

气象预报智能系统集成化问题的研究

林孔元 黄瑞祥 刘正光 周远晖

(天津大学自动化系, 天津 300072)

提 要

气象预测预报是人类的一种复杂的认知行为,气象智能系统的集成和任务分配应当以预测预报行为的认知进程为依据。在气象预报智能系统的集成过程中,具有天气过程理解能力的集成平台的设计是一个关键性的步骤。

关键词: 数据融合 过程理解 智能系统集成

引 言

智能数据的概念及智能数据库体系的确立,推动了气象智能预报系统的综合化和集成化研究的进展^[1-3]。智能系统结构的集成化应如何设计才能有效地支持综合化功能的实现,这是当前面临的一个重要课题。

气象智能系统的集成,应以人类专家的预测预报行为的认知进程为依据。事实证明,机器还远不能重现人类的全部认知行为,所以任何大型智能系统的组织和运行,都应当采取兼收并蓄多种技术手段,并求助人的协助的综合策略^[4]。

在系统集成化中,集成平台的设计是重要的。集成平台是系统结构的核心,也是系统的通讯中枢和运行调度的中心。一个高度智能化的集成平台是智能系统运行品质的保证。

本文论述以上的观点并提出气象智能系统集成框架设计。

1 气象预报行为的认知过程分析

按照认知心理学的观点,对天气过程复杂时空关系的思索过程包含知识的形成(感知过程)和知识的运用(思维过程)两个层次,我们把它分解为3个阶段:

阶段1 数据融合过程

数据融合(data fusion)^[4,5]过程完成从数

据到初级信息形态(智能数据^[1])的转换。在这一过程中,人们对观测数据进行鉴别、修正并将它们置于特定的大气环境中进行识别和聚类,从而形成一些有特定信息涵义的数据团。

阶段2 状态及过程综合过程

这个过程完成从初级信息形态到结构明晰的高级信息形态(知识)的转换。在这一过程中,人们将上述的数据团和所观测的整个空间相联系,形成天气系统状态的完整描述,并按时间的顺序联系起来,形成对天气过程的具体化的认识。

阶段3 预测预报过程

这是知识运用过程。在这一过程中,人们将感知阶段所获取的天气状态和过程知识,置于气象专门知识和专家经验的背景中进行深层次的处理,形成对天气系统未来状态及演变进程的规律性的认识。

从所需背景知识的数量及知识运用的深度来看,阶段1是认知过程的初级阶段,阶段2是中级阶段,阶段3是高级阶段。图1是上述认知过程的图示模型。在我们的研究中,这个认知模型被直接用于指导智能系统集成化设计。

2 气象智能预报系统的集成框架

气象智能预报系统是一种大型的机器智

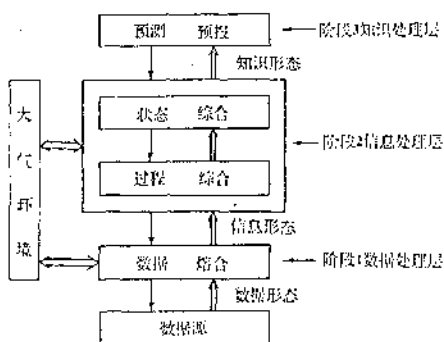


图1 预测预报行为的认知模型
单线箭头和双线箭头分别表示
此过程协调指令流向和信息流向

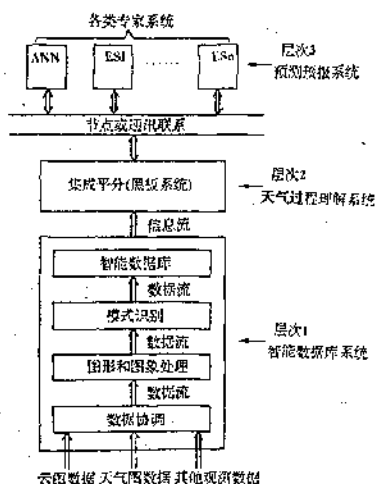


图2 气象智能预报系统的集成框架

能系统,根据我们在引言中所阐明的观点,这个系统应分成3个层次来组织,以分别完成3个阶段认知过程的机器实现(参见图2)。这3个层次分别称为“智能数据库系统”,“天气过程理解系统”和“预测预报系统”。

2.1 智能数据库系统

智能数据库系统完成从数据到信息的转换,它的运行方式以数据处理为主要特征。在智能数据库系统中综合运用了多项技术。该系统包括如下几个环节。

2.1.1 数据协调环节(data reconciliation)^[6]。它运用参数估计和数字滤波的方法完成对观测数据的鉴别与修正;

2.1.2 图形和图象处理环节。它涉及数字滤波、尺度分离及信息压缩等多种方法的运用,

完成从云图和天气图中提取关于特定天气子系统的状态和特征信息;

2.1.3 模式识别环节。它借助统计的、结构的和模糊的方法,完成数据融合的过程;

2.1.4 智能数据库环节。它以静态存储的方式存储称之为智能数据的,经融合后具有初级框架结构的数据团^[1],并在库管理系统的支持下完成数据的维护、管理以及和上层系统的通讯。

智能数据库系统的研究在国内已经取得很大的进展,这为系统集成化的实现打下了坚实的基础。

2.2 过程理解系统

处于中间层上的这个系统完成从信息到知识的转换。这是一个各种初级的信息形态在大气环境中的深度融合过程,它实质上是一个信息形态在特定环境中的释义过程。这个过程与AI的自然语言理解中语词和语句在语用环境中的释义过程相类似,所以我们把它称为天气过程的理解。我们从过程理解的角度来组织这一层系统的另一方面的考虑,是要求该系统所生成的天气系统状态和过程,描述具有明确的天气学上的涵义,使之更接近气象专家的思维方式,便于上层各类专家系统运用。

作为系统的集成平台,过程理解系统还肩负集成系统的层间及人一机通讯和运行调度的职能。这种职能是由一种称为“黑板”的动态数据库形式加以实现的,我们也可以把整个过程理解系统看成是一个“黑板”系统。

天气过程理解系统是气象智能系统的核心,目前关于它的研究工作尚不多见,所以应当予以特别的关注。我们将在本文的第4节中对它作进一步的论述。

2.3 预测预报系统

在这一层上集聚了多种类型的气象预报专家系统,其中也包括人工神经网络预报系统。它们根据各自的预报要求向下一层索取有关的预报因子,用以支持各自的运行。这些系统以点对点的通讯方式直接“挂”在下层的集成平台上,这种联结方式有利于集成系统的高效运行。

预测预报系统以知识处理为主要特征,是集成系统中智能度最高的层次。国内气象专家系统的研究起步早,成绩显著,近两年在人工神经网络预报系统的研究方面也取得了一些进展。应当说,已经研制成功的多种专家系统都可以以一定的方式集成到系统中。

3 集成平台

根据前面的讨论,我们可以把集成平台在气象智能预报系统中的功能归结为:①集成系统的通讯枢纽。它完成各子系统间的联接与交互。②集成系统的运行调度中心。它以人机交互的方式统筹系统综合功能的实现。③大气环境信息的处理中心。它将环境观测数据和资料熔合为天气过程的完整描述,完成从数据到知识的转换。

上述3项功能是集成平台的综合性功能,人们往往从不同的角度而强调它的某一部分功能的实现,对集成平台给予不同的称呼,提供不同的设计。当强调通讯与调度功能时,集成平台被称为黑板系统(Blackboard system),并关注其通讯方式和人机接口的设计。在我们的研究中强调的是它的信息处理功能,并称之为天气过程理解系统。本节给出过程理解环节的设计框架,关于完整的黑板系统的讨论与设计,我们将另撰文作专题论述。

3.1 过程理解系统的结构设计

图3表示天气过程理解系统的结构框图,它由下述几个部分组成:

3.1.1 环境模型库。这是一个静态数据库,大气环境的时空关系的完整描述存放其中。

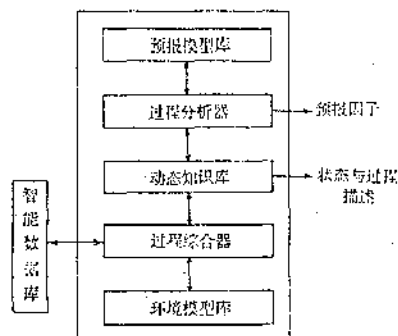


图3 天气过程理解系统的构成

环境描述以框架形式表达,所以这个库实质上是一个框架系统。

3.1.2 过程综合器。它由一组用于操作框架的幽灵函数组成。这些幽灵函数将取自智能数据库的数据,与环境模型相熔合,生成天气状态和天气过程的完整描述。

3.1.3 动态知识库。它存放天气状态和天气过程描述。这个库采用动态库结构是为了便于上层系统(各种专家系统)和人机接口系统对它实施控制和管理,包括询问、检索、修改、补充和调度等。这个动态库是集成平台的一块“黑板”。

3.1.4 预报模型库。这是一个静态库。它存放各种天气过程的形态学预报模型,这些预报模型是各种特定的天气过程演变的主要约束因素的集合,它们也以框架的形式表达于这个库中。

3.1.5 过程分析器。这是一个动态的程序库,存放一系列的过程分析子程序。这些子程序对预报模型和天气状态及天气过程描述进行匹配操作,生成预报因子。这些预报因子或提供上层预报系统使用或由人机接口输出供专家检验和修正。这个环节是集成系统中的另一块“黑板”。

3.2 天气过程理解系统的运行分析

图4表示环境模型的框架表达体系。这是一个5层结构的框架系统,每一个框架都表达了框架名的概念涵义以及概念之间的相互关系,所以环境模型是大气环境的状态、结构及演变的语义表达体系,可充分支持天气过程的机器理解过程。

过程的理解过程由两个方向相反的子过程组成,即模型驱动过程和数据驱动过程,前者完成数据检索,后者完成状态和过程熔合。

3.2.1 模型驱动过程。这个过程从环境模型出发,按图4中右向箭头方向运行。系统应上层或用户的要求,按指定的日期、地域、空间层次,天气形势及具体的物理量场的顺序,自上而下遍历环境框架系统,提出相应的量场框架并从智能数据库中检索对应的数据加以填充。

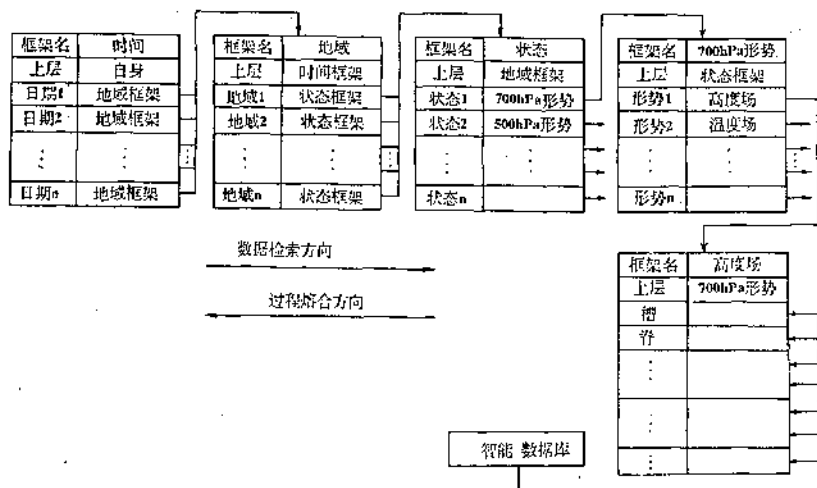


图4 大气环境模型

3.2.2 数据驱动过程。这个过程从智能数据库出发,自下而上遍历环境框架系统,按图4中左向箭头的方向运行。智能数据库按指定的时段和地域、空域被检索,并填充最下层的各物理量场框架的槽、脊等,然后利用框架系统的继承特性逐级向上,在“地域”框架层完成空间状态的融合,在“时间”框架层实现过程融合。

4 结论

- 4.1 智能数据的概念和智能数据库的建立,为气象智能预报系统的集成化打下了基础;
- 4.2 智能预报系统的集成,应以气象专家预测预报行为的认知进程为依据;
- 4.3 天气过程理解系统的设计,是气象智能预报系统集成关键步骤。

致谢:北京气象学院张元斌副教授,天津市气象台梁平德

高级工程师及浙江省气象科学研究所俞善贤高级工程师为本项研究提供多方面的支持和帮助,在此一并表示感谢。

参考文献

- 1 王耀生. 智能数据库. 气象, 1989, 15(4).
- 2 王耀生. 天气过程语言. 气象, 1990, 16(5).
- 3 周曾奎. 江苏省综合天气预报专家系统. 气象, 1993, 19(8).
- 4 戴汝为, 王珏. 智能系统中的互补策略. 模式识别与人工智能, 1993, 6(1).
- 5 R. S. Mah. "Reconciliation and Rectification of Process Flow and Inventory Data". Ind. Eng. Chem. Process. Des. Dev. 15(1):175-183.
- 6 C. M. Crowe. "Reconciliation of Process Rates by Matrix Projection, Part I and Part II". AIChE Journal, 29(6): 831-888 and 32(4):616-623.
- 7 J. Llinas, Richard T. Antony. "Blackboard Concepts for Data Fusion Applications". International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. 1993, 7(2): 285-308.

On the Integration of Intelligent Weather Forecasting System

Lin Kongyuan Huang Ruixiang Liu Zhengguang Zhou Yuanhui

(Department of E. E & Automation, Tianjin University, 300072)

Abstract

Human's behavior of weather forecasting is a very complicated cognitive action. Organization and task distribution of intelligent weather forecasting system must be based on the cognitive process. Design of an integrated platform which has the ability to understand weather process is a key step in system construction.

Key Words: data fusion process understanding intelligent system integration