

农业系统

模糊知识

模糊推理

(24)

计算机科学2000Vol. 27No. 2

刘超

91-93

农业系统中模糊知识的研究*)

Research of Mistiness Knowledge in Agricultural System

余建桥 于显平 朱 锐
(西南农业大学 重庆400716)

F 302.3

TP18

Abstract In agricultural system, peasantry and agricultural expert have to present attribute value of thing in fuzzy number or fuzzy language value. This paper uses mistiness knowledge frame to give expression to such prerogative mistiness match to reason two things' match or adapt degree.

Keywords Mistiness knowledge, Expert system, Agriculture

1 引言

在农业领域中,事物的属性值及有关知识常常是以模糊的形式表现出来,如何更准确地掌握、分析、使用模糊知识成为农业专家系统的研究重点之一。

1965年美国柏克莱加州大学的 L. A. Zadeh 教授等人从集合论的角度对模糊性进行了深入研究,他们提出了隶属函数及模糊推理等重要概念。30多年来,对模糊理论的研究已取得了很大的进展,并已成功地将隶属函数理论运用到人工智能领域。

框架表示知识是一种运用得较广泛的知识表示方法,它是利用槽及其侧面来表示一个事物。在用框架知识表示农业事物时,其槽值或侧面值是模糊的,推理时就得把模糊理论融入框架推理中。在研究中发现,事物的多种属性有轻重之分,在用框架表示它时,应对不同的槽赋予不同的权值。因此,在推理中两事物匹配程度高低,不仅与不同属性的匹配有关,而且与不同属性在事物中所占的权重有关。目前,常采用“加权合取式”、“加权析取式”的模糊推理方法来描述两事物匹配程度,这两种方法都没有充分考虑到各属性对事物的影响,也没有对重要的一些属性给予足够的重视。本文在基于各属性匹配度的情况下,利用加权综合模糊匹配来综合考虑各属性以满足事物匹配的充分性;利用特权模糊匹配来重点考虑一些重要属性以满足匹配的必要性。

2 隶属函数及隶属云

2.1 隶属函数

L. A. Zadeh 在研究模糊性时提出了隶属函数概

念。设 U 是论域, μ_A 是把任意 $\mu \in U$ 映射为 $[0, 1]$ 上某个值的函数,即

$$\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$$

$$\mu \rightarrow \mu_A(\mu)$$

则称 μ_A 为定义在 U 上的一个隶属函数,由 $\mu_A(\mu) (\mu \in U)$ 所构成的集合 A 称为 U 上的一个模糊集, $\mu_A(\mu)$ 称为 μ 对 A 的隶属度。

2.2 隶属云

设 U 是一个普通集合, $U = \{\mu\}$, 称为论域。关于论域 U 的模糊集 A , 是指对于任意元素 μ 都存在一个有稳定倾向的随机数 $\mu_A(\mu)$, 叫做 μ 对 A 的隶属度。如果论域中的元素是简单有序的, 则 U 可以看作是基础变量, 隶属度在 U 上的分布叫做隶属云; 如果论域中的元素不是简单有序的, 则可以根据某个法则 f , 将 U 映射到另一个有序的论域 U' 上, U' 中有且只有一个 μ' 与 μ 对应, 则 U' 为基础变量, 隶属度在 U' 上的分布叫做隶属云, 如图1所示。

根据定义, 在对模糊集的处理过程中, 论域上某一点的隶属度不是恒定不变的而是始终在细微变化着, 只是这种变化不会剧烈影响到隶属云的整体特征。对模糊集 A 而言, 重要的是隶属云反映出的整体特征, 以及大量使用时隶属度值呈现出的规律性。这说明了相对于模糊集 A 的元素的隶属度在细微变化, 也就是说针对论域上某一点其隶属度值也是模糊的。

从图1可以看出隶属云有如下几个特征:

(1) 对大量的模糊集来说, 其隶属云的期望曲线服从正态或半正态分布。

(2) 隶属云期望曲线的带宽反应了模糊数或模糊语言值亦此亦彼的裕度。隶属云覆盖范围下的面积的

*) 重庆市攻关项目资助

形心 $G(u=\mu_0, v=\sqrt{2}/4)$ 所对应的论域反应了模糊概念的相应信息的中心值,由 μ 与 b 确定了期望曲线的方程:

$$V(\mu) = \frac{1 - e^{-\frac{(\mu - \mu_0)^2}{2 \cdot b^2}}}{2}$$

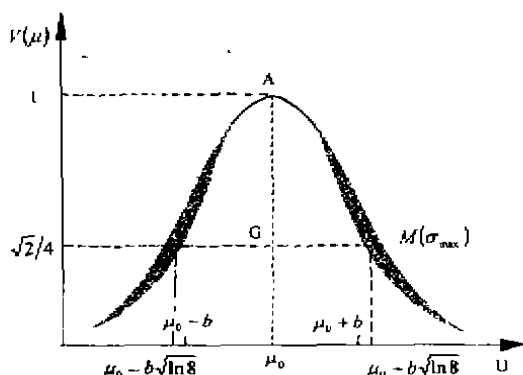


图1

(3) 论域上某一点的隶属度符合以期望曲线上的点为期望值的正态分布而变化很微小,在期望曲线上点 $M(\mu=\mu_0+b\sqrt{\ln 8}, v=\sqrt{2}/4)$ 处所对应的论域值的隶属度随机分布的方差 $\sigma_{\max}$ 最大,它反应了隶属云的离散程度,称它为隶属云的方差。其他论域点上的方差满足下列条件:

$$0 \leq \sigma_{\mu} \leq \sigma_{\max}$$

而且论域上所有点的方差呈现正态分布规律变化,离 $\sigma_{\max}$ 最远其值越小,形心所对应的论域值的隶属度方差为0。

3 模糊知识框架表示

用框架表示知识在解决实际问题时,是将问题框架与知识库中的知识框架(即事例框架)进行匹配,以寻找问题的解。在我们研究的农业专家系统中,很多知识是模糊的,需要用模糊知识框架表示事物。例如:某农业生产者希望水稻专家为其选择一种在该地区适宜生长的高质高产水稻品种,常见的做法是:农业生产者向水稻专家咨询,水稻专家根据农业生产者提供地区自然特性数据,与知识库中的水稻品种进行匹配计算,以寻找最佳的水稻品种。这里就得用模糊知识框架表示水稻品种特性。

水稻品种特性模糊知识框架:

框架名:	品种一
品种名:	汕优22
全生育期:	150天左右
播种期:	子框架1
生长期:	子框架2

成熟期:	子框架3
微量元素要求:	子框架4
日照要求:	多光照
海拔要求:	800米左右
土壤 pH 值要求:	5.5左右
肥力要求:	中等
光照要求:	充足

这些知识框架与问题框架的许多槽值描述是模糊的,这就不能拿经典的确定性推理来解决,得用模糊理论知识去计算相应槽值的匹配,以此得到框架匹配。

4 模糊集匹配

在已有的基于产生式的专家系统中,模糊证据与模糊知识的匹配有多种模型,如贴近度、语义距离、相似度等。如用最大最小法表示的相似度如下:

$$r(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n \min\{\mu_A(\mu_i), \mu_B(\mu_i)\}}{\sum_{i=1}^n \max\{\mu_A(\mu_i), \mu_B(\mu_i)\}}$$

其中 A, B 是论域 U 的模糊子集。

4.1 匹配度

以上所提及的相似度是针对离散量而言,对隶属函数是连续函数的情形,可以用下面公式求得:

$$d(A, B) = \int_U \frac{\min\{\mu_A(\mu), \mu_B(\mu)\}}{\max\{\mu_A(\mu), \mu_B(\mu)\}} d\mu$$

称 $d(A, B)$ 为匹配度,即两连续函数所围面积的交集占它们的并集的比例,如图2所示:

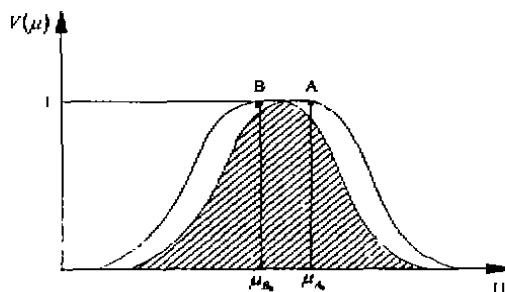


图2

若论域 U 是离散情况,可以假设 U 中的相邻元素之间间距为1,则积分函数离散元素点右边的隶属函数值取左边相邻离散元素隶属函数值,则上述公式演变为:

$$d(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n \min\{\mu_A(\mu_i), \mu_B(\mu_i)\}}{\sum_{i=1}^n \max\{\mu_A(\mu_i), \mu_B(\mu_i)\}}$$

由此可见,变成了求相似度的最大最小法。

根据隶属云原则,隶属函数在某点的值不是固定的而是在微小变化着。隶属云变化大小体现在隶属云的方差,也就是论域上某一点的隶属度变化范围最大

时的方差,求匹配度时可把这个值考虑进去,因此上面的公式可以修正如下:

$$d(A, B) = \left(\frac{\min\{\sigma_{maxA}, \sigma_{maxB}\}}{\max\{\sigma_{maxA}, \sigma_{maxB}\}} \right)^\alpha \vee d(A, B) \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

α 用以调整左边乘积因子的作用大小。

求出匹配度以后,就可以进行模糊知识框架的推理了。

5 加权综合模糊匹配与加权特权模糊匹配

5.1 加权合取式、加权析取式

定义1(加权合取) 设 P 表示 A, B 两模糊集的匹配, $W(P) \in [0, 1]$ 是 P 的权数, $T(P)$ 是 P 的匹配度, $\langle T(P), W(P) \rangle$ 是加权合取。

定义2(加权合取式) 设 $P_1, P_2, \dots, P_n$ 是 n 对模糊集的加权匹配, 其权值满足 $\sum_{i=1}^n W(P_i) = 1$, 符号“ $\otimes$ ”表示加权合取运算, $P = P_1 \otimes P_2 \otimes \dots \otimes P_n$, 则 P 是加权合取式, 假定集合 $\{T(P_k)/[W(P_k)]^\alpha\}$ 中有 h 个最小元素, α 用以调整权数的作用。这 h 个元素表示为 $\{T(P_{m_j})/[W(P_{m_j})]^\alpha\}$, 令 $T(P_m) = \min\{T(P_{m_j}), j = 1, 2, \dots, h\}$, 则 $T(P) = T(P_m)$ 。

定义3(加权析取式) 设 $P_1, P_2, \dots, P_n$ 是 n 对模糊集的加权匹配, 其权值满足 $\sum_{i=1}^n W(P_i) = 1$, 符号“ $\oplus$ ”表示加权析取运算, $P = P_1 \oplus P_2 \oplus \dots \oplus P_n$, 则 P 是加权析取式, 假定集合 $\{T(P_k)/[W(P_k)]^\alpha\}$ 中有 h 个最大元素, α 用以调整权数的作用, 这 h 个元素表示为 $\{T(P_{m_j})/[W(P_{m_j})]^\alpha\}$, 令 $T(P_m) = \max\{T(P_{m_j}), j = 1, 2, \dots, h\}$, 则 $T(P) = T(P_m)$ 。

一般情况下,事物往往有好几个属性特别重要,而上述的合取式与析取式在推理中的最终判断的依据都只参考了一个属性,丢失的信息较多,因此不能用它们作为推理的模型,只可作为辅助方法。我们提出加权综合模糊匹配将综合考虑各槽值的重要程度;提出加权模糊匹配方法特别考虑个别重要槽值在匹配中的特殊作用。

5.2 加权综合模糊匹配

定义4(加权综合式) 设 $P_1, P_2, \dots, P_n$ 是 n 对模糊集的加权匹配, 其权值满足 $\sum_{i=1}^n W(P_i) = 1$, 符号“ Δ ”表示加权综合运算, $P = P_1 \Delta P_2 \Delta \dots \Delta P_n$, 则 P 是加权综合式, 匹配度 $T(P) = \sum_{i=1}^n T(P_i) \times W(P_i)$ 。

由上面的定义可以看出,加权综合式计算的结果不仅与事物各属性的匹配程度有关,而且与各属性在

事物中所占的权重有关。在我们的系统中,设计一个阈值,加权综合计算的结果只要大于或等于该阈值就可以说两事物匹配程度高,因此利用加权综合模糊匹配就比“加权合取式”、“加权析取式”全面。

5.3 特权模糊匹配

事物中某些属性特别重要,其匹配就称为特权模糊匹配。设两事物有 $P_1, P_2, \dots, P_m$ 共 m 对特权属性,针对每个属性匹配确定相应的阈值,记为 $S_1, S_2, \dots, S_m$, 特权模糊属性匹配的匹配度定义为:

$$T(P_i) \geq S_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

在事物匹配推理中这些属性必须满足条件,也就是事物的必要条件,相对框架来说就是必要槽。我们可确定一权阈值,当属性在事物中所占的权值大于等于该值,就将该属性确定为事物的特权属性。

当框架槽是子框架的情况,子框架的匹配推理仍旧采用上述确定权值、加权综合模糊匹配、特权模糊匹配相结合的方法计算子框架的匹配度。子框架匹配的程度作为它所在的上层框架的槽的匹配度对待。它作为槽时的权值由专家在它的上层框架中给出,不能由子框架匹配时它的权值由计算得来。

结束语 在农业系统中,先利用特权模糊匹配作为两事物是否利用加权综合模糊匹配的前提,这样能提高系统的性能,加权综合模糊匹配才是我们最终判断两事物是否匹配的依据。在我们的农业专家系统中得到了很好的运用。

对于隶属函数满足正态性的情形,可用隶属云的方差修订模糊集匹配公式;而对于隶属函数不满足正态性的模糊集,论域上某点的隶属度的微小变化范围的方差有多大?哪一点的隶属度的方差最大?所有点的隶属度方差关系怎样确定等问题有待进一步研究。

参考文献

- 1 Yu Hairong, Ramer A. A Combined Approach to Uncertain Data Analysis. Advance in Intelligent Data Analysis (IDA-97), LNCS 1280. 1997
- 2 Rich E A. Artificial intelligence. New York, 1983
- 3 Giarratano J, Riley G. Expert Systems Principles and Programming. Boston: PWS-KENT Publishing Company. 1989
- 4 陆汝铃. 人工智能上、下册. 北京: 科学出版社, 1996
- 5 李德毅, 孟海军, 史雪梅. 隶属云和隶属云发生器. 计算机研究与发展, 1995, 32(6)
- 6 何新贵. 加权模糊逻辑及其广泛应用. 计算机学报, 1989, 6(12)
- 7 张俊福, 等. 应用模糊数学. 地质出版社, 1988