

基于偏好的资源动态融合选择方法

王 玲¹, 余志林², 肖海军²

(1 武汉职业技术学院 计算机学院, 湖北 武汉 430074;

2 中国地质大学 数学与物理学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 动态决策转化为粗糙性信息下的分类问题, 并基于简单赌局和融合分类法来实现动态选择. 该方案不仅可以帮助决策者有效降低因决策信息的粗糙性给决策带来的影响, 而且还可以实现资源的动态选择. 矿产资源动态选择全过程的仿真实验表明, 该方案在多种矿产资源选择的动态决策中具有可行性、有效性和优越性.

关键词: 偏好; 分类; 融合; 动态决策

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2013)06—0159—06

Dynamic Fusion Selection Based on Preference for Natural Resources

WANG Ling¹, YU Zhi-lin², XIAO Hai-jun²

(1 School of Computer Science, Wuhan Polytechnic, Wuhan 430074, China;

(2 School of Mathematics and Physics, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Dynamic selection could be transformed into a classification issue, which usually includes incomplete and uncertain information. This paper proposed an implementation program based on multiple classifier fusion rules and gambling. This method could not only reduce the difficulty of decision making problem with incomplete, uncertain and subjective information effectively, but also resolve the problem of dynamic resource selection. Case study showed that the new method was feasible, practical.

Key words: preference; classification; fusion; dynamic decision

1 引言

多种矿产资源在多个项目间的资源优化分配问题, 是十分重要和复杂的问题. 并且矿产企业在不同时期通过选择生产资源可最大化矿产资源开采企业运行的效能.

矿产资源的动态选择, 首先需要研究所有备选资源的市场价格、市场需求以及企业所在的市场竞争环境、企业自身的资源优势; 其次, 根据矿产资源动态选择的目标, 制定相应的选择准则; 然后根据成熟的评定体系和方法来完成矿产资源的动态选择. 选择矿产资源的标准一般由企业外部竞争环境和企业自身优势与不足两个方面来进行综合评定与选择. 企业自身优势与不足的选择评定内容主要包括

成本、质量、技术水平、资金状况、营销能力、人力资源、地理位置等; 企业外部竞争环境的选择评定内容主要包括信誉度、资源规模、资源文化的匹配等.

矿产资源的动态选择既包含一定的主观性, 同时备选资源的指标信息随着时间的变化也会对资源的动态选择产生较大的影响. 目前, 研究者一般将矿产资源的动态选择问题作为一个多目标决策问题, 常用方法有层次分析法^[1]、专家系统^[2]、灰色关联方法^[3-4]、博弈论^[5]、遗传算法^[6]等. 但供矿产企业生产的备选资源均是可有效获得经济利益的独立个体, 备选资源的选择本身就是一个资源配置的优化系统, 决策者获得的关于备选资源的分类信息往往是粗糙的, 判断过程中又不免存在决策者的主观判断, 这些不可避免的因素会给资源的动态选择带来不良

收稿日期: 2012—08—22; 修回日期: 2012—10—17

基金项目: 国家自然科学基金项目(40972205)

的影响. 因此, 应用简单赌局和融合分类法来克服指标信息的粗糙性和决策者的主观性^[7-9], 提出一种基于偏好和融合决策的矿产资源动态选择方法.

2 基本原理

2.1 融合分类规则

假设给定的模式空间 Ω 由 n 个互斥的子空间组成, 即 $\Omega = V_1 \cup V_2 \cdots \cup V_n$, 且 $V_i \cap V_j = \varnothing$ 其中, $V_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 称为一个类, 用 m 个分类器 $\{C_i | i = 1, 2, \dots, m\}$ 对一个来自 Ω 的样本 x 进行分类. $O_i(x) = \{p_{i,1}^t(x), p_{i,2}^t(x), \dots, p_{i,m}^t(x)\}$ 为分类器 C_i 在 t 时期对样本 x 进行分类的结果, $p_{i,j}(x)$ 为分类器 C_i 把样本 x 分类成第 j 类的概率之值. 那么, 样本 x 被 m 个分类器进行分类后的结果可由下列决策矩阵进行描述^[7]:

$$O(x) = \begin{bmatrix} (p_{1,1}^t(x), p_{1,2}^t(x) \cdots p_{1,n}^t(x)) \\ (p_{2,1}^t(x), p_{2,2}^t(x) \cdots p_{2,n}^t(x)) \\ \dots \\ (p_{m,1}^t(x), p_{m,2}^t(x) \cdots p_{m,n}^t(x)) \end{bmatrix} \quad (1)$$

那么, 样本 x 属于第 j 类的置信度

$$p_j^t(x) = (1 - \omega) p_j^{t-1}(x) + \omega p^t(V_j) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

式中, $p_j^t(x)$ 为 $t (t = 1, 2, \dots, n)$ 时期末样本 x 属于第 j 类的置信度, $p^t(V_j)$ 为第 t 时期 m 个分类器将样本 x 判别为第 j 类的概率, 其大小根据 WVR 投票规则^[7] 计算:

$$p^t(V_j) = \sum_{i=1}^m \lambda_i p_{i,j}(x) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式中, λ_i 可由分类经验^[7] 或专家系统给出.

2.2 基于赌局的偏好

令 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 代表有限的结果集, a_j 是选择生产第 j 种资源的最后定价. 这里 a_i 自身不涉及不确定性. 其次, 将集合 A 当作形成一个赌局的基础.

所谓赌局, 就是把一个概率 p_j 分配给集合 A 中的每一个结果 a_j . 由于赌局会产生 A 中的一些结果, 每种结果 a_j 的概率 p_j 之和为 1, 那么这种赌局可表示成 $(p_1^0 a_1, \dots, p_n^0 a_n)$. 并称之为简单赌局. 这种简单赌局的集合 R_s 可表示为^[9]

$$R_s = \{(p_1^0 a_1, \dots, p_n^0 a_n) | p_j \geq 0, \sum_{j=1}^n p_j = 1\}.$$

对矿产资源进行合理的动态选择, 包含一些不确定的因素. 这种在不确定条件下进行矿产资源的动态选择问题就可以认为是一个简单赌局.

如果对于每一个赌局 $g \in R_s$, 存在如下的关系, 效用函数 $u: R_s \rightarrow f$ 具有预期效用函数的性质^[9]:

$$u(g) = \sum_{j=1}^n p_j u(a_j) \quad (4)$$

式(4)中的效用函数可用于矿产资源的合理选择, 其中概率 p_j 由式(3)计算得到. 如何在不确定性的条件下实现矿产资源的动态选择策.

3 基于偏好的融合动态选择模型

3.1 评定指标

选择较为合理的矿产资源价格, 就是对备选矿产资源进行合理选择. 假设备选矿产资源的集合为 $\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_K\}$, $\varphi_i (i = 1, 2, \dots, k)$ 为第 i 种矿产资源. 然后, 根据资源规划和矿产资源相关的标准选择评定指标, 假设评定指标集 $H = \{H_1, H_2, \dots, H_L\}$, 其中 $H_i (i = 1, 2, \dots, S)$ 为定量指标, $H_i (i = S + 1, \dots, L)$ 为定性指标; 指标 $H_i (i = 1, 2, \dots, L)$ 的权重 $\omega_i (i = 1, 2, \dots, L)$ 大小一般由经验值决定.

对备选矿产资源进行合理的选择, 就是将备选矿产资源各指标的相关属性进行评定. 为了描述的方便起见, 将评定指标值用等级形式: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_S\}$ 来进行描述. 如资源 φ_i 关于评定指标 H_j 的评定结果可用三维数组表示:

$$V_{H_j, \varphi_i} = \{(C_n, \varphi_{j,n}(\varphi_i), \varphi_i), n = 1, 2, \dots, S\} \quad (5)$$

式中, $\varphi_{j,n}(\varphi_i)$ 表示矿产资源 φ_i 的评定指标 H_j 被评定为第 C_n 级的置信度. 例如: 对第 3 种矿产资源, 如果分类者有 60% 的可能性判定矿产资源的质量为“高”, 有 40% 的可能性判定矿产资源的质量为“一般”, 那么该评定结果可由 $V_{H_j, \varphi_3} = \{(7, 0.6, \varphi_3), (5, 0.4, \varphi_3)\}$ 来描述.

(1) 定量指标的确定

确定定量指标就是要用评定等级形式 $C = \{C_1, C_2, \dots, C_S\}$ 来描述定量指标的水平. 如果第 j 个指标 H_j 在等级 C_n 下的评定结果为 $h_{j,n} (n = 1, 2, \dots, S)$, 那么矿产资源 φ_i 对定量指标 H_j 的分布评定形式可表示为

$$V_{H_j, \varphi_i} = \{(C_n, \psi_{j,n}(\varphi_i), \varphi_i), n = 1, 2, \dots, S\} \quad (6)$$

由文献[10]知,

$$\psi_{j,n}(\varphi_i) = \frac{h_{j,n+1} - h_j}{h_j - h_{j,n}}, \psi_{j,n+1}(\varphi_i) = 1 - \psi_{j,n}(\varphi_i) \quad (7)$$

$$h_{j,n} \geq h_j \geq h_{j,n+1}, \psi_{j,k}(\varphi_i) = 0, (k = 1, 2, \dots, S, \\ k \neq n, n+1).$$

(2) 定性指标的确定

矿产资源 φ_i 对定量指标 H_j 的分布评定形式为

$$V_{H_j, \varphi_i} = \{(C_n, \psi_{j,n}(\varphi_i), \varphi_i), n = 1, 2, \dots, S\} \quad (8)$$

式中, $\sum_{n=1}^s \psi_{j,n}(\varphi_i) = 1$, 且 $\psi_{j,n}(\varphi_i)$ 的取值可由权重的比较矩阵获得.

3.2 基于偏好的矿产资源融合选择方法

应用融合分类规则对矿产资源进行选择时,可将备选矿产资源 $\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_K\}$ 作为待辨识的样本空间,将评定指标 $H_1, H_2, \dots, H_L$ 看成 L 个分类器,评定等级 $C = \{C_1, C_2, \dots, C_S\}$ 为决策空间. 决策过程如下所示.

(1) 建立决策矩阵

对待评定矿产资源 $\varphi_i (i = 1, 2, \dots, k)$, 建立决策矩阵

$$O(\varphi_i) = \begin{pmatrix} p_{1,1}(\varphi_i), p_{1,2}(\varphi_i), \dots, p_{1,S}(\varphi_i) \\ p_{2,1}(\varphi_i), p_{2,2}(\varphi_i), \dots, p_{2,S}(\varphi_i) \\ \vdots \\ p_{m,1}(\varphi_i), p_{m,2}(\varphi_i), \dots, p_{m,S}(\varphi_i) \end{pmatrix} \quad (9)$$

如果决策者或专家对其评定指标 $H_j(\varphi_i)$ 的分布评定值 $\psi_{j,k}(\varphi_i)$ 有 $\sum_{k=1}^m \psi_{j,k}(\varphi_i) = 1$, 则

$$p_{i,j}(\varphi_i) = \lambda_{i,j} \psi_{j,k}(\varphi_i) \quad (10)$$

(2) 评定指标的选取

如果决策者或专家对其评定指标 $H_j(\varphi_i)$ 的分布评定值 $\psi_{j,k}(\varphi_i)$ 有 $\sum_{j=1}^m \psi_{j,k}(\varphi_i) < 1$, 则评定指标的选取方式有两种^[11]:

① 将 $1 - \sum_{j=1}^m \psi_{j,k}(\varphi_i)$ 平均分别分配给每一个评定指标 $H_j(\varphi_i)$, 使得 $\sum_{j=1}^m \psi'_{j,k}(\varphi_i) = 1$, 此时

$$p_{i,j}(\varphi_i) = \lambda_{i,j} \psi'_{j,k}(\varphi_i) \quad (11)$$

② 首先将 $1 - \sum_{j=1}^m \psi_{j,k}(\varphi_i)$ 两等分, 再将 $\frac{1}{2}(1 - \sum_{j=1}^m \psi_{j,k}(\varphi_i))$ 平均分配给评定指标不为零的每一个评定指标 $H_j(\varphi_i)$, 同时将 $\frac{1}{2}(1 - \sum_{j=1}^m \psi_{j,k}(\varphi_i))$ 平均分配给评定指标为零的每一个评定指标 $H_j(\varphi_i)$, 使得 $\sum_{i=1}^m \psi_{j,k}''(\varphi_i) = 1$, 则

$$p_{i,j}(\varphi_i) = \lambda_{i,j} \psi_{j,k}''(\varphi_i) \quad (12)$$

(3) 融合分类规则

所谓融合分类,就是首先由式(3)计算出矿产资源 φ_i 隶属于第 n 类的置信度 $p(V_j) = \sum_{i=1}^n \lambda_i p_{i,j}(x) (j=1,2,\cdots,m)$,然后将 $p(V_j)$ 代入式(2)得到 $p'(V_j)$,最后,再将其归一化得到 $\psi_n(\varphi_i)$, ($n=1,2,\cdots,S$).由此,可得到矿产资源 φ_i 的综合评定为

$$V_{\mathcal{C}} = \{(C_n, \psi_n(\varphi_i), \varphi_i), n = 1, 2, \dots, S\} \quad (13)$$

在资源 φ_i 明确的情况下, V_{φ_i} 可简记为 $(C_n, \psi_n(\varphi_i))$.

(4) 基于偏好的矿产资源动态选择

矿产资源的动态选择,就是根据矿产资源的可
能开发价值,动态选择最佳的矿产资源组. 资源 φ_i
评定为不同等级 C_n 作为简单赌局中的不同结果,综
合评定式(13)中的 $\psi_n(\varphi_i)$ 作为分配给不同结果的
概率之值,不同等级 C_n 的效用值记作 $u(C_n)$,显然
 $u(C_1) > u(C_2) > \cdots > u(C_n)$.

那么备选资源 φ_i 基于简单赌局 g 的期望效用

$$u(g(\varphi_i)) = \sum_{n=1}^S u(C_n) \psi_n(\varphi_i) \quad (14)$$

对于 t 时期任意的两个备选矿产资源 $\varphi_{i_1}, \varphi_{i_2}$ ($\varphi_{i_1}, \varphi_{i_2} \in \Phi$), 假设其期望效用值分别为 $u(\varphi_{i_1})$ 和 $u(\varphi_{i_2})$, 当 $u(\varphi_{i_1}) > u(\varphi_{i_2})$ 时, 由简单赌局可知, 矿产资源 φ_{i_1} 优于资源 φ_{i_2} ; 当 $u(\varphi_{i_1}) = u(\varphi_{i_2})$ 时, 可以认为资源 φ_{i_1} 与 φ_{i_2} 是无偏的. 在决策的初始阶段, 一般是既可根据市场的调查结果、分类者的主观评分, 也可随机取值来确定样本的分类概率, 从而确定矿产资源 φ_i 属于第 j 类的置信度, 结合当前市场情况确定不同等级资源的效用值, 并根据简单赌局来确定某个时期的矿产资源选择方案; 资源选择方案在执行一段时期 t 后, 市场战略各异的矿业会获得更多的资源信息, 这时在更新后的相关信息的条件下可进行再评定和再选择, 从而形成对矿产资源的动态选择方式与决策方法.

4 实证分析

假如在某个时期,矿产企业希望生产某一种矿产资源,并期望该产品能够在市场竞争中具有较强的竞争力,在初始选择时,根据企业自身的资源优势和市场需求,选出了三种备选资源 $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$. 现根据可供能力(H_1)、供应价格(H_2)、供货质量(H_3)、交货期(H_4)、资源文化的匹配性(H_5) 五个指标,对

初始选择的备选资源进行评定,评定出此时最为满意的矿产资源.假定这五个指标的权重分别为 0.3, 0.2,0.2,0.2,0.1.其中 H_1, H_2 和 H_4 为定量指标, H_3 和 H_5 为定性指标, H_3 的评定等级为 $C_3 = \{C_{31}, C_{32}, C_{33}, C_{34}, C_{35}\} = \{\text{很好, 好, 一般, 差, 很差}\}$, H_5 的评定等级为 $C_5 = \{C_{15}, C_{25}, C_{35}\} = \{\text{匹配, 可兼}$

容, 有冲突\}.表 1 中列出了各备资源的指标值. 备选资源的评定等级集为 $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5\} = \{\text{非常好, 好, 一般, 差, 非常差}\}$.

分类器根据市场需求和矿产资源的自身优势, 表 2 中列出了三项定量指标给出等价规则.

表 1 备选资源指标值

资源	可供应能力(H_1)	供应价(H_2)	备货质量(H_3)	交货期(H_4)	资源文化(H_5)
资源 φ_1	8 000	580	(很好,0.7),(好,0.1)	17	不匹配
资源 φ_2	5 000	400	(一般,0.48),(差,0.38)	21	可调和
资源 φ_3	5 500	360	(一般,0.78)	14	匹配

表 2 定量指标的等价规则

指标			评定等级
H_1	H_2	H_4	
(7 001,8 000)	(101,200)	(5,10)	C_1
(6 001,7 000)	(301,400)	(11,15)	C_2
(5 001,6 000)	(401,500)	(16,20)	C_3
(4 001,5 000)	(401,500)	(21,25)	C_4
(3 001,4 000)	(501,600)	(26,30)	C_5

定性指标的简化等价规则如下:

(1) $H_3:C_{n,3}$ 简化为 C_n .

(2) $H_5:C_{1,5}$ 简化为 $\{(C_1,0.4),(C_2,0.6)\}$, $C_{2,5}$ 简化为 $\{(C_2,0.3),(C_3,0.6)\}$, $C_{3,5}$ 简化为 $\{(C_4,0.5),(C_5,0.2)\}$.

根据定量指标和定性指标的等价规则,以及2.1 节中的融合分类规则,将五项指标转换为相应的分布评定等级,如表 3 所示.

表 3 资源分布评定

资源	可供应能力(H_1)	供应价格(H_2)	备货质量(H_3)	交货期(H_4)	资源文化(H_5)
资源 φ_1	($H_1,0.5$)	($H_4,0.8$)	($H_1,0.7$)	($H_3,0.6$)	($H_4,0.5$)
	($H_2,0.5$)	($H_5,0.2$)	($H_2,0.1$)	($H_4,0.4$)	($H_5,0.3$)
资源 φ_2	($H_4,0.5$)	($H_3,1.0$)	($H_3,0.5$)	($H_1,0.8$)	($H_2,0.3$)
	($H_5,0.5$)		($H_4,0.4$)	($H_2,0.2$)	($H_3,0.6$)
资源 φ_3	($H_4,1.0$)	($H_2,0.4$)	($H_3,0.8$)	($H_2,0.6$)	($H_1,0.4$)
		($H_3,0.6$)		($H_3,0.4$)	($H_2,0.6$)

指标的权重指标分别为: $\lambda_1 = 0.3, \lambda_2 = 0.2, \lambda_3 = 0.2, \lambda_4 = 0.2, \lambda_5 = 0.1$. 则各备选资源的决策轮廓矩阵如下:

$$\begin{aligned} O^1(\varphi_1) &= \begin{bmatrix} 0.15 & 0.00 & 0.148 & 0.00 & 0.004 \\ 0.15 & 0.00 & 0.028 & 0.00 & 0.004 \\ 0.00 & 0.00 & 0.008 & 0.12 & 0.004 \\ 0.00 & 0.16 & 0.008 & 0.08 & 0.054 \\ 0.00 & 0.04 & 0.008 & 0.00 & 0.034 \end{bmatrix}, \\ O^1(\varphi_2) &= \begin{bmatrix} 0.00 & 0.0 & 0.004 & 0.16 & 0.002 \\ 0.00 & 0.0 & 0.004 & 0.04 & 0.032 \\ 0.00 & 0.2 & 0.104 & 0.00 & 0.062 \\ 0.15 & 0.0 & 0.084 & 0.00 & 0.002 \\ 0.15 & 0.0 & 0.004 & 0.00 & 0.002 \end{bmatrix}, \\ O^1(\varphi_3) &= \begin{bmatrix} 0.0 & 0.00 & 0.008 & 0.00 & 0.04 \\ 0.0 & 0.08 & 0.008 & 0.12 & 0.06 \\ 0.0 & 0.12 & 0.168 & 0.08 & 0.00 \\ 0.3 & 0.00 & 0.008 & 0.00 & 0.00 \\ 0.0 & 0.00 & 0.008 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

假设初始时期($t = 0$) 各备选资源所属等级的先验概率都相同,即

$$p_j^0(x) = \frac{1}{5} (j = 1, 2, \dots, 5),$$

且 $\omega = 0.8$,则由式(2),(3) 和式(5) 得到资源 $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ 在第一时期总的分布评定为

$$\begin{aligned} V_{\varphi_1} &= \{(C_1,0.281\ 6), (C_2,0.185\ 6), \\ &\quad (C_3,0.145\ 6), (C_4,0.281\ 6), (C_5,0.105\ 6)\}, \\ V_{\varphi_2} &= \{(C_1,0.172\ 8), (C_2,0.100\ 8), \\ &\quad (C_3,0.332\ 8), (C_4,0.228\ 8), (C_5,0.164\ 8)\}, \\ V_{\varphi_3} &= \{(C_1,0.078\ 4), (C_2,0.254\ 4), \\ &\quad (C_3,0.334\ 4), (C_4,0.286\ 4), (C_5,0.046\ 4)\}. \end{aligned}$$

进一步地取评定等级效用分别为

$$\begin{aligned} u(C_1) &= 1, u(C_2) = 0.8, u(C_3) = 0.60, \\ u(C_4) &= 0.40, u(C_5) = 0.2, \end{aligned}$$

那么,备选矿产资源的效用分别为

$$u(g(\varphi_1)) = 0.651\ 2, u(g(\varphi_2)) = 0.577\ 6,$$

$u(g(\varphi_3)) = 0.606\ 4$.
这时,备选资源 φ_1 的效用最大,显然应该将资源 φ_1 作为矿产企业的首选生产资源. 随着时间的推

移备选资源的基本信息会发生一些变化. 如果经过一段时间 t 后,矿产企业的备选资源的信息会发生变化,假设其改变后的信息如表 4 和表 5 所示.

表 4 t 时段后的备选资源指标

资源	可供应量(H_1)	供应价格(H_2)	供货质量(H_3)	交货期(H_4)	资源文化(H_5)
资源 φ_1	6 200	580	(很好,0.6),(好,0.4)	18	不匹配
资源 φ_2	5 300	390	(好,0.55),(一般,0.35)	22	可调和
资源 φ_3	5 500	360	(好,0.6)	13	匹配

表 5 资源分布评定

资源	可供应量(H_1)	供应价格(H_2)	供货质量(H_3)	交货期(H_4)	资源文化(H_5)
资源 φ_1	($H_3,0.7$)	($H_4,0.8$)	($H_1,0.5$)	($H_3,0.6$)	($H_4,0.5$)
	($H_4,0.3$)	($H_5,0.2$)	($H_2,0.3$)	($H_4,0.4$)	($H_5,0.3$)
资源 φ_2	($H_4,0.5$)	($H_3,1.0$)	($H_2,0.6$)	($H_1,0.8$)	($H_2,0.3$)
	($H_5,0.5$)		($H_3,0.3$)	($H_2,0.2$)	($H_3,0.6$)
资源 φ_3	($H_4,1.0$)	($H_2,0.4$)	($H_2,0.6$)	($H_2,0.6$)	($H_1,0.4$)
		($H_3,0.6$)		($H_3,0.4$)	($H_2,0.6$)

这个时期,我们若取权重系数, $\lambda_1 = 0.3,\lambda_2 = 0.3,\lambda_3 = 0.2,\lambda_4 = 0.1,\lambda_5 = 0.1$. 此时,资源的决策轮廓矩阵为

$u(C_2) = 0.8,u(C_3) = 0.65,u(C_4) = 0.35,u(C_5) = 0.2$.

则得到三个备选资源的效用分别为

$$u(g(\varphi_1)) = 0.532\ 5,u(g(\varphi_2)) = 0.588\ 2,$$

$$u(g(\varphi_3)) = 0.549\ 0.$$

这时,备选资源 φ_2 的效用改变为最大,那么,此时应将资源 φ_2 当作矿产企业的次选资源.

显然,基于偏好的矿产资源融合分类法,可克服备选资源的指标属性的粗糙信息对分类结果的影响,使资源选择切实可行. 同时,融合分类法可针对市场信息及时更新资源的指标属性信息,达到动态选择矿产资源的目的,减少决策的主观性.

5 结束语

基于赌局的基本思想,利用融合分类器的原理详细研究了对资源进行动态选择的全部实现过程. 这种基于赌局和融合分类的方法可以帮助分类者克服因分类信息的粗糙性所带来的困难. 理论研究和实证分析表明,该方法在多种矿产资源选择的动态决策中具有可操作性,对资源最优开发环境下的资源动态选择具有一定的指导意义.

参考文献:

[1] 魏一鸣,陈孝华. 用层次分析法确定采矿方法数值决策中的权重系数[J]. 化工矿山技术,1994 (2):15-171.

[2] Sukumar B. A rule-based expert system for mining method selection [M]. CIM Bulletin, 1988.

[3] 李学全,李松仁,尹蒂. 矿产资源综合开发利用评定的

仍取 $\omega = 0.8$,并由式(2),(3) 和式(5) 得到资源 $\varphi_1,\varphi_2,\varphi_3$ 在第二时期总的分布评定为

$$V_{\varphi_1} = \{(C_1,0.145\ 9),(C_2,0.094\ 7),$$

$$(C_3,0.254\ 7),(C_4,0.347\ 0),(C_5,0.118\ 70)\},$$

$$V_{\varphi_2} = \{(C_1,0.103\ 4),(C_2,0.161\ 0),$$

$$(C_3,0.407\ 4),(C_4,0.170\ 6),(C_5,0.157\ 8)\},$$

$$V_{\varphi_3} = \{(C_1,0.060\ 5),(C_2,0.159\ 7),$$

$$(C_3,0.303\ 7),(C_4,0.454\ 1),(C_5,0.022\ 1)\}.$$

此时,若评定等级的效用值变化为 $u(C_1) = 1$,

多目标决策灰色关联度方法[J]. 矿产综合利用, 1996(2):39-43

- [4] 李松仁,李学全,韩旭里. 选矿方案的多目标灰色局势决策[J]. 矿产综合利用,1997(1):37-40
- [5] 陈林,曹树刚. 矿产资源综合利用评定的博弈及最优化分析[J]. 矿业快报,2005(11):112-115.
- [6] Demaison G, Huizinga B J. Genetic classification of petroleum system [M]. AAPG, 1991.
- [7] Haijun Xiao, Fan Hong, Zhaoli Zhang, et al. Intrusion detection using ensemble of SVM classifiers [C]// Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Haikou, Hainan, China:IEEE, 2007:45-49.
- [8] Kittler J, Hatefm, Duinr, et al. On Combining Classifiers [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1998, 20(3):226-239
- [9] 杰弗瑞,杰里. 高级微观经济理论[M]. 王根蓓,译. 2版. 上海:上海财经大学出版社,2002.
- [10] 黄梦醒,潘泉,施建宇,等. 基于多分类器融合的供应链伙伴动态选择方法[J]. 计算机集成制造系统,2007(6):1131-1136.
- [11]高作峰,王友,王国成. 对策理论与经济管理决策[M]. 北京:中国林业出版社,2006.

作者简介:



王玲女,(1959—),副教授. 研究方向为统计学.



余志林 男,(1981—),硕士. 研究方向为数据挖掘.



肖海军 男,(1965—),博士. 研究方向为数据挖掘.

(上接第 158 页)

行处理. 针对非加密通信方式,如果源或目的地址属于黑名单,可以确定为匿名通信行为. 所有的加密通信都属于灰名单,称为疑似匿名通信行为. 为了进一步确定加密通信的性质,通过引入 Jackson 开环排队网络模型和分析方法,对由匿名代理所组成的覆盖网络建立网络模型,利用匿名通信网络模型中等待时间和逗留时间等参数,对加密通信行为进行进一步分析,如果符合该匿名通信网络模型,则确定该加密通信为匿名通信,否则为可信通信,实验结果表明:检测结果的准确率达到 70%以上.

5 结束语

以上匿名通信跟踪技术分析的前提条件是代理主机由于客观原因无法定位,也无法控制或伪装,跟踪者只能在若干个本地链路上部署检测器进行跟踪,并且发送者— n 个匿名代理—接收者之间采用单播通信方式. 但是,当匿名通信引入了组播技术,如何跟踪又是一个新问题,这也是我们下一步研究

的重点.

参考文献:

- [1] 王伟平,陈建二,陈松乔,等. 匿名通信中短距离优先分组重路由方法的研究[J]. 软件学报. 2004,5(4):561-570.
- [2] 睦鸿飞,陈松乔,陈建二,等. 基于重路由匿名通信系统的负载分析[J]. 软件学报,2004,15(2):278-285.
- [3] 睦鸿飞,陈建二,陈松乔,等. 重路由匿名通信系统中基于秘密共享的重路由算法[J]. 计算机研究与发展, 2005,42(10):1660-1666.
- [4] Shields C,Levine B N. A protocol for anonymous communication over the internet[C]//Proc 7th ACM Conference on Computer and Communication Security New York:ACM,2000: 33-42.

作者简介:

程昊 男,(1976—),硕士,高级工程师. 研究方向为网络信息安全及特种通信工程技术.