

具有3种否定的模糊集 FScm 在股票投资决策中的应用

赵洁心 潘正华

(江南大学理学院 无锡 214122)

摘要 对于模糊知识中不同“否定”的认知与处理,文献[1]从概念层面上区分模糊知识中3种不同的否定关系,并提出一种具有矛盾否定、对立否定和中介否定的模糊集 FScm。对 FScm 在股票投资决策方面的应用做了研究,以表明 FScm 处理实际问题的适用性。并基于 FScm,讨论了决策规则中的模糊集及其不同否定的区分与形式表示;给出一种确定模糊集及其不同否定集的隶属函数以及阈值的方法;采用模糊产生式规则,讨论了实例中的模糊推理与决策。从而表明,FScm 用来处理具有模糊性并且存在不同否定的实际问题是有效的。

关键词 模糊集 FScm,股票投资,模糊决策,阈值 λ

中图法分类号 O159 **文献标识码** A

Application of Fuzzy Set with Three Kinds of Negation FScm in Stock Investment

ZHAO Jie-xin PAN Zheng-hua

(School of Science, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract For the cognition and processing of different negations of the fuzzy knowledge, paper [1] has proposed that negation of fuzzy knowledge including the contradictory negation, the opposite negation and the medium negation, and defined a new fuzzy set with contradictory negation, opposite negation and medium negation (FScm). In order to show applicability of FScm, the fuzzy set with three different negations (FScm) was applied in the stock investment decision-making. Based on FScm, this paper introduced an approach to define the membership function of the fuzzy set and its different negations in decision rules, and discussed the threshold value of range of membership degree and its meaning. Finally, it discussed reasoning and realization of fuzzy decision-making in the example based on FScm and the fuzzy production rule. The final decision results were given out. The decision-making process implies that the application of FScm in dealing with practical problems with ambiguity and different negations is effective.

Keywords Fuzzy set FScm, Stock investment, Fuzzy decision, Threshold λ

1 引言

模糊信息的否定,在模糊信息处理领域中是一个重要的特殊概念,它与正信息具有同等的地位和作用^[2]。对于模糊信息中否定信息的认识与处理,现有的能够刻画事物模糊性的 Zadeh 模糊 FS (fuzzy set)、直觉模糊集 (Intuitionistic Fuzzy Sets)、区间值模糊集 (Interval valued fuzzy sets)、Vague 集以及粗糙集 (Rough Sets) 等理论与方法,其关于否定的认识和处理与经典集合一样,只有一种定义形式相异的否定,难以对客观世界中广泛存在的模糊信息中的多种否定予以区分、表达以及计算等处理^[3]。对此,近年来一些学者分别提出了处理不同否定信息的概念和方法^[4-10]。2011年,潘正华从概念层面上提出知识处理中区分知识的矛盾关系和对立关系,研究指出模糊知识中具有3种否定关系:矛盾否定关系、对立否定关系以及中介否定关系,提出了一种具有矛盾否定、对立否定和中介否定的模糊集 FScm^[1],并研究了 FScm 的

性质及其在模糊决策中的应用^[2]。

本文在文献[1]的理论基础上进一步研究 FScm 的应用。通过一个股票投资的模糊决策实例,基于具有3种否定的模糊集 FScm,给出一种确立实例中的模糊集及其不同否定集的隶属函数以及 λ 阈值的方法;并采用模糊产生式规则,讨论了在这一实例中的推理与决策。从而表明了 FScm 处理具有模糊性并且存在不同否定的客观实际问题的适用性。

股票投资的模糊决策实例有较强的现实意义,本文以真实数据为研究基础,借鉴并改进了文献[2]的决策方法,使决策过程更加合理有效,提高了决策效率。本文在决策的最后采用加权的方法,对根据模糊产生式规则得出的结果加以整合,找出最有胜算的那只股票,这是与文献[2]的不同之处。

2 基础

定义1 设 U 是论域。映射

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

到稿日期:2013-05-21 返修日期:2013-08-01 本文受国家自然科学基金(60973156),中央高校基本科研业务费专项资金(JUSRP51317B)和江南大学创新研究团队计划资助。

赵洁心(1989—),女,硕士生,主要研究方向为非经典逻辑理论及模糊信息的知识表示与推理,E-mail:15161980890@163.com;潘正华(1957—),男,教授,主要研究方向为非经典逻辑理论及模糊信息的知识表示与推理。

确定了 U 上的模糊子集 A 。映射 Ψ_A 称为 A 的隶属函数, $\Psi_A(x)$ 称为 x 对 A 的隶属程度(简称隶属度), 记为 $A(x)$ 。

定义 2 设 A 是 U 上的模糊子集, $\lambda \in (0, 1)$ 。

(1) 映射

$$\Psi^{\neg}: \{A(x) | x \in U\} \rightarrow [0, 1]$$

若满足 $\Psi^{\neg}(A(x)) = 1 - A(x)$, 则映射 $\Psi^{\neg}$ 确定了 U 上的一模糊子集, 记作 $A^{\neg}$, $A^{\neg}(x) = \Psi^{\neg}(A(x))$ 。 $A^{\neg}$ 称为 A 的对立否定集。

(2) 映射

$$\Psi^{\sim}: \{A(x) | x \in U\} \rightarrow [0, 1]$$

若满足

$$\Psi^{\sim}(A(x)) =$$

$$\begin{cases} \lambda - \frac{2\lambda-1}{1-\lambda}(A(x)-\lambda), & \lambda \in [1/2, 1), \\ & A(x) \in (\lambda, 1] \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \lambda - \frac{2\lambda-1}{1-\lambda}A(x), & \lambda \in [1/2, 1), \\ & A(x) \in [0, 1-\lambda) \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} 1 - \frac{1-2\lambda}{\lambda}A(x) - \lambda, & \lambda \in (0, 1/2], \\ & A(x) \in [0, \lambda) \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} 1 - \frac{1-2\lambda}{\lambda}(A(x) + \lambda - 1) - \lambda, & \lambda \in (0, 1/2], \\ & A(x) \in (1-\lambda, 1] \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} A(x), & \text{其它} \end{cases} \quad (5)$$

则映射 $\Psi^{\sim}$ 确定了 U 上的一模糊子集, 记作 $A^{\sim}$, $A^{\sim}(x) = \Psi^{\sim}(A(x))$ 。 $A^{\sim}$ 称为 A 的中介否定集。

(3) 映射

$$\Psi^{\neg\sim}: \{A(x) | x \in U\} \rightarrow [0, 1]$$

若满足 $\Psi^{\neg\sim}(A(x)) = \max(A^{\neg}(x), A^{\sim}(x))$, 则 $\Psi^{\neg\sim}$ 确定了 U 上的一模糊子集, 记作 $A^{\neg\sim}$, $A^{\neg\sim}(x) = \Psi^{\neg\sim}(A(x))$ 。 $A^{\neg\sim}$ 称为 A 的矛盾否定集。

以上定义的论域 U 上的模糊子集, 我们称为“区分矛盾否定、对立否定和中介否定的模糊集”, 简记为 FScm (Fuzzy Sets with Contradictory negation, Opposite negation and Medium negation)^[1]。

3 FScm 在股票投资中的应用

模糊决策处理决策发生环境中的非概率性和模糊性, 当人们需要对非概率性与模糊性建立知识模型时, 模糊集通常是最适合的方法。如何将 FScm 应用于模糊决策中, 我们以下面一个实际的股票投资决策问题为例加以说明。

3.1 实例

在现实生活中, 个体(人、家庭)如何投资股票市场? 我们以关于股票市场的 Wind 资讯统计数据^[11](见表 1)为例。根据表 1, 对于股票涨跌幅这一指标, 股票涨幅越大越好; 对于市盈率, 根据国外成熟股市的惯例, 以及中国股市的实际情况, 通常情况下, 许多投资者认为市盈率 20 倍以下的股票是一支有投资价值的好股票, 市盈率 30、40 倍以上就比较危险了^[12]。市盈率高的股票, 其价格与价值的背离程度就高, 收回买入股票的资金的时间就长。从这个意义上来讲, 市盈率越低越好, 越低则投资回收期越短, 风险越小, 投资价值就越高; 倍数高则意味着投资回收期长, 风险大^[13]。由此, 可制

定股票投资决策规则如下:

- 如果涨幅小, 市盈率高, 则不投资这只股;
- 如果涨幅大, 市盈率低, 则投资这只股;
- 如果涨幅一般, 市盈率低, 则将大部分资金投资这只股;
- 如果涨幅小, 市盈率中等, 或涨幅大, 市盈率高, 则将少部分资金投资这只股;
- 如果涨幅一般, 市盈率中等, 或涨幅小, 市盈率低则将资金的一半投资这只股。

表 1 关于股票涨跌幅(%)和市盈率(PE, TTM)的数据

证券简称	涨跌幅	市盈率	证券简称	涨跌幅	市盈率
海润光伏	203.20	25.93	胜利股份	79.84	915.74
国海证券	201.73	159.95	多伦股份	78.66	156.98
浙江东日	180.79	61.57	上海建工	75.42	12.12
维维股份	146.57	102.18	科力远	72.24	699.83
包钢稀土	143.07	26.25	金丰投资	72.11	20.10
零七股份	139.36	582.59	山东墨龙	71.72	39.82
中科三环	117.41	23.55	酒鬼酒	71.71	45.13
凯乐科技	113.87	50.30	尖峰集团	69.81	13.18
ST 昌九	113.75	527.97	永安林业	69.61	-35.22
德恒运 A	111.11	38.46	重庆实业	69.36	22.04
东宝生物	94.07	91.85	冠城大通	69.10	8.71
广晟有色	92.97	116.22	苏宁环球	68.13	22.62
sT 宝龙	92.40	2289.7	广州药业	67.73	55.11
沱牌舍得	91.16	39.65	兆驰股份	67.62	20.05
江钻股份	90.90	82.89	中航地产	67.60	6.69
ST 天一	90.75	-43.52	厦门钨业	67.48	33.01
科学城	85.62	195.74	金螳螂	64.38	36.63
中茵股份	83.00	21.58	*ST 园城	63.28	61.99
宋都股份	82.04	15.66	冠昊生物	63.07	90.09

3.2 决策规则中的模糊集及其不同否定的区分与形式表示

显然, 在上述实例和决策规则中“市盈率低”、“市盈率高”、“市盈率中等”、“涨幅小”、“涨幅大”、“涨幅一般”都是不同的模糊集。

我们特别需要指出的是:

(1) 根据 FScm, 这些模糊集还具有如下关系:

模糊集“涨幅小”是模糊集“涨幅大”的对立否定, 模糊集“涨幅一般”是模糊集“涨幅大”的中介否定, 模糊集“市盈率低”是模糊集“市盈率高”的对立否定, 模糊集“市盈率中等”是模糊集“市盈率高”的中介否定;

(2) 现有模糊集理论处理这些模糊集及其关系存在局限性:

如果用现有的模糊集理论与方法处理这些模糊集及其不同否定以及否定之间的关系, 由于它们没有区分矛盾否定、对立否定以及中介否定, 处理过程将是更加复杂甚至是困难的。

基于 FScm, 这些模糊集可形式表达如下:

Muchincrease, 表示模糊集“涨幅大”;

Muchincrease[~], 表示模糊集“涨幅小”;

Muchincrease[~], 表示模糊集“涨幅一般”;

Highyield, 表示模糊集“市盈率高”;

Highyield[~], 表示模糊集“市盈率低”;

Highyield[~], 表示模糊集“市盈率中等”。

并且, Muchincrease[~] 是 Muchincrease 的对立否定, Muchincrease[~] 是 Muchincrease 的中介否定; Highyield[~] 是 Highyield 的对立否定, Highyield[~] 是 Highyield 的中介否定。

决策行为的形式表达:

Stock(no):代表投资者不投资这只股;
 Stock(yes):代表投资者投资这只股;
 Stock(more):代表投资者将大部分资金投资这只股;
 Stock(little):代表投资者将少部分资金投资这只股;
 Stock(half):代表投资者将资金一半投资这只股。

设 x 是表 1 中的数据,则 x 关于模糊集的隶属度为:

Muchincrease(x):表示 x 关于“涨幅大”的隶属度;
 Muchincrease⁻(x):表示 x 关于“涨幅小”的隶属度;
 Muchincrease[~](x):表示 x 关于“涨幅一般”的隶属度;
 Highyield(x):表示 x 关于“市盈率高”的隶属度;
 Highyield⁻(x):表示 x 关于“市盈率低”的隶属度;
 Highyield[~](x):表示 x 关于“市盈率中等”的隶属度。

因此,投资决策规则可以形式表达为:

- Muchincrease⁻(x) $\wedge$ Highyield(x) $\rightarrow$ Stock(no)
- Muchincrease(x) $\wedge$ Highyield⁻(x) $\rightarrow$ Stock(yes)
- Muchincrease[~](x) $\wedge$ Highyield⁻(x) $\rightarrow$ Stock(more)
- (Muchincrease⁻(x) $\wedge$ Highyield[~](x)) $\vee$ (Muchincrease(x) $\wedge$ Highyield(x)) $\rightarrow$ Stock(little)
- (Muchincrease[~](x) $\wedge$ Highyield[~](x)) $\vee$ (Muchincrease⁻(x) $\wedge$ Highyield⁻(x)) $\rightarrow$ Stock(half)

3.3 决策规则中模糊集隶属函数的确立

在实例中,如何在决策规则 a)~e)下确定投资者的投资策略? 由于决策规则 a)~e)的前提主要由上述模糊集构成,因此确定这些模糊集的隶属函数是投资决策的基础。基于 FScom,结合模糊谓词的真值度量方法^[14-16]以及数据(见表 1),给出一种确立决策规则 a)~e)中不同模糊集的隶属函数的方法。

采用多因素模型分析:

设 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ 是股票投资决策时需要分析的指标所构成的集合,即指标集。

$U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ 是被分析的股票种类的集合。

(1) 设 x_{ij} 是第 j 支股关于第 i 个指标的值,即指标值。确定分析指标 V_i 的指标值的上限为: $M_i = \max_j \{x_{ij}\}$; 反之下限为: $L_i = \min_j \{x_{ij}\}$ ($i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$)。

(2) 设 H_i 是关于指标 V_i 的模糊集, $H_i(x)$ 是关于指标 V_i 的隶属函数。由 FScom 的定义知模糊集 H_i 的对立否定为 H_i^- , 中介否定为 $H_i^~$ 。模糊集 H_i 的决策区间由于是依照股票投资者的投资经验和表 1 中的数据情况来确定的,因此不能完全反映实际情况,为增加决策的准确度,给出模糊集 H_i 的决策区间的上、下限的“弹性值” $\epsilon_{M_i}, \epsilon_{L_i}$ ($i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$)。

对于模糊集隶属函数的确定方法,采用一维欧氏距离 $d(x, y) = |x - y|$ 以及“距离比率函数”定义^[14-16], 定义如下:

定义 3 设 x 为指标 V_i 的指标值, H_i 是关于指标 V_i 的模糊集,则模糊集 H_i 的隶属函数为:

$$H_i(x) = \begin{cases} 0, & x \leq L_i + \epsilon_{L_i} \\ \frac{d(x, L_i + \epsilon_{L_i})}{d(L_i + \epsilon_{L_i}, M_i - \epsilon_{M_i})}, & L_i + \epsilon_{L_i} < x < M_i - \epsilon_{M_i} \\ 1, & x \geq M_i - \epsilon_{M_i} \end{cases}$$

式中, $i=1, 2, \dots, n, M_i$ 是 H_i 的决策区间的上限,弹性值为 ϵ_{M_i} , L_i 是 H_i 的决策区间的下限,弹性值为 ϵ_{L_i} 。

(3) 根据定义 2, 确定中介否定集的隶属函数。中介否定及隶属函数涉及阈值 λ 。设 λ_i 为模糊集 H_i 的阈值。由于 λ 值的确定与 FScom 应用的实际领域有关,因此 λ 值的确定问题在 3.4 节中具体讨论。显然根据定义 2 还可以确定对立否定集、矛盾否定集的隶属函数,且 $H_i(x) \geq \lambda_i, H_i^-(x) \leq 1 - \lambda_i, 1 - \lambda_i < H_i^~(x) < \lambda_i$ 。

(4) 根据决策规则决定如何投资?

以上是将 FScom 用于解决股票投资决策问题的步骤,着重讨论了模糊集隶属函数的确立问题,下面我们根据上述步骤来解决以下问题。

通过实例我们知道要想做出正确决策,需要分析两个指标:涨幅 V_1 和市盈率 V_2 。

根据表 1 的数据可得 V_1 指标值的上限 $M_1 = 203.20\%$, 下限 $L_1 = 63.07\%$; 因为当每股收益为负值时,市盈率是没有意义的。有人计算所谓的负市盈率,从其本质意义上来看,正市盈率是静态回收期,负市盈率完全没有意义^[17]。那么负市盈率的股票就不在决策范围之内,由文献^[12, 13]可以知道市盈率大概在 40 倍以下算是低的,市盈率大概在 100 倍以上算是高的,而且负市盈率是没有意义的,市盈率太高则风险较大,且收益周期较长,不适合个人投资者投资,因此,规定市盈率为负值或市盈率 200 倍以上的股票都不在决策范围之内,从而 V_2 指标值的上限 $M_2 = 195.74$ 倍,下限 $L_2 = 6.69$ 倍。

为提高决策的准确度,根据表 1 的数据和实际情况确定每个指标值上、下限的弹性值,如表 2 所列。

表 2 指标值上、下限的弹性值 ϵ

弹性值	涨幅(%)	市盈率(PE, TTM)
上限	$\epsilon_{M_1} = \pm 1$	$\epsilon_{M_2} = \pm 1$
下限	$\epsilon_{L_1} = \pm 1$	$\epsilon_{L_2} = \pm 1$

结合定义 3 确定模糊集“涨幅大”的隶属函数为:

$$\text{Muchincrease}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 64.07 \\ \frac{d(x, 64.07)}{d(64.07, 202.20)}, & 64.07 < x < 202.20 \\ 1, & x \geq 202.20 \end{cases} \quad (6)$$

根据 FScom 的定义,“涨幅大”的对立否定“涨幅小”的隶属函数是:

$$\text{Muchincrease}^-(x) = 1 - \text{Muchincrease}(x) \quad (7)$$

同理可得模糊集“市盈率高”的隶属函数:

$$\text{Highyield}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 7.69 \\ \frac{d(x, 7.69)}{d(7.69, 194.74)}, & 7.69 < x < 194.74 \\ 1, & x \geq 194.74 \end{cases} \quad (8)$$

从而,“市盈率高”的对立否定“市盈率低”的隶属函数是:

$$\text{Highyield}^-(x) = 1 - \text{Highyield}(x) \quad (9)$$

接下来就是要求出“涨幅一般”、“市盈率中等”的隶属函数,由于“涨幅一般”是“涨幅大”的中介否定,“市盈率中等”是“市盈率高”的中介否定,因此,可以根据 FScom 定义中给出的中介否定集的隶属函数(式(1)~式(5)),得出“涨幅一般”、“市盈率中等”的隶属函数。但由于求解中介否定集隶属函数涉及到参数 λ 的确定,因此下面给出本实例中参数 λ 的确定方式。

3.4 FScorn 模糊集中 λ 的确定方法及其意义

为分析需要,我们取涨跌幅排在第五的数据作为涨幅大的下限,倒数第九的数据作为涨幅小的上限,根据 3.3 节,市盈率大概在 40 倍以下算是低的,市盈率大概在 100 倍以上算是高的,市盈率为负值或市盈率 200 倍以上的股票都不在决策范围之内,从而得到表 3。

表 3 关于指标涨幅(%)和市盈率(PE, TTM)的决策区间

模糊集	涨幅大	涨幅小	市盈率高	市盈率低
决策区间	[143.07, 203.20]	[63.07, 68.13]	[102.18, 195.74]	[6.69, 39.82]

结合表 2 中的弹性值,可以使得各指标数据有一个反映其准确性的“弹性区间”:

i. 模糊集“涨幅大”的上、下限的弹性区间分别为[202.20, 204.20], [142.07, 144.07], 则模糊集“涨幅大”的下确界是 142.07%;

ii. 模糊集“涨幅小”的上、下限的弹性区间分别为[67.13, 69.13], [62.07, 64.07], 则模糊集“涨幅小”的上确界是 69.13%;

iii. 模糊集“市盈率高”的上、下限的弹性区间分别为[194.74, 196.74], [101.18, 103.18], 则模糊集“市盈率高”的下确界是 101.18 倍;

iv. 模糊集“市盈率低”的上、下限的弹性区间分别为[38.82, 40.82], [5.69, 7.69], 则模糊集“市盈率低”的上确界是 40.82 倍。

由式(6)和式(7)可以得出 142.07%对于模糊集“涨幅大”的隶属度 $\text{Muchincrease}(142.07)$ 以及 69.13%对于模糊集“涨幅小”的隶属度 $\text{Muchincrease}^3(69.13)$:

$$\text{Muchincrease}(142.07) = \frac{d(142.07, 64.07)}{d(64.07, 202.20)} \approx 0.565$$

$$\text{Muchincrease}(69.13) = \frac{d(69.13, 64.07)}{d(64.07, 202.20)} \approx 0.037$$

$$\text{Muchincrease}^3(69.13) = 1 - \text{Muchincrease}(69.13) = 0.963$$

由于 142.07% 是模糊集“涨幅大”的下确界, 69.13% 是“涨幅小”的上确界, 理论上应该有: $\text{Muchincrease}(142.07) = \text{Muchincrease}^3(69.13) = 1$ 。但由于数据不足, 数据失真, 以致这些等式不成立。为此引用文献[18]中的方法, 将 $1/2(\text{Muchincrease}(142.07) + \text{Muchincrease}^3(69.13)) = 0.764$ 作为一个“平衡量”, 它表示 $\text{Muchincrease}(x)$ 相距 1 的范围的一个“阈值” λ , 即对于任意的涨幅值 x , 若满足 $\text{Muchincrease}(x) \geq 0.764$, 则 x 属于模糊集“涨幅大”。

同理, 根据式(8)和式(9)得出 101.18 倍对于模糊集“市盈率高”的隶属度 $\text{Highyield}(101.18)$ 以及 40.82 倍对于模糊集“市盈率低”的隶属函数 $\text{Highyield}^3(40.82)$:

$$\text{Highyield}(101.18) = \frac{d(101.18, 7.69)}{d(7.69, 194.74)} \approx 0.502$$

$$\text{Highyield}(40.82) = \frac{d(40.82, 7.69)}{d(7.69, 194.74)} \approx 0.178$$

$$\text{Highyield}^3(40.82) = 1 - (\text{Highyield}(40.82)) = 0.822$$

那么, $\text{Highyield}(x)$ 的“平衡量”为:

$$1/2(\text{Highyield}(101.18) + \text{Highyield}^3(40.82)) = 0.662$$

即对于任意的市盈率值 x , 若满足 $\text{Highyield}(x) \geq 0.662$, 则 x 属于模糊集“市盈率高”。

由上可知, 关于“涨幅大”、“市盈率高”的“阈值” λ , 见表

4。

表 4 关于“涨幅大”、“市盈率高”的阈值 λ

指标	阈值 λ
“涨幅大”	$\lambda_1 = 0.764$
“市盈率高”	$\lambda_2 = 0.662$

基于 FScorn, 阈值 λ 对于实例中的“涨幅大”、“市盈率高”等模糊集有如下意义:

1) 如果 $\text{Muchincrease}(x) \geq \lambda$ (或 $\text{Highyield}(y) \geq \lambda$), 则这只股票涨幅大(或市盈率高)。

2) 如果 $\text{Muchincrease}(x) \leq 1 - \lambda$ (或 $\text{Highyield}(y) \leq 1 - \lambda$), 则这只股票涨幅小(或市盈率低)。

3) 如果 $1 - \lambda < \text{Muchincrease}(x)$ (或 $\text{Highyield}(y) < \lambda$), 则这只股票涨幅一般(或市盈率中等) (x, y 分别为某一只股票涨幅、市盈率的指标值)。

由 3) 还可以确定关于模糊集“涨幅一般”、“市盈率中等”的阈值 λ' (见表 5)。

表 5 关于模糊集“涨幅一般”、“市盈率中等”的阈值 λ'

指标	阈值 λ'
“涨幅一般”	$\lambda_1' = 0.236$
“市盈率中等”	$\lambda_2' = 0.338$

3.5 实例的推理决策

在上述实例中, 决策规则 a) — e) 是一种模糊推理。根据决策规则 a) — e), 如何确定实例中投资者的投资策略? 基于上述实例以及给出的决策规则, 我们采用模糊产生式规则。模糊产生式规则的一般形式如下^[19]:

$$P_1, P_2, \dots, P_m \rightarrow Q \mid \langle bd, (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m) \rangle$$

式中, $P_i (i=1, 2, \dots, m)$ 为模糊集, 代表推理前提; Q 代表结论(或行动); $bd (0 \leq bd \leq 1)$ 代表规则的信任度(belief degree of rule); $\tau_i (0 \leq \tau_i \leq 1, i=1, 2, \dots, m)$ 代表 $P_i(x)$ 的阈值。规则的意义如下:

“由信任度为 bd 的推理规则, 若每个 $P_i(x)$ 大于对应的阈值 τ_i , 则由 $P_1, P_2, \dots, P_m$ 可推出 Q 。”

信任度 bd 的大小可采用随机调查与统计的方法确定。基于上述实例假设决策规则 a) — e) 的信任度 $bd = 0.85$, 下面对一个具体情形进行决策。

由决策规则 a) — e) 和上文的模糊产生式规则知决策规则 a) — e) 可以依次形式表示为:

$$\text{a) } \text{Muchincrease}^3(x) \wedge \text{Highyield}(x) \rightarrow \text{Stock}(\text{no}) \mid \langle 0.85, (0.764, 0.662) \rangle$$

$$\text{b) } \text{Muchincrease}(x) \wedge \text{Highyield}^3(x) \rightarrow \text{Stock}(\text{yes}) \mid \langle 0.85, (0.764, 0.662) \rangle$$

$$\text{c) } \text{Muchincrease}^{\sim}(x) \wedge \text{Highyield}^3(x) \rightarrow \text{Stock}(\text{more}) \mid \langle 0.85, (0.236, 0.662) \rangle$$

$$\text{d) } (\text{Muchincrease}^3(x) \wedge \text{Highyield}^{\sim}(x)) \vee (\text{Muchincrease}(x) \wedge \text{Highyield}(x)) \rightarrow \text{Stock}(\text{little}) \mid \langle 0.85, (0.764, 0.662, 0.338) \rangle$$

$$\text{e) } (\text{Muchincrease}^{\sim}(x) \wedge \text{Highyield}^{\sim}(x)) \vee (\text{Muchincrease}^3(x) \wedge \text{Highyield}^3(x)) \rightarrow \text{Stock}(\text{half}) \mid \langle 0.85, (0.236, 0.338, 0.764, 0.662) \rangle$$

以表 1 中的海润光伏这只股票为例。它的涨幅为 203.20%, 市盈率为 25.93 倍。根据决策规则 a) — e), 股票投

资者是如何决策的呢?

由式(6)和式(8),我们可以计算出 203.20%关于模糊集“涨幅大”的隶属度,以及 25.93 倍关于模糊集“市盈率高”的隶属度:

首先,由于 $203.20 \geq 202.20$,根据式(6),可判断 $\text{Muchincrease}(203.20) = 1$;其次,由式(8)可得: $\text{Highyield}(25.93) = 0.098$.由 FScorn 的定义 2 可以得到: $\text{Muchincrease}^{-1}(203.20) = 0$, $\text{Highyield}^{-1}(25.93) = 0.902$.显然, $\text{Muchincrease}(203.20) = 1 \geq \lambda_1$, $\text{Highyield}(25.93) \approx 0.098 \leq 1 - \lambda_2$.

由 1)和 2)可知海润光伏这只股票涨幅大且市盈率低,根据模糊产生式规则 b)知可以投资海润光伏这只股票。

再以江钻股份这只股票为例,它的涨幅为 90.90%,市盈率为 82.89 倍。由式(6)、式(8)得: $\text{Muchincrease}(90.90) \approx 0.194$, $\text{Highyield}(82.89) \approx 0.402$.这里 $\text{Muchincrease}(90.90) \leq 1 - \lambda_1$,由 3.3 节中 2)知江钻股份的涨幅小, $1 - \lambda_2 \leq \text{Highyield}(82.89) \leq \lambda_2$,由 3.3 节中 3)知这只股票的市盈率中等,依据模糊产生式规则 d),可推断将少部分资金投资江钻股份这只股票。同理,可得决策结果,如表 6 所列。

表 6 根据模糊产生式规则得出的决策结果

证券简称	涨幅	市盈率	决策结果	证券简称	涨幅	市盈率	决策结果
海润光伏	大	低	B	上海建工	小	低	E
国海证券	大	高	D	金丰投资	小	低	E
浙江东日	大	低	B	山东墨龙	小	低	E
维维股份	一般	中等	E	酒鬼酒	小	低	E
包钢稀土	一般	低	C	尖峰集团	小	低	E
中科三环	一般	低	C	重庆实业	小	低	E
凯乐科技	一般	低	C	冠城大通	小	低	E
德恒运 A	一般	低	C	苏宁环球	小	低	E
东宝生物	小	中等	D	广州药业	小	低	E
广晟有色	小	中等	D	兆驰股份	小	低	E
沱牌舍得	小	低	E	中航地产	小	低	E
江钻股份	小	中等	D	厦门钨业	小	低	E
科学城	小	高	A	金螳螂	小	低	E
中茵股份	小	低	E	*ST 园城	小	低	E
冠昊生物	小	中等	D	宋都股份	小	低	E
多伦股份	小	高	A				

注: A 表示“不投资”; B 表示“投资”; C 表示“投资大部分资金”; D 表示“投资少部分资金”; E 表示“投资一半资金”。

从表 6 中我们发现有一部分股票的决策结果相同。为了得到更准确的决策结果,我们从决策结果相同的股票中再找出胜算最大的那只股票,为此采用加权的方法。

设涨跌幅和市盈率在股票决策中所占权重都为 0.5,下面以决策结果为“投资一半资金”的股票为例:

沱牌舍得:

$$\text{Muchincrease}(91.16) \approx 0.196$$

$$\text{Highyield}^{-1}(39.65) = 0.829$$

$$f = 0.5 \times (0.196 + 0.829) = 0.5125$$

维维股份:由于

$$\text{Muchincrease}(146.57) \approx 0.597$$

$$\text{Highyield}(102.18) \approx 0.505$$

且关于模糊集 $\text{Muchincrease}^{-1} \lambda_1' = 0.236$;关于模糊集 Highyield^{-1} 的阈值为 $\lambda_2' = 0.338$,故 $\text{Muchincrease}^{-1}(146.57)$, $\text{Highyield}^{-1}(102.18)$ 只满足式(5),且

$$\text{Muchincrease}^{-1}(146.57) = \text{Muchincrease}(146.57) \approx 0.597 \geq 0.236$$

$$\text{Highyield}^{-1}(102.18) = \text{Highyield}(102.18) \approx 0.505 \geq 0.338$$

$\text{Highyield}^{-1}(102.18) = 1 - \text{Highyield}^{-1}(102.18) = 0.495$ 那么,就有 $f = 0.5 \times (0.597 + 0.495) = 0.546$.依次按上述步骤计算得出以下结果(见表 7)。

表 7 根据加权的方法计算出的结果

证券(简称)	f 值	证券(简称)	f 值
沱牌舍得	0.5125	苏宁环球	0.4725
中茵股份	0.5315	广州药业	0.386
宋都股份	0.5525	兆驰股份	0.48
上海建工	0.5398	中航地产	0.513
金丰投资	0.496	厦门钨业	0.445
山东墨龙	0.4415	金螳螂	0.4235
酒鬼酒	0.4275	*ST 园城	0.358
重庆实业	0.4995	尖峰集团	0.5065
冠城大通	0.515	维维股份	0.546

由表 7 中数据可知若将一半资金用于投资股票,“宋都股份”这只股票胜算最大。

由于海润光伏:

$$\text{Muchincrease}(203.20) \approx 0.845$$

$$\text{Highyield}^{-1}(25.93) \approx 0.898$$

$$f = 0.5 \times (0.845 + 0.898) = 0.8715$$

国海证券:

$$\text{Muchincrease}(201.73) \approx 0.997$$

$$\text{Highyield}^{-1}(159.95) \approx 0.679$$

$$f = 0.5 \times (0.997 + 0.679) = 0.838$$

$0.8715 > 0.838$,因此,如果采用“投资”这个决策结果,就选择“海润光伏”这只股票。

同理,如果投资少部分资金,就选择“江钻股份”这只股票。如果投资大部分资金,就选择“中科三环”这只股票。

4 与决策树学习方法的对比

本文以在一段时间内股票市盈率和涨跌幅的实际统计数据为研究基础,根据决策需要将数据模糊处理,使数据属于不同模糊集,文献[20]处理的是已经模糊化的数据。文献[20]利用 ID3 算法对数据进行处理,并利用决策树做出决策。本文则结合数据、股市实际情况与 FScorn 确定决策规则,给出隶属函数的定义,利用模糊产生式规则推理出最后的结果,决策规则分类较细且符合股票市场和个体股票投资者的实际情况,决策结果有 5 种:投资、不投资、投资一半资金等,而文献[20]的决策结果只有“投资”、“不投资”。故本文对于股票投资模糊决策问题的分析比较透彻,模糊决策方法实用性较强,对于股票投资者有很好的参考价值。

结束语 本文将具有 3 种否定:矛盾否定、对立否定、中介否定的模糊集 FScorn 应用于股票投资决策中,阐述了文献[1]中关于 FScorn 的定义,给出模糊集及其否定和决策规则的形式表达式、模糊集的隶属函数,而且讨论了阈值 λ 的确定方法及其意义,并将决策规则应用于股票投资决策的实例中,得出最后决策结果。用 FScorn 解决具有模糊性并且存在不同否定的客观实际问题是一种有效的途径和手段。

本文的主要目的是将 FScorn 应用于股票投资决策中,以此表明 FScorn 处理具有模糊性和多种否定问题的适用性,实

(下转第 85 页)

具有旋转、尺度不变性。需要指出的是,本文方法不具有良好的交互性,这可能影响到该算法的精确度。因此,如何将相关反馈机制与本文方法相结合,将是我们下一步要研究的工作。

参考文献

- [1] Antón-Rodríguez M, Díaz-Pernas F J, Díez-Higuera J F, et al. Recognition of coloured and textured images through a multi-scale neural architecture with orientational filtering and chromatic diffusion[J]. *Journal Neurocomputing*, 2009, 72(16-18): 3713-3725
- [2] Subrahmanyam M, Maheshwari R P, Balasubramanian R. Local maximum edge binary patterns: A new descriptor for image retrieval and object tracking[J]. *Signal Processing*, 2012, 92: 1467-1479
- [3] 吴涛,秦昆,肖启芝,等. 图像纹理特征挖掘的不确定性分析[J]. *计算机工程与设计*, 2007, 6: 2905-2908
- [4] 徐久成,李晓艳,张灵均,等. 基于粗糙粒模型的图像纹理识别和检索[J]. *模式识别与人工智能*, 2012, 25(2): 225-229
- [5] 郑征. 基于相容粒度空间模型的图像纹理识别[J]. *重庆邮电大学学报: 自然科学版*, 2009, 21(4): 484-489
- [6] 李双群,徐久成,张灵均,等. 基于相容粒的彩色图像检索算法[J]. *广西师范大学: 自然科学版*, 2011, 29(3): 173-178
- [7] Qin Kun, Xu Kai, Liu Fei-long, et al. Image segmentation based on histogram analysis utilizing the cloud model[J]. *Computers*

and Mathematics with Applications, 2011, 62: 2824-2833

- [8] 徐凯,秦昆,黄伯和,等. 基于云模型的图像区域分割方法[J]. *中国图象图形学报*, 2010, 15(5): 575-583
- [9] 王国胤,李德毅,姚一豫,等. 云模型与粒计算[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 1-22
- [10] 秦昆,王佩. 基于云变换的曲线拟合新方法[J]. *计算机工程与应用*, 2008, 44(23): 56-58
- [11] Wang Guo-yin, Xu Chang-lin, Zhang Qing-hua, et al. A Multi-step Backward Cloud Generator Algorithm[C]//RSCTC 2012, LNAI 7413. 2012: 313-322
- [12] 吴涛,秦昆. 利用云模型和数据场的图像分割方法[J]. *模式识别与人工智能*, 2012, 25(3): 397-405
- [13] 曾俊,李德华. 彩色图像 SUSAN 边缘检测方法[J]. *计算机工程与应用*, 2011, 47(15): 194-196
- [14] 叶国军,王绍棣. 基于 CIELab 颜色空间和颜色分布信息熵的图像检索[J]. *计算机工程与应用*, 2007, 43(29): 98-100
- [15] 蒋嵘,李德毅,范建华. 数值型数据的泛概念树的自动生成方法[J]. *计算机学报*, 2000, 23(5): 470-476
- [16] 徐久成,李晓艳,李双群,等. 基于相容粒的多层次纹理特征图像检索方法[J]. *广西师范大学学报: 自然科学版*, 2011, 29(1): 186-190
- [17] Swain M J, Ballard D H. Color indexing[J]. *International Journal of Computer Vision*, 1991, 7(1): 11-32

(上接第 63 页)

例中关于股票的盈利情况分析不是本文讨论的重点,我们将在以后的文章中讨论。

参考文献

- [1] 潘正华. 模糊知识的三种否定及其集合基础[J]. *计算机学报*, 2012, 35(7): 1421-1428
- [2] Pan Zheng-hua. Fuzzy Set with Three Kinds of Negations and its Applications in Fuzzy Decision Making[C]//Lecture Notes in Computer Science (LNCS 2011). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011, 7002: 533-542
- [3] Pan Zheng-hua. Fuzzy set with three kinds of negations in fuzzy knowledge processing[C]//Proceedings of 2010 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC 2010). 2012, 5: 2730-2735
- [4] Yang Lei, Pan Zheng-hua. Fuzzy Degree and Similarity Measure of Fuzzy Set with Three Kinds of Negations [C]//Lecture Notes in Artificial Intelligence. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011, 7002: 543-550
- [5] Zadeh L A. Fuzzy sets[J]. *Information and Control*, 1965, 8(3): 338-353
- [6] Atanassov K. Intuitionistic fuzzy sets [J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1986, 21(1): 87-96
- [7] Pawlak Z. Rough sets[J]. *International Journal of Computer and Information Sciences*, 1982, 11: 341-356
- [8] Hájek P. Metamathematics of Fuzzy Logic [M]. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998
- [9] 王国俊. 模糊命题的一种形式演绎系统[J]. *科学通报*, 1997, 42(10): 1041-1045
- [10] Pan Zheng-hua, Zhu Wu-jia. A new cognition and processing on contradictory knowledge[C]//Proceedings of the 2006 IEEE-International Conference on Machine Learning and Cybernetics,

Qingdao, China, 2006: 1532-1537

- [11] 杨阳. 弱市也有大牛股: 11 只股票今年已翻倍[J]. *股市动态分析*, 2012(24): 60-61
- [12] 何诚颖. 中国股市市盈率分布特征及国际比较研究[J]. *经济研究*, 2003(09): 74-81, 95
- [13] 武英芝. 市盈率在股票投资价值分析中的应用[J]. *生产力研究*, 2009(21): 84-85
- [14] Hong Long, Xiao Xi-an, Zhu Wu-jia. Measure of medium scale and its application (I) [J]. *Chinese Journal of Computers*, 2006, 29(12): 2186-2193
- [15] Hong Long, Xiao Xi-an, Zhu Wu-jia. Measure of medium scale and its application (II) [J]. *Chinese Journal of Computers*, 2007, 30(9): 1551-1558
- [16] Zhang Li-zhen, Pan Zheng-hua. Fuzzy comprehensive evaluation based on measure of medium truth scale[C]//Proceedings of 2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence (AICI2009). Shanghai, 2009, II: 83-87
- [17] 李敬,廖洪. 市盈率投资策略: 评价与检验[J]. *经济管理*, 2007(6): 73-79
- [18] Pan Zheng-hua. Three Kinds of Negations of Fuzzy Knowledge and Applications to Decision Making in Financial Investment [C]//Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer-Verlag, 2010, 6422: 391-401
- [19] Dung P M, Mancarella P. Production systems need negation as failure[J]. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 2002, 14(2): 336-353
- [20] Chang Xiu-yan, Zhao Xin-yi, Yue Bao-ying. Analysis and Application of New Shares Based on Decision Tree[J]. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2013, 218: 537-543
- [21] 胡智伦,何世彪,张新春. 认知无线电中基于干扰温度的信道容量及中断概率[J]. *重庆理工大学学报: 自然科学版*, 2010, 24(6): 83-88