

# 基于三支决策的医院分级诊疗决策研究

仇国芳, 王小宁

(西安建筑科技大学 管理学院, 西安 710055)

**摘要:**人口众多与医疗资源不均衡加剧了看病难问题,分级诊疗是我国医疗改革的重要举措之一.通过引入三支决策理论,将分级诊疗分为就诊、住院观察和转院 3 个决策类型,在考虑患者分诊风险的基础上,利用贝叶斯理论求得决策阈值,从而给出了分级诊疗的定量决策方法,通过实例验证了三支决策在分级诊疗决策研究中的可行性.

**关键词:**资源配置;分级诊疗;三支决策;贝叶斯决策

**中图分类号:** TB114.1

**文献标志码:** A

我国人口众多医疗资源分布极不平衡,很多三甲医院日均门诊量已破万,社区医院日均诊疗量仅为十余人<sup>[1]</sup>,形成“两极分化”的现象,这种供需矛盾使我国“看病难”和“看病贵”的形势依然严峻<sup>[2]</sup>.因此,2014 年国家在政府工作报告中首次使用“分级诊疗体系”一词<sup>[3]</sup>.分级诊疗<sup>[4]</sup>制度通常也叫“社区首诊及双向转诊制度”,就是要按照患者病情的轻、重、缓、急和治疗的难易程度进行等级划分,强调让不同程度的疾病选择最适宜的医疗机构进行恰当诊治.对此不少学者进行了研究.李菲<sup>[5]</sup>认为在自由选择就医的环境下,患者往往过度使用大医院医疗服务,政府为了缓解就医拥挤问题,在各地纷纷新建大医院,结果使就医行为更容易向上集中.李银才<sup>[6]</sup>从价值链视角研究市场经济条件下分级诊疗的形成机制发现,阻碍分级诊疗机制运行的主要因素是医疗机构追求最大化经济利益.李显文<sup>[7]</sup>指出,建立分级诊疗模式的关键在于实现基层首诊和顺利转诊,最重要的问题是群众和医疗机构之间的配合与支持.这些研究大都是从定性的角度研究分级诊疗,本文从定量的角度,引入三支决策方法探讨如何实现分级诊疗,为我国医疗体系落实分级诊疗制度提供一条新的思路.

## 1 预备知识

### 1.1 三支决策思想

三支决策<sup>[8]</sup>(three-way decisions, 3WD)是在粗糙集理论和贝叶斯决策过程的基础上提出的一种求解复杂问题的方法.它的主要思想是将整体划分为 3 个互不相交的成对区域,如对于投资决策问题,在判断清楚的情况下可以选择投资或不投资,在判断不清的情况下,不急于做出决策,再收集资料或再斟酌研讨,也就是延迟决策.三支决策在二支决策的基础上,增加了一个选择考虑的机会,非常符合人们的实际决策方式,因而更具有现实意义.

**定义 1**<sup>[9]</sup> 设  $U = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  是有限、非空实体集,  $A$  是有限条件集.针对条件集  $A$ , 三支决策通过映射  $f$  将实体集  $U$  分为 3 个两两不相交的  $P$ -域(正域)、 $B$ -域(边界域)和  $N$ -域(负域),表达式为:  $U \xrightarrow{f} \{P, B, N\}$ ,  $P, B$  和  $N$  是  $U$  的子集,并且  $P \cap B = \emptyset, P \cap N = \emptyset, N \cap B = \emptyset$ .

**定义 2**<sup>[10]</sup> 设  $S = \{U, A, V, F\}$  是一个信息系统,其中:  $U = \{x_1, x_2, \dots, x_{|U|}\}$  是对象的非空有限集合,

收稿日期:2017-09-23;修回日期:2017-10-15.

基金项目:陕西省自然科学基金项目(2015JM7363);教育部人文社科基金(12YJA630019).

作者简介:仇国芳(1967-),女,上海人,西安建筑科技大学教授,博士,研究方向为决策理论与方法,E-mail:987571705@qq.com.

通信作者:王小宁,E-mail:894348647@qq.com.

即为论域;  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  是属性的有限非空集合;  $V = \cup V_a$ , 其中,  $a \in A, V_a$  为属性  $a$  对应的值域;  $F: U \times A \rightarrow V$  为信息函数, 对于  $\forall a \in A, \forall x \in U, f(x, a) \in V_a$ , 任一子集满足  $\emptyset \neq R \subseteq A$ , 则在  $U$  上的等价关系的定义为:  $i_d(R) = \{(x, y) \in U \times U \mid f(x, q) = f(y, q), \forall q \in R\}$ .

1.2 贝叶斯理论决策思想

贝叶斯理论<sup>[11]</sup>是风险型决策方法之一, 其思想就是以期望损失最小为决策依据, 选择合适的决策方案, 即决策风险最小化下的决策方案选择. 集合  $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m\}$  是  $m$  个元素的有限状态集合,  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  是  $n$  个元素的有限可能发生的行动集合.  $(\omega_i \mid x)$  是  $x$  在给定的状态  $\omega_i$  下的条件概率.  $\lambda(a_j \mid \omega_i)$  表示在状态  $\omega_i$  下采取  $a_j$  行为所造成的损失或费用. 对于一个对象  $x$ , 如果选择了  $a_j$  行为, 那么它的期望损失为:  $R(a_j \mid x) = \sum_{i=1}^m \lambda(a_j \mid \omega_i) \Pr(\omega_i \mid x)$ , 通过以上描述, 对于每一个对象  $x$ , 就可以求出每个动作的损失函数, 并获得在不同状态下采取不同动作的期望损失, 从中选择条件风险最小的动作.

2 基于三支决策的分级诊疗决策模型

2.1 分级诊疗决策损失与阈值的确定

决策粗糙集(DTRS)是利用两个状态集和 3 个行动集来描述决策过程. 状态集  $\Omega = \{X, \neg X\}$  分别表示某事件属于  $X$  和不属于  $X$ , 行动集  $A = \{a_P, a_B, a_N\}$  分别表示接受某事件、延迟决策和拒绝某事件 3 种行动. 考虑到采取不同行动可能会产生不同的损失, 用  $\lambda_{PP}, \lambda_{BP}, \lambda_{NP}$  分别表示当  $x$  属于  $X$  时, 采取行动  $a_P, a_B$  和  $a_N$  下的损失, 同样地, 用  $\lambda_{PN}, \lambda_{BN}, \lambda_{NN}$  分别表示当对象  $x$  不属于  $X$  时, 采取行动  $a_P, a_B$  和  $a_N$  下的损失. 因此, 记对象  $x$  的特征描述为等价类  $[x]_R$ , 则采取  $a_P, a_B$  和  $a_N$  3 种行动下的期望损失可分别表示为:

$$\begin{aligned} R(a_P \mid [x]_R) &= \lambda_{PP} \Pr(X \mid [x]_R) + \lambda_{PN} \Pr(\neg X \mid [x]_R), \\ R(a_B \mid [x]_R) &= \lambda_{BP} \Pr(X \mid [x]_R) + \lambda_{BN} \Pr(\neg X \mid [x]_R), \\ R(a_N \mid [x]_R) &= \lambda_{NP} \Pr(X \mid [x]_R) + \lambda_{NN} \Pr(\neg X \mid [x]_R), \end{aligned}$$

其中, 条件概率  $\Pr(X \mid Y) = \frac{|X \cap Y|}{|Y|}$ . 根据贝叶斯最小化风险代价决策原则, 可以得到:

- (P): 若  $R(a_P \mid [x]_R) \leq R(a_B \mid [x]_R)$  和  $R(a_P \mid [x]_R) \leq R(a_N \mid [x]_R)$  同时成立, 则  $x \in POS(X)$ ;
- (B): 若  $R(a_B \mid [x]_R) \leq R(a_P \mid [x]_R)$  和  $R(a_B \mid [x]_R) \leq R(a_N \mid [x]_R)$  同时成立, 则  $x \in BND(X)$ ;
- (N): 若  $R(a_N \mid [x]_R) \leq R(a_P \mid [x]_R)$  和  $R(a_N \mid [x]_R) \leq R(a_B \mid [x]_R)$  同时成立, 则  $x \in NEG(X)$ .

因  $P(X \mid [x]_R) + P(\neg X \mid [x]_R) = 1$ , 通常进行正确分类决策的风险代价最小, 而延迟分类的风险代价小于错误分类的决策风险, 因此可以做出一个合理的假设为:  $0 \leq \lambda_{PP} < \lambda_{BP} < \lambda_{NP}, 0 \leq \lambda_{NN} < \lambda_{BN} < \lambda_{PN}$ . 故

$$\alpha = \left(1 + \frac{\lambda_{BP} - \lambda_{PP}}{\lambda_{PN} - \lambda_{BN}}\right)^{-1}, \beta = \left(1 + \frac{\lambda_{NP} - \lambda_{PP}}{\lambda_{BN} - \lambda_{NN}}\right)^{-1}, \tag{1}$$

其中阈值<sup>[12-13]</sup>对  $(\alpha, \beta)$  满足  $0 \leq \beta < \alpha \leq 1$ , 由此得到简化的决策规则(P), (B), (N)可定义为:

- (P1): 如果  $\Pr(X \mid [x]_R) \geq \alpha$ , 则  $x \in POS(X)$ ;
- (B1): 如果  $\beta < \Pr(X \mid [x]_R) < \alpha$ , 则  $x \in BND(X)$ ;
- (N1): 如果  $\Pr(X \mid [x]_R) \leq \beta$ , 则  $x \in NEG(X)$ .

上述 3 个部分分别对应三支决策的 3 个不同的分类, 对于给定患者的诊疗决策, 患者态度共有两种状态, 分别为同意和不同意, 记为  $X, \neg X$ . 因此, 在采用三支决策方法进行判定时, 诊疗决策共有 3 种可能, 分别为在此医院就诊、住院观察以及转走, 分别记为  $a_P, a_B, a_N$ , 如表 1 所示.

表 1 各诊疗决策对应损失值

符号	对应的损失值	符号	对应的损失值
$\lambda_{PP}$	同意在医院就诊的损失值	$\lambda_{PN}$	不同意在医院就诊的损失值
$\lambda_{BP}$	同意住院观察的损失值	$\lambda_{BN}$	不同意住院观察的损失值
$\lambda_{NP}$	同意转走的损失值	$\lambda_{NN}$	不同意转院的损失值

注: 损失值指的是医院针对患者治愈风险的大小.

根据所得的诊疗决策对应的损失值,结合(1)式可以计算得到两个阈值  $\alpha$  和  $\beta$ , 然后可以根据判断规则确定每个患者的诊疗选择.

## 2.2 分级诊疗的决策步骤

步骤 1 信息系统的构建,见表 2.

表 2 分级诊疗评价信息系统

患者	指标			
	$a_1$	$a_2$	...	$a_m$
$x_1$	$V_{11}$	$V_{12}$	...	$V_{1m}$
$x_2$	$V_{21}$	$V_{22}$	...	$V_{2m}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
$x_n$	$V_{n1}$	$V_{n2}$	...	$V_{nm}$

注:  $x_n$  为第  $n$  个肾衰竭患者,  $n$  为患者总数, 通过信息函数来确定每个对象在每个评价指标下的属性值.

步骤 2 收集患者症状的相关信息, 并将收集来的数据进行标准化处理.

步骤 3 评价指标约简<sup>[14-15]</sup>, 删除多余指标, 实现评价指标的约简.

①根据等价关系  $i_d(A)$  来计算对象集的下近似  $pos_{i_d(A)}(U)$ ;

②依次从属性集  $A$  中删除一个指标, 计算对象集  $x$  在等价关系下的下近似  $pos_{i_d(A-a_i)}(U)$ , 并与  $pos_{i_d(A)}U$  进行比较, 假如  $pos_{i_d(A)}U \neq pos_{i_d(A-a_i)}U$  则在指标集  $A$  中冗余, 在后期可以进行约简, 约简后不会影响评价结果; 假如  $pos_{i_d(A)}U = pos_{i_d(A-a_i)}(U)$ , 则表明在指标集  $A$  中是不可缺少的, 不能进行约简, 一旦约简将会严重影响评价结果.

步骤 4 构建新的信息系统, 利用属性约简后指标集来构建新的信息系统  $S' = \{U, A', V, V\}$ , 其中,  $A'$  表示为由  $A$  中全部不可缺少的属性构成的属性集.

步骤 5 权重值确定<sup>[16]</sup>, 指标权重的确定是借助粗糙集方法中重要度思想, 根据去除某些属性后, 评价对象分类的变化程度来进行确定. 如果删除某个指标后, 对象的分类变化很小, 则表明该指标重要性较低, 反之表明该指标重要性高.

①计算属性依赖度: 设  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  是论域  $U$  的一个分类, 其中  $X_i (i=1, 2, \dots, n)$  为  $X$  的一个类别,  $R \subseteq A$ , 则  $X$  的属性依赖度为:

$$\gamma_{i_d(R)}(X) = \frac{\sum_{i=1}^n |pos_{i_d(R)}(X_i)|}{|U|}, \quad (2)$$

其中,  $|\cdot|$  表示集合的基.

②计算指标重要性: 在信息系统  $S = \{U, A, V, F\}$  中  $P, Q \subseteq A, p \in P$ , 则属性重要度表示为:

$$sgf(p, Q) = \gamma_{i_d(P)}(Q) - \gamma_{i_d(P-p)}(Q), \quad (3)$$

则属性  $a_i (a_i \in A)$  在  $A$  中的重要度为:

$$sgf(a_i, A) = \gamma_{i_d(A)}(A) - \gamma_{i_d(A-a_i)}(A) = 1 - \gamma_{i_d(A-a_i)}(A), \quad (4)$$

③计算指标权重: 对每个评价指标的重要度要进行归一化处理, 确定每个评价指标的权重,

$$w_j = sgf(a_j, A') / \sum_{j=1}^{|A'|} sgf(a_j, A'), \quad (5)$$

将每个指标的权重汇总在一起, 得到权重集.

步骤 6 采用领域专家群决策法计算诊疗决策的风险损失值  $\lambda$ , 即给出表 6 中的数据.

步骤 7 根据(1)式, 计算决策阈值  $\alpha$  和  $\beta$ .

步骤 8 对论域  $U$  进行划分, 求出等价类, 分别计算每个等价类的概率  $P(X | [x])$ , 并依据步骤 7 求得的决策阈值, 结合判断决策规则对选定患者的诊疗结果进行决策: 若  $\Pr(X | x_i)$  满足 P1, 则在此医院就诊;  $\Pr(X | x_i)$  满足 N1, 则该患者转院; 若  $\Pr(X | x_i)$  满足 B1, 则需住院观察.

## 3 实例分析

为了验证上述方法的有效性, 本文以在某市三级综合医院就诊肾衰竭为例, 对其分级诊疗决策进行研

究.肾衰竭是各种慢性肾脏疾病发展到后期而引起的肾功能部分或者全部丧失的一种病理状态.近年来,肾衰竭的患者越来越多,对医院的要求也不断增加,在该医院治疗过程中将频繁出现转走患者的情况,且肾衰竭的并发症较多,符合前文提出的模型特点.

1)构建信息系统.本次有 16 位肾衰竭患者库进行分级诊疗决策,通过对患者症状进行 5 分等级评价法打分,并对数据进行归一化处理.

根据肾衰竭患者症状中消化系统(食欲  $a_1$ 、恶心  $a_2$  和腹泻  $a_3$ )、心血管系统(血压  $a_4$  和心律  $a_5$ )、神经系统(记忆  $a_6$ 、肌肉疼  $a_7$ 、焦虑  $a_8$ 、头疼  $a_9$ 、困倦  $a_{10}$ )、血液系统(牙龈  $a_{11}$ 、鼻子  $a_{12}$ 、消化道  $a_{13}$ 、皮肤  $a_{14}$ 、眼睛  $a_{15}$  和贫血  $a_{16}$  等的出血情况)和呼吸系统(肺水肿  $a_{17}$ ,咳嗽  $a_{18}$ )等 18 个条件属性划分,通过信息函数来确定每个对象在每个评价指标下的属性值,见表 3.

表 3 离散化数据表

U	A																	
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	$a_{18}$
$x_1$	4	5	4	4	3	3	4	5	4	5	3	4	4	4	4	1	3	5
$x_2$	5	4	2	3	5	2	2	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3
$x_3$	3	4	4	3	5	3	3	5	5	3	4	4	4	3	3	4	3	4
$x_4$	4	5	3	2	4	2	3	4	4	2	4	4	3	2	4	3	5	4
$x_5$	5	4	2	3	5	2	2	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3
$x_6$	4	5	4	4	3	3	4	5	4	5	3	4	4	4	4	1	3	5
$x_7$	3	4	4	3	5	3	3	5	5	3	4	4	4	3	3	4	3	4
$x_8$	4	5	3	2	4	2	3	4	4	2	4	4	3	2	4	3	5	4
$x_9$	1	4	2	3	2	2	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3
$x_{10}$	4	5	4	4	3	3	4	5	4	5	3	4	4	4	4	1	3	5
$x_{11}$	3	4	4	3	5	3	3	5	5	3	4	4	4	3	3	4	3	4
$x_{12}$	1	4	2	3	2	2	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3
$x_{13}$	4	5	4	4	3	3	4	5	4	5	3	4	4	4	4	1	3	5
$x_{14}$	4	5	3	2	4	2	3	4	4	2	4	4	3	2	4	3	5	4
$x_{15}$	1	4	2	3	2	2	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	4	3
$x_{16}$	4	5	3	2	4	2	3	4	4	2	4	4	3	2	4	3	1	4

2)信息系统的约简及新信息系统的构建.①信息系统中的指标集为:  $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_{18}\}$ ,将每个指标的等价关系记为  $i_d\omega$ ,信息系统中的对象集为:  $U = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_{16}\}$ ,则可得:  $pos_{i_d(A)}(U) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}\}$ .

②依次从指标集中剔除某一指标,得到对象集在等价关系  $i_d(A-a_i)$  下的下近似如下:

$$\begin{aligned}
 &pos_{i_d(A-a_2)}(U) = pos_{i_d(A-a_3)}(U) = pos_{i_d(A-a_6)}(U) = pos_{i_d(A-a_8)}(U) = pos_{i_d(A-a_9)}(U) = \\
 &pos_{i_d(A-a_{11})}(U) = pos_{i_d(A-a_{12})}(U) = pos_{i_d(A-a_{14})}(U) = pos_{i_d(A-a_{15})}(U) = pos_{i_d(A-a_{18})}(U), \\
 &pos_{i_d(A-a_1)}(U) = \{x_1, x_3, x_4, x_6, x_7, x_8, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}\}, \\
 &pos_{i_d(A-a_4)}(U) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_8, x_9, x_{10}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}\}, \\
 &pos_{i_d(A-a_5)}(U) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_{10}, x_{11}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}\}, \\
 &pos_{i_d(A-a_7)}(U) = \{x_1, x_2, x_4, x_5, x_6, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{13}, x_{14}, x_{16}\}, \\
 &pos_{i_d(A-a_{10})}(U) = \{x_1, x_2, x_3, x_5, x_6, x_7, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}\}, \\
 &pos_{i_d(A-a_{13})}(U) = \{x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}\}, \\
 &pos_{i_d(A-a_{16})}(U) = \{x_2, x_3, x_4, x_5, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}\}, \\
 &pos_{i_d(A-a_{17})}(U) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}\}.
 \end{aligned}$$

③对指标进行必要的考察.由上面分析可知剔除指标  $a_2, a_3, a_6, a_8, a_9, a_{11}, a_{12}, a_{14}, a_{15}, a_{18}$  对 A 等价关

系没有任何影响,所以这些指标在指标集中是冗余的,应当进行约简,剔除.而剔除指标  $a_1, a_4, a_5, a_7, a_{10}, a_{13}, a_{16}, a_{17}$  将会产生不同程度的影响,所以这些指标在指标集中是必要的,应当保留.

④由这些必要指标构成新的指标集  $A' = \{a_1, a_4, a_5, a_7, a_{10}, a_{13}, a_{16}, a_{17}\}$ ,进而得到一个新的信息系统  $S' = \{U, A', V, F\}$ ,见表 4.

表 4 约简后的信息表

U	A							
	$a_1$	$a_4$	$a_5$	$a_7$	$a_{10}$	$a_{13}$	$a_{16}$	$a_{17}$
$x_1$	4	4	3	4	5	4	1	3
$x_2$	5	3	5	2	4	3	2	4
$x_3$	3	3	5	3	3	4	4	3
$x_4$	4	2	4	3	2	3	3	5
$x_5$	5	3	5	2	4	3	2	4
$x_6$	4	4	3	4	5	4	1	3
$x_7$	3	3	5	3	3	4	4	3
$x_8$	4	2	4	3	2	3	3	5
$x_9$	1	3	2	5	4	3	2	4
$x_{10}$	4	4	3	4	5	4	1	3
$x_{11}$	3	3	5	3	3	4	4	3
$x_{12}$	1	3	2	5	4	3	2	4
$x_{13}$	4	4	3	4	5	4	1	3
$x_{14}$	4	2	4	3	2	3	3	5
$x_{15}$	1	3	2	5	4	3	2	4
$x_{16}$	4	2	4	3	2	3	3	1

3)计算指标的权重.①按照(2)~(5)式,依次计算各个指标对于指标集的依赖度、重要性和权重,见表 5.

表 5 各指标依赖度、重要性和权重

类别	指标							
	$a_1$	$a_4$	$a_5$	$a_7$	$a_{10}$	$a_{13}$	$a_{16}$	$a_{17}$
依赖度	13/16	14/16	12/16	14/16	14/16	14/16	14/16	13/16
重要性	3/16	2/16	4/16	2/16	2/16	2/16	2/16	3/16
权重	0.136	0.091	0.091	0.182	0.091	0.091	0.091	0.136

4)通过估计诊疗决策的风险损失值  $\lambda$  来计算阈值  $\alpha$  和  $\beta$ ,6 个损失函数值由相关专家仔细评估得到,见表 6.

表 6 对象  $x$  的 6 个损失函数

$\lambda_{PP}$	$\lambda_{BP}$	$\lambda_{NP}$	$\lambda_{PN}$	$\lambda_{BN}$	$\lambda_{NN}$
0.2	0.8	2.8	1.2	0.5	0.1

根据(1)式得出: $\alpha=0.5385, \beta=0.1667$ .

5)对论域  $U$  进行划分,求出等价类,分别计算每个等价类的概率  $P(X | [x])$ ,结合判断决策规则对选定患者的诊疗结果进行决策.

根据表 3 对论域  $U$  进行划分,可得如下等价类: $U/A = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\}$ ,其中,  $X_1 = \{x_1, x_6, x_{10}, x_{13}\}, X_2 = \{x_2, x_5\}, X_3 = \{x_3, x_7, x_{11}\}, X_4 = \{x_4, x_8, x_{14}, x_{16}\}, X_5 = \{x_9, x_{12}, x_{15}\}$ .

假如设  $X = \{x_1, x_3, x_4, x_9, x_{10}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{16}\}$ ,则计算  $\Pr(X | [x])$  :

$$\Pr(X | X_1) = \frac{|X \cap X_1|}{|X_1|} = \frac{3}{4} = 0.75.$$

同理:  $\Pr(X | X_2) = 0, \Pr(X | X_3) = 0.33, \Pr(X | X_4) = 0.75, \Pr(X | X_5) = 0.67$ .

在各阶段分类过程中,根据决策规则,  $\Pr(X | X_1) = \Pr(X | X_4) > \Pr(X | X_5) > \alpha$ ,则将  $\{x_1, x_3, x_6, x_7, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}\}$  划分到正域,也即患者在此医院就诊;而  $\Pr(X | X_2) < \beta$ ,则将  $\{x_2, x_5\}$  划分到负域,则患者应转院;  $\beta < \Pr(X | X_3) < \alpha$ ,则将  $\{x_3, x_7, x_{11}\}$  划分到边界域,即患者应住院观察.

## 4 结 论

分级诊疗是我国医疗体系改革的措施之一,随着信息化网络化水平的提升,探索智能化分级诊疗决策方法具有重要意义.本文将三支决策理论引入分级诊疗决策,将诊疗决策分为在此医院就诊、住院观察以及转院3种决策方案,利用以往病历资料构建信息系统,采用三支决策和贝叶斯风险决策思想,给出了在决策风险最小化条件下的决策方案选择方法,从而实现了定量分级诊疗目的.不仅为分级诊疗提供了新的思路和方法,也为医生的决策诊断提供更好的参考与支撑.当然在实践过程中,根据不同的患者的病情的具体情况,决策损失函数的取值还有待进一步研究和完善.

## 参 考 文 献

- [1] 邓峰,高建民.我国医疗资源与利用相关情况回顾分析[J].中国卫生经济,2013,32(2):83-85.
- [2] 陈妍,周文慧,华中生,单汨源.面向延时敏感患者的转诊系统定价与能力规划[J].管理科学学报,2015,18(4):73-83.
- [3] 王帆.基于分级诊疗体系的基层医疗服务改革探讨[J].长沙民政职业技术学院学报,2015,22(2):6-9.
- [4] 高和荣.健康治理与中国分级诊疗制度[J].公共管理学报,2017,14(2):139-144.
- [5] 李菲.我国医疗服务分级诊疗的具体路径及实践程度分析[J].中州学刊,2014(11):90-95.
- [6] 李银才.价值链与分级诊疗形成机制改革[J].卫生经济研究,2016(8):16-19.
- [7] 李显文.对我国分级诊疗模式相关问题的思考[J].卫生经济研究,2015(3):18-20.
- [8] 于洪,李天瑞,姚一豫,等.三支决策:复杂问题求解方法与实践[M].北京:科学出版社,2015.
- [9] Yao Y Y. Three-way decisions with probabilistic rough sets[J].Information Sciences,2010,180(3):341-353.
- [10] Zhao Y, Wong S K M, Yao Y Y. Attribute reduction in decision-theoretic rough set models[J].Info-Rmation Sciences,2013,178(17):3356-3373.
- [11] 孟超,余建坤.三支决策与决策粗糙集融合模型[J].计算机系统应用,2016,25(04):174-179.
- [12] 史进玲,张全友,杜根远.基于风险最小化的多粒度三支决策模型[J].河南师范大学学报(自然科学版),2017,45(2):101-107.
- [13] Yao Yiyu. Three-way decisions with probabilistic rough sets[J].Information Sciences,2010,180(3):341-353.
- [14] 邓晓飞,王洪凯,姚一豫.基于三支决策的自适应粗糙集近似[C]//贾修一,商琳,李天瑞,等.三支决策理论与应用.南京:南京大学出版社,2012:118-130.
- [15] Deng X F, Yao Y Y. Decision-theoretic three-way approximations of fuzzy sets [J].Information Sciences,2014(279):702-715.
- [16] 徐天应,干晓蓉.基于二元语义与粗糙集的多属性决策方法[J].统计与决策,2014(1):27-29.

## Research on the decision-making of hospitals based on three decisions

Qiu Guofang, Wang Xiaoning

(School of Management, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an 710055, China)

**Abstract:** The problem of difficulty in seeing a doctor is exacerbated by the large population and unbalanced medical resources. Grading medical diagnosis and treatment from classification of patients is one of the important polices in China's health care reform. This paper introduces theory of three-way decisions into grading medical diagnosis and treatment. Three hierarchical medical diagnosis and treatment are called outpatient, hospitalization, and transferring to other hospital. Based on the treatment risk of patients, we use Bayesian theory to obtain the decision threshold from three-way decisions. Thus a kind of quantitative decision-making method is constructed and its feasibility is illustrated by a medical example.

**Keywords:** resource allocation; grading diagnosis and treatment; three-way decision; Bayesian theory