

后置群体评价方法 在天气预报决策中的应用

高 涛 呼和朝鲁 李彰俊 丁晓华 司瑶冰

(内蒙古气象台, 呼和浩特 010051)

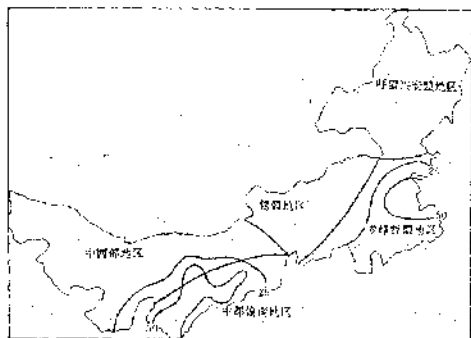
提 要

在应用各种预报方法作每日的天气预报时,常遇到各种预报方法的结果不一致的情形,这时需集各预报结果为一体作为群体决策意见。作者介绍了后置群体评价方法在天气预报决策中的具体应用,用该方法进行决策,取得了较理想的效果。

关键词: 个体评价 群体评价 评价对象 决策 模糊频数 模糊 Borda 数

引 言

根据历史经验,我们将内蒙古自治区的降水落区大致划分成5个落区进行预报,即:中西部地区、中部偏南地区、锡盟地区、赤峰哲盟地区和呼盟兴安盟地区(见附图)。降水强度划分为微—小雨,中雨,大雨以上。应用的主要预报方法有:内蒙古地区天气学预报模型、历史天气图相似选择方法、数值预报产品的集成叠加、湿比有效位能的自动分析方法等。



附图 全区降水落区分布图
图中等值线为1994年7月25日
20时—26时20时的降雨量/mm

1 算法及程序设计

将各预报方法所得结果称为个体评价,各个地区的降水强度称为被评价对象,最终决策结论称为群体评价。在解决这种从个体评价得出群体评价的问题时,我们采用了后置群体评价方法,它采用某种合并的办法将每个个体评价者依各自的评价模型或准则提出各个被评价对象的优序关系或其评价值,经效用函数处理后得到效用值。合并的方法采用了Borda数分析法,本方法除了利用每个个体评价的定量结果(优序关系)外,还考虑了其定性的结果——效用值,这样使得群体评价更能体现群体的趋向,从而作出合理决策。

例如,两个评价者(P_1 和 P_2)对小雨,中雨,大雨3种降水强度按照各自使用的预报方法和评价标准分别给出的效用值(经效用函数转换而得)是:

$$P_1: \text{小雨}=0.7 \quad \text{中雨}=0.5 \quad \text{大雨}=0.1$$

$$P_2: \text{小雨}=0.6 \quad \text{中雨}=0.8 \quad \text{大雨}=0.1$$

其优序关系是:

$$P_1: \text{小雨} \rightarrow \text{中雨} \rightarrow \text{大雨}$$

P₂: 中雨→小雨→大雨

这时如何选择方案才能将 P₁, P₂ 的意见更好地综合为一体呢? 如果只考虑优序关系而不考虑效用值将很难作出决策, 若考虑到 P₂ 中给出中雨的效用值较大时, 则应选择中雨作为决策意见。

1.1 算法

设 M 为个体评价数(预报方法数), N 为被评价对象数(总的降水类型数)。

1.1.1 效用值表

首先请各方法的使用者或预报员填写基本数值表(见表1), 表的数据组成的矩阵记为 X_{N×M}。填写时将各种降水量级出现的可能性分为 L 级, 分别记为 L, L-1, L-2, …, 2, 1, 对应着不同量级出现的可能性描述, 例如, 本文的例中将量级出现的可能性分为 3 级描述。某降水量级很可能出现记为 3, 可能出现记为 2, 不可能出现记为 1。应注意填写时不能出现相互矛盾的描述, 如同一方法, 同一落区大雨量级记为 3, 而小雨量级仍记为 3。

表1 原始数据表

1994年7月25日—26日

地区	雨级	方法					
		1	2	3	4	5	6
中西部地区	微-小雨	1	1	2	1	1	1
	中雨	2	1	3	1	1	2
	大雨以上	1	1	1	1	1	1
中部偏南地区	微-小雨	1	1	2	1	1	1
	中雨	2	2	3	1	2	1
	大雨以上	3	3	1	2	3	2
锡盟地区	微-小雨	1	2	2	1	1	2
	中雨	1	1	1	1	1	1
	大雨以上	1	1	1	1	1	1
赤峰哲盟地区	微-小雨	2	1	1	1	1	1
	中雨	3	2	2	1	1	2
	大雨以上	1	3	3	2	3	3
呼盟兴安盟地区	微-小雨	1	1	1	1	1	1
	中雨	1	1	1	1	1	1
	大雨以上	1	1	1	1	1	1

其次是对矩阵 X_{N×M} 中的元素赋权。权重矩阵是由专家们根据每种预报方法的特点, 即其所针对的预报区域及量级的预报特点给出的, 记为 R_{N×M}。令

$$y_{ji} = x_{ji} \cdot r_{ji} \quad (j = 1, 2, \dots, N, i = 1, 2, \dots, M)$$

计算 Y_{N×M} 中每一列的欧几里德范数: 即

$$m_i = \left(\sum_{j=1}^N y_{ji}^2 \right)^{1/2} \quad i = 1, 2, \dots, M$$

最后对矩阵 Y_{N×M} 用如下公式进行效用转换生成效用值矩阵, 记为 Z_{N×M} (见表2)。

$$z_{ji} = y_{ji} / m_i$$

表2 效用值表

地区	雨级	方法					
		1	2	3	4	5	6
中西部地区	微-小雨	0.13	0.14	0.27	0.22	0.15	0.17
	中雨	0.31	0.16	0.43	0.22	0.15	0.35
	大雨以上	0.15	0.16	0.13	0.22	0.15	0.17
中部偏南地区	微-小雨	0.15	0.18	0.25	0.22	0.18	0.17
	中雨	0.35	0.35	0.40	0.23	0.35	0.17
	大雨以上	0.53	0.53	0.13	0.47	0.53	0.35
锡盟地区	微-小雨	0.14	0.29	0.30	0.19	0.18	0.38
	中雨	0.15	0.13	0.15	0.21	0.18	0.19
	大雨以上	0.14	0.13	0.15	0.21	0.18	0.19
赤峰哲盟地区	微-小雨	0.31	0.16	0.15	0.22	0.18	0.16
	中雨	0.46	0.31	0.30	0.23	0.18	0.32
	大雨以上	0.16	0.47	0.46	0.47	0.53	0.48
呼盟兴安盟地区	微-小雨	0.13	0.18	0.10	0.16	0.15	0.16
	中雨	0.12	0.11	0.11	0.19	0.15	0.16
	大雨以上	0.12	0.11	0.11	0.19	0.15	0.16

1.1.2 生成各个评价的优序关系矩阵

将效用值矩阵 Z_{N×M} 转置, 记为 Z_{M×N}, 对 Z_{M×N} 按行从大到小排序得优先关系矩阵, 记为 D_{M×N} (见表3)。

表3 优先关系序表

方法	雨级					
1	8.77	6.31	5.99	7.42	9.10	10.10
2	8.46	6.31	7.67	4.25	8.9	9.9
3	5.28	6.38	4.77	7.41	10.9	9.9
4	3.33	3.21	5.44	3.21	6.5	5.5
5	4.44	3.21	3.33	3.31	4.4	4.4
6	6.36	6.63	2.55	7.41	7.7	7.7

对每个个体评价 $i(i=1,2,\dots,M)$ 按如下公式计算其优先级矩阵:

$$p_i^l(j) = \begin{cases} 1 & \text{(若在 } D \text{ 的第 } i \text{ 行中第 } j \text{ 个元素序值是 } l) \\ 0 & \text{(否则)} \end{cases}$$

$(l, j=1, 2, \dots, N)$

这样生成的优先级矩阵有 M 个, 分别记为:

$$P_i = \begin{bmatrix} p_i^1(1) & p_i^1(2) & \dots & p_i^1(N) \\ p_i^2(1) & p_i^2(2) & \dots & p_i^2(N) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ p_i^N(1) & p_i^N(2) & \dots & p_i^N(N) \end{bmatrix}$$

$$f_{ij} = \sum_{l=1}^M p_l^i(j) \cdot z_{lj}$$

$$= p_1^i(j) \cdot z_{1j} + p_2^i(j) \cdot z_{2j} + \dots + p_M^i(j) \cdot z_{Mj}$$

$(l, j=1, 2, \dots, N)$

做每个被评价对象的模糊频数统计:

$$s_j = \sum_{i=1}^N f_{ij}$$

1.1.3 计算模糊频数

按下式计算模糊频数, 生成的频数矩阵

记为 $F_{N \times N}$ (见表4)。

表4 模糊频数表

l	j														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	0.00	0.00	0.00
2	0	0.43	0	0	0.58	0	0.38	0	0	0	0.54	0.16	0	0	0
3	0.22	0.57	0.22	0.40	1.27	0.85	0.18	0.18	0.18	0.40	0.13	0	0	0	0
4	0.15	0.31	0.15	0	0	0	0.30	0.21	0.21	0.31	1.08	0	0.15	0.15	0.15
5	0.27	0	0	0	0	0	0.33	0.19	0.19	0	0	0.47	0	0.19	0.19
6	0.17	0	0.33	0.75	0.17	0	0	0.13	0	0	0	0	0.16	0	0
7	0.0	0.31	0.15	0	0	0	0.29	0.15	0.28	0.62	0	0	0.16	0.16	0.16
8	0.27	0	0.13	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0	0.13	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.14	0	0	0	0.13	0.22	0.22
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	0.12	0.12
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s_j	1.08	1.62	0.98	1.15	2.02	2.54	1.48	1.01	1.00	1.33	1.80	2.57	0.83	0.84	0.84

1.1.4 计算每个被评价对象的模糊 Borda 数:

$$FB(j) = \frac{1}{s_j}$$

$$\left(\sum_{l=1}^N \frac{1}{2} (N-l)(N-l+1) f_{lj} \right)$$

$$(j=1, 2, \dots, N)$$

对 $FB(j)$ 按大小排序即得决策结论。

1.2 程序设计

该套计算由决策计算、数据录入和数据表打印 3 个程序完成。决策计算设计由原始数据处理、效用值转换、模糊频数统计及 Borda 数计算 4 个子程序组成, 其程序流程图由于篇幅所限略去。

2 计算实例

我们用该方法对 1994 年 7 月 25 日 20 时—26 日 20 时的一次降水进行了计算,

降水实况与决策结果相吻合,原始数据见表1,效用值见表2,优序关系见表3,频数矩阵

$$\begin{aligned}
 &FB(1) = 57.12 \quad FB(4) = 56.48 \quad FB(7) = 65.55 \quad FB(10) = 55.62 \quad FB(13) = 37.02 \\
 &FB(2) = 71.12 \quad FB(5) = 78.96 \quad FB(8) = 52.23 \quad FB(11) = 74.70 \quad FB(14) = 38.73 \\
 &FB(3) = 51.99 \quad FB(6) = 97.34 \quad FB(9) = 51.37 \quad FB(12) = 94.98 \quad FB(15) = 38.73
 \end{aligned}$$

由 FB 的大小得决策结论为中部偏南地区大雨,辅助结论为赤峰哲盟地区大雨,降水实况见附图,由图可见,降水实况与决策结论比较一致。

3 结语

本方法在业务应用上是可行的,它除了可作不同地区降水预报决策外,亦可将被评价对象赋以其它的天气意义作类型天气预报的综合决策。

该方法不但可把各预报方法的结果作为

见表4。各被评价对象的模糊 Borda 数计算如下:

个体评价意见,亦可把气象专家或预报员的意见作为个体评价进行决策计算。

参考文献

- 1 杨季美,史本山,群体评价的合并方法,系统工程理论与实践,1992,1,49-50.
- 2 李占明,多目标决策的效用函数方法,系统工程,1989,9,52-54.
- 3 汪培庄,模糊集合论与应用,上海:科技出版社,1983,11.
- 4 内蒙古气象台,工作站再开发——短期客观预报方法介绍,1992,9.

The Application of the Group Post-Appraising Method to the Decision of Weather Forecasting

Gao Tao HuheChaolou Li Zhangjun Ding Xiaohua Si Yaobing

(Inner Mongolia Meteorological Station, Huhehaote 010051)

Abstract

The application of the group post-appraising method in weather forecasting is presented. It happens that the result is of difference to the forecasting of a certain day from different technological sources when possible weather situation prediction is made, or that each predictor will draw a different conclusion based on forecasters' own technological devices or approaches. Only then is it necessary by the approach to piece together various results as a whole so that group decision can be reached. The application is to make an overall evaluation of each result about rainfall and rain region plus the result based on experience. It has proved that the application is unique in this field and more effective and has actually become one of the effective approaches.

Key Words: simple appraising group appraising appraising object decision fuzzy frequency number fuzzy Borda number