

吴林林,刘黎平,徐海军,等. 2013. 基于 MICAPS 3 核心的人影业务平台设计与开发. 气象,39(3):383-388.

基于 MICAPS 3 核心的人影业务平台设计与开发^{*}

吴林林^{1,2,3} 刘黎平¹ 徐海军² 李爱华²

1 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室,北京 100081

2 安徽省人工影响天气办公室,合肥 230061

3 南京信息工程大学,南京 210044

提 要: 文章主要介绍了基于 MICAPS 3.2 系统框架的人工影响天气业务平台的设计与开发。首先介绍了 MICAPS 3.2 的主要功能、模块设计特点以及主要的系统接口情况。其次介绍了人工影响天气的工作流程、工作内容以及主要产品并指出不同类型的数据在该系统中的交互方法。最后,针对人影工作特点设计菜单和界面布局,完成系统开发设计,并展示了开发完成后人影业务主要产品的例子。

关键词: MICAPS, 人工影响天气, 业务系统

中图分类号: P409 **文献标识码:** A **doi:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.03.014

Design and Development of Weather Modification Operational Platform Based on MICAPS 3 Core Technology

WU Linlin^{1,2,3} LIU Liping¹ XU Haijun² LI Aihua²

1 State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081

2 Anhui Weather Modification Office, Hefei 230061

3 Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

Abstract: This paper described the design and development of the weather modification operational platform based on MICAPS V 3.2 core framework. First of all, we recommend the major function, features of modular design and system interface of MICAPS V 3.2. Then presented the workflows, contents and major products of weather modification, furthermore, pointed out the interactive method of different types of data in this system. Finally, design menu and interface layout were given to accomplish the development of the system aiming at the characteristics of weather modification, and displayed the examples of weather modification work main products which have been completed. The successful development of this weather modification operational platform broadens the application field of MICAPS V 3.2 and it is worth promoting nationwide.

Key words: MICAPS (Meteorological Information Comprehensive Analysis and Processing System), weather modification, operational system

引 言

MICAPS(Meteorological Information Comprehensive Analysis and Processing System)是中国气象局自

主开发的气象业务基础软件,目前已经在全国气象、水文、农业及民航等相关领域得到了广泛应用。该系统从 1997 年开始发行第一版,2002 年升级为第二版,2005 年开始进行第三版的开发,目前最新的版本是 3.2。最新的系统基本支持目前所需要的气象观测资

^{*} 安徽省气象科技发展基金(KM201125)资助
2012 年 4 月 27 日收稿; 2012 年 9 月 4 日收修定稿
第一作者: 吴林林,从事天气雷达技术与人工影响天气研究. Email:wulinlin@foxmail.com

料,包括常规资料、雷达、卫星、GPSMET 和闪电定位资料等,并且提供了极强的用户交互能力,包括绘图、会商制作和预警发布等(李月安等,2010)。

全国气象系统各个业务单位在使用 MICAPS 系统的同时,也各自研发了大量的业务系统。以短时临近系统为例,中国气象科学研究院和一些省(市)气象局都分别研发了各自的业务系统,系统的开发语言、界面风格各不相同,但是所用到的资料、算法基本相同(李月安等,2012;牛淑贞等,2009;胡胜等,2010;2011;郑永光等,2013;何立富等,2011)。针对这种情况,2008 年底中国气象局,集中优势力量,基于 MICAPS 3 核心系统研发了中国气象局短时临近预报系统(SWAN),并在全国进行推广,取得了良好的效果。

由于 MICAPS 3 核心技术采用模块化设计,具有极强的二次开发能力。因此,基于 MICAPS 3 核心开发的短临系统(SWAN),不仅满足预报员的使用习惯,并且无需另行开发各种资料的应用模块,如地图、投影等,极大地节省了人力物力。开发人员可以把主要精力用于算法研究方面。另外,各个地方可以根据各地的具体情况,开发适合于本地的程序。因此,基于 MICAPS 3 核心的二次开发取得了巨大的成功。

目前我国的人工影响天气工作得到了快速发展,各地的人影业务系统也纷纷建立起来(邹书平等,2010)。从 2010 年全国各地人影交流会的情况来看,每个省基本都开发或引进了相应的人影业务系统。虽然人影业务系统的内容大致相同,但开发的工具和系统的界面都各不相同。并且,随着新的探测设备,如双偏振雷达、雨滴谱、GPS-MET 和风廓线等的陆续投入使用,各地必须投入人力物力对原有的系统进行升级改造。如果能以人影需求为指导,以 MICAPS 3 核心业务模块为基础,开发一套人影业务系统,这将极大地提高系统的利用效率,并具有一定的实用性和推广性。基于这个理念,安徽省于 2010 年开始,进行了基于最新 MICAPS 3.2 核心的人工影响天气业务系统的开发。

1 MICAPS 3 介绍

1.1 MICAPS 3 主要功能

MICAPS 3 的主要界面包含菜单、工具栏、状态栏、资料检索、工具箱、属性控制、图层控制和数据显示区等部分,用户可以自由定义菜单和工具栏,如图 1(李月安等,2010)。



图 1 MICAPS 3 系统框架图

Fig. 1 MICAPS 3 system framework

系统主要功能有:

(1)资料显示与分析:系统支持并兼容 MICAPS 1 和 MICAPS 2 定义的 19 类数据格式。根据新出现的探测设备资料的特点,实现了雷达产品、雷达基数据、各类云图、风廓线和雨量站等数据的直接显示,支持 NETCDF、GRIB 等模式数据格式以及 MIF 和 SHP 等标准地理信息数据格式,并且自定义了 AWX 和 AMDAR 等新数据类型。

(2)人机交互功能:系统提供了天气预报分析制作的交互工具,包括各种天气符号的绘制与撤销、城市预报和精细化预报的制作与产品生成和预警信号的制作与发布。此外,系统还提供了运行监控功能,方便预报员使用。

1.2 MICAPS 3 主要模块

最新的 MICAPS 3.2 基础开发平台部分由 MICAPS. Core、MICAPS、MICAPS. Framework、MICAPS. Render. System、MICAPS. GIS 和 MICAPS. Message 等 6 个主要模块构成,实现了 MICAPS 3 的核心、主窗口及窗口布局、界面控制、绘图控制、GIS 功能以及消息传送等功能。在基础框架上做二次开发时,都将作为插件接入到新的系统中。插件需要使用基础框架提供的这些程序集来进行二次开发(李月安等,2012)。

1.3 MICAPS 3 二次开发

MICAPS 3.0~3.2 的开发环境均是 .NET 环境,其中 3.0 和 3.1 是在 .NET2.0 下开发,开发工具为 Visual Studio 2005,3.2 是在 .NET3.5 下开发,开发工具是 Visual Studio 2008,开发语言为 C# 语言。

系统开发采用插件式管理。系统所有的插件模块都放在运行目录的 addins 下面,每个插件分别建立各自的目录。在各自的目录里,有和目录名对应的插件文件,即 xml 文件,以 addin 为后缀。其他的

配置文件和应用程序文件也放在同一目录下。

MICAPS 3.2 通过提供扩展点来供二次开发人员使用。扩展点类似于 C 语言里面的基函数,可供二次开发插件继承,并且可以有多个扩展点继承。图 2 是 MICAPS 3.2 提供的扩展点示意图(牛淑贞等,2009)。

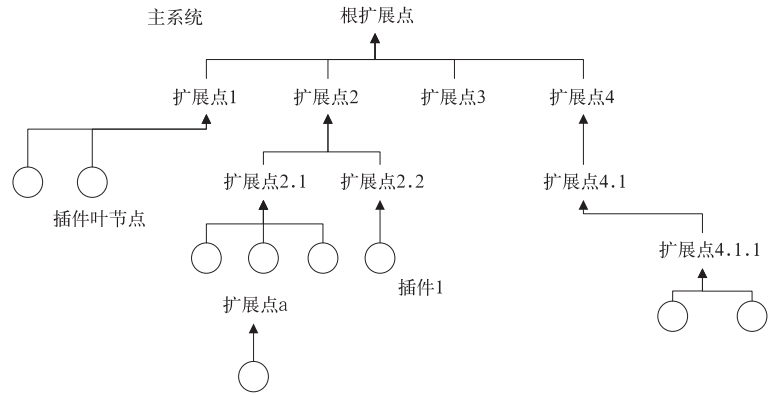


图 2 MICAPS 3.2 扩展点示意图
Fig.2 MICAPS 3.2 extension points

MICAPS 3.2 目前提供了数据文件支持、主菜单、浮动窗口、工具栏、自动预加载、自动预加载 UI、交互工具和预加载图层等 8 个扩展点。如果用户自己开发的模块需要实现 MICAPS 系统的某些功能时,必须要继承该扩展点,使用扩展点提供的功能函数,完成相应的开发。

2 人影业务系统设计

2.1 人影业务系统流程

我国地域广大,各省的人工影响天气业务需求重点不同,有的注重防雹,有的注重增雨。但是,人工影响天气工作的主要流程都包含以下几个方面:监测、需求分析、预警、作业和评估。图 3 是安徽省人工影响天气业务流程框图。

2.2 人工影响天气业务系统主要产品

根据人影工作的流程及特点,开发的系统提供了如下产品。

2.2.1 作业需求分析

该类产品主要基于农业气象研究室提供的土壤

墒情以及气候中心提供的干旱指数产品,用于评估目前全省的干旱情况以及作业的需求。

2.2.2 作业条件分析

该类产品主要依靠模式预报产品,通过从中国气象局下载模式资料,并定位到安徽省区域内。主要包括作业条件预报产品:云水含量、冰晶含量、总水凝物含量、冰晶浓度、柱状水量、过冷云水顶温度以及柱过冷云水含量等云物理量信息。

2.2.3 作业指挥产品

该类产品主要结合卫星云图、雷达产品,得出每个作业点的作业高度、方位等信息。主要产品包括有红外云图、多普勒雷达产品、SWAN 雷达产品、双偏振雷达产品、可作业区识别产品。

2.2.4 效果检验分析产品

该类产品主要包括人工增雨前后对比区和影响区的雷达参数分析、雨量分析以及双偏振参数分析。由于该类产品采用的方法不同,需要用户进行互动得出响应结果。图 4 给出了人工影响天气业务平台的资料应用框架图。

2.3 基于 MICAPS 3 核心系统产品显示交互的主要方法

根据不同的数据类型,对不同的产品采用不同的方式在系统上进行显示和交互。本节主要介绍各种数据类型在 MICAPS 3 平台下的 4 种显示交互方法。

2.3.1 MICAPS 支持的数据

该类数据主要包含 MICAPS 系统支持的数据,如地面、高空、雷达和卫星等数据。该类数据比较简

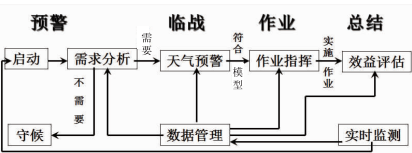


图 3 安徽省人工影响天气业务流程
Fig.3 Anhui weather modification professional flow chart

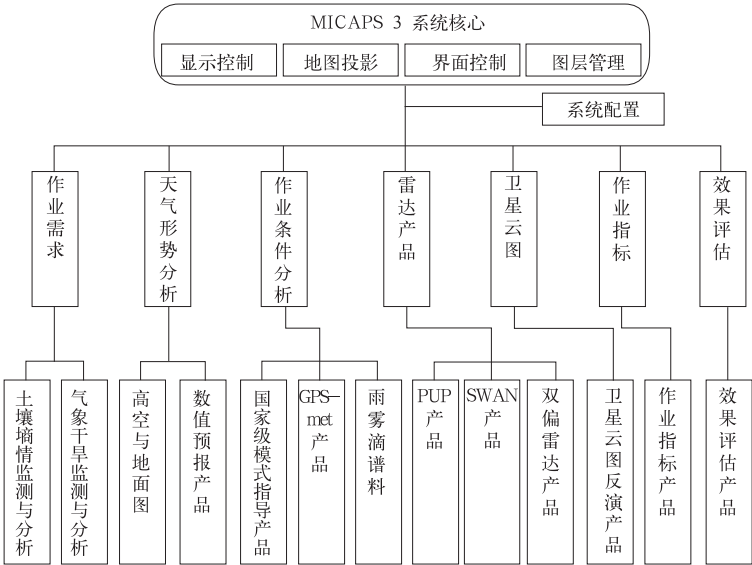


图 4 安徽省人工影响天气业务平台资料应用框图

Fig. 4 Anhui weather modification operational platform application framework

单,直接运用 MICAPS 3. 2 开发好的插件便可使用。图 5 给出了一张地面图的显示界面。

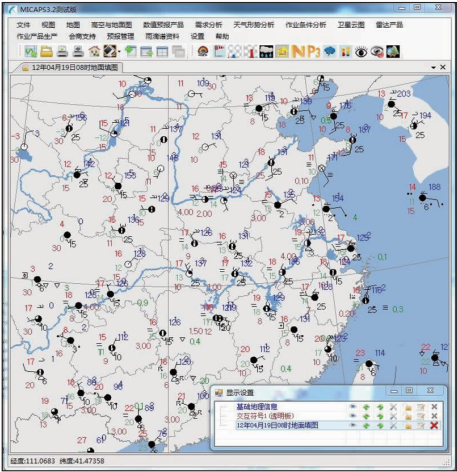


图 5 地面资料图

Fig. 5 Surface data presentation

2. 3. 2 可以转换成 MICAPS 支持的数据格式

该类数据主要指 MICAPS 中没有对应现成的数据,但是有类似的 MICAPS 数据类型。可以通过编写转换程序转换成 MICAPS 相应格式,直接调用 MICAPS 现有插件进行显示。图 6 是安徽省积分云水分布数据转换成 MICAPS 的 4 类格式后显示的结果。

2. 3. 3 非格点数据

该类数据主要是指无法在 MICAPS 显示区显

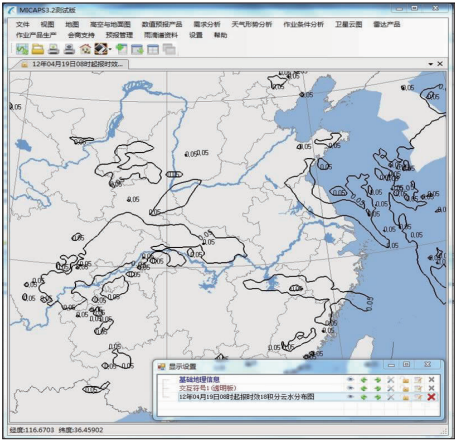


图 6 积分云水含量图

Fig. 6 As in Fig. 5, but for the integral cloud water content

示的数据,但又需要集成到系统中。这类数据一般通过编写外挂 exe 或者 dll 插件供 MICAPS 调用。该类插件一般无需继承 MICAPS 的基本模块,而是作为单独程序供 MICAPS 调用。如图 7 所示,安徽省的雨滴谱资料小时变化图就通过一个动态库集成到业务系统中显示。

2. 3. 4 新探测资料格点数据

这类数据是指在 MICAPS 中无法找到相应的模块,也不方便转成 MICAPS 格式的格点数据,需要进行开发来实现数据的显示与交互。例如,2011 年安徽省双偏振雷达在定远观测的反射率资料,通过基于 MICAPS 3 核心开发的模块显示如图 8。

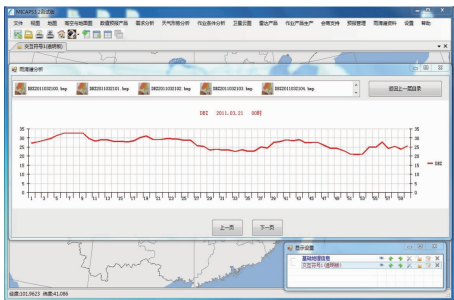


图 7 雨滴谱资料图

Fig. 7 The raindrop size distribution from MICAPS

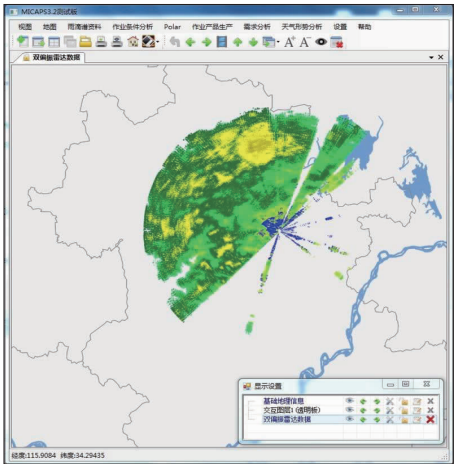


图 8 定远双偏振雷达反射率图

Fig. 8 The reflectivity image of dual-linear polarization Doppler weather radar at Dingyuan Station from MICAPS

2.4 人影相关系统设计

由于本业务系统是基于 MICAPS 3 设计开发的,一方面,它应用了 MICAPS 3 核心提供的丰富模块,避免重复开发,方便用户使用习惯;另一方面,在界面设计上,它体现出人影业务系统的特点,并在核心的人影产品方面,我们做了一些研究开发工作。

2.4.1 菜单配置

对原有的 MICAPS 3 菜单进行了修改,保留了系统设置菜单。根据人影系统流程以及 2.2 节的主要产品分类,增加了作业需求分析、作业条件分析、作业指挥产品、作业效果分析等菜单,并添加 2.2 节相应的产品到主菜单下,见图 9。

2.4.2 界面布局设计

在界面布局上,将人影核心产品,以浮动窗口形式放在界面的右边,方便用户实时点击。目前设计的主要浮动窗口有作业条件分析产品、SWAN 雷



图 9 菜单设置

Fig. 9 Menu setting of MICAPS

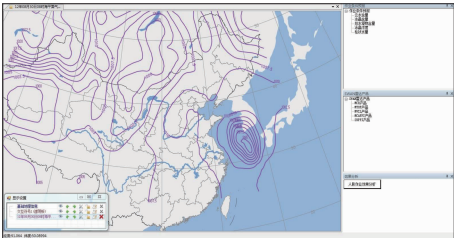


图 10 界面布局设计

Fig. 10 Layout of floating windows

产品和效果分析产品,见图 10。

2.4.3 人影主要产品展示

针对人影作业的流程,分别给出了作业条件分析、作业指挥以及作业效果评估的例子如下。

作业条件分析图可以参照图 6,该图表示模式预报的积分云水含量图。图 11 是人工增雨作业指标提取的产品,提取雷达的各种参数以及温度等条件,计算出增雨作业所有可作业区的范围。

图 12 是人工增雨效果评估图,用于评估作业区和对比区人工增雨前后雷达反射率因子、回波顶高和 VIL 等参数的变化。

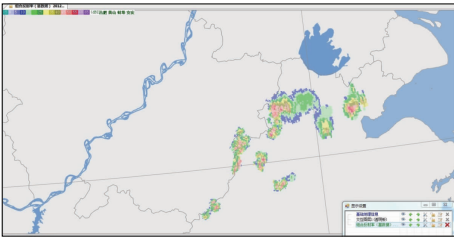


图 11 作业指标产品

Fig. 11 Products of operation index

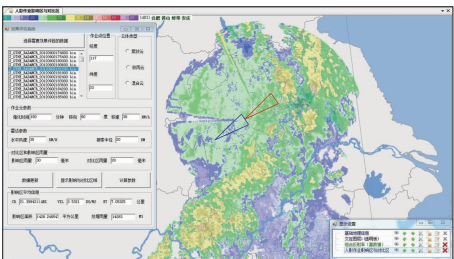


图 12 效果评估产品

Fig. 12 Products of effect evaluation

2.5 业务应用及运行效果

安徽省人工影响天气办公室从 2010 年开始着手设计基于 MICAPS 3 核心的人影系统。在国家气象中心预报系统实验室和安徽省气象台相关业务人员的帮助和指导下,已初步完成系统架构的设计,并投入业务试运行,开发了系统资料的传输处理程序,保证数据系统实时更新。运行半年多以来,系统正常稳定,效果良好。

系统资料及获取方式如下:

(1)常规高空、地面资料:通过省信息中心服务器获取。

(2)常规雷达 PUP 产品、卫星云图和 gps-met 数据:通过省信息中心服务器获取。

(3)双偏振雷达资料:通过外场试验实时传输。

(4)Swan 数据:通过省气象台服务器直接获取。

(5)土壤墒情数据:通过省科研院所获取。

(6)国家局指导产品:通过国家人影中心下载加工。

(7)作业指导产品:本地加工形成。

所有数据一般通过网络映射盘或者 ftp 下载,实时分发到系统主目录。数据的显示交互形式通过 2.3 节方法实现。

系统的菜单和布局可以根据用户需求自由配置,方便系统的扩充以及界面的操作。新的气象资料可以通过升级 MICAPS 3 核心进行交互显示,无需用户增加额外的开发工作。

3 展 望

MICAPS 系统作为中国气象局基础业务支撑系统,得到了越来越广泛的应用。随着软件开发技术的提高,基于该系统的二次开发功能也越来越强大。随着中国气象局对业务化软件开发的统一性和集中性要求的提高,越来越多的气象业务系统软件逐步转向基于 MICAPS 核心进行开发。安徽省的该项工作具有一定的实用价值和推广意义。

该系统虽然将原有的人工影响天气功能模块集中到 MICAPS 系统下,但由于安徽省人工影响天气工作规模较小,很多其他人工影响天气工作的产品(如防雹作业)未能体现到业务系统中。另外由于飞机增雨作业开展不多,飞机作业的相关产品也未能在业务系统中体现。目前,我们所做的工作是完成了平台的搭建以及相关开发技术的准备工作,下一步的工作主要集中在提高人工影响天气科技含量的算法研发工作上。重点集中在:(1)提高模式的预报水平,提高作业条件的分析水平;(2)加强双偏振雷达等观测设备在人工影响天气指挥中的应用,提高人工影响天气的指挥水平(张瑞波等,2010);(3)加强双偏振雷达以及雨滴谱等探测设备在效果评估中的应用,提高效果评估科技含量(杨道侠等,2002);(4)积极拓展新的探测设备在人工影响天气业务中的应用。

致谢:软件开发过程中得到了国家气象中心预报系统实验室的大力支持,在此表示感谢。

参考文献

- 何立富,周庆亮,谌芸,等. 2011. 国家级强对流潜势预报业务进展与检验评估. 气象, 37(7): 777-784.
- 胡胜,罗兵,黄晓梅,等. 2010. 临近预报系统(SWIFT)中风暴产品的设计及应用. 气象, 36(1): 54-58.
- 胡胜,孙广凤,郑永光,等. 2011. 临近预报系统_SWAN_产品特征及在 2010 年 5 月 7 日广州强对流过程中的应用. 广东气象, 33(3): 11-15.
- 李月安,曹莉,高嵩,等. 2010. MICAPS 预报业务平台现状与发展. 气象, 36(7): 50-55.
- 李月安,罗兵,高嵩,等. 2012. 《MICAPS 3.2 二次开发手册》, 2-99.
- 牛淑贞,潘新民,杨洪平,等. 2009. 《新一代天气雷达灾害性天气警报和临近预报系统》应用. 气象, 35(5): 105-111.
- 杨道侠,严采繁. 2002. 下沉气流对 Z-I 关系的影响. 气象, 28(4): 9-14.
- 张瑞波,刘丽君,钟小英,等. 2010. 利用新一代天气雷达资料分析飞机人工增雨作业效果. 气象, 36(2): 70-75.
- 郑永光,林隐静,朱文剑,等. 2013. 强对流天气综合监测业务系统建设. 气象, 39(2): 234-240.
- 邹书平,许戈,李玮,等. 2010. 贵州省人工影响天气业务集成系统. 贵州气象, 34(2): 36-38.