

文章编号:1673-9469(2008)01-0088-04

物流系统模糊综合评估的新算法

眭辉强,刘开第

(河北工程大学 经管学院,河北 邯郸 056038)

摘要:企业物流系统综合评价是考核和提升物流系统运行效果的重要方法。物流系统模糊综合评判的实质性计算环节是实现指标隶属度到目标隶属度的转换,但是,在现有的模糊综合评价方法中,对目标分类不起作用的冗余数值也被用于计算目标隶属度。为此,本文从目标分类角度定义指标区分权重、指标关于样本的有效值、可比值概念,由此建立单指标测度向多指标综合测度转换的“一滤、二比、三合成”方法,在无冗余数据条件下实现隶属度转换,并用于物流系统综合评价。

关键词:物流系统;隶属度转换;区分权;有效值;可比值

中图分类号: O159

文献标识码: A

A new algorithm of fuzzy comprehensive evaluation on logistics system

SUI Hui-qiang, LIU Kai-di

(School of Economic and Management, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: The comprehensive evaluation of enterprise logistics system is an important method to assess and improve the operation effect of logistics system. To converse membership degrees from indexes to objective is the core step in fuzzy comprehensive evaluation of logistics system. However, existing converse algorithms are questionable because redundant data which are useless to objective classification are involved in calculation of membership degrees of the objective. Therefore, in order to classify objects properly, index distinguishable weight, effective value and comparable value of index relative to samples are defined; A membership transformation method based on “filtering, comparison and composition” from single-index measure to multi-index comprehensive measure is also proposed to converse membership degrees without no redundancy date, which can be used in comprehensive evaluation on logistics system.

Key words: logistics system; fuzzy evaluation matrix; conversion of membership degree; distinguishable weight; valid values; comparable values

物流系统的全局最优化是提升企业竞争力的一个关键性环节。文献[1]建立了物流系统的评价指标体系,确立了钢铁企业物流系统的模糊综合评价矩阵。模糊综合评判的转换方法^[2]中只有 $M(\cdot, +)$ 得到大多数应用者认可,至今用“加权和”实现隶属度转换的方法被广泛采用^[3-8]。文献[9]与文献[10]分别提出“主客观综合法”、“综合权重”用于实现隶属度转换。针对上述隶属度转换方法中的冗余数据问题,本文建立一种单指标测度向多指标综合测度转换的“一滤、二比、三

合成”方法,并用于物流系统的模糊综合评价。

1 区分权与有效值

根据评价矩阵确定系统的综合能力隶属度,要从底层指标隶属度出发经过一系列隶属度转换,并且,每一次隶属度转换都可归结为下述抽象的转换模型:

已知影响目标 Q 状态的有 m 种指标,每种指标被划分为 P 个等级(也称为类),用 C_k 表示第 k

个等级,且 c_k 级优于 c_{k+1} 级。

如果目标 Q 的 j 指标属于 C_k 类的隶属度 $\mu_{jk}(Q)$ ($k=1 \sim p, j=1 \sim m$) 已知^[11],且满足:

$$0 \leq \mu_{jk}(Q) \leq 1, \sum_{k=1}^p \mu_{jk}(Q) = 1 \quad (1)$$

求目标 Q 属于 C_k 类的隶属度 $\mu_k(Q)$ ($k=1 \sim p$)。

从分类角度我们最关心的是:是不是每一项指标隶属度对于目标 Q 分类都起作用呢? 指标隶属度中有没有对目标 Q 分类来说是不起作用的冗余数值呢? 这非常重要,因为这涉及到怎样的指标隶属度和隶属度中怎样的数值有资格参与计算目标 Q 的隶属度。为了弄清楚这一点,定义指标区分权概念。

1.1 区分权

(1) 设想 $\mu_{j1}(Q) = \mu_{j2}(Q) = \dots = \mu_{jp}(Q)$, 则 j 指标隶属度提供了这样的分类信息:单从 j 指标看,目标 Q 属于各类的程度都一样。显然,这种信息对目标 Q 分类不起作用,删除 j 指标也不会影响 Q 的分类。如果用实数 $\alpha_j(Q)$ 表示 j 指标对目标 Q 分类所做贡献大小的归一化量化值,则此种情况下有 $\alpha_j(Q) = 0$ 。

(2) 如果存在整数 k 使 $\mu_{jk}(Q) = 1$, 其余隶属度均为 0, 则 j 指标隶属度提供的分类信息是:单从 j 指标看,目标 Q 只能属于 C_k 类,不可能属于其它类。此时, j 指标对于目标 Q 的分类做出了最大的贡献,实数 $\alpha_j(Q)$ 应取到最大值。

(3) 同理,若隶属度 $\mu_{jk}(Q)$ 对 k 而言取值越集中时, j 指标对目标 Q 分类做出的贡献越大,即 $\alpha_j(Q)$ 越大;反之,当 $\mu_{jk}(Q)$ 对 k 而言取值越分散时, j 指标对目标 Q 分类做出的贡献越小,即 $\alpha_j(Q)$ 越小。

上述三条说明,反映 j 指标对目标 Q 分类贡献大小的实数 $\alpha_j(Q)$, 由隶属度 $\mu_{jk}(Q)$ 关于 k 的取值集中与分散的程度决定;而隶属度 $\mu_{jk}(Q)$ 关于 k 取值集中与分散的程度,可用隶属度的熵^[11] $H_j(Q)$ 定量描述,所以,实数 $\alpha_j(Q)$ 可表为熵 $H_j(Q)$ 的函数:

$$H_j(Q) = - \sum_{k=1}^p \mu_{jk}(Q) \cdot \log \mu_{jk}(Q) \quad (2)$$

$$v_j(Q) = 1 - \frac{1}{\log p} H_j(Q) \quad (3)$$

$$\alpha_j(Q) = v_j(Q) / \sum_{i=1}^m v_i(Q) \quad (j=1 \sim m) \quad (4)$$

称由(2)(3)(4)式定义的实数 $\alpha_j(Q)$ 为 j 指标关于目标 Q 的区分权,显然区分权 $\alpha_j(Q)$ 满足:

$$0 \leq \alpha_j(Q) \leq 1, \sum_{j=1}^m \alpha_j(Q) = 1 \quad (5)$$

区分权 $\alpha_j(Q)$ 的意义在于“区分”,即 j 指标的各类隶属度能否把目标 Q 所属类别区分开和在怎样的程度上区分开的一种度量。如果 $\alpha_j(Q) = 0$, 由熵的性质知,此时必有 $\mu_{j1}(Q) = \mu_{j2}(Q) = \dots = \mu_{jp}(Q)$, 表明 j 指标的隶属度是对目标 Q 分类不起作用的冗余指标隶属度。对目标 Q 分类不起作用的冗余指标隶属度自然不能参与计算目标 Q 的各类隶属度。

1.2 指标隶属度的有效值

定义 1: 若 $\mu_{jk}(Q)$ ($k=1 \sim p, j=1 \sim m$) 是目标 Q 的 j 指标属于 C_k 类的隶属度,且 $\mu_{jk}(Q)$ 满足(1)式; $\alpha_j(Q)$ 是 j 指标关于目标 Q 的区分权,则称

$$\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) \quad (k=1 \sim p) \quad (6)$$

是 j 指标的 k 类隶属度的有效区分值,简称 k 类有效值。

当区分权 $\alpha_j(x_i) = 0$ 时,表明 j 指标隶属度是对目标 Q 分类不起作用的冗余指标隶属度,因而不能参与计算目标 Q 的隶属度;注意到,当 $\alpha_j(Q) = 0$ 时,有 $\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) = 0$, 由此可发现:计算目标 Q 的 k 类隶属度 $\mu_k(Q)$ 不是 j 指标的 k 类隶属度 $\mu_{jk}(Q)$, 而是 j 指标 k 类有效值 $\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q)$ 。这是一个至关重要的事实。

当用指标有效值替代指标隶属度参与计算目标隶属度时,那么,区分权就是一种滤波器,在隶属度转换过程中,能滤掉对目标 Q 分类来说不起作用的冗余的指标隶属度和指标隶属度中的冗余数值。

2 可比值与隶属度转换

毫无疑问,各 j 指标的 k 类有效值 $\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q)$ 对于计算目标 Q 的 k 类隶属度 $\mu_k(Q)$ 来说是必不可少的;但问题是,不同 j 指标的 k 类有效值之间,在通常情况下并不具有可比性,更不具有直接可加性;因为对于确定目标 Q 的 k 类隶属度来说,这些有效值的“单位重要性”程度在通常情况下都不相同。原因是:在计算指标隶属度时,通常情况下并没有用到各指标关于目标 Q 的相对重要性。所以,此种情况下,当用各指标的 k 类有效值计算目标 Q 的 k 类隶属度时,必须将不同指标的 k 类有效值转化为可进行大小比较的 k 类可比有效值。

定义 2: 若 $\alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q)$ 是 j 指标的 k 类有效值, $\beta_j(Q)$ 是 j 指标关于目标 Q 的重要性权重,则称

$$\beta_j(Q) \cdot \alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) \quad (k=1 \sim p) \quad (7)$$

是 j 指标 k 类隶属度的可比有效值,简称 k 类可比值。

显然,不同 j 指标的 k 类可比值之间具有可比性和直接可加性。

定义 3:若 $\beta_j(Q) \cdot \alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q)$ 是目标 Q 的 $j(j=1 \sim m)$ 指标的 k 类可比值,则称

$$M_k(Q) = \sum_{j=1}^m \beta_j(Q) \cdot \alpha_j(Q) \cdot \mu_{jk}(Q) \quad (k=1 \sim p) \quad (8)$$

是目标 Q 的 k 类可比和,显然,目标 Q 的 k 类可比和 $M_k(Q)$ 相对越大,表明 Q 属于 C_k 类的程度越大。

定义 4:若 $M_k(Q)$ 是目标 Q 的 k 类可比和, $\mu_k(Q)$ 是 Q 属于 C_k 类的隶属度,则

$$\mu_k(Q) = \frac{M_k(Q)}{\sum_{i=1}^p M_i(Q)} \quad (k=1 \sim p) \quad (9)$$

至此,在目标 Q 的各影响指标的隶属度和指标重要性权重已知条件下,通过公式(2)(3)(4)(8)(9),求出了目标 Q 的隶属度,实现了由指标隶属度到目标隶属度的转换;并且转换过程不增加任何先验知识,也不造成分类信息失真。

上述隶属度转换算法可概括为“一滤、二比、三合成”。“一滤”指用区分权滤波,滤掉那些对目标分类不起作用的冗余的指标隶属度和指标隶属

度中的冗余数值,从指标隶属度中提取对目标分类起作用的有效值;“二比”是把有效值转化为可比值并生成可比和;“三合成”是指由可比和定义目标隶属度。

3 应用实例

3.1 物流系统的模糊评价矩阵

文献[1]给出某钢铁企业物流系统的模糊评判矩阵如表 1 所示。

表 1 中与各分指标对应的括号中的数字是该分指标的重要性权重,由领域专家按层次分析法确定;底层指标后的向量是该底层指标关于 4 个评语等级{优、良、中、差}的隶属度向量,在调查的基础上由领域专家用评分法确定。

3.2 基于“一滤、二比、三合成”算法的计算步骤

在表 1 中,以计算时效性指标 A_5 的隶属度为例,计算步骤如下:

1) 时效性指标 A_1 的评价矩阵为

表 1 某企业物流系统评价指标体系
Tab. 1 The evaluation index system of logistics system

总目标	一级指标	二级指标	隶属度向量 (优、良、中、差)
物流系统水平 S	时效性 A_1 (0.22)	库存周转率 B_{11} (0.16)	(0.25 0.41 0.17 0.17)
		仓容利用率 B_{12} (0.11)	(0.50 0.33 0.17 0.00)
		运力利用率 B_{13} (0.17)	(0.30 0.60 0.10 0.00)
		信息处理效率 B_{14} (0.16)	(0.11 0.61 0.28 0.00)
		信息传递效率 B_{15} (0.14)	(0.00 0.50 0.50 0.00)
		运货准备时间 B_{16} (0.10)	(0.17 0.61 0.22 0.00)
		货物运输时间 B_{17} (0.16)	(0.16 0.28 0.39 0.17)
	质量 A_2 (0.21)	发货出错率 B_{21} (0.17)	(0.82 0.18 0.00 0.00)
		采购计划实现率 B_{22} (0.14)	(0.30 0.60 0.10 0.00)
		销售合同完成率 B_{23} (0.15)	(0.60 0.40 0.00 0.00)
		顾客满意度 B_{24} (0.19)	(0.83 0.17 0.00 0.00)
		准时交货率 B_{25} (0.18)	(0.58 0.42 0.00 0.00)
	成本 A_3 (0.23)	应变能力 B_{26} (0.17)	(0.11 0.78 0.11 0.00)
		销售物流费用率 B_{31} (0.3)	(0.60 0.00 0.20 0.20)
		采购成本消耗率 B_{32} (0.5)	(0.14 0.43 0.29 0.14)
	物流技术的先进性 A_4 (0.20)	库存管理费用率 B_{33} (0.2)	(0.71 0.00 0.29 0.00)
		管理手段的先进性 B_{41} (0.35)	(0.16 0.67 0.17 0.00)
运输工具自动化程度 B_{42} (0.22)		(0.11 0.28 0.56 0.05)	
部门间的协调性 A_5 (0.14)	物流信息集成性 B_{43} (0.43)	(0.06 0.61 0.33 0.00)	
		(0.166 0.783 0.044 0.007)	

$$U(A_1) = \begin{pmatrix} 0.25 & 0.41 & 0.17 & 0.17 \\ 0.50 & 0.33 & 0.17 & 0 \\ 0.30 & 0.60 & 0.10 & 0 \\ 0.11 & 0.61 & 0.28 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0.17 & 0.61 & 0.22 & 0 \\ 0.16 & 0.28 & 0.39 & 0.17 \end{pmatrix}$$

由矩阵中第 j 行 ($j=1 \sim 7$) 计算指标 B_{1j} 关于 A_1 的区分权 $\alpha_j(A_1)$, 得区分权向量为

$$\alpha(A_1) = (0.0273 \ 0.1417 \ 0.1857 \ 0.1846 \ 0.2636 \ 0.1713 \ 0.0259)$$

2) 已知, 指标 $B_{11} \sim B_{17}$ 关于 A_1 的重要性权重向量为

$$\beta(A_1) = (0.16, 0.11, 0.17, 0.16, 0.14, 0.10, 0.16)$$

3) 计算指标 B_{1j} 的 k 类可比值, 可比值矩阵为

$$N(A_1) = \begin{pmatrix} 0.0011 & 0.0018 & 0.0007 & 0.0007 \\ 0.0078 & 0.0051 & 0.0026 & 0 \\ \ddots & \ddots & \ddots & \ddots \\ 0.0007 & 0.0012 & 0.0016 & 0.0007 \end{pmatrix}$$

4) 计算 A_1 的 k 类可比和 $M(A_1)$, 得 A_1 的可比和向量为

$$M(A_1) = (0.0252 \ 0.0739 \ 0.0387 \ 0.0014)$$

5) 计算 A_1 的隶属度向量 $\mu(A_1)$ 为

$$\mu(A_1) = (0.1808 \ 0.5311 \ 0.2776 \ 0.0104)$$

同理可得 $A_2 \sim A_5$ 的隶属度向量 $\mu(A_2) \sim \mu(A_5)$, 与 $\mu(A_1)$ 一并构成风险事件发生可能性 S 的模糊评价矩阵 $U(S)$:

$$U(S) = \begin{pmatrix} \mu(A_1) \\ \mu(A_2) \\ \mu(A_3) \\ \mu(A_4) \\ \mu(A_5) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.1808 & 0.5311 & 0.2776 & 0.0104 \\ 0.5906 & 0.3828 & 0.0266 & 0 \\ 0.5740 & 0.0711 & 0.2558 & 0.0991 \\ 0.1045 & 0.5861 & 0.3024 & 0.0070 \\ 0.1660 & 0.7830 & 0.0440 & 0.0070 \end{pmatrix}$$

由矩阵 $U(S)$, 按与步骤(1)同样方法可确定 S 的隶属度向量为

$$\mu(S) = (0.3361 \ 0.4865 \ 0.1580 \ 0.0195)$$

3.3 系统的综合指数

设风险评语等级 {优、良、中、差} 的量化值向量为

$$(n_1, n_2, n_3, n_4) = (1.0, 0.9, 0.7, 0.5)$$

$$\eta(S) = \sum_{k=1}^4 n_k \cdot \mu_k(S)$$

则称 $\eta(S)$ 为物流系统 S 的综合指数。

本例中 $\eta(S) = 0.8943$, 判 S 属于“良”等级。

4 结论

1) 建立“一滤、二比、三合成”的隶属度转换算法可清除隶属度转换过程中的冗余数据, 使转换算法符合逻辑。

2) “一滤、二比、三合成”算法是隶属度转换的一般模式, 其关键环节是区分权滤波; 并且在隶属度转换过程中不需增加新的先验知识, 也不造成分类信息失真。

3) 算法表明, 评价结果由模糊评价矩阵决定, 所以, 合理确定各层分指标的重要性权重与底层指标隶属度是保证评价结果可信的基础性计算环节。

参考文献:

- [1] 刘长末, 易树平, 杨先露. 模糊综合评判在物流系统评价中的应用[J]. 中国机械工程, 2004, 15(14): 1309 - 1311.
- [2] 刘普寅, 吴孟达. 模糊理论及其应用[M]. 北京: 国防科技大学出版社, 1998.
- [3] ADEM GOLEC, ESRA KAHYA. A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection[J]. Computers & Industrial Engineering, 2007, 52(1): 143 - 161.
- [4] GULEDA O E, IBRAHIM D, HALIL H. Assessment of urban air quality in Istanbul using fuzzy synthetic evaluation[J]. Atmospheric Environment, 2004, 38(23): 3809 - 3815.
- [5] 郑贤斌, 陈国明. 基于 FTA 油气长输管道失效的模糊综合评价方法研究[J]. 系统工程理论与实践, 2005, 25(2): 139 - 144.
- [6] 易俊, 伍建林, 史佩, 等. 二级模糊安全评估方法及其在油库安全中的应用[J]. 中国安全科学学报, 2007, 17(6): 135 - 138.
- [7] 马国忠, 米文勇, 刘晓东. 民航系统安全的多层模糊评估方法[J]. 西南交通大学学报, 2007, 42(1): 104 - 109.
- [8] 彭鹏菲, 刘忠, 张建强. 基于评价指标模糊集的复杂系统效能评估方法研究[J]. 指挥控制与仿真, 2007, 29(3): 58 - 61.
- [9] 黄广龙, 余忠华, 吴昭同. 基于证据推理与粗集理论的主客观评价方法[J]. 中国机械工程, 2001, 12(8): 930 - 934.
- [10] 郭捷, 胡美新. 改进的项目风险模糊评价研究[J]. 工业工程, 2007, 10(3): 86 - 90.
- [11] 庞彦军, 刘开第, 吴海玉, 等. 指标分类权重的概念及其应用[J]. 河北建筑科技学院学报, 2005, 22(4): 109 - 112.

(责任编辑 闫纯有)

作者: 畦辉强, 刘开第, SUI Hui-qiang, LIU Kai-di
作者单位: 河北工程大学, 经管学院, 河北, 邯郸, 056038
刊名: 河北工程大学学报(自然科学版) 
英文刊名: JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING (NATURAL SCIENCE EDITION)
年, 卷(期): 2008, 25 (1)
被引用次数: 3次

参考文献(11条)

1. 刘长末;易树平;杨先露 模糊综合评判在物流系统评价中的应用[期刊论文]-中国机械工程 2004(14)
2. 刘普寅;吴孟达 模糊理论及其应用 1998
3. ADEM GOLEC;ESRA KAHYA A fuzzy model for competence-based employee evaluation and selection[外文期刊] 2007(01)
4. GULEDA O E;IBRAHIM D;HALIL H Assessment of urban air quality in Istanbul using fuzzy synthetic evaluation[外文期刊] 2004(23)
5. 郑贤斌;陈国明 基于FTA油气长输管道失效的模糊综合评价方法研究[期刊论文]-系统工程理论与实践 2005(02)
6. 易俊;伍建林;史佩 二级模糊安全评估方法及其在油库安全中的应用[期刊论文]-中国安全科学学报 2007(06)
7. 马国忠;米文勇;刘晓东 民航系统安全的多层模糊评估方法[期刊论文]-西南交通大学学报 2007(01)
8. 彭鹏飞;刘忠;张建强 基于评价指标模糊集的复杂系统效能评估方法研究[期刊论文]-指挥控制与仿真 2007(03)
9. 黄广龙;余忠华;吴昭同 基于证据推理与粗集理论的主观评价方法[期刊论文]-中国机械工程 2001(08)
10. 郭捷;胡美新 改进的项目风险模糊评价研究[期刊论文]-工业工程 2007(03)
11. 庞彦军;刘开第;吴海玉 指标分类权重的概念及其应用[期刊论文]-河北建筑科技学院学报 2005(04)

引证文献(3条)

1. 曹庆奎,张方明,王堃,李娟 基于支持向量机的供应链合作伙伴评价[期刊论文]-河北工程大学学报(自然科学版) 2009(1)
2. 曹庆奎,赵斐 基于隶属度转换算法的绿色供应链绩效评价[期刊论文]-河北工程大学学报(自然科学版) 2011(1)
3. 曹庆奎,阮俊虎,刘开第 基于隶属度转换算法的矿业投资决策模糊评价[期刊论文]-河北工程大学学报(自然科学版) 2010(1)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200801024.aspx