

台风路径人工智能预报方法的研制

蒋乐贻 费亮

(上海市气象科学研究所, 上海 200030)

人工智能预报方法是一种新方法, 在研制专家系统的基础上, 根据人工智能内容, 结合气象预报特点及所要求的预报精度, 研制了台风路径人工智能预报方法, 此方法把计算机模式识别技术与数值预报产品相结合, 并吸取了天气图与持续预报两种预报方法的长处, 能提高预报精度. 在1994年与1995年进行了业务试验, 取得了较好的效果.

1 研制的思路与特点

(1) 知识获取采用模式识别技术 采用计算机模式识别技术解决对天气预报具有指导意义的高低压中心、槽、脊等天气系统特征的自动获取问题.

(2) 预报知识为预报场的天气系统特征 根据持续预报(PP)法原理, 应用数值预报产品, 获得预报知识(预报因子)为预报场的天气系统特征. 它主要为500 hPa预报场上的台风低压中心、槽底达 35°N 以南的西风槽、副高面积指数、副高中心强度、副高西脊点、副高脊线分别与 120°E 、 130°E 、 140°E 有否交点等.

与以往PP法不同之处在于预报因子不是位置固定的经纬度网格点上的要素值和物理量, 而是位置不固定的天气系统特征, 把传统预报的经验吸收进去了.

(3) 采用逐步回归方法处理预报知识 针对气象预报问题, 预报知识(即预报因子)并不存在很好的前因后果的逻辑关系, 因此不适用人工智能语言的推导方法或一般条件句的判别方法, 而比较适用具有并行处理、容错性与自学习能力的人工神经网络, 但需足够大样本训练, 计算工作量大.

从回归原理数学模型形式可知, 它类似简单的神经网络, 也是考虑各种预报因子的组合, 各预报因子前的系数(回归系数)实际是各预报因子对预报对象不同的权重, 因而具有并行处理预报知识的能力, 并且具有容错能力. 另外回归系数是从历史样本中提取信息, 逼近规律, 无需人工加以总结, 从这个角度来讲, 还有自学习能力.

统计分析表明, 台风中心位置与同时刻500 hPa上天气系统特征构成的预报因子存在较好的线性关系. 由于回归就是处理线性问题, 逐步回归又能剔除影响不大的预报因子, 因此用逐步回归方法处理台风预报知识是合理和方便的.

(4) 建立不同天气形势下的预报方程 对于500 hPa上 $5^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ $100^{\circ}\sim 145^{\circ}\text{E}$ 范围内出现台风低压、不出现台风低压、出现副热带高压、不出现副热带高压四种天气形势分别建立预报方程, 根据识别500 hPa预报场上的天气形势自动判别, 进行预报.

(5) 采用人机交互技术 适当采用人机交互技术吸收人的智能, 可使问题简化. 例如识别500 hPa 24、48小时预报场上台风中心, 对500 hPa 24、48小时预报场格点资料

进行天气系统特征识别后, 智能数据库内只记录了预报场上等压线、槽线、若干高压中心和低压中心等天气系统的位置, 无法判别哪个低压中心是台风中心, 必须另编制程序根据目前台风位置推测 24、48 小时后可能的位移, 在这个范围内寻找有否低压中心. 当台风突然转向或双台风时常会发生错误. 采用人机交互技术后, 只要把光标点在屏幕上的台风环流中心处, 即记录下未来台风中心的经纬度即可, 是很方便的. 其精度为 0.1×0.1 经纬度, 比智能数据库文件内记录的, 精度为 2.5×2.5 经纬度高.

2 预报系统的建立与性能

采用南京气象台识别 500 hPa 天气系统 HQI 软件, 通过 436 个例子反复试验, 对槽线、脊线等的识别提出修改意见, 并提出增补风场、确定台风低压中心等功能, 使其识别的天气系统为预报员接受, 能在台风路径预报方法中应用. 软件用的资料为 500 hPa 上 $5^{\circ} \sim 40^{\circ}N$ $100^{\circ} \sim 145^{\circ}E$ 范围内 2.5×2.5 经纬度格点值, 采用人机对话形式执行识别, 识别后形成智能数据库文件, 记录若干等值线、高、低压中心、槽、脊等天气系统在计算机屏幕上的坐标值.

应用 1980~1991 年欧洲数值预报中心分析场格点资料, 识别 154 个台风位置同时刻的 500 hPa 天气系统特征后, 用 Turbo-C 语言编制程序, 根据台风预报经验, 调用识别所生成的智能数据库文件中各天气系统坐标值, 组成不同预报因子, 加上当时的台风位置和 24 小时前的位置, 选择不同 F 检验标准, 用逐步回归法建立各自预报方程, 选择历史拟合最佳的预报方程. 然后编制投入业务预报的 AI 软件, 此软件调用识别欧洲中期天气预报中心 20 时的 500 hPa 24、48 小时预报场所生成的文件内有关天气系统坐标值进行判别, 代入所对应的预报方程, 获得以每日 20 时资料为准的 24、48 小时台风预报位置, 与调用 20 时预报场格点资料的 d_1 软件和调用台风 20 时位置的 d_2 软件以及 HQI 软件一起形成台风路径人工智能预报系统.

当台风中心进入 $20^{\circ}N$ 附近 $135^{\circ}E$ 以西时开始起报, 当 500 hPa 无台风低压中心同时台风开始转向东北时停止预报.

在 1994 年及 1995 年台风季节, 进行了业务试验, 其预报误差见表 1.

表 1 台风路径业务试验的平均误差

年 份	24 小时预报(km)	48 小时预报(km)
1994 年	145.8 (14 次)	181.5 (12 次)
1995 年	114.2(30 次)	206.7(23 次)
平 均	124.3(44 次)	198.1(35 次)

注: 括号内数字为预报次数

台风路径人工智能预报方法只试用了二年, 还需在今后业务预报中经受考验, 发现问题, 进行不断的修改与完善.