

区域数值天气预报系统运行监控软件的技术实现

史小康¹, 黄兵¹, 谭永强¹, 胡容²

(1. 北京航空气象研究所, 北京 100085; 2. 解放军理工大学气象海洋学院, 南京 211101)

摘要:针对区域数值天气预报系统运行监控的基本内容, 借助 C# 编程语言及 SSH、FTP 协议的库函数, 给出了简单实现对区域数值天气预报系统运行监控的技术方法。通过开发 WINDOWS 操作系统下的区域数值天气预报系统运行监控软件, 可直观地获得运行监控结果, 并且能够方便、快捷地对预报系统进行维护。

关键词:区域数值天气预报系统; 监控软件; SSH 协议

中图分类号: TN39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-009X(2014)01-0008-04

Technique implementation of a monitoring software for regional numerical weather prediction system

Shi Xiaokang¹, Huang Bing¹, Tan Yongqiang¹, Hu Rong²

(1. Beijing Aviation Meteorological Institute, Beijing 100085; 2. Institute of Meteorology and Oceanography, PLA University of Science and Technology, Nanjing 211101)

Abstract: Based on the basic content of monitoring operation of regional numerical weather prediction system, using C#, SSH and FTP protocol library function, a technique was given to simply implement and monitor this weather prediction system. By developing the monitoring software of a regional numerical weather prediction system under the WINDOWS operating system, the monitoring results can be visually presented and the prediction system can be easily and quickly maintained.

Key words: regional numerical weather prediction system; monitoring software; SSH protocol

0 引言

数值天气预报结果的有效应用是近几十年来天气预报准确率大幅提高的主要原因^[1], 目前, 在大多数有条件的各级气象中心级、甚至气象台都会运行适合自身业务需求的区域数值天气预报业务系统(简称系统), 采用得比较多的数值天气模式有 WRF、MM5、RAMS 及 ARPS 等。一个最基本的区域数值天气预报业务系统通常由背景场资料获取软件、数值天气模式、运行控制脚本及结果可视化软件等 4 个模块构成。其中, 背景场资料获取软件主要功能是获得当前时次运行所需要

的背景场资料; 数值天气模式根据模拟参数设置, 依靠模式动力框架及物理过程对关注区域开展数值积分运算及模拟结果后处理; 运行控制脚本实现背景场资料的获取和数值天气模式的运行; 结果可视化软件在模拟结果后处理的基础上实现综合图的绘制和显示。前 3 个模块一般布置在 LINUX、UNIX 或 IRIX 等操作系统环境下, 通过系统定时作业命令定时启动运行控制脚本实现区域数值天气预报业务运行, 是系统运行、监控和维护的关键部分; 第 4 个模块一般布置在 WINODWS 操作环境下, 由天气预报员进行使用和维护。

收稿日期: 2013-12-19.

作者简介: 史小康(1980-), 男, 博士, 工程师. 主要研究方向: 数值天气模拟与陆面数据同化.

本文主要针对前 3 个模块的运行和监控进行研究,这部分的运行和监控通常需要使用“命令行”的终端机模式来进行,不但要求操作人员具备一定的 LINUX、UNIX 或 IRIX 等操作技能,而且对系统的构成也必须非常熟悉,才能较快地对系统运行进度及出错原因进行及时排查。如果构建一套基于 WINDOWS 操作系统的系统运行监控软件,则可以直观地给出运行监控结果和方便、快捷地开展维护操作。本文采用 C# 编程语言,并使用 Routed. granados. dll 动态库,给出了系统运行监控基本内容的实现方法。

1 监控内容

运行监控的基本内容有:

(1) 作业的自动运行监控:包括:业务系统各模块实际运行时间、生成结果文件数目、运行状态的提示信息、运行过程中的日志信息及运行过程中的警告和错误信息等;

(2) 作业的手动提交和运行监控:其主要内容与作业自动运行监控相似,区别在于手动是根据操作人员选择的作业启动日期时间进行系统运行和监控;

(3) 作业停止:当运行出现警告或错误时,可以迅速停止作业运行;

(4) 历史日志的查询:方便操作人员获取系统历史运行记录。

以上 4 项基本内容中,第 1 部分内容是本文实现的重点和基础。此外,系统运行监控的操作平台最好为 WINDOWS 操作系统。

2 监控实现

2.1 编程语言

本文选取 C# 语言进行软件开发。C# 是一种安全的、稳定的、简单的、由 C 和 C++ 衍生出来的面向对象的编程语言。它在继承 C 和 C++ 强大功能的同时,去掉了一些它们的复杂特性(例如没有宏和模版,不允许多重继承)。C# 综合了 VB 简单的可视化操作和 C++ 的高运行效率,以其强大的操作能力、优雅的语法风格、创新的语言特性和便捷的面向组件编程的支持成为 .NET 开发的首选语言^[2,3]。

2.2 SSH 协议及 Routed. granados. dll 库的使用

SSH(Secure Shell)是一种相比 FTP、POP 和 TELNET 更为安全的数据传输协议,常用于

远程管理 LINUX 服务器。本文通过编程实现 SSH 客户端的简单功能,当监控软件的相关按钮被触发后,按键调用程序将通过 SSH 协议传输操作指令至远程 LINUX 服务器,可以方便地对 LINUX 服务器上的区域数值天气预报业务系统进行命令操作。

采用 C# 开发 SSH 客户端的工作量较多,对新手而言难度较大,这里推荐使用网络上免费提供的基于 .NET 的 SSH 客户端库 Granados(网址: <http://www.routed.co.jp/support/download/varaterm/granados200.tar.gz>)来实现 SSH 客户端的简单功能。Granados 是一个 C# 的开源项目,同时支持 SSH1 和 SSH2,实现了 AES, Blowfish, TripleDES, RSA, DSA 等加密验证算法,并实现了 TCP 协议连接,其动态库为 Routed. granados. dll。使用 Routed. granados. dll 登录远程 LINUX 服务器的主要代码如下:

```
SSHConnectionParameter f = new SSHC
onnectionParameter();
f.UserName = UserID;//服务器的用户名
f.Password = Password;//服务器的密码
f.Protocol = SSHProtocol.SSH2;
f.AuthenticationType = Authentication
Type.Password;
f.WindowSize = 0x1000;
Reader reader = new Reader();
Socket s = new Socket(AddressFamily.
InterNetwork, SocketType.Stream, Protocol
Type.Tcp);
s.Connect(new IPEndPoint(IPAddress.
Parse(ServerIP),22));
_conn = SSHConnection.Connect(f,
reader,s);
reader._conn = _conn;
SSHChannel ch = _conn.OpenShell(reader);
reader._pf = ch;
SSHConnectionInfo ci = _conn.Connection
Info;
Thread.Sleep(1000);
string cmd = "cd /home/sxk \n";//切换当
前目录为/home/sxk
byte[] data = (new UnicodeEncoding()).
GetBytes(cmd);
reader._pf.Transmit(data);
```

2.3 作业自动运行的监控

设置定时器,在定时器运行中获取系统时间,判断当前是否到达自动作业运行时刻,如果未到达,则继续等待;如果到达,则进行如下操作:

(1) 日志显示

使用 FTP 协议(基于 C# 语言开发的 FTP 编程实现可在如下网址免费获取 <http://www.codeproject.com/Tips/443588/Simple-Csharp-FTP-Class>)中的下载函数获取区域数值天气预报业务系统日志文件夹中新生成的日志文件到本地临时文件夹,使用文件读取函数读取本地临时文件夹中的日志文件内容并显示在文本编辑框中。实现代码可参照如下内容:

//使用 FTP 登录到服务器,下载详细的日志信息并显示

```
FTP_Class ftpObject = new FTP_Class();
ftpObject.FtpUpDown(ServerIP, UserID, Password); //传递 ServerIP, UserID, Password 等 3 个参数到 FTP_Class 类成员中
```

```
string ftpfilepath = "/home/sxk"; //源文件存放目录
```

```
string filename = sdate + ".log"; //源文件
```

```
string filepath = "D:\\c_sharp_test\\RUN_WRF\\log\\"; //本地目标存放目录
```

```
string errorinfo;
```

```
if (ftpObject.Download(ftpfilepath, filepath, filename, out errorinfo)) //从服务器指定位置开始下载文件
```

```
{
```

```
FileStream f_srm = new FileStream(filepath + filename, FileMode.Open, FileAccess.ReadWrite); //在日志文本框中显示详细的日志信息
```

```
StreamReader strmReader = new StreamReader(f_srm);
```

```
richTextBox1.Text = strmReader.ReadToEnd();
```

```
strmReader.Close();
```

```
}
```

此外,定义日期时间变量(DateTime)记录此刻日期时间作为作业运行起始时刻。

(2) 业务系统中各模块实际运行时间、生成结果文件数目、运行状态的提示信息

首先,修改区域数值天气预报业务系统中各模块的运行控制脚本,在脚本的结尾增加对生成

结果文件数目的计算并保存计算结果至模块日志文件。尽管这需要一定的 SHELL 编程知识,但实现起来非常简单,也使得本文设计的监控软件编程代码大大减少。具体修改方法为:

```
# 切换目录至结果文件夹下
```

```
cd /home/sxk/model/product
```

```
# 存储结果文件数目至模块日志文件
```

```
ll yyyyymmddhh*.dat | wc> module.log
```

接着,使用 FTP 协议采用与日志显示类似的方法获取模块日志文件,读取模块日志文件内容并显示实际生成文件数目;当系统运行至第 1 模块时,通过计算当前系统日期时间与作业运行起始时间的差值,可获得系统第 1 模块的实际运行时间,接着更新当前时刻为作业运行起始时间,方便系统其它模块实际运行时间的计算;如果系统模块生成文件数目与预期结果文件个数相符,且实际运行时间小于预期运行时间,则在运行状态栏中显示“运行正常”的提示信息,反之,显示“运行异常”的提示信息,这时自动调用作业停止函数,停止系统本次作业(具体内容详见 2.5 节)。

最后,修改区域数值天气预报业务系统中各模块的运行控制脚本,规范脚本写入日志中的系统运行警告及错误提示信息,据此建立本监控软件的警告及错误提示信息表(英文),以及对应的警告及错误解释信息表(中文);对实时获取的日志文件内容进行警告及错误提示信息匹配提取,并在文本编辑框显示对应的警告及错误解释信息,方便系统维护人员快速查找警告及错误原因。

2.4 作业的手动提交和运行监控

当对历史天气过程进行补算或重算时,需开发作业的手动提交和运行监控功能。作业的手动提交和运行监控与作业的自动运行监控相似,其差别主要有以下内容。

在监控软件中添加日期时间选择控件,当作业手动提交按钮被点击后,首先判断当前时刻是否位于作业自动运行时间范围内,如果是,因计算机系统资源已被占用,补算或重算则不能开展;如果不是,即计算资源空闲,则进行如下操作:根据日期时间选择控件中选取的日期时间,生成日期时间控制文件(内容只包含作业起报时间);使用 FTP 协议将日期时间控制文件发送至区域数值天气预报业务系统指定文件夹目录下;使用 SSH 协议启动系统作业总运行脚本,并使得监控软件开始进行运行监控。使用 SSH 协议启动系统作

业总运行脚本的程序编写与 2.2 节内容相似,只需将命令行内容修改为:

```
string cmd = ".\start.bat > " + logfilename + "\n"; //启动系统作业总运行脚本并保存屏幕输出到日志文件
```

2.5 作业停止

当系统作业运行出现错误信息或作业手动提交后需要停止时,需要调用作业停止函数。作业停止函数主要使用 SSH 协议启动系统作业停止运行脚本(系统作业停止运行脚本内容可仅为使用 kill 命令杀死系统运行时所有的进程),具体实现与 2.2 节内容相似,只需将命令行内容修改为:

```
string cmd = ".\delete.bat > "+ "\n"; //删除系统运行时的所有进程
```

2.6 历史日志的查询

有些情况下,维护人员需要对系统的历史运行情况进行了解掌握,这就需要监控软件具备对历史日志的查询功能。历史日志的查询实现与 2.3 节中的日志显示类似,区别主要有以下内容:在监控软件中添加日期时间选择控件,当历史日志查询按钮点击后,根据日期时间选择控件中选取的日期时间,获取对应时间的日志文件并显示,同时使用警告及错误提示信息表进行警告及错误匹配提取,并在文本编辑框显示对应的警告及错误解释信息。

通过上述程序,一个简单的区域数值天气预

报系统运行监控软件就可以实现。

3 结束语

本文针对区域数值天气预报系统运行监控的基本内容,借助 C# 编程语言及 SSH、FTP 协议的库函数,给出了简单实现区域数值天气预报系统运行监控基本内容的技术方法。通过开发 WINDOWS 操作系统下的系统运行监控软件可直观地给出运行监控结果和方便、快捷地开展维护操作。由于篇幅所限,运行监控中的其它内容并未讨论实现,如作业的暂停和继续等。此外,本文中所讨论的技术方法也可以很方便地应用到区域数值天气预报系统的调优过程中,如通过文本编辑框获取新设置的模式参数,生成新的参数脚本文件,接着使用 FTP 协议将其上传至计算服务器,最后使用 SSH 协议进行命令操作,获得新参数情况下的数值天气模拟结果。

参考文献:

- [1] SIMMONS A. From observations to service delivery: challenges and opportunities[J]. World Meteorological Organization Bulletin, 2011, 60(2): 96-107.
- [2] 李建华,刘玉生. Visual C# 2005 全程指南[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [3] Mark Michaelis. C# 本质论[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.

(上接 7 页)

充分调动学习者的各种感官,使其在轻松愉悦的情境中接受知识,增强学习兴趣,提高记忆力,达到最佳的学习状态。因此,在虚拟演播室中,不仅人员的着装要与场景相协调,而且三维虚拟场景的构建要符合大众审美,场景的空间、色彩不仅要与节目主题一致,还要依据讲授对象、讲授内容、认知规律等因素,对空间元素进行合理有序的布置,从而构建一种各元素之间相互协调的、富有艺术情趣的虚拟场景。例如,在“风云”系列卫星介绍栏目中,三维场景用广袤的宇宙星空作为背景,“FY-1”卫星作为主要道具,整体色调使用深蓝与金属质感的灰色进行搭配,让受众非常直接地感受到了场景传递出的美学语义。

4 结束语

目前,我军气象水文业务系统建设取得了较大

进展,在遂行多样化军事任务中发挥着越来越重要的作用,虚拟演播室技术在推进军事气象水文系统建设、提升部队训练实效等方面必将得到更广泛的应用。

参考文献:

- [1] 李克东. 教育传播科学研究方法[M]. 北京:高等教育出版社,1990.
- [2] 王文静. 基于情境认知与学习的教学模式研究[D]. 上海:华东师范大学,2002.
- [3] 郝凯亭,曹佳音,苑秀芳. 课程教学整合中的组织策略[J]. 军事教育技术理论与实践创新, 2011(5): 189-193.
- [4] 吕贵香. 虚拟演播室教育节目学习情境个案设计与制作[J]. 软件导刊·教育技术, 2011(8): 74-75.