

ECMWF0.25 * 0.25 经纬网格模式资料处理及软件实现

但 玻,冯汉中,罗可生

(四川省气象台,成都 610072)

摘要:分析了中国气象局下发的 ECMWF0.25 * 0.25 经纬网格模式产品格式。使用 GrADS 和 Microsoft Visual Studio 2005 作为开发工具,对采用多线程解译模式产品、形成 MICAPS 自定义格式产品的关键技术进行了介绍,以利于市州级相关人员借鉴,提升对同类资料的解译能力。软件处理资料时效高,为天气预报提供了重要的基础支撑。

关键词:ECMWF;0.25 * 0.25 模式产品;数据处理;MICAPS

中图分类号:P468

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2184.2013.03.015

引言

国内对 T639、ECMWF 和日本模式预报性能对比发现 ECMWF 对各天气系统及要素的预报最接近实况^[1-4]。特别是 ECMWF0.25 * 0.25 经纬网格的模式产品,对四川天气预报尤其是温度和降水预报具有明显的预报指示意义^[5]。

目前,四川省天气预报资料的主要分析工具是气象信息综合分析处理系统(Meteorological Information Comprehensive Analysis And Process System, MICAPS),而中国气象局下发的 ECMWF0.25 * 0.25 经纬网格的模式资料,由于特殊的格式,MICAPS 不能直接显示,如何快捷的将该原始资料转换为 MICAPS 自定义格式,以供预报业务人员实时调阅和分析,是亟需解决的问题。

国内多省采用配发的软件处理相关资料^[6,7]。但是经过试用和调研发现,该软件处理 ECMWF0.25 * 0.25 经纬网格资料时在调度运行稳定性、软件运行效率和生成具有本地化应用特色产品方面存在不足。部分地方针对实际情况进行了二次开发,如浙江省对调度程序进行了改进等。结合四川省实际,除应满足预报业务的实时需求外,还需生成利于作图使用、统计计算和归档保存的产品文件。

通过对资料的分析和解译,基于 GrADS^[8](Grid Analysis and Display System)和 Microsoft Visual Studio 2005 作为开发工具,采用多线程处理技术^[9],实现对 ECMWF0.25 * 0.25 经纬网格模式产品的即时处理,并建立业务运行流程,使预报业务人员能通过 MICAPS 系统即时浏览。编制的解译软件运行于 Windows 环境^[10],不仅实现了数据的处理,还通过多线程技术的应用,节省了解译

时间,提升资料应用时效。

在此,本文对相关解译技术与流程进行介绍,以利于市州级相关人员借鉴,从而提升对相关资料的解译能力,为相关资料的应用提供技术支持。

1 数据文件介绍

通过 CMACast 下发的 ECMWF 数值预报 0.25 * 0.25 经纬网格产品资料量大,覆盖 10°S ~ 60°N、60 ~ 150°E 范围,包含地面层 10m 风场、2m 露点温度、2m 温度、地表温度等要素和对流有效位能、对流性降水、气压层散度、位势高度、位势涡度等要素的分析及预报场资料。预报时效长达 240 小时(其中 72 小时内间隔 3 小时,78 ~ 240 小时间隔 6 小时),每时效 1 个二进制文件,每天 2 个时次,每个时次 53 个文件,共计 5GB。

原始文件的文件名为:

W_NAFP_C_ECMF_P_ccSMMDDHHIIImddhhiiE. bin

其中,固定代码 W 表示产品文件采用的文件名格式,NAFP 表示通过数值分析预报模式获得的各种分析和预报产品,C 为占位码,ECMF 表示产品中心为 ECMWF, P 为占位码;cc 为产品分发代码,固定为“C1”;S 固定为“D”,表示大气模式产品;MMDDHHII 是以世界时表示的产品预报时次,分别为月、日、时、分;mmddhhii 是以世界时表示的产品预报时效,分别为月、日、时、分;E 取固定值“1”。

原始文件的内容为较特殊的二进制格式。单个文件包含 GRIB1 (GRIB 版本 1) 和 GRIB2 (GRIB 版本 2) 两种编码方式。其中地面层和气压层的预报及分析场产品以 GRIB1 方式编码,模式层预报及分析场产品以 GRIB2 方式编码。文件中的主要物理量和单位等如表 1 所示。

收稿日期:2013-07-18

资助项目:四川省气象局重点课题(川气课题 2011-开发-02);2012 业务建设项目;四川省市县三级天气预报业务平台研究与开发(一期);2012 行业专项(GYHY201206039);2010 行业专项(GYHY201006039)

作者简介:但玻,工程师,从事系统维护、软件开发和遥感应用研究。E-mail: danhoulin@163.com

表 1 ECMWF 细网格资料物理量信息说明

缩写	名称	单位	层次关键字
10U/10V	10m 风场 U/V 分量	m/s	sfc
2D	2m 露点温度	K[°C]	sfc
2T	2m 温度	K[°C]	sfc
CP	对流性降水	m[mm]	sfc
FAL	预报反照率		sfc
LCC	低云量		sfc
LSP	大尺度降水	m[mm]	sfc
MSL	平均海平面气压	Pa	sfc
PWC	大气柱水汽总量	kg/m ² [mm]	sfc
SD	雪深	m[mm]	sfc
SKT	地表温度	K[°C]	sfc
TP	总降水量	m[mm]	sfc
TCC	总云量		sfc
D	散度	s ⁻¹	100/200/500/700/850/925/1000mb
GH	高度	(geopotential) m	100/200/500/700/850/925/1000mb
Q	比湿	kg/kg	100/200/500/700/850/925/1000mb
R	相对湿度	%	100/200/500/700/850/925/1000mb
T	温度	K[°C]	100/200/500/700/850/925/1000mb
U/V	风场 U/V 分量	m/s	100/200/500/700/850/925/1000mb
W	垂直速度	Pa/s	100/200/500/700/850/925/1000mb

2 软件的主要功能与实现

针对 ECMWF0.25 * 0.25 经纬网格资料的处理软件包括编码记录分类、格式转换和自定义产品文件生成等功能。据此建立了如图 1 所示的处理流程。

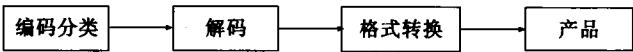


图 1 资料处理流程示意图

程序运行环境为 IBM X3950(主要配置为:2 * Xeon Processor E7330,内存 16G),安装 Windows Server 2003 Enterprise 32Bit 操作系统。各项功能的实现原理及方法如下:

2.1 编码记录分类

针对单个原始二进制文件采用 GRIB1 和 GRIB2 两种编码记录,且各要素产品无固定的顺序排列无法直接解码的特点,需根据编码方式按类别进行分离,首先生成中间文件。

GRIB 的两种版本编码方式有不同的特征。每条 GRIB1 编码记录包含指示段、产品定义段、网格描述段、位图段、二进制数据段和结束段共 5 段内容;每条 GRIB2 编码记录由指示段、标识段、本地使用段、网格定义段、产品定义段、数据表示段、位图段、数据段和结束段共 8 段构成^[11,12]。其中指示段中均标识出了本条记录的 GRIB 版本号和记录占用字节长度等信息,结束段均为字符“7777”的二进制编码。

利用上述特征使用 C#编程将单个原始二进制文件的各条记录进行识别分离出 GRIB1 和 GRIB2 编码的关键代码如下:

```
.....
ECThin_FS.Seek(loopa, SeekOrigin.Begin);
ECThin_FS.Read(JGT_TMP_0_1, 0, 4);
char[] JGT_S0_CGrib = System.Text.Encoding.Default.GetChars(JGT_TMP_0_1);
string JGT_S0_SGrib = new string(JGT_S0_CGrib);
if (JGT_S0_SGrib == "GRIB") //如果读到“GRIB”则开始判断是 GRIB1 或 GRIB2
{.....
//判断第 7、8 个字节,如果第 7 字节 = 0,第 8 字节 = 2,则分离为 GRIB2 文件
if (JGT_GB2_S0_Discipline == "0" && JGT_GB2_S0_Edition == "2")
{.....
//获取本条记录长度,以此长度读入相应字节输出该记录的 GRIB2 文件
ECThin_FS.Read(JGT_TMP_GB2_0_9, 0, 8);
Array.Reverse(JGT_TMP_GB2_0_9);
JGT_GB2_S0_MessageLength = BitConverter.ToInt32(JGT_TMP_GB2_0_9, 0);
byte[] GB2_data = new byte[JGT_GB2_S0_MessageLength];
ECThin_FS.Read(GB2_data, 0, JGT_GB2_S0_Mes-
```

```
sageLength);
    WriteGRIB2_FS = new FileStream(JGT_EC_Grib2_
out, FileMode.Append);
    BinaryWriter WriteGRIB2_BW = new BinaryWriter
(WriteGRIB2_FS);
    WriteGRIB2_BW.Write(GB2_data);
}
else //判断第 7 个字节,如果第 7 字节 = 1,则分离为
GRIB1 文件
{.....
    if (Convert.ToString(JGT_GB1_S0_Edition) == "
1")
    {.....
        //获取本条记录长度,以此长度读入相应字节输出
该记录的 GRIB1 文件
        ECThin_FS.Read(JGT_TMP_GB1_0_5, 0, 3);
        Array.Reverse(JGT_TMP_GB1_0_5);
        JGT_GB1_S0_MessageLength = BitConverter.ToInt32
(JGT_TMP_GB1_0_5, 0);
        JGT_GB1_S0_MessageLength = JGT_GB1_S0_Mes-
sageLength >> 8;
        byte[] GB1_data = new byte[JGT_GB1_S0_Message-
Length];
        ECThin_FS.Seek(loopa, SeekOrigin.Begin);
        ECThin_FS.Read(GB1_data, 0, JGT_GB1_S0_Mes-
sageLength);
        WriteGRIB1_FS = new FileStream(JGT_EC_Grib1_
out, FileMode.Append);
        BinaryWriter WriteGRIB1_BW = new BinaryWriter
(WriteGRIB1_FS);
        WriteGRIB1_BW.Write(GB1_data);
        .....
    }
}
```

将分离后的两个二进制文件以原始文件名加编码方式命名。因此,地面层和气压层产品的中间文件命名为: W_NAFP_C_ECMF_P_ccSMMDDHHIIImddhhiiE-GRIB1. bin

模式层产品的中间文件命名为:

W_NAFP_C_ECMF_P_ccSMMDDHHIIImddhhiiE-GRIB2. bin

2.2 解码

分类生成的地面层和气压层的预报及分析场产品的中间文件均为 GRIB1 版编码。可使用 GrADS 所带的 wgrib 程序解码为二进制文件,以方便后续处理。wgrib 的命令格式与 DOS 命令类似,执行时可带参数^[13]。主要

参数和含义如表 2 所示。

表 2 wgrib.exe 命令主要参数及含义

参数	说明
-s	获取简短目录
-o	输出文件名
-d	按编号输出数据
-h	输出标题头
-append	在输出文件中添加记录

在实际解码应用中,利用这些命令参数的组合,参照表 1 所描述的要素和层次编写命令语句进行解码,生成相应结果。将每个时次、某个时效某层次的单个要素解码为 1 个二进制中间文件,该中间以 YYMMDDH-HAAATTTiii. bin 的格式命名,其中 YYMMDDHH 标识起报时间(北京时),AAA 标识时效,TTT 标识要素(使用表 1 中的要素缩写字段),iii 标识层次。例如解码 2011 年 9 月 10 日 08 时(北京时)1000 mb 初始高度场记录生成二进制中间文件的命令为:

```
wgrib.exe -s e:\ecmwf025\20110910\W_NAFP_C_
ECMF_P_C1D09100000091000001 GRIB1. bin | find ":
GH:1000 mb"| wgrib.exe -bin e:\ ecmwf025\20110910\
W_NAFP_C_ ECMF_P_C1D09100000091000001GRIB1.
bin - o e:\13091008000GH1000. bin
```

上述解码方式有几个优点。第一,读写二进制文件的过程比读写文本文件速度快;第二,用文件名指示了明确的时间、要素、层次,可以独立保存以便今后使用及使用 GrADS 作图^[14];第三,若原始资料的范围、分辨率、数值精度没有改变,解码后的相同要素、层次文件大小是固定不变的,从而可以方便地发现资料是否有变化。

2.3 格式转换

读取生成的二进制中间文件进行运算并转换为 MICAPS 自定义格式的过程采用 C#语言编程实现。关于 MICAPS 产品的自定义格式说明可以查看文献[15]和系统帮助,不在此赘述。转换时应注意如下几点:

(1)产品的范围

解码生成的二进制文件与原始资料所包含的范围相同,考虑省市级气象台的实际需求和程序运行效率,减小了产品范围。实际上是对 10 ~ 60°N、60 ~ 150°E 范围内的数据进行读取和转换,生成的产品分辨率(0.25° × 0.25°)不变,格点数为 201 行、361 列。

(2)气象要素的单位

在格式转换过程中,需计算时效信息,进行常用要素的单位换算(如表 1,其中方括号[]内为换算后使用的单位),不同的要素其间隔参数也应符合使用习惯。

(3)风场产品

风场产品是天气分析时使用的重要参考要素之一,在 MICAPS 系统中定义了 2 类格式的风场产品。生成第 11 类格式产品时可直接使用风场 U 分量和 V 分量产品

右部。结果表明,产品格式和数值正确。

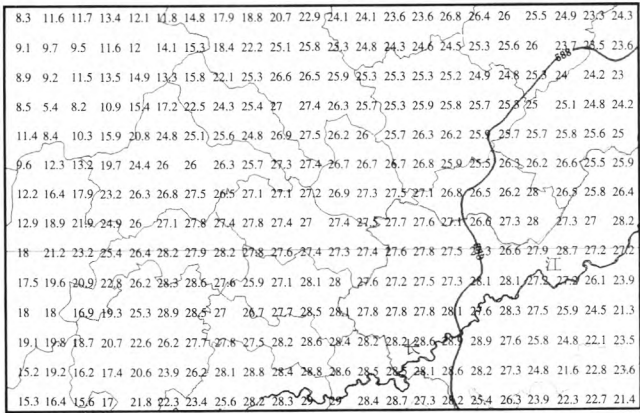


图 3 MICAPS 显示的 ECMWF 细网格 500hPa 高度场和地面温度格点产品(局部)示例图

5 结语

本次开发的 ECMWF0.25 * 0.25 经纬网格模式资料的处理软件自 2011 年 7 月起在四川省气象台业务化运行以来,运行稳定,产品处理时效高,在天气过程预报及其服务中起到了良好的资料保障作用。另外,通过本软件生成的 MICAPS 产品已下发至各市州使用,也为市级气象预报服务提供了资料支撑。当然,该软件的交互式资料处理等功能尚待完善,也希望使用单位提出改进意见,便于进一步完善。

致谢:感谢四川气象信息中心蒋丽娟老师在资料获取方面给予的大力帮助。

参考文献

[1] 李勇. 2007 年 6-8 月 T213、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,2007,33(11):93-100

[2] 于超. 2010 年 6-8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,2010,36(11):104-108

[3] 蔡芎宁. 2011 年 3-5 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,2011,37(8):1026-1030

[4] 蒋星,蔡芎宁. 2011 年 6-8 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验[J]. 气象,2011,37(11):1448-1452

[5] 肖红茹,王灿伟,周秋雪,等. T639、ECMWF 细网格模式对 2012 年 5~8 月四川盆地降水预报的天气学检验[J]. 高原山地气象研究,2013,33(1):80-85

[6] 胡皓. MICAPS3 数据服务器应用和维护[J]. 陕西气象,2012,(1):44-45

[7] 石秀云. MICAPS 系统的内部结构及运行故障处理[J]. 青海科技,2010,(5):77-78

[8] 朱禾. GrADS 绘图实用手册[M]. 北京:气象出版社,2011:1-4

[9] 甘群文. C#多线程同步与异步的实现[J]. 电脑开发与应用,2009,22(9):35-37,40

[10] 李容,李庆. 新一代天气雷达基数据业务传输的设计与探讨[J]. 高原山地气象研究,2011,31(2):67-69

[11] 刘媛媛,应显勋,赵芳. GRIB2 介绍及解码初探[J]. 气象科技,2006,34(增刊):61-64

[12] 孙修贵. 表格驱动码编码手册(第二版)[M]. 北京:气象出版社,2010:8,32

[13] 邓伟,陈海波,马振升,等. NCEP FNL 全球分析资料的解码及其图形显示[J]. 气象与环境科学,2009,32(3):78-82

[14] 方庆文,潘永地,郑锋,等. 利用 GrADS 读取 NCEP 再分析资料格点数据[J]. 贵州气象,2004,28(5):34-36

[15] 段修荣. Ecmwf 数值预报产品变量的计算和应用[J]. 四川气象,2003,(3):15-18

[16] Christian Nagel, etc. C#2005& .NET3.0 高级编程(第 5 版)[M]. 北京:清华大学出版社,2007:501-540

[17] 邱丽华,刘彦,黄骏莉,等. MICAPS3.1 系统的本地化应用[J]. 内蒙古气象,2011,(6):35-37

ECMWF 0.25 * 0.25 Latitude - longitude Grid Pattern
Data Processing and Software Realization

DAN Bo, FENG Hanzhong, LUO Kesheng
(Sichuan Meteorological Observatory, Chengdu 610072, China)

Abstract: The paper analyzed the ECMWF 0.25 * 0.25 latitude - longitude grid pattern data transferred by CMA. GrADS and Microsoft Visual Studio 2005 were used as the development tools to introduce the key technology of using multi - threading interpretation model products to form MICAPS user - defined format products for the reference of municipal and state level related personnel, thus enhancing their interpretation capability of similar data. The software has high data processing timeliness to provide important basis for weather forecasting.

Key words: ECMWF, 0.25 * 0.25 model product, data processing, MICAPS