

Master Oficial en Clima, Energía y Riesgo Ambiental
GUIÓN DE PRÁCTICA
2010-2011

Clase practica de Dinámica Atmosférica: Análisis de salidas de modelos meteorológicos

Breve descripción

En esta clase práctica vamos a analizar las salidas de una simulación de alta resolución hecha por el modelo regional climático REMO para la Península Ibérica entre los años 1989-1999. Las variables que vamos a analizar son la temperatura media mensual (T) y la precipitación media mensual (P). Estas variables serán comparadas con la base de datos de observaciones climáticas CRU (<http://www.cru.uea.ac.uk/>) y, solo en un caso, con la de ECA (<http://eca.knmi.nl/>).

Los principales objetivos de esta práctica son:

- Realizar un análisis preliminar de las salidas de un modelo climático
- Aprender a manejar un conjunto de herramientas para analizar y visualizar datos climáticos

Sumario de las tareas a realizar

- ✓ **Preparación de los datos de observación**
 - Buscar y descargar de Internet la base de datos CRU TS 2.1
 - Descomprimir y convertir los datos en el formato estándar netcdf
 - Cortar la región de la Península Ibérica desde los datos globales
 - Seleccionar el periodo 1989-1999
- ✓ **Homogeneización geográfica de los datos**
 - Interpolan los datos de REMO a la malla de los datos CRU previamente seleccionada
- ✓ **Análisis y comparación de los datos REMO y CRU TS 2.1**
 - Desarrollar los puntos enumerados en la pagina 5

Herramientas utilizadas en esta práctica

CDO (Climate Data Operator)

Es un software práctico y relativamente sencillo para manipular y analizar datos climático.
Documentación y más información: <http://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/software/cdo/cdo.pdf>

ncview (netcdf viewer)

Un software práctico y sencillo para visualizar de manera rápida y eficaz ficheros en formato netcdf
Documentación y más información: http://meteora.ucsd.edu/~pierce/ncview_home_page.html

kwrite y VIM

Editores de texto muy usados en entornos unix.

Bash script

Una manera muy potente y eficaz para interactuar con los sistemas Unix. Consiste en un fichero de texto que contiene una secuencia de comandos.

Algunas abreviaturas utilizadas

T=Temperatura

P=Precipitación

obs=observaciones/observados

mod=modelo

DJF (December–January–February): Invierno

MAM (March–April–May): Primavera

JJA (June–July–August): Verano

SON (September–October–November): Otoño

Preparación de los datos de observación

Lo primero que necesitamos son datos de observaciones con los que comparar las salidas del modelo REMO. Buscamos en google la base de datos CRU TS 2.1.

A continuación veremos una de las posibles maneras para obtener los datos, que necesitan ser descargados, descomprimidos, convertidos y cortados.

Desde el terminal linux:

```
cd
climaX@perico:~> pwd
/home/climax
mkdir analisis
cd analisis
```

Copiamos en esta carpeta unos scripts para descargar, descomprimir, convertir los datos CRU

```
cp /home/clima0/analysis/* .
ls -l
```

Crear el directorio CRU donde se guardaran los datos descargados y procesados

```
mkdir /home/clima/data/climaX/CRU/
```

Editar y ejecutar los siguientes scripts:

1) Descargar los datos

```
./cru_2.1_download_tmp_pre.sh
```

Mirad lo que ha pasado

2) Descomprimir y convertir

```
./cru_2.1_uncompress_dat2nc.sh
```

Mirad lo que ha pasado

3) Cortar la región que nos interesa para reducir el tamaño de los ficheros

```
./cru_2.1_cut_spain_region.sh
```

Mirad lo que ha pasado

Estos datos nos servirán más tarde para comparar distintas resoluciones.

Ahora copiamos otra base de datos con más resolución así:

```
cp /home/clima/data/clima0/CRU/obs.1901-2000.tmp.nc /home/clima/data/climaX/CRU/.
cp /home/clima/data/clima0/CRU/obs.1901-2000.pre.nc /home/clima/data/climaX/CRU/.
(en una sola línea de comando sería:
cp /home/clima/data/clima0/CRU/obs.1901-2000.???.nc /home/clima/data/climaX/CRU/.)
```

Como estamos interesados sólo en España, vamos a cortar el área que la contenga, será relativamente pequeña.

```
cdo selindexbox,1,90,1,70 obs.1901-2000.tmp.nc obs.1901-2000.tmp.spain.nc
cdo selindexbox,1,90,1,70 obs.1901-2000.pre.nc obs.1901-2000.pre.spain.nc
(Como alternativa se puede ejecutar el escript ./cru_1.2_cut_spain_region.sh)
```

Crear una carpeta de nombre REMO en el directorio /home/clima/data/clima0

```
cd /home/clima/data/climaX
```

```
mkdir REMO
```

Copiar la salidas mensuales de dos experimentos distintos que se encuentran en el directorio /home/clima/data/clima0/DATOS/

```
cp -r /home/clima/data/clima0/DATOS/spain0088 .
cp -r /home/clima/data/clima0/DATOS/spain022 .
(en un solo comando: cp -r /home/clima/data/clima0/DATOS/spain* . )
```

Ir a la carpeta spain0088 y copiar obs.1901-2000.tmp.spain.nc en ella

```
cd spain0088
```

```
cp /home/clima/data/climaX/CRU/obs.1901-2000.tmp.spain.nc .
```

```
cp /home/clima/data/climaX/CRU/obs.1901-2000.pre.spain.nc .
```

Comprobar, tecleando “ls -l”, que hemos conseguido los siguientes ficheros

```
obs.1901-2000.pre.spain.nc
obs.1901-2000.tmp.spain.nc
e028003m1989-1999_c167.nc
e028003m1989-1999_c260.nc
```

Visualizar unos de los dos ficheros de REMO

```
ncview e028003m1989-1999_c167.nc
```

Pinchar en la imagen, el tiempo no está bien configurado.

Configurar el tiempo y renombrar los ficheros

```
cdo setreftime,1989-01-01,time,months e028003m1989-1999_c167.nc e028003m1989-1999_c167_timeset.nc
cdo setreftime,1989-01-01,time,months e028003m1989-1999_c260.nc e028003m1989-1999_c260_timeset.nc
```

Comprobar el cambio:

```
ncview e028003m1989-1999_c167_timeset.nc
```

Pinchar en la imagen, el tiempo ahora debería estar bien configurado.

De las observaciones sólo necesitamos los años entre 1989-1999. Seleccionamos sólo estos años

```
cdo selyear,1989,1990,1991,1992,1993,1994,1995,1996,1997,1998,1999 obs.1901-2000.spain.tmp.nc obs.1989-1999.spain.tmp.nc
```

Repetir para las precipitaciones

Comprobar que se ha logrado obtener estos ficheros
obs.1989-1999.tmp.spain.nc
obs.1989-1999.pre.spain.nc

Homogeneización geográfica de los datos

Vemos los ficheros de REMO

```
ncview obs.1989-1999.tmp.spain.nc e028003m1989-1999_c167_timeset.nc
```

Pasando el ratón por encima de la imagen, en la ventana del programa, vemos las coordenadas longitud y latitud, las cuales al estar rotadas no siguen el retículo geográfico convencional.

Rotamos e interpolamos las variables T y P de REMO en la malla de los datos CRU:

La malla de los datos CRU es la siguiente

```
cdo griddes obs.1989-1999.tmp.spain.nc
```

Guardamos esta información en un fichero

```
cdo griddes obs.1989-1999.tmp.spain.nc > cru_grid.txt
```

Realizamos un “remapping” de los datos REMO en la malla CRU

REMAPPING: Interpolación geográfica que sirve para pasar datos de una malla o otra)

```
cdo remapbil,cru_grid.txt e028003m1989-1999_c167_timeset.nc e028003m1989-1999_c167_timeset_cg.nc
```

```
cdo remapbil,cru_grid.txt e028003m1989-1999_c260_timeset.nc e028003m1989-1999_c260_timeset_cg.nc
```

Para mayor comodidad creamos otra carpeta y cambiamos el nombre de nuestros ficheros

```
mkdir mm_analisis
```

```
cd mm_analisis
```

```
cp e028003m1989-1999_c167_timeset_cg.nc mm_analisis/MT.nc
```

```
cp e028003m1989-1999_c260_timeset_cg.nc mm_analisis/MP.nc
```

```
cp obs.1989-1999.tmp.spain.nc mm_analisis/OT.nc
```

```
cp obs.1989-1999.pre.spain.nc mm_analisis/OP.nc
```

MT.nc (model temperature)

MP.nc (model precipitation)

OT.nc (observations temperature)

OP.nc (observations precipitation)

Comprobar, tecleando “ls -l”, que hemos conseguido los siguientes ficheros

```
ls -l
```

```
-rw-rw-rw-+ 1 clima0 masterclima 3329708 nov 18 19:45 MP.nc
```

```
-rw-rw-rw-+ 1 clima0 masterclima 3329832 nov 18 19:45 MT.nc
```

```
-rw-rw-rw-+ 1 clima0 masterclima 3330080 nov 18 17:25 OP.nc
```

```
-rw-rw-rw-+ 1 clima0 masterclima 3330084 nov 18 17:25 OT.nc
```

Análisis y comparación de los datos REMO y CRU TS 2.1

A partir de los cuatro ficheros contenidos en la carpeta mm_analisis y utilizando “cdo” y “ncview” desarrollar los siguientes puntos de análisis:

1) Obtener la climatología mensual de la temperatura y la precipitación, para el periodo 1989-1999 (nombrar los nuevos ficheros MT_clm.nc, MP_clm.nc, OT_clm.nc, OP_clm.nc)

- Visualizar la T del mes de Agosto para las obs y para el mod. ¿Qué se puede decir acerca de las capacidades del modelo en reproducir este mes?

- Visualizar la P de mes de Agosto para las obs y para el mod. ¿Qué se puede decir acerca de las capacidades del modelo en reproducir este mes? ¿Qué diferencias notas en los Pirineos? ¿Cómo explicas estas diferencias?

2) Obtener la climatología estacional, para la temperatura y de la precipitación, calculada sobre los 11 años entre 1989 y el 1999. (nombrar los nuevos ficheros MT_seas.nc,...)

- ¿Cuál son las estaciones mejor/peor reproducidas para T y P?

3) Obtener la desviación estándar de cada mes calculada sobre los 11 años. (nombrar los nuevos ficheros MT_std.nc,...)

- ¿Quién tiene generalmente más variabilidad?

4) Obtener la diferencia entre la climatología del modelo y las de las observaciones. (OT-MT_clm_sub.nc,...).

Calcular también la diferencia media espacial por cada mes. (OT-MT_clm_sub fldmean.nc,...)

- ¿Cuál son los meses mejor/peor reproducidos?

5) **Por anomalía de una serie temporal se entiende la diferencia de ésta con respecto a la media de la serie. Por ejemplo, la anomalía de la T en diciembre se obtiene restando a la serie temporal de todos los diciembres la temperatura media de diciembre.**

Calcular la desviación estándar de las anomalías por cada mes (MP_ano_std.nc,...)

Calcular la correlación temporal (timcor) y espacial (fldcor) para las anomalías de T y de P

- Entre T y P ¿quién está generalmente más correlacionado en el tiempo con las obs? ¿Y en el espacio?
-
-
-

Sugerencias:

```
cdo infov -fldmean MP-OP_ano_timcor.nc
cdo infov -fldmean MT-OT_ano_timcor.nc
cdo infov -timmean -abs MP-OP_ano_fldcor.nc
cdo infov -timmean -abs MT-OT_ano_fldcor.nc
```

6) **El fichero e028002m1989-1999_c260.nc contiene las precipitaciones medias mensuales para una simulación hecha en las mismas condiciones que la de e028003m1989-1999_c260.nc, pero con diferente resolución espacial (0.22°). El fichero se encuentra en el directorio “/home/clima/data/clima0/REMO/spain022/mm_analysis/”.**

Copiar el Fichero en la carpeta de trabajo y “remapear” usando el fichero “cru_grid.txt”.

```
( cp /home/clima/data/clima0/REMO/spain022/mm_analysis/e028002m1989-1999_c260.nc
/home/clima/data/climaX/REMO/spain0088/mm_analisis/. )
```

- Entre las simulaciones con resolución de 0.22° y 0.088°, ¿quién reproduce mejor las precipitaciones observadas? ¿Quién tiene una correlación temporal media más alta con las observaciones?
-
-
-

Sugerencias:

Calcular las diferencias entre MP022_clm.nc y OP_clm.nc y luego el promedio por cada mes como hemos para el fichero MP_clm.nc para obtener OP-MP_clm_sub_fldmean.nc

“Remapear” usando el fichero cru_grid.txt

```
cdo remapbil,./cru_grid.txt e028002m1989-1999_c260.nc e028002m1989-1999_c260_cg.nc
```

```
cdo ymonmean e028002m1989-1999_c260_cg.nc MP022_clm.nc
```

```
cdo sub MP022_clm.nc OP_clm.nc MP022-OP_clm_sub.nc  
cdo fldmean MP022-OP_clm_sub.nc MP-OP_clm_sub_fldmean.nc
```

```
cdo infov -timmean -abs MP022-OP_clm_sub_fldmean.nc >> 7.2391 mm/month  
cdo infov -timmean -abs MP-OP_clm_sub_fldmean.nc >> 6.2277 mm/month
```

(En una sola línea: `cdo infov -timmean -abs -fldmean -sub OP_clm.nc MP022_clm.nc`)

7) Comparar la temperatura del modelo con la serie temporal de la estación de NAVACERRADA (lon:-4° 0' 37" lat:40° 46' 50" alt:1890m) que se encuentra en el fichero `eca.navacerrada_1989-1999.tmp.nc` del directorio `/home/clima/data/clima0/REMO/spain0088/mm_analisis`

Realizar estos pasos antes de empezar en el desarrollo del punto 7:
copiar y renombrar los siguientes ficheros de esta manera:

```
cp /home/clima/data/clima0/REMO/spain0088/mm_analisis/eca.navacerrada_1989-1999.tmp.nc  
/home/clima/data/climaX/REMO/spain0088/mm_analisis/eca_navac_tmp.nc
```

```
cp /home/clima/data/clima0/REMO/spain0088/mm_analisis/e028003_oro.nc  
/home/clima/data/climaX/REMO/spain0088/mm_analisis/.
```

Desarrollo asistido:

Encontrar los índices *i* y *j* de la celda que contiene el punto donde se encuentra la estación meteorológica de Navacerrada

```
ncview MT.nc
```

$(i, j) = \underline{\hspace{2cm}}$

usar el comando *selindexbox* para extraer la serie temporales de este punto y guardarla como `MT_navac.nc`

Para poder comparar mejor renombramos la variable “var167” como “tmp”
`cdo chname,var167,tmp, MT_navac.nc MT_navac_tmp.nc`

Ahora visualizamos las dos series temporales a la vez:

```
ncview eca_navac_tmp.nc MT_navac_tmp.nc
```

¿Cómo explicas lo que ves?

La diferencia sistemática entre el modelo y las observaciones es debida a que en ese particular punto (estación de Navacerrada), el modelo posee una altura sensiblemente menor de la altura real de la estación de medida.

La temperatura del aire en la troposfera desciende con la altura. Ese descenso se llama **gradiente térmico vertical** y es de 6,5°/km, por término medio, puesto que experimenta variaciones en función de la latitud, de la época del año y del tipo de situación que presente la atmósfera

Utilizar ese valor del gradiente térmico vertical y el fichero e028003_oro.nc para calcular una corrección de nuestra serie temporal MT_navac_tmp.nc, puesto que la altura real de la estación de Navacerrada es de 1890m.

Sugerencias:

```
# remap to cru grid  
cdo remapbil,cru_grid.txt e028003_oro.nc e028003_oro_cg.nc
```

```
Correccion= (Altitud_real – Altitud_model) * Coef = _____  
cdo addc,correccion MT_navac_tmp.nc  
ncview MT_navac_tmp.nc ../../eca.navacerrada_1989-1999.tmp.nc
```