

# 基于 T-S 模糊推理优化 KPI 的应用<sup>①</sup>

赵思远, 李建平

(东北石油大学 计算机与信息技术学院, 大庆 163318)

**摘要:** 模糊系统是一种基于知识或基于规则的系统, 它的核心就是由所谓的 IF-THEN 规则所组成的知识库. 模糊推理就是针对给定的系统输入, 综合运用知识库中的模糊推理规则, 获得系统输出的过程. 而 T-S 模糊模型的基本思想是将正常的模糊规则及其推理转换成一种数学表达形式. 本文拟将绩效考核与模糊推理的优越性进行有效的结合, 研究讨论出 T-S 模糊推理在绩效考核中的应用. 以验证其收敛性及优越性.

**关键词:** T-S 模糊推理; 模糊规则; 绩效考核

## Application the KPI Optimization Method Based on T-S Fuzzy Reasoning

ZHAO Si-Yuan, LI Jian-Ping

(College of Computer and Information Technology, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China)

**Abstract:** Fuzzy system is a knowledge-based or rule-based systems, its core is a so-called IF-THEN rules consisting of knowledge base. Fuzzy inference is the process that for a given system input, integrated use of knowledge in the fuzzy inference rules, to obtain the system output. The basic idea of fuzzy TS model is that the normal fuzzy inference rules and reasoning are converted into a mathematical form of expression. This article intends to performance appraisal and the superiority of the fuzzy inference for effective combination of research and discussion of basing on TS fuzzy reasoning in the performance appraisal. Its convergence and superiority is verified

**Key words:** TS fuzzy reasoning; fuzzy rules; performance appraisal

模糊推理的思维方式更倾向于模拟人脑在日常生活中的反应. 模糊推理在提出伊始就得到了广泛的关注. 随着其优越性和可靠性被逐渐证实, 模糊推理也不断被应用在实际生活中. 模糊推理是模糊控制的理论基础, 随着模糊产品的大规模生产, 尤其是在家电中的应用, 使其始终在模糊理论的研究中占有一席之地.

1985年, 国际模糊系统会第一届召开, 日本开始模糊控制应用. 1986年, 实用模糊控制器的商品化. 1990年, “模糊系统研究所”设立日本, 同时召开了关于模糊逻辑与神经网络的国际会议, 同年在北京也相继召开了关于模糊集合与系统的中日共同会议, 模糊家电制品的应用相继上市. 无论从理论到实践, 模糊推理都在生活中证明了其不可磨灭的优势. 虽然在模糊领域的研究和实际应用中取得了很多成就, 但是同时模糊理论也存在很多问题, 面临很多任务, 这些都

需要专家们不断地对其进行科学研究与探索.

由于 T-S 模糊推理模型其较为丰富的局部结构, 便于用 Lyapunov 函数分析全局稳定性、设计多变量系统控制器等. 本文基于模糊理论的优化应用, 将粒子群优化嵌入 T-S 模糊框架中来, 根据 T-S 稳定性理论和 PSO 优化理论探讨了基于 T-S 模糊粒子群优化的稳定性和收敛性. 并对其进行研究与验证. 绩效考核 (Performance Examine) 是指企业在不影响企业盈利大前提的情况下, 运用特定的标准和指标, 对员工的工作行为及取得的工作业绩进行评估, 并运用评估的结果对员工将来的工作行为和工作业绩产生正面引导的过程和方法. 现在常见的绩效考核办法由于人们存在一定主观性上的不足, 个人在工作中的表现是各有优劣的, 因此, 建立一种行之有效的方法来避免主观因素的影响是必要的, 引入模糊推理, 更加全面的分析被考核者的各方面业绩, 不通过主观因素的影响,

<sup>①</sup> 收稿时间:2016-01-07;收到修改稿时间:2016-02-26 [doi: 10.15888/j.cnki.csa.005336]

而是通过将数学公式定量的表示出来,减少主观因素带来的不足与缺陷。

当前企业间绩效考核的差异性主要就表现在绩效考核的评价方法与评价指标上,虽然现在市场评价绩效考核的方法日益全面,但是并没有出现一种广为鉴用的定性指标评价法,大家习惯用主观意识来对绩效考核指标进行评价,然而个人思想意识上的偏差容易造成评价上的不确定性和不准确性。模糊推理逻辑则能很好的模拟人的主观能动性,对不准确、不精确、不定性的信息进行处理,将模糊理论集应用在企业的绩效考核中在中国企业中还很少见,具有一定的创新意义。在世界经济一体化和信息时代的大背景下,提高企业的评价体系对提升企业的竞争力方面具有一定的实践指导意义。

## 1 绩效考核框架

### 1.1 绩效考核国内外现状

绩效考核这个词语最早出现在英国,在英国实行文官制度初期,也就是现在我国形式意义上的公务员。文官的晋级主要是凭资历,于是造成了工作不分优劣,所有人共同升职加薪的状况,结果出现冗员充斥,工作的效率十分低下。

1854-1970 年,文官制度改革,注重表现,评价个人才能表现优劣的制度开始出现。文官根据这种考核制度,实行按年度逐人逐项进行考核的方法,根据考核结果的优劣,实施奖励与升降。考核制度的实行,充分地调动了英国文官的积极性,从而大大提高了政府行政管理的科学性,增强了政府的廉洁与效能。英国文官考核制度的成功实行为其他国家提供了经验和榜样。美国于 1887 年也正式建立了考核制度。强调文官的任用、加薪和晋级,均以工作考核为依据,论功行赏,称为功绩制。此后,其他国家纷纷借鉴与效仿,形成各种各样的文官考核制度。

绩效考核主要经历了三个主要阶段。分别是成本控制评价(19 世纪处—20 世纪初)、财务指标评价(20 世纪初—20 世纪 90 年代)以及综合的指标评价三个阶段(20 世纪 90 年代至今)。

### 1.2 绩效考核评价方法

在评价方法上,有以下六种:360 度绩效考核评价法、目标管理法(Management bu Objectives,MBO)、关键绩效考核法(Key Performance Indicator, KPI)、BP 神

经网络优化绩效考核法、经济增加值绩效评价方法(Economic Value Added, EVA)、平衡记分卡(Balanced Score Card)。

表 1 评价方法比较

绩效考核方法	评价标准				
	成本最小化	操作性	全面性	客观有效性	改善绩效作用
EVA	2	2	1	2	3
KPI	2	2	1	3	3
BP 神经网络	3	3	1	3	2

本文采用的关键绩效考核法(Key Performance Indicator, KPI),这种评价方法主要是通过对组织内部流程的输入端、输出端的关键参数进行设置、取样、计算、分析,衡量流程绩效的一种目标式量化管理指标,是把企业的战略目标分解为可操作的工作目标的工具,是企业绩效管理的基础。

KPI 法符合一个重要的管理原理即“二八原理”。在一个企业的价值创造过程中,存在着“80/20”的规律,即 20%的骨干人员创造企业 80%的价值;而且在每一位员工身上“八二原理”同样适用,即 80%的工作任务是由 20%的关键行为完成的。因此,必须抓住 20%的关键行为,对之进行分析和衡量,这样就能抓住业绩评价的重心。采用这种方法能将企业目标和个人目标结合起来,对企业的发展具有一定的指导意义。

## 2 模糊推理

### 2.1 T-S 模糊推理模型

T-S 模糊模型是将正常的模糊规则及其推理转换成一种数学表达形式,本质是将全局非线性系统通过模糊划分建立多个简单的线性关系,对多个模型的输出再进行模糊推理和判决,可以表示复杂的非线性关系。

对于 T-S 模型的模糊系统,描述动态非线性系统的表示如下:

$$R^i : \text{if } z_i(t) \text{ is } F_{ii}, \text{ and } \dots, z_n(t) \text{ is } F_{in} \\ \text{then } \delta x(t) = A_i x(t) + B_i u(t), i = 1, 2, \dots, r$$

其中,  $R_i$  表示模糊系统的第  $i$  条规则( $i=1, 2, \dots, r$ ),  $r$  是模糊规则是数目。  $F_{ii}$  是模糊集合。  $\delta$  是算子,当系统为连续系统是,表示为  $\delta x(t) = \dot{x}(t)$ ,当系统是离散系统的时候,则是  $\delta x(k) = x(k+1)$ 。

一般来说, T-S 模糊逻辑系统的特点: 系统的模糊规则前件部分是由模糊的自然语言描述的, 后件却是由确定的系统的线性化动态描述. 其中模糊规则的前件变量可以是系统的状态、系统的输出或者任意指定的变量, 后件可以表示为若干连续或离散系统的动态线性形式, 常常用状态空间方程的形式表示. 所以 T-S 模糊模型可以任意精度的逼近一个非线性系统.

### 2.2 T-S 模糊推理方法

一般来说, 对于具有个输入的 T-S 模糊系统, 其模糊规则可以用如下的公式表示:

$$R_i : \text{if } x_1 \text{ is } A_{i1} \text{ and } x_2 \text{ is } A_{i2} \text{ and...and } x_j \text{ is } A_{ij} \text{ and...and } x_n \text{ is } A_{in} \text{ then } y_i = c_{i0} + c_{i1}x_1 + \dots + c_{ij}x_i + \dots + c_{in}x_n$$

在上述公式中,  $A_{ij}$  为第  $i$  个规则的第  $j$  个条件下的模糊集合,  $c_{i0}, c_{ij}$  为结论线性函数的系数, 其中  $i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$ .

若输入信息为模糊集合时, 如图 1, 模糊集合的中心点与输入信息之间的偏移率  $d_{ij}$  可以表示为:

$$d_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{j0} - x_{cij}}{x_{rij} - x_{cij}}, & x_{rij} > x_{j0} \geq x_{cij} \\ \frac{x_{cij} - x_{j0}}{x_{cij} - x_{lij}}, & x_{lij} \leq x_{j0} \leq x_{cij} \\ 1, & x_{j0} \leq x_{lij} \text{ or } x_{rij} \leq x_{j0} \end{cases}$$

### 3 模糊规则库的建立

在所有表示指标的描述中, 最常用的的就是将指标表示成自然语言描述.

IF 前件, THEN 后件...

这是一种最典型的推理方式, 但是这种简单的表达方式不能或者说不足以获取对象间的直觉、功能、行为等更深层次的认识. 模糊集合则有效的解决了这一个问题.

下面我们利用模糊语句来建立模糊规则. 模糊语句通常分为输入输出两部分.

输入从品德、出勤、表现、考绩、公正五个方面进行初步评价. 同样的输出也分为优秀、良好、中等、及格、不及格等五类. 设输入为一个普通集合 A. 则

$A=\{A1, A2,A3,A4,A5\}$ . 构建基本的模糊规则. 同理, 将考虑权重的比例设为 B, 则可以表示为  $B=\{B1,B2,B3,B4,B5\}$ .

$$c_{ij} = \frac{\text{对A中某一因素定级的结果集合}}{\text{评审专家总人数}}$$

经过简单计算可以得到其模糊关系评估矩阵:

$$C_{ij} = \begin{matrix} & c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} \\ & c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} \\ c_{ij} = & c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} & c_{35} \\ & c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} & c_{45} \\ & c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & c_{55} \end{matrix}$$

对五项评价指标进行权重的分配, 按照模糊矩阵乘法进行计算. 得到最终的 KPI 值.

表 2 KPI 对应均值

等级	优秀	良好	中等	及格	不及格
阈值	[90,100]	[80,90]	[70,80]	[60,70]	[0,60]
均值	95	85	75	65	55

例: 设老李的年终绩效考核评审三专家给出的 A 集合, 品德、出勤、表现、考绩、公正所占的比例分别为 (0.3,0.5,0.2,0,0) 、 (0.2,0.1,0.6,0.1,0) 、 (0.3,0.4,0.3,0,0)、(0.6,0.2,0.2,0,0)、(0.5,0.5,0,0,0).

权重为  $B=\{0.2,0.2,0.1,0.3,0.2\}$

可以计算出  $T=(0.41,0.32,0.25,0.02,0)T$

则最终:

$$KPI=(95,85,75,65,55)*(0.41,0.32,0.25,0.02,0)=86.2.$$

### 4 结论

下一步将这种思想应用到实际项目里对其优越性和收敛性进行有效的验证. 并将其与绩效考核办法结合起来.

- (1)设定绩效考核中的 KPI(关键绩效指标);
- (2)按照算法对 KPI 指标进行量化;
- (3)与传统 KPI 计算方法进行对比.

当然, 本文提出的研究主要在于, 这种定性向定量的转变是以定性为基础的. 把定性的评判加以定量处理主要依靠的评判者的主观性. 因此, 还是希望能提出一种更加行之有效的考核计算方法来避免主观因素的影响.

表 3 KPI 对比

	传统 KPI	基于 T-S 优化下的 KPI
老王	82.1	88.7
老李	81.5	87.5
老刘	74.2	75.1
老赵	91.0	93.6
老张	93.2	95.3

## 参考文献

- 1 Kennedy J, Eberhart RC. A discrete binary version of the particle swarm algorithm. Proc. of the Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 1997: 4104-4109.
- 2 窦金梅. 模糊辨识参数优化算法研究及应用. 秦皇岛: 燕山大学, 2013.
- 3 殷艺云, 郭海丁. 基于粒子群神经网络的轮盘优化. 航空动力学报, 2007, 22(9): 1578-1581.
- 4 彭小奇, 梅焯等. 多变量系统的模糊神经网络控制模型及其应用. 控制理论与应用, 1995, 12(3): 351-357.
- 5 张乃尧. 典型模糊控制器的结构分析. 模糊系统与数学, 1997, m(2): 12-23.
- 6 张健. 模糊神经网络模型算法研究与应用. 大庆: 大庆石油学院, 2002.
- 7 张汉强. 人工鱼群混合智能优化算法及其应用研究. 杭州: 浙江大学, 2010.
- 8 张润彤. 模糊逻辑系统在企业知识管理绩效评价中的运用. 北京: 北京交通大学, 2009.