

基于模糊综合评判法的决策气象服务质量评价方法研究

张 方

(河南省大气探测技术保障中心, 郑州 450003)

摘 要: 基于模糊综合评判法, 依据中国气象局《决策气象服务质量评价办法》, 建立了基于多级模糊综合评判法的决策气象服务质量评价模型, 并结合实例进行评估试验, 给出试验分析和结论。

关键词: 决策气象服务; 模糊综合评判; 评价

中图分类号: C934; O159

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2007)04-0074-04

引 言

2004年中国气象局为逐步建立较为客观定量的决策气象服务质量评价体系, 加强决策气象服务质量管理, 进一步规范决策气象服务工作, 制定了《决策气象服务质量评价办法》, 提出了决策气象服务质量评价的基本方法。决策气象服务是一个由众多要素和环节组成的综合系统, 各要素和环节对系统的贡献具有模糊性, 对服务效果的影响大小不同, 相互之间又交叉影响。同时, 人们对决策气象服务质量的评价也是一个模糊的概念, 如“优、良、中、差”等, 并不是“非此即彼”。模糊综合评判法是由美国著名控制论专家、模糊数学的创始人 L. A. Zadeh 首先提出来的模糊数学的一个重要方法。模糊综合评判是对受到多个因素影响的事物作出全面评价的一种有效的多因素决策方法, 故又称为模糊综合决策或模糊多元决策。模糊综合评判法被广泛应用于工程科学、生命科学与经济管理等方面, 在气象服务领域(如灾害评估、干旱评价等)也有广泛应用, 如周秉荣等^[1]应用模糊综合评判法建立了青海高原牧区雪灾综合预警评估模型, 顾颖等^[2]应用数学模糊聚类方法对我国农业抗旱能力进行了评价分类, 刘晓宁等^[3]将模糊综合评价应用于关中灌区干旱评价中, 丁朝阳等^[4]运用多级模糊综合评判法对气象服务保障能力进行了评估试验。模糊综合评判

法具有数学模型简单、对多因素多层次的复杂问题评判效果比较好等优点^[5]。因此, 选用模糊综合评判法对决策气象服务质量进行评价具有可行性。

1 多级模糊综合评判法数学模型

多级模糊综合评判法主要用于复杂系统的综合评判, 原则是将评判因素从高层向低层逐级分解和细化, 使因素形成多层次的隶属关系, 然后从最低层向高层逐层地使用单层模糊综合评判法进行评判, 直至最高层得到评判结果为止。模糊综合评判法数学模型由评价因素集 U , 评判集 V , 评判矩阵 R , 权重集 A 组成。

第一步, 确定因素集, 把因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 按其元素属性划分成 m 个子集, 记作: $U_1, U_2, \dots, U_m, U_i \cap U_j = \varnothing (i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, m)$ 。

第二步, 确定评判集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。

第三步, 进行单因素评价, 写出模糊评判矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix}$$

第四步, 确定各因素的权重分配:

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n), a_i > 0, \sum_{i=1}^n a_i = 1$$

第五步, 应用模糊矩阵合成运算: $B = A \cdot R =$

(b_1, b_2, \dots, b_m) 。“ \cdot ”为模糊矩阵的合成运算符,其中 $b_j(j=1, \dots, m)$ 是由 A 与 R 的第 j 列通过 \vee 运算得到, \vee 表示取几个值中的最大值,并求 $\max\{b_1, b_2, \dots, b_m\} = b_n, n \in \{1, 2, \dots, m\}$ 。

2 建立决策气象服务质量评价模型

本文参考中国气象局 2004 年制定的《决策气象服务质量评价办法》,建立多级决策气象服务质量评价指标体系。业务质量评定、用户评价是决策气象服务质量评价中互相独立的两部分^①。对这两部分分别采用模糊综合评判法进行评价。“业务质量评定”的因素集 U 包括信息时效性、内容科学性、产品规范性、服务主动性、服务及时性等 5 个一级指标,其中内容科学性又包括准确性、针对性、系统性等 3 个二级指标,产品规范性又包括版面、流程等 2 个二级指标。“用户评价”的因素集 U 包括产品采用与奖惩、服务效果调查等 2 个一级指标,其中服务效果调查又包括信息时效性、信息可用性、产品形式和观赏性、服务主动性、服务态度、综合效果等 6 个二级指标。

对决策气象服务质量评价分为优 V_1 、良 V_2 、中 V_3 、差 V_4 4 个等级,建立评语集 $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4\}$ 。

由于每个因素对决策气象服务质量评价结果影响大小不同,所以需要确定各自的权重系数。本文参照《决策气象服务质量评价办法》,并进行适当修正,确定各因素的权重。

权重分配具体如下:

因素集 $U_1 = \{\text{信息时效性, 内容科学性, 产品规范性, 服务主动性, 服务及时性}\}$, 权重集 $A_1 = \{0.1, 0.6, 0.1, 0.1, 0.1\}$ 。

因素集 $U_{12} = \{\text{准确性, 针对性, 系统性}\}$, 权重集 $A_{12} = \{0.4, 0.3, 0.3\}$ 。

因素集 $U_{13} = \{\text{版面, 流程}\}$, 权重集 $A_{13} = \{0.5, 0.5\}$ 。

因素集 $U_2 = \{\text{产品采用与奖惩, 服务效果调查}\}$, 权重集 $A_2 = \{0.5, 0.5\}$ 。

因素集 $U_{22} = \{\text{信息时效性, 信息可用性, 产品形式和观赏性, 服务主动性, 服务态度, 综合效果}\}$, 权重集 $A_{22} = \{0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.5\}$ 。

产品采用与奖惩沿用《决策气象服务质量评价办法》中的有关规定,根据得分情况,同样划分优、良、中、差 4 个等级:优 ≥ 50 分, 50 分 $>$ 良 $>$ 20 分,

20 分 \geq 中 $>$ 0 分,差 ≤ 0 分。

3 评估试验

3.1 业务质量评定试验

假设某次业务质量评定结果如表 1 所示。

表 1 某次业务质量评定结果

一级指标	二级指标	优	良	中	差
信息时效性		10	8	2	0
内容科学性	准确性	14	6	0	0
	针对性	16	2	2	0
	系统性	16	3	1	0
产品规范性	版面	8	6	6	0
	流程	5	10	5	0
服务主动性		10	8	2	0
服务及时性		10	6	4	0

根据表 1,得到信息时效性因素的评判矩阵

$$R_{11} = (0.5, 0.4, 0.1, 0)$$

得到内容科学性因素的评判矩阵

$$R_{12} = \begin{pmatrix} 0.7 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0.8 & 0.15 & 0.05 & 0 \end{pmatrix}$$

进行合成运算“ \cdot ”,选择“最大-最小”运算法则,可得

$$B_{12} = A_{12} \cdot R_{12} = (0.4, 0.3, 0.3) \cdot R_{12} = (0.4, 0.3, 0.1, 0)$$

得到产品规范性因素的评判矩阵

$$R_{13} = \begin{pmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.25 & 0.5 & 0.25 & 0 \end{pmatrix}$$

可得

$$B_{13} = A_{13} \cdot R_{13} = (0.5, 0.5) \cdot R_{13} = (0.4, 0.5, 0.3, 0)$$

得到服务主动性因素的评判矩阵

$$R_{14} = (0.5, 0.4, 0.1, 0)$$

得到服务及时性因素的评判矩阵

$$R_{15} = (0.5, 0.3, 0.2, 0)$$

所以,对业务质量评定进行综合评判,可得模糊子集

$$B_1 = A_1 \cdot \begin{pmatrix} R_{11} \\ B_{12} \\ B_{13} \\ R_{14} \\ R_{15} \end{pmatrix} = (0.1, 0.6, 0.1, 0.1, 0.1) \cdot$$

①中国气象局.决策气象服务质量评价办法.2004.

$$\begin{pmatrix} 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.4 & 0.5 & 0.3 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \end{pmatrix} = (0.4, 0.3, 0.1, 0)$$

进行归一化处理:

$$0.4 + 0.3 + 0.1 = 0.8$$

用 0.8 除各项得

$$B'_1 = (0.5, 0.375, 0.125, 0)$$

通常按照“最大隶属度原则”选取模糊子集 B'_1 中最大值作为评判结果^[6]。

为了充分挖掘模糊子集 B'_1 中 useful 信息, 利用等级参数评判法处理评判结果, 使结果更符合实际^[4]。

在决策气象服务质量评价中, 业务质量评定与用户评价均分为 4 个等级 (按满分 100 分): 第 1 等级, 优, 评分区间为 [90, 100]; 第 2 等级, 良, 评分区间为 [80, 90]; 第 3 等级, 中, 评分区间为 [70, 80]; 第 4 等级, 差, 评分区间为 [60, 70]。

相对于各等级规定的参数列向量为 $C = (C_1, C_2, C_3, C_4)$ 。本文设定的等级参数向量为 $C = (90, 80, 70, 60)$ 。

则等级参数评判结果为

$$P = B'_1 \cdot C = (0.5, 0.375, 0.125, 0) \cdot \begin{pmatrix} 90 \\ 80 \\ 70 \\ 60 \end{pmatrix}$$

$$= 90 \times 0.5 + 80 \times 0.375 + 70 \times 0.125 + 60 \times 0$$

$$= 83.75$$

参照等级分类, 可以得到业务质量评定等级为“良”。

3.2 用户评价试验

假设产品采用与奖惩得分 55 分, 为优, 可得 $R_{21} = (1, 0, 0, 0)$ 。服务效果列表 2。

表 2 服务效果调查

服务效果调查	优	良	中	差
信息时效性	15	4	1	0
信息可用性	16	4	0	0
产品形式和观赏性	14	4	2	0
服务主动性	17	3	0	0
服务态度	18	2	0	0
综合效果	17	3	0	0

根据表 2, 得到服务效果调查因素的评判矩阵

$$R_{22} = \begin{pmatrix} 0.75 & 0.2 & 0.05 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.85 & 0.15 & 0 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0.15 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

进行合成运算“·”, 选择“最大-最小”运算法则, 可得

$$B_{22} = A_{22} \cdot R_{22} = (0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.5) \cdot R_{22}$$

$$= (0.5, 0.15, 0.1, 0)$$

所以, 对用户评价进行综合评判, 可得模糊子集

$$B_2 = A_2 \cdot \begin{pmatrix} R_{21} \\ B_{22} \end{pmatrix} = (0.5, 0.5) \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.15 & 0.1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= (0.5, 0.15, 0.1, 0)$$

进行归一化处理:

$$0.5 + 0.15 + 0.1 = 0.75$$

用 0.75 除各项得

$$B'_2 = (0.67, 0.2, 0.13, 0)$$

同样按照“最大隶属度原则”选取模糊子集 B'_2 中最大值作为评判结果, 并利用等级参数评判法处理评判结果。

则等级参数评判结果为

$$P = B'_2 \cdot C = (0.67, 0.2, 0.13, 0) \cdot \begin{pmatrix} 90 \\ 80 \\ 70 \\ 60 \end{pmatrix}$$

$$= 90 \times 0.67 + 80 \times 0.2 + 70 \times 0.13 + 60 \times 0$$

$$= 85.4$$

参照等级分类, 可以得到用户评价等级为“良”。

3.3 试验分析

① 多级模糊综合评判法中权重的分配对评价结果影响较大, 所以科学合理地分配各因素所占权重, 是有效评判的关键。

② 确定评价因素的个数时, 一要尽量全面, 二要因素间尽量独立。个数过多, 相互之间独立性下降, 会降低评价精度。

③ 模糊综合评判法存在着有时评判结果失效的情况, 这需要在实际的应用中摸索适合决策气象服务质量评价的评判算法, 避免失效。

④ 从评价结果 B'_1 和 B'_2 可以体现出评判集 V 中各评价等级所占的比重多少。

4 结论

本文简单介绍了多级模糊综合评判法, 并尝试

应用多级模糊综合评判法来评价决策气象服务质量。用该方法所得到的评价结果经检验符合实际情况,可以科学、客观、有效地评价决策气象服务工作,为提高决策气象服务质量提供了依据。

参考文献

[1]周秉荣,申双和,李凤霞,等. 青海高原牧区雪灾综合预警评估模型研究[J]. 气象,2006,32(9):106-110.

[2]顾颖,倪深海,王会容. 中国农业抗旱能力综合评价[J]. 水科学进展,2005,16(5):700-704.

[3]刘晓宁,贾忠华. 模糊综合评价在关中灌区干旱评价中的应用[J]. 水资源与水工程学报,2005,16(2):62-65.

[4]丁朝阳,唐万年. 多级模糊综合评判法在气象服务保障能力评估中的应用[J]. 气象科学,2005,25(1):49-53.

[5]贺仲雄. 模糊数学及其应用[M]. 天津:天津科学技术出版社,1983:188-204.

[6]卢厚清,王宁生,沈发鸿. 关于模糊综合评判取大取小算法问题的讨论[J]. 系统工程理论与实践,2001,21(4):124-128.

Study on Decision Meteorological Service Quality Based on Fuzzy Comprehensive Assessment Method

Zhang Fang

(Henan Provincial Atmospheric Observation Technology Center, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Based on fuzzy comprehensive assessment method, and according to the decision meteorological service quality assessment method which is promulgated by China Meteorological Administration, the paper establishes a decision meteorological service quality assessment model. It also gives some examples, and analyzes the examples and reaches conclusion.

Key words: decision meteorological service; fuzzy comprehensive assessment; assessment