

## 资料通讯

国家自然科学基金委员会地球科学部

南京信息工程大学大气资料服务中心

第10卷第1期(总第33期)

2011年6月

### NASA 卫星观测及模式资料和 WMO 气象站点资料的可视化集成简介

#### 1 概况

众所周知,目前可以从大量分散的气象数据服务中心获取卫星和站点观测资料,以及模式资料,但是对资料的检索、访问和处理要耗费很多的时间和精力。为此,南京信息工程大学大气资料服务中心(NADSC)和NASA(National Aeronautics and Space Administration)戈达德地球科学数据和信息中心(GES DISC, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center)开展了国际合作研究,最大化地实现了存储于异地不同服务器的异构数据的数据共享,为用户提供一个操作简单、基于Web的可视化集成平台。基于Google Earth,目前该系统实现了四维气候数据的可视化集成,为不同层面用户之间的协同研究提供了统一的平台,大大促进了全球数据共享和科研合作。

#### 2 数据及预处理方法

该可视化系统集成的数据及图像来自于3种不同的数据源(表1、2、3),下面简要描述数据源的基本情况及其预处理方法。

##### 2.1 全球月气候数据

全球月气候数据反映了气候状态的季节和空间变化(表1)。目前系统集成的气象要素包括气温、气压、位势高度、风速、湿度、降水和气溶胶。

##### 2.1.1 全球降水气候数据

全球月气候降水数据及图像直接来自于亚洲季风区域集成研究项目(MAIRS)在线可视化数据分

析工具(Giovanni)的门户网站——NASA GES DISC Giovanni (<http://disc.gsfc.nasa.gov/giovanni>)服务。Giovanni系统的月气候降水资料是NASA全球气候降水项目的极轨卫星合成产品(GPCP, <http://precip.gsfc.nasa.gov/>),月气候值是GPCP 2.1版1979-01—2008-12的月降水值的平均值。该数据的空间分辨率为 $1.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ ,它是利用海洋—陆面—大气研究中心(COLA, Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies)的网格分析和显示系统(GRADS, <http://grads.iges.org/grads/grads.html>)将原始的 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 格点数据集利用块平均的方法重新网格化而得到的。

##### 2.1.2 全球大气再分析气候数据

全球月气候大气要素,像气压、气温、风、湿度,由NASA的现代回顾性分析研究与应用项目(MERRA)的大气再分析数据集生成。MERRA是NASA戈达德太空飞行中心(GSFC)的全球模式和同化办公室的一个研究项目,它主要使用戈达德地球观测系统的第五版资料同化系统(GEOS-5)的卫星遥感数据(1979年至今)。此大气同化系统主要致力于气候时间尺度与水循环相关领域。存储于NASA GES DISC的MERRA数据可以通过Mirador、OPeNDAP和GDS三种数据服务方式下载获取。在该系统中,采用本地OpenGrADS,通过GDS服务在线访问和利用远程数据,直接对数据进行相应的处理,从而避免了大量数据的下载和重新存储,因此,节省了时间和本地的存储空间,有效地共享了远程数据。该资料的月气候值同样是由相应的月再

表 1 全球逐月数据

类型	要素	分辨率	时段	层次	单位	来源	访问方法
全球降水数据	降水	1.0° × 1.0°	1979-01—2008-12		mm/d	GPCP	Giovanni WMS 服务
	气温	(2/3)° × (1/2)°	1979-01—2008-12	地面、2 m、850 hPa、500 hPa、250 hPa	K	MERRA	GDS 在线数据服务
全球大气再分析数据	气压	(2/3)° × (1/2)°	1979-01—2008-12	SLP、850 hPa、500 hPa、250 hPa、tropopause	hPa	MERRA	GDS 在线数据服务
	风速	(2/3)° × (1/2)°	1979-01—2008-12	2 m、850 hPa、500 hPa、250 hPa	m/s	MERRA	GDS 在线数据服务
	湿度	(2/3)° × (1/2)°	1979-01—2008-12	850 hPa、500 hPa、250 hPa	g/kg	MERRA	GDS 在线数据服务
全球气溶胶光学厚度数据	气溶胶	1.0° × 1.0°	1979-01—2008-12	550 nm	g/kg	MODIS-Terra	Giovanni WMS 服务

注: 上述资料均存储于 NASA GES DISC.

分析资料平均而来(1979-01—2008-12)。将生成的每个要素的各月气候图像存储于 NADSC 服务器, 相应的 URL 组织于 MySQL 数据库中, 最终由 KML (Keyhole Markup Language) 进行解析集成, 可视化于 Google Earth。

### 2.1.3 全球气溶胶光学厚度气候数据

类似于全球月降水气候数据, 全球气溶胶光学厚度气候数据的可视化图像通过 MAIRS 项目的门户网站访问 NASA GES DISC 的 Giovanni 系统, 利用 WMS (Web Map Service) 服务直接访问获取。在当前的 Giovanni 系统中, 该气候资料是直接由光学厚度为 550 nm 的 MODIS-Terra 月气溶胶资料

(2001-01—2008-12) 计算得到, 空间分辨率为 1.0° × 1.0°。

### 2.2 气象站观测数据

1980—2009 年世界气象组织 (WMO) 在中国区域的 194 个地面观测站的月气象数据的时间序列, 下载于中国气象数据共享服务系统 (CMDSSS, <http://cdc.cma.gov.cn/>)。像月平均气温、最高气温、最低气温、月降水、风速、日温差、日照时间等气象要素值均从 SURF\_CLI\_CHN\_MUL\_MON\_CES 产品提取而来(表 2)。在此期间, 因站点迁移等原因而导致某些站点数据不完备, 最终选取 183 站作为研究对象。

表 2 WMO 气象站观测数据

类型	要素	时段	单位	来源	访问方法
逐月数据	气温(平均、最高、最低)	1980-01—2009-12	°C	WMO Station	下载到 NADSC 服务器重新组织处理
	降水	1980-01—2009-12	mm	WMO Station	同上
	气压	1980-01—2009-12	hPa	WMO Station	同上
	风速	1980-01—2009-12	m/s	WMO Station	同上
	日温差	1980-01—2009-12	°C	WMO Station	同上
	日照时间	1980-01—2009-12	h	WMO Station	同上
气候数据	气温(平均、最高、最低)	1971-01-01—2001-09-30	°C	WMO Station	同上
	降水	1971-01-01—2001-09-30	mm	WMO Station	同上
	气压	1971-01-01—2001-09-30	hPa	WMO Station	同上
	风速	1971-01-01—2001-09-30	m/s	WMO Station	同上
	日温差	1971-01-01—2001-09-30	°C	WMO Station	同上
	日照时间	1971-01-01—2001-09-30	h	WMO Station	同上

注: WMO 气象站点观测数据均来自于 CMDSSS, 经下载处理存储于 NADSC 服务器数据库中。

月气候数据集 (SURF\_CLI\_CHN\_MUL\_MM0N\_19712000\_CES) 同样也来自于 CMDSSS, 在充分考虑站点迁移等因素后, 每个站点的数据均是由 1971-01-01—2001-09-30 高质量数据控制计算而来。

中国区域 183 站各要素的各月及气候值通过一定的算法被集成到 NADSC 服务器的数据库中。各要素的异常值及异常趋势由统一的程序进行计算处理, 当点击 Google Earth 上的某一站点时, 该站点的各要素的气候值、异常值及其异常趋势由 NADSC 的相应应用程序自动地以图像的形式直观地呈现给用户。

### 2.3 区域卫星遥感观测数据

该系统的区域卫星遥感数据来自于陆表数据处理产品, 包括 MODIS-Terra1-km 的陆表温度 (LST) 和标准化植被指数 (NDVI)。为了获得研究区域高分辨率的数据, 从 USGS 陆面处理分布交互式存储中心 (LPDAAC, <https://lpdaac.usgs.gov/>) 下载了 MODIS 1KM 8-day 的 LST (MOD11A2.005) 和月 NDVI (MOD13A3.005) 资料 (表 3)。

由于数据量庞大, MODIS 1-km 标准产品以每片  $10^{\circ} \times 10^{\circ}$  的格式存储。亚洲季风区内 ( $60 \sim 150^{\circ}E$   $0^{\circ} \sim 60^{\circ}N$ ) 各片数据以圆柱投影的形式被组合拼接。为此, 利用某些图形处理工具, 像 GrADS 通过 NADSC 本地 WMS 服务, 可以较容易地为选择区域创建多幅图像进行拼接显示。在该原型开发过程中, 中国东部 ( $102 \sim 122.5^{\circ}E$   $21 \sim 41.5^{\circ}N$ ) 夏季 (6—8 月平均) 图像被创建并存储于 NADSC 的服务器中, 并将其 URL 集成于相应的数据库中, 便于远程调用拼接。

## 3 可视化系统访问方法

### 3.1 可视化系统的访问

开发的系统安装在 NADSC 和乔治梅森大学空间信息科学与系统中心 (GMU CSISS) 的服务器上, 目前的访问地址是 <http://nadsc.nuist.edu.cn/mairsprogram/data/mairs.kml> 或者 <http://geobrain.laits.gmu.edu/mairsprogram/data/mairs.kml>, 该系统具备高移植性, 使用方法如下: 1) 在本地下载并安装 Google Earth 软件; 2) 下载 mairs.kml 文件; 3) 在 Google Earth 上运行 mairs.kml 文件。

3.2 可视化系统简介

利用 Google Earth 打开 mairs.kml, 出现如图 1 所示的主界面。所有数据在临时位置的 “Visualization for Climate Study” 文件中, 点击 “Visualization for Climate Study”, 该项目的简单描述呈现于 web 页面中。左侧菜单列出了 3 个主菜单: 全球逐月气候 (Global Monthly Climatology), 地面站点观测 (Ground Station Observations) 和区域卫星观测 (Regional Satellite Observations (summer))。

1) 全球逐月气候。全球逐月气候包括气温、气压、降水、风向量等 8 个观测量, 每个观测量包括一个或多个空间层次的 12 个月可视化气候图像, 全球气候图像可以逐月动态演示。

2) 地面站点观测。点击地面站点观测菜单, 183 站站标呈现在中国区域, 点击某一站点, 出现一个带有站点名、站点 ID、站点位置、站点高度以及多个地面观测气象要素可视化图像的页面, 其中地面观测气象要素的图像包括: a) 降水, 风速, 平均、最高、最低气温的气候季节变化图像; b) 气温、降水、风速 30 a 的月气候异常时间序列; c) 30 a 的月日温差时间序列; d) 各要素的异常趋势。

3) 区域卫星观测。区域卫星观测菜单包含分辨率为 1 km 的陆表温度和植被指数两个陆面产品的多年夏季 (2001—2009 年 6—8 月平均) 可视化数据, 该图像同样可以进行动态观察, 据此开展对区域地表气温及植被变化的研究。

Google Earth 接口界面通过叠加层可以可视化不同菜单中的一副或多幅图像。例如, 通过气压场与风场叠加观测风压关系, 通过站点观测要素与全球气候要素场叠加, 在全球气候背景场的基础上研究区域气候变化与异常。系统详情请访问以上所列网址。总之, 与 Google Earth 嵌入的地理信息相结合, 通过该系统, 用户可以对感兴趣的区域进行气候

表 3 区域卫星遥感观测数据

要素	分辨率	时段	单位	来源	访问方法
夏季 (6—8 月) 陆表温度	1 km	2001—2010 年	K	MODIS-Terra	NADSC WMS 服务
夏季 (6—8 月) 植被指数	1 km	2001—2010 年		MODIS-Terra	NADSC WMS 服务

注: 上述资料均存储于 NASA GES DISC.

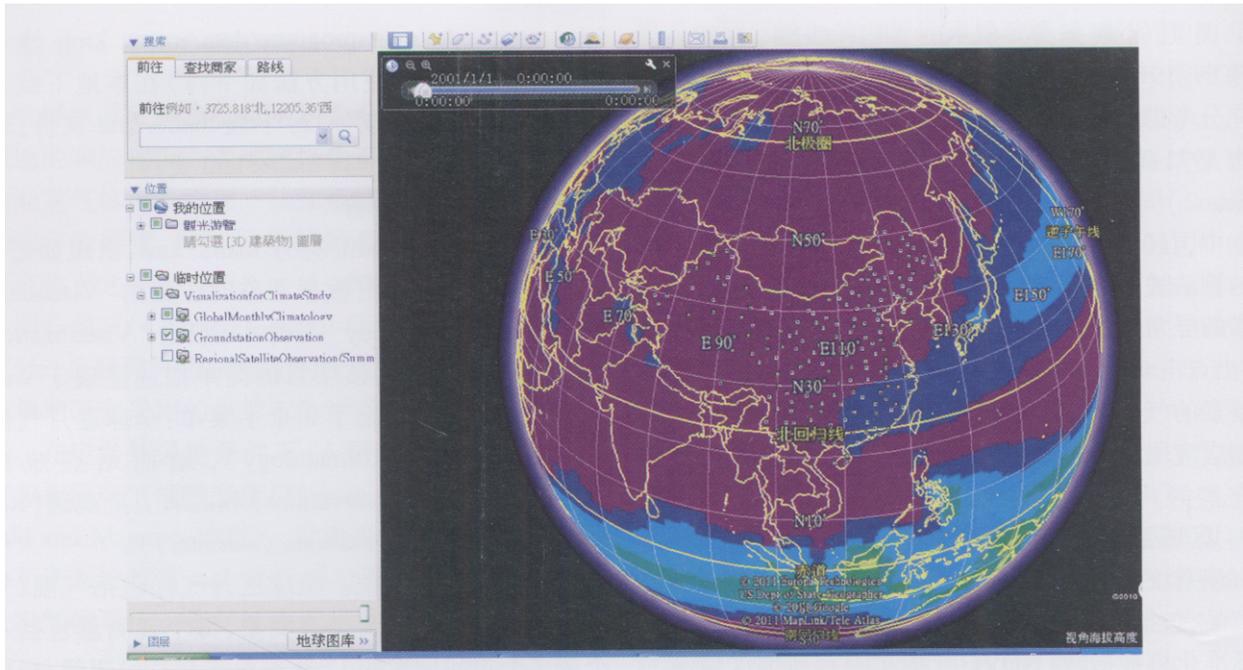


图 1 可视化系统的主界面

研究, 观察要素的时空变化, 理解不同要素之间的关系, 从而实现对气候现象的探索。卫星遥感、模式与地面观测站点数据的协同研究增强了用户访问、处理和分析全球气候与区域气候变化关系的能力。

## 4 结论与展望

### 4.1 结论

1) 开发原型结合 Google Earth 丰富的地理空间信息, 充分体现了各种分散的、异构气候数据源和图像的有效集成。

2) 目前有效访问图像的端口包括中国气象观测站的月气候及异常数据、全球气候数据以及东亚区域 MODIS 陆表气温和植被指数, 使得集成数据更易于使用。

3) 各种远程数据服务的相互紧密合作是非常重要的。为了规律性地诊断远程服务的运行状态和版本更新状况, 开发一个对远程数据的自动化定期

检测系统是非常必要的, 以期该系统为数据共享服务提供借鉴。

### 4.2 展望

1) 为了更便于用户的使用, 利用 Google Earth plug-in 将 Google Earth 嵌入到 Web 页面中。

2) 当进行放大、缩小图像时, 实时更新图像的分辨率, 进一步提高可视化图像的质量。

3) 用同样的方法, 在其他国家植入更多的观测站, 扩大研究区域。

致谢: 该研究工作得到国家自然科学基金主任基金项目(41140002)的资助, 同时系统平台建设得到国际科研合作伙伴 NASA GES DISC 沈素红博士、Gregory Leptoukh 博士和 GMU CSISS 狄黎平教授的悉心指导和支持, 在此表示诚挚的谢意。

(孙晓娟、李丽平、杨玮供稿)

联系人: 朱云; 杨玮

电话: (025) 58731186(朱); (025) 58731411(杨)

地址: 南京市宁六路 219 号南京信息工程大学大气科学学院

邮编: 210044

E-mail: nadsc@nuist.edu.cn