



คู่มือการติดตั้งซอฟต์แวร์

Weather Research and Forecasting (WRF) model
on Rocks Cluster

WRF on Rocks Cluster Installation Guide

บริษัท คลัสเตอร์คิท จำกัด

18 กุมภาพันธ์ 2560

คำนำ

Weather Research and Forecasting model (WRF) เป็นชื่อของซอฟต์แวร์จำลองสภาพอากาศ ที่มีกลุ่มผู้ใช้งานในบ้านเราอยู่พอสมควร คลัสเตอร์คิทในฐานะบริษัทคนไทยที่ให้บริการด้านเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์ ที่มีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง หรือ High Performance Computing (HPC) ที่ได้รับโอกาสจากสังคมนี้มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 ปีนี้ประกอบกิจการมาครบ 10 ปีเต็ม เข้าสู่ปีที่ 11 ของเรา เราตั้งใจที่จะแบ่งปันสิ่งที่เรามีแก่สังคม ตามแนวทางการแบ่งปันของซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่เราใช้ เพราะถ้าไม่มีโอเพนซอร์ส คงไม่มีคลัสเตอร์คิทในวันนี้

10 ปีที่ผ่านมา เราได้เรียนรู้อะไรหลายอย่างทั้งเทคโนโลยีและลูกค้า เราพบว่าผู้ใช้งานระบบคอมพิวเตอร์คลัสเตอร์เป็นคนในสาขาอื่นที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์โดยตรง จากประสบการณ์ที่ได้ไปติดตั้งซอฟต์แวร์ Rocks Cluster และ WRF ให้กับหน่วยงานหลายแห่ง พบว่ายังมีหลายแห่งที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์จากซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งไว้อย่างที่ควร เช่น การใช้งานผ่าน scheduler เป็นต้น คู่มือการติดตั้งซอฟต์แวร์ WRF บน Rocks Cluster ฉบับนี้จึงเกิดขึ้น เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้นำไปทดลองติดตั้งใช้งาน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งใจ

สุดท้าย เราหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านที่ติดปัญหาในการคอมไพล์ WRF จะหลุดพ้นปัญหาเมื่อได้อ่านคู่มือเรา หากท่านมีข้อเสนอแนะติชมประการใด ได้โปรดอย่าเกรงใจที่จะบอกเรา ... ขอขอบคุณครับ

เรา .. ชาวคลัสเตอร์คิท

๑๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

*** เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นด้วยซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส LibreOffice ***

สารบัญ

1	ก่อนติดตั้ง.....	5
2	ติดตั้งโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง (Dependency).....	5
2.1	enable EPEL repository.....	5
2.2	enable CentOS-Base repository.....	5
2.3	List all repository.....	5
2.4	Install dependencies packages.....	5
3	ติดตั้ง HDF5.....	6
3.1	ติดตั้ง HDF5 ด้วยการคอมไพล์.....	6
3.2	สร้างโมดูลไฟล์ /etc/modulefiles/hdf5.....	6
4	ติดตั้ง NetCDF.....	6
4.1	ติดตั้ง NetCDF.....	7
4.2	NetCDF-Fortran.....	7
4.3	สร้างโมดูลไฟล์สำหรับ netcdf ที่ติดตั้ง.....	7
5	ติดตั้ง MVAPICH2 และ OpenMPI.....	8
5.1	คอมไพเลอร์ MVAPICH2.....	8
5.2	คอมไพเลอร์ OpenMPI.....	8
5.3	ตัวอย่างไฟล์ Load Module ของ mvapich2.....	8
6	ติดตั้ง WRF.....	10
6.1	ก่อนคอมไพล์โปรแกรม.....	10
6.2	กำหนดค่าตัวแปรสภาพแวดล้อม (Environment Variable) ที่ต้องใช้ในการคอมไพล์ WRF.....	10
6.3	คอมไพล์แบบขนาน.....	10
6.4	คอมไพล์ em_real.....	10
7	Compile WPS.....	11
7.1	แตกไฟล์ .tar แล้วสั่ง ./configure.....	11
7.2	แก้ไขพารามิเตอร์ในกรณีที่ใช้กับ GCC คอมไพเลอร์.....	11
8	ติดตั้ง ARWpost.....	11

9 ตัวอย่าง การรันข้อมูลเพื่อทดสอบโปรแกรม WPS, WRF.....	12
9.1 ดาวน์โหลด Geo Data.....	12
9.2 ดาวน์โหลดข้อมูลทดสอบ.....	12
9.3 เตรียมสภาพแวดล้อมเพื่อรัน WPS.....	12
9.4 ปรับแต่งไฟล์ namelist.wps.....	13
9.5 Run WPS.....	13
10 รัน WRF.....	14
10.1 เตรียมสภาพแวดล้อม.....	14
10.2 รัน WRF.....	14
11 การรัน ARWpost.....	14
12 ตัวอย่างการแสดงผลด้วย Grads.....	15
13 การรัน WRF ผ่าน SGE.....	16

การติดตั้ง WRF-3.8.1 บน Rocks Cluster

ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการติดตั้ง WRFV3.8.1, WPSV3.8.1, ARWPost3.1 ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก

http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get_source.html

1 ก่อนติดตั้ง

WRF นั้นเป็น Source Code ซึ่งแน่นอนว่าเราต้องคอมไพล์ (Compile) ด้วยคอมไพเลอร์ภาษาซีและฟอร์แทรน (Fortran) ในการคอมไพล์เราจะพบว่า WRF นั้นเรียกใช้บริการจากซอฟต์แวร์อื่น ๆ ด้วย โดยเฉพาะ NetCDF ที่จำเป็นจะต้องคอมไพล์ด้วยคอมไพเลอร์เดียวกันกับ WRF กล่าวคือ หากจะใช้ Intel Compiler คอมไพล์ WRF ก็ต้องใช้ Intel Compiler คอมไพล์ NetCDF ด้วยเช่นกัน และยังมีซอฟต์แวร์อื่น ๆ ที่ WRF เรียกใช้งานอีก เช่น NCARG และ Jasper เป็นต้น เราจึงจำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เหล่านี้กันก่อน ซึ่งจะกล่าวไปโดยลำดับ ขอกล่าวถึงการติดตั้ง Dependency Package กันก่อน

ในเอกสารนี้จะใช้สภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

- Rocks Cluster 6.2 (แนะนำให้ไม่ติดตั้ง perfSONAR เพราะมีบั๊กกระทบส่วนอื่น เช่น Grid Engine)
- WRF-3.8.1
- NetCDF-4.3.2
- NetCDF-fortran-4.2
- GCC and gfortran

2 ติดตั้งโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง (Dependency)

ในส่วนนี้จะทำการติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ต้องอ้างถึงเวลาที่ WRF เรียกใช้งาน ประกอบด้วยซอฟต์แวร์หลายรายการ เช่น NCAR Graphic (ncl), jasper และ Grads เป็นต้น

2.1 enable EPEL repository

```
yum-config-manager --enable epel
```

2.2 enable CentOS-Base repository

```
yum-config-manager --enable base
```

2.3 List all repository

```
yum repolist all
```

2.4 Install dependencies packages

```
yum install gdal ncl jasper jasper-devel netcdf-devel hdf5-devel texinfo-tex grads
```

3 ติดตั้ง HDF5

3.1 ติดตั้ง HDF5 ด้วยการคอมไพล์

ดาวน์โหลดซอร์สโค้ด HDF5 จากเว็บต่อไปนี้ <https://support.hdfgroup.org/downloads/index.html>

```
tar xvf hdf5-1.8.17.tar.bz2
cd hdf5-1.8.17
./configure --prefix=/share/apps/hdf5/hdf5-1.8.17 --enable-fortran --enable-cxx
make
make check
make install
```

3.2 สร้างโมดูลไฟล์ /etc/modulefiles/hdf5

มีเนื้อหา ดังนี้

```
##Module1.0#####
##
## hdf5 modulefile
##
## modulefiles/
##
proc ModulesHelp { } {
    global version

    puts stderr "\t Use $hdf5_home"
    puts stderr "\n\tVersion $version\n"
}

module-whatis "HDF5-1.8.17 compile with gcc"

# for Tcl script use only
set    version 1.8.17

set hdf5_home /share/apps/hdf5/hdf5-1.8.17
setenv HDF5 $hdf5_home
setenv H5DIR $hdf5_home
prepend-path PATH $hdf5_home/bin
prepend-path LD_LIBRARY_PATH $hdf5_home/lib
prepend-path INCLUDE $hdf5_home/include
```

4 ติดตั้ง NetCDF

NetCDF เป็นซอฟต์แวร์ที่ต้องคอมไพล์ด้วยคอมไพเลอร์ตัวเดียวกับที่จะใช้คอมไพล์ WRF และ WPS เช่น ถ้าเราจะใช้ Intel Compiler ในการคอมไพล์ WRF ก็ต้องใช้ Intel Compiler ตัวเดียวกันคอมไพล์ NetCDF นี้ด้วย

NetCDF ตั้งแต่รุ่น 4.2 ได้แยก NetCDF-Fortran ออกจาก C ทำให้การติดตั้งต้องทำเป็นสองขั้นตอนคือ ติดตั้ง NetCDF ก่อนจากนั้นจึงติดตั้ง NetCDF-Fortran ในที่นี้เลือกใช้ netcdf-4.3.2 และ netcdf-fortran-4.2 (อ้างอิง http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/docs/building_netcdf_fortran.html)

หมายเหตุ NetCDF นี้ต้องการ texinfo, texinfo-tex ซึ่งเราลงในช่วงของติดตั้งโปรแกรมที่เกี่ยวข้องแล้ว

4.1 ติดตั้ง NetCDF

ดาวน์โหลด netcdf-4.3.2 จาก <ftp://ftp.unidata.ucar.edu/pub/netcdf/old/netcdf-4.3.2.tar.gz>

```
tar xvzf netcdf-4.3.2.tar.gz
cd netcdf-4.3.2
module load hdf5
H5DIR=/share/apps/hdf5/hdf5-1.8.17
CPPFLAGS=-I${H5DIR}/include LDFLAGS=-L${H5DIR}/lib
./configure --prefix=/share/apps/netcdf/netcdf-4.3.2-gcc
make check install
```

4.2 NetCDF-Fortran

ดาวน์โหลด netcdf-fortran-4.2 จาก <ftp://ftp.unidata.ucar.edu/pub/netcdf/old/netcdf-fortran-4.2.tar.gz>

```
tar xvzf netcdf-fortran-4.2.tar.gz
cd netcdf-fortran-4.2
export LD_LIBRARY_PATH=/share/apps/netcdf/netcdf-4.3.2-gcc/lib:$LD_LIBRARY_PATH
CPPFLAGS=-I/share/apps/netcdf/netcdf-4.3.2-gcc/include LDFLAGS=-L/share/apps/netcdf/netcdf-4.3.2-gcc/lib ./configure --prefix=/share/apps/netcdf/netcdf-4.3.2-gcc --disable-fortran-type-check
make check install
```

4.3 สร้างโมดูลไฟล์สำหรับ netcdf ที่ติดตั้ง

ให้สร้างไฟล์ /etc/modulefiles/netcdf432-gcc มีเนื้อหา ดังนี้

```
##Module1.0#####
##
## netcdf-gcc modulefile
##
## modulefiles/
##
proc ModulesHelp { } {
    global version

    puts stderr "\t Use $netCDF"
    puts stderr "\n\tVersion $version\n"
}

module-whatis "NetCDF-4.3.2 compile with GCC"

# for Tcl script use only
set version 4.3.2

conflict netcdf432-pgi netcdf432-intel

set netCDF /share/apps/netcdf/netcdf-4.3.2-gcc
setenv NETCDF $netCDF
prepend-path PATH $netCDF/bin
prepend-path LD_LIBRARY_PATH $netCDF/lib
```

5 ติดตั้ง MVAPICH2 และ OpenMPI

สำหรับคอมพิวเตอร์แบบขนานนั้นจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับงาน WRF เพราะทำให้สามารถกระจายงานเป็นหลายโปรเซสไปรันตามซีพียูของเครื่องที่มีอยู่ในระบบคลัสเตอร์ได้ ใน Rocks Cluster มี OpenMPI ที่คอมไพล์ด้วย gcc ติดตั้งมาแต่ในทางปฏิบัติผู้นิยมใช้คอมพิวเตอร์ยี่ห้ออื่น ๆ เช่น Intel หรือ PGI เป็นต้น และตามทีกล่าวไปแล้วว่าถ้าใช้คอมพิวเตอร์ตัวใดคอมไพล์ WRF ก็ต้องใช้ค่ายนั้นคอมไพล์ NetCDF ด้วยซึ่งก็สัมพันธ์ถึง MPI นี้เช่นกัน

ในส่วนนี้เลยกล่าวถึงวิธีการคอมไพล์ คอมไพล์แบบขนาน 2 ค่ายยอดนิยม

5.1 คอมไพล์เลอร์ MVAPICH2

```
./configure --prefix=/share/apps/mpi/mvapich2-2.2-gcc
make -j8
make install
```

หมายเหตุ สำหรับ mvapich2 นั้นเวลาสั่ง make แบบขนาน ให้ใช้พารามิเตอร์ -j8 โดยให้เขียนติดกัน

5.2 คอมไพล์เลอร์ OpenMPI

สำหรับ openmpi นั้นหากจะใช้กับ SGE จะต้องระบุพารามิเตอร์ --with-sge เข้าไปด้วย

```
./configure --prefix=/share/apps/mpi/openmpi-2.0.2-gcc --with-sge
make -j 8
make install
```

5.3 ตัวอย่างไฟล์ Load Module ของ mvapich2

สร้างไฟล์นี้วางไว้ที่ /etc/modulefiles/mvapich2-gcc

```
##Module1.0#####
##
## mvapich2-gcc modulefile
##
## modulefiles/
##
proc ModulesHelp { } {
    global mvapich2version

    puts stderr "\t Use /share/apps/mpi/mvapich2-gcc as your MPI"
    puts stderr "\n\tVersion $mvapich2version\n"
}

module-whatis "mvapich2-2.2 compile with GCC"

# for Tcl script use only
set    mvapich2version 2.2

conflict rocks-openmpi openmpi-gcc

set mpiHome /share/apps/mpi/mvapich2-2.2-gcc
setenv MPIHOME $mpiHome
prepend-path PATH $mpiHome/bin
prepend-path LD_LIBRARY_PATH $mpiHome/lib
```


6 ติดตั้ง WRF

6.1 ก่อนคอมไพล์โปรแกรม

ก่อนอื่นมาทำความเข้าใจกับความหมายของรายการคอนฟิกแต่ละแบบกันก่อน เพราะ WRF จะมีรายการให้เลือกคอมไพล์หลายแบบกับคอมไพเลอร์หลายยี่ห้อ ลองมาดูความหมายของค่าเหล่านี้กันก่อน

- serial คือ ทำตามลำดับไม่ parallel (ใช้เครื่องเดียว)
- smpar = This is **s**hared **m**emory option (OpenMP)
- dmpar = This is **d**istributed **m**emory option (MPI)
- dm+sm = เป็นแบบผสมกระจายข้ามเครื่องด้วย dm แล้วใช้หน่วยความจำร่วมกันภายในเครื่อง

6.2 กำหนดค่าตัวแปรสภาพแวดล้อม (Environment Variable) ที่ต้องใช้ในการคอมไพล์ WRF

เข้าสู่ระบบด้วยบัญชีผู้ใช้ทั่วไป (User) และเพิ่มคำสั่งต่อไปนี้ ต่อท้ายไฟล์ .bash_profile

```
export JASPERLIB=/usr/lib64
export JASPERINC=/usr/include/jasper
export WRFIO_NCD_LARGE_FILE_SUPPORT=1
```

หมายเหตุ ในเอกสารนี้อาจให้กำหนดค่าตัวแปร NCARG_ROOT แต่ในที่นี้ ไม่ต้องกำหนดตัวแปรดังกล่าวเพราะว่าซอฟต์แวร์ ncl ที่ติดตั้งจากลินุกซ์แพ็คเกจนั้น ได้สร้างตัวแปรสภาพแวดล้อมไว้ให้แล้วที่ไฟล์ /etc/profile.d/ncarg.sh

**** หลังจากกำหนดค่าข้างต้นเสร็จ ให้สั่ง source .bash profile หรือให้ออกจากระบบแล้วเข้าใหม่ เพื่อให้ระบบอ่านค่าตัวแปรที่เพิ่มเข้าไป**

6.3 คอมไพล์แบบขนาน

เราสามารถใช้หลายซีพียูคอร์ในเครื่องคอมไพล์งานได้ ด้วยการกำหนดตัวแปร J เช่น ตัวอย่างต่อไปนี้ใช้ 8 คอร์

```
export J="-j 8"
```

6.4 คอมไพล์ em_real

```
tar xvf WRFV3.8.1.TAR.gz
cd WRFV3
module load mvapich2-gcc netcdf432-gcc hdf5
./configure
```

เลือกรายการที่ **34 GNU (gfortran/gcc) dmpar** จากนั้นสั่งคอมไพล์ em_real และเพื่อให้มีการเก็บข้อความ error ลงไฟล์ชื่อ em_real.err ไว้ด้วย เวลาคอมไพล์ก็จะสั่งดังต่อไปนี้

```
./compile em_real 2> em_real.err
```

ในขั้นตอนนี้ถ้าทำเสร็จจะมีไฟล์ ndown.exe, real.exe, tc.exe และ wrf.exe ปรากฏอยู่ในไดเรกทอรี main หากมีก็ถือเป็นอันเสร็จสมบูรณ์ หากไม่มีลองดู error ในไฟล์ em_real.err แล้วแก้ไขปัญหานั้น ๆ ก่อน

7 Compile WPS

ไต่เรกทอรี WPS ต้องวางอยู่ข้าง ๆ ไต่เรกทอรี WRFV3 เพราะในไฟล์คอนฟิกจะอ้างถึงในลักษณะ ../WRFV3 นี้

7.1 แดกไฟล์ .tar แล้วสั่ง ./configure

อย่าลืมว่าต้องโหลดโมดูล netcdf และ hdf5 ไว้ก่อน

```
tar xvzf WPSV3.8.1.TAR.gz
cd WPS
./configure
```

เลือกรายการที่ **3. Linux x86_64, gfortran (dmpar)**

7.2 แก้ไขพารามิเตอร์ในกรณีที่ใช้กับ GCC คอมไพเลอร์

ให้แก้ไขไฟล์ configure.wrf สังเกตที่บรรทัด DM_FC และ DM_CC หากมีพารามิเตอร์ -f90=gfortran และ

-cc=\$(SCC) ให้ลบออกเสีย ดังตัวอย่างด้านล่าง

```
DM_FC          = mpif90 -f90=gfortran
DM_CC          = mpicc -cc=gcc
```

ให้ตัดเหลือตามนี้

```
DM_FC          = mpif90
DM_CC          = mpicc
```

สั่งคอมไพล์

```
./compile
```

ถ้าทำสำเร็จจะมีไฟล์เหล่านี้ปรากฏขึ้นมาในไต่เรกทอรีเดียวกันกับที่สั่งคอมไพล์จำนวน 3 ไฟล์ geogrid.exe, metgrid.exe และ ungrib.exe

8 ติดตั้ง ARWpost

1. run ./configure

2. แก้ไขไฟล์ configure.arwp ให้เพิ่ม -lnetcdf ที่ตัวแปร LDFLAGS เพราะเหตุที่ netcdf-fortran แยกอีกแพ็คเกจหนึ่ง ดังนี้

```
LDFLAGS      =      -lnetcdf
```

3. run ./compile

ถ้าสำเร็จจะได้ไฟล์ ARWpost.exe ออกมา

9 ตัวอย่าง การรันข้อมูลเพื่อทดสอบโปรแกรม WPS, WRF

9.1 ดาวน์โหลด Geo Data

ให้ดาวน์โหลดไฟล์ WRF Preprocessing System (WPS) Geographical Input Data ชุดเต็มขนาด 2.3G จากลิงค์ต่อไปนี้ http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get_sources_wps_geog.html

ในที่นี้เลือกวางไฟล์ไว้ที่ /share/apps/ เพื่อให้ผู้ใช้คนอื่น ๆ สามารถอ่านไฟล์ได้ด้วย

```
tar xvf geog_complete.tar.bz2 /share/apps/model-data/geog
```

9.2 ดาวน์โหลดข้อมูลทดสอบ

ให้ดาวน์โหลดไฟล์ WRF Preprocessing System V3.0.1 (WPS, Released August 6, 2008) จากลิงค์ต่อไปนี้ http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/test_data.html จะเป็นข้อมูลช่วงวันที่ Jan 24 - 25, 2000

9.3 เตรียมสภาพแวดล้อมเพื่อรัน WPS

1) ลักษณะไต่แรกทอรีก่อนเริ่มรันข้อมูลทดสอบ avn_data

```
drwxr-xr-x 6 clusterkit clusterkit 4096 2017-02-11 08:45 ARWpost
-rw-rw-r-- 1 clusterkit clusterkit 53885124 2002-08-29 08:14 avn_data.tar.gz
drwxr-xr-x 7 clusterkit 507 4096 2017-02-10 17:58 WPS
drwxr-xr-x 16 clusterkit 507 4096 2017-02-10 17:34 WRFV3
```

2) เตรียมสภาพแวดล้อมก่อนรัน

ในเอกสารนี้เลือกใช้วิธีการสร้างลิงค์ไฟล์ ไฟล์ที่ต้องใช้งานจากไต่แรกทอรี WPS มายังไต่แรกทอรีที่จะรันไฟล์ ในที่นี้คือไต่แรกทอรี case1 จะมีขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

แตกไฟล์ avn_data.tar.gz

```
cd
mkdir case1
tar xvzf avn_data.tar.gz -C case1
```

จะได้ไฟล์มาสามไฟล์ fnl_2000-01-24_12, fnl_2000-01-24_18, fnl_2000-01-25_00

ลิงค์ไฟล์จากไต่แรกทอรี WPS มาในไต่แรกทอรี case1

```
cd case1
ln -sf ../WPS/*.exe .
ln -sf ../WPS/link_grib.csh .
ln -sf ../WPS/metgrid
ln -s ../WPS/ungrib/Variable_Tables/Vtable.GFS Vtable
ln -sf ../WPS/geogrid
```

คำสั่งข้างต้นจะลิงค์ไฟล์และไต่แรกทอรีต่อไปนี้ geogrid geogrid.exe link_grib.csh metgrid metgrid.exe ungrib.exe Vtable

หมายเหตุ คำสั่งข้างต้น บางคำสั่งมีเครื่องหมายจุด . ต่อท้าย นั้นหมายถึงตำแหน่งไต่แรกทอรีปัจจุบันของเรา จำเป็นต้องระบุไว้

9.4 ปรับแต่งไฟล์ namelist.wps

ไฟล์ namelist.wps จะเป็นไฟล์ที่ใช้กำหนดตัวแปรต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับชุดข้อมูล ในเอกสารนี้จะใช้วิธีคัดลอกไฟล์จากไดเรกทอรี WPS มาก่อนที่จะแก้ไขให้เหมาะกับงาน เพื่อเก็บไฟล์ต้นฉบับไว้ใช้กับงานอื่น ๆ ต่อไป

```
cp ../WPS/namelist.wps .
```

ปรับแต่ง namelist.wps ที่ 3 ตำแหน่ง ดังต่อไปนี้

```
start_date = '2000-01-24_12:00:00', '2000-01-24_12:00:00',  
end_date = '2000-01-25_00:00:00', '2000-01-25_00:00:00',  
geog_data_path = '/share/apps/model-data/geog'
```

9.5 Run WPS

- 1) โหลดโมดูล netcdf-gcc ที่ทำไว้

```
module load mvapich2-gcc netcdf-gcc hdf5
```

- 2) ดูว่ามีโมดูลใดถูกโหลดอยู่บ้าง

```
module list
```

ควรจะมีไฟล์ดังต่อไปนี้

```
Currently Loaded Modulefiles:  
1) mvapich2-gcc      2) netcdf432-gcc    3) hdf5
```

- 3) รัน geogrid.exe แบบขนานด้วย mpi แบบ 4 โพรเซส

```
mpirun -np 4 ./geogrid.exe
```

จะได้ไฟล์ geo_em.d01.nc, geo_em.d02.nc

- 4) รัน link_grib.csh

```
./link_grib.csh fnl*
```

จะได้ไฟล์ GRIBFILE.AAA, GRIBFILE.AAB, GRIBFILE.AAC

- 5) รัน ./ungrib.exe

```
./ungrib.exe
```

จะได้ไฟล์ FILE:2000-01-24_12, FILE:2000-01-24_18, FILE:2000-01-25_00

- 6) รัน ./metgrid.exe แบบ 4 โพรเซส

```
mpirun -np 4 ./metgrid.exe
```

จะได้ไฟล์ met_em.d01 จำนวน 3 ไฟล์ ระยะห่าง 6 ชั่วโมง และได้ไฟล์ met_em.d02 อีก 3 ไฟล์ ระยะห่าง 6 ชั่วโมงเช่นกัน

10 รัน WRF

10.1 เตรียมสภาพแวดล้อม

- 1) คัดลอก namelist.input (ต้องคัดลอกก่อนที่จะลิงค์ เพราะถ้าลิงค์ก่อนระบบจะแจ้งว่ามีไฟล์อยู่แล้ว)

```
cp ../WRFV3/run/namelist.input .
```

- 2) ลิงค์ทุกไฟล์ในไดเรกทอรี WRFV3/run

```
ln -sf ../WRFV3/run/* .
```

- 3) แก้ไขค่าในไฟล์ namelist.input ดังต่อไปนี้

- แก้ไขค่า end_hour เป็น = 00, 00, 00
- แก้ไขค่า max_dom เป็น 2
- แก้ไขค่า num_metgrid_soil_levels จาก 4 เป็น 2

10.2 รัน WRF

- 1) รันคำสั่ง real.exe แบบขนาน 4 โพรเซส

```
mpirun -np 4 ./real.exe
```

จะได้ไฟล์ wrfbdy_d01 และ wrfinput_d01

- 2) รันคำสั่ง wrf.exe แบบขนาน 4 โพรเซส

```
mpirun -np 4 ./wrf.exe
```

จะได้ไฟล์ wrfout_d01_2000-01-24_12:00:00

ระหว่างการรัน real.exe, wrf.exe ระบบจะสร้างไฟล์ rsl.error.00xx จำนวนเท่าจำนวนโพรเซสที่เรากำหนด วิธีการคือให้ดูผลที่ไฟล์ใดไฟล์หนึ่ง และไฟล์ rsl.error.0000 และ rsl.out.0000 เพื่อดูสถานะการทำงานของโปรแกรมที่จะเกิดขึ้นเมื่อเวลารัน สรุปเวลาการรันรวมถึงข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรันได้ที่ไฟล์นี้

11 การรัน ARWpost

เป็นงานหลังจากการรัน WRF เพื่อแปลงผลลัพธ์เพื่อนำไปแสดงผลบนโปรแกรม Grads

```
ln -sf ../ARWpost/ARWpost.exe .  
cp ../ARWpost/namelist.ARWpost .
```

จากนั้นให้ทำการแก้ไขไฟล์ namelist.ARWpost ให้มีข้อมูลสอดคล้องกับ Input แล้วจึงรัน ARWpost.exe

```
./ARWpost.exe
```

หมายเหตุ ในสภาพแวดล้อมตามเอกสารนี้พบปัญหาในการรัน ARWpost.exe ที่คอมไพล์ด้วย gcc แต่ไม่พบปัญหาเมื่อรันด้วยซอฟต์แวร์ที่คอมไพล์ด้วย PGI

12 ตัวอย่างการแสดงผลด้วย Grads

เขียนไฟล์ a.gs เป็นสคริปต์สำหรับรัน Grads ในลักษณะดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
'open test.ctl'  
'set grid off'  
'set dbuff on'  
'set annot 8 0'  
t = 1  
while (t <= 4)  
  'set t 't  
  'q time'  
  rec=subwrld(result,3)  
  recl=substr(rec,1,2)  
  dat1=substr(rec,4,9)  
  'set grads off'  
  'set gxout shaded'  
  'set ccolor 2'  
  'd hcurl(u,v)'  
  'set gxout vector'  
  'd skip(u,2,2);v'  
  'set strsiz 0.17'  
  'set string 1 c 6'  
  'draw string 5 8 10m Wind at 'recl':00 UTC 'dat1'  
  'run cbar'  
  'swap'  
  '!sleep 1'  
  t = t + 1  
endwhile
```

จากนั้นรันคำสั่ง `grads -l -c "run a.gs"` เพื่อ visualize ผล ระบบจะอ่านไฟล์ `test.ctl` และ `test.dat` ที่ได้จาก ARWpost

จากการใช้งานยังพบการแสดงผลไม่สมบูรณ์และมี error ดังต่อไปนี้

```
Error opening script file: cbar
```

เนื่องจากสคริปต์ a.gs ข้างต้นเรียกใช้สคริปต์ `cbar` สามารถดาวน์โหลดได้จาก

<http://cola.gmu.edu/grads/gadoc/library.html> ไฟล์ `cbar.gs` ดาวน์โหลดได้นำมาใส่ไดเรกทอรี `scripts` จากนั้น

ประกาศตัวแปร `export GASCRP=/path/to/scripts` จึงใช้ได้อย่างสมบูรณ์

13 การรัน WRF ผ่าน SGE

การรัน WRF ผ่าน SGE ให้สคริปต์ในลักษณะดังต่อไปนี้

OpenMPI with SGE

```
#!/bin/sh

#$ -S /bin/sh
#$ -cwd
#$ -j y
#$ -pe orte 40

module purge
module load openmpi-gcc netcdf432-gcc hdf5

mpirun -mca orte_forward_job_control 1 -n $NSLOTS /home/clusterkit/case1/wrf.exe
```

ในการรันแอปพลิเคชันจำเป็นต้องรันผ่าน SGE เพราะต้องให้ระบบโหลดตัวแปรสภาพแวดล้อม (Environment Variable) ที่เกี่ยวข้องก่อน เช่น Intel Compile, OpenMPI และ NetCDF รุ่นที่คอมไพล์ไว้ตรงกับ OpenMPI เป็นต้น ที่เห็นข้างต้นเป็นตัวอย่างการรันงานขนาด 40 โพรเซส

จะสังเกตเห็นว่าสคริปต์ด้านบนกับล่างจะมีส่วนที่ต่างกันในส่วนที่เป็นตัวหนา เพราะต่างกันที่ชนิดของ MPI ทำให้ต้องใช้พารามิเตอร์ที่ต่างกัน รูปนี้จะใช้เฉพาะกับซอฟต์แวร์จัดลำดับงาน Sun Grid Engine (SGE) หรือ Open Grid Engine เท่านั้น

MVAPICH2 with SGE

```
#!/bin/sh

#$ -S /bin/sh
#$ -cwd
#$ -j y
#$ -pe mpich 40

module purge
module load mvapich2-gcc netcdf432-gcc hdf5

mpirun_rsh -np $NSLOTS -hostfile $TMPDIR/machines /home/clusterkit/case1/wrf.exe
```