料

Regrid

由 pregrid 輸出得到溫度、水平風分量、相對溼度、壓力層的高度、海平面壓力度、海平面溫度、覆雪資料等。

Interpf

撰寫 INTERPF 之程式語言為 Fortran 90，主要功能為由壓力層資料以垂直方向插值到 MM5 模型的 σ 座標系統。主要是來自由 REGRID 或 LITTLE_R/RAWINS 程式所得到的一維資料，輸入之形式為 REGRID_DOMAINn，RAWINS_DOAMINn，或 LITTLE_R_DOMAINn ($n = 1, 2, 3$ 等)，由其個別輸入檔的定義域 INTERPF 將產生該定義域相關之輸出檔，如 MMINPUT_DOMAIN1, BDYOUT_DOMAIN1, LOWBDY_DOMAIN1。主要的執行副程式為 hrdro_interp 模組中的 intdrv 副程式，功能為其關係見圖 7。

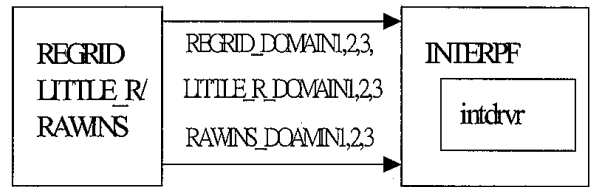


圖 7. 輸入到 INTERPF 之資料型態關係

INTERPF 中亦已設計各種物理特性的選項 (如 cloud, rain, snow, ice, 等)，但是如 snow 與 ice 是目前台灣較少出現的物理特性，因此應該先針對修改或加強其程式以使其能應用於台灣的特性。另外

1. INTERPB 為 INTERPF 之反函數，即由 MM5 模型的座標系統垂直插值到壓力層資料。

2. 使用 INTERPF 計算 MM5 模型中的數據，至少需要 24 小時的數據。例如需要 12 小時間隔的資料，至少需要一組 0 Z 及一組 12 Z 的數據以計算；例如需要 3 小時間隔的資料，至少需要一組 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 Z 的數據以計算。

3. 當需要算多重域時，僅需修改 namelist.input 為適當的檔案即可。

4. 資料流程 (輸入輸出檔案關係)

經由前節所提出之流程產生之輸出檔如下:

MMINPUT_DOMAIN1 - V3 Interpf 的輸出檔

BDYOUT_DOMAIN1 - V3 Interpf 的輸出檔

LOWBDY_DOMAIN1 - V3 Interpf 的輸出檔

TERRAIN_DOMAIN{1,2,3,...} - 為執行 nests 用途的 V3 Terrain 的輸出檔

執行 MM5 主程式後之輸出檔如下:

MMINPUT_DOMAIN1 - V3 Interpf 的輸出檔

BDYOUT_DOMAIN1 - V3 Interpf 的輸出檔

其基本架構見圖 8。

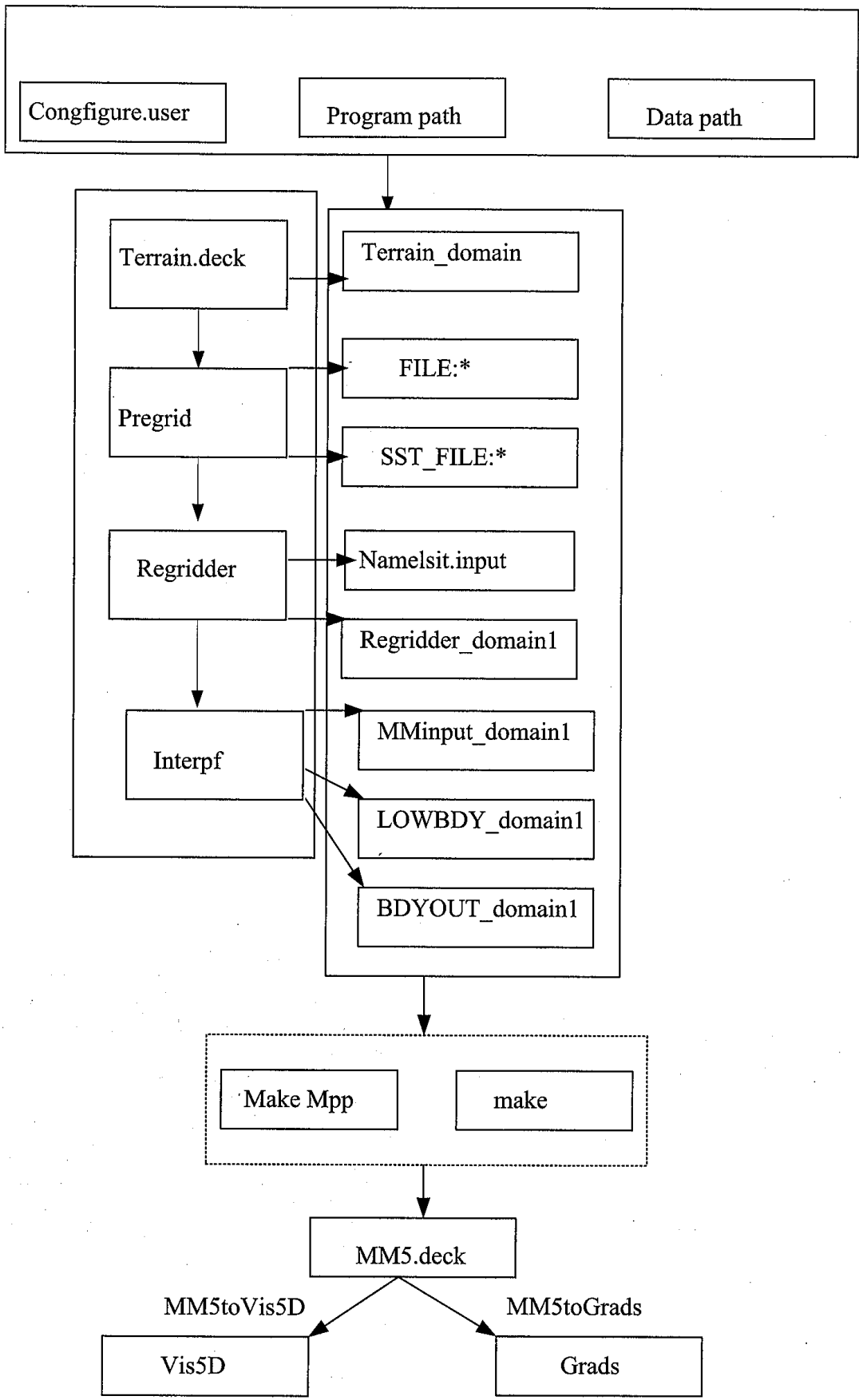


圖 8. 完整的輸出/輸入檔案關係

三、MM5 圖形使用者介面

中尺度天氣系統程式之圖形使用者介面提供使用者輸入與判讀作業，整個系統由前端輸入子系統與後端資料處理子系統所構成。

本系統主要分為五個部份，分別為 DATA、TERRAIN、REGRID、INTERPF、MM5 等，各子系統間的介面及互動圖如圖 9 所示。

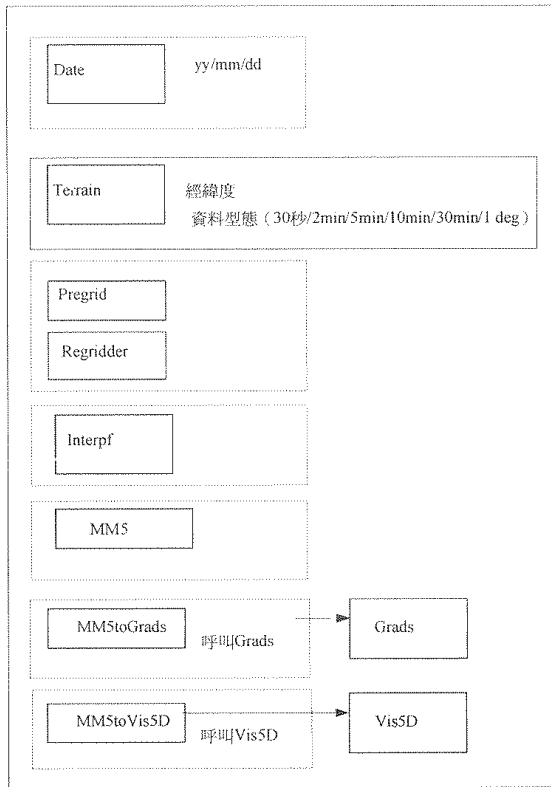


圖 9. 基本 GUI layout 形式

四、實際執行與操作實例

圖 10 為使用者介面的主畫面。

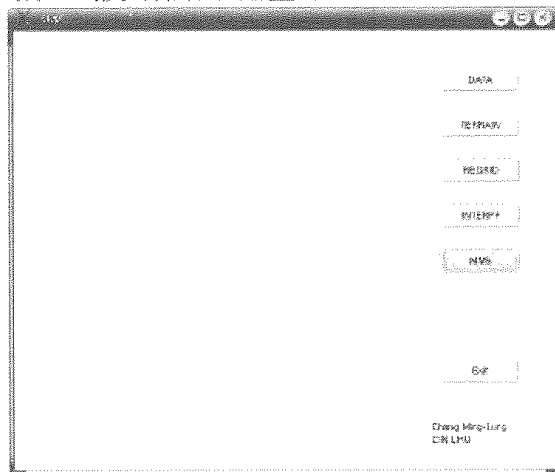


圖 10. 使用者介面主畫面

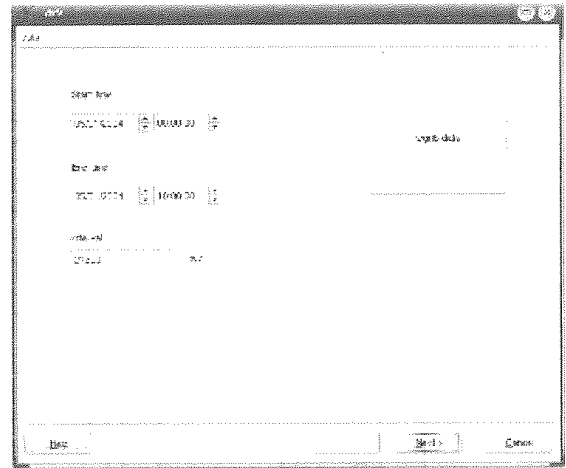


圖 11. 氣象資料輸入畫面

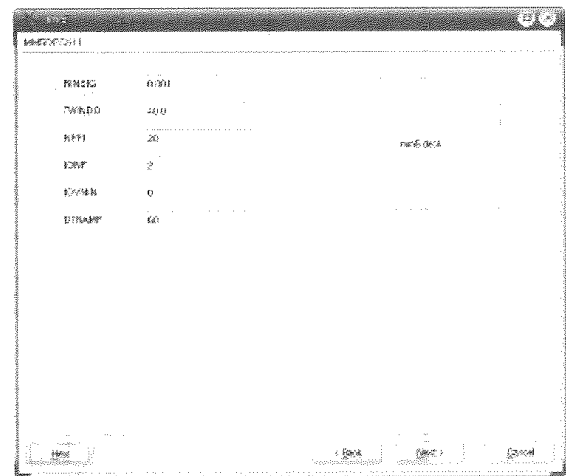


圖 12. MM5 主程式執行畫面

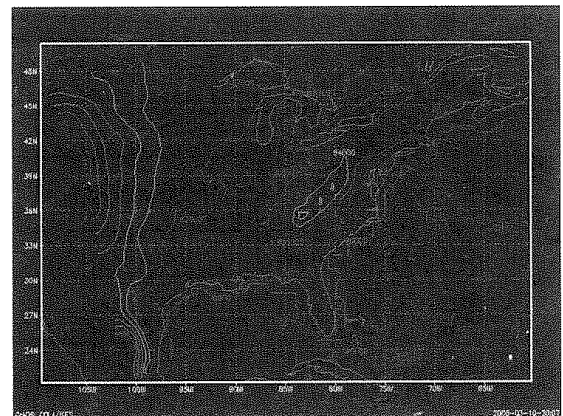


圖 13. GrADS 輸出圖形

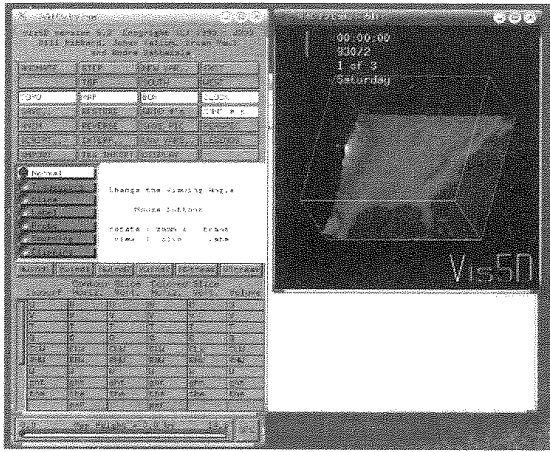


圖14. 執行Vis5D畫面

參考文獻

[1] PSU/NCAR mesoscale modeling system tutorial class notes and user's guide, MMS modeling system version 3, August, 2003.

[2] Trolltech Qt <http://www.trolltech.com/>