

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.05.008

不确定多属性统计方法的战场目标排序研究

左学胜, 赵师, 周述栋

(蚌埠坦克学院 作战指挥教研室, 安徽 蚌埠 233050)

摘要: 针对现行作战决策算法解决战场目标排序中存在的问题, 运用一种新的随机变量和统计特征的新方法解决战场目标排序问题。建立不确定多属性统计方法的模型, 对目标威胁程度进行排序, 并应用到战场目标排序中。实例说明了该方法的有效性, 但随机变量的统计特征与随机变量分布本身包含的信息仍有差距, 还需进一步研究。

关键词: 多属性决策; 统计方法; 战场目标排序

中图分类号: O223 **文献标识码:** A

Research of Battle Field Targets Sequencing in Uncertain Multi-Attribute Decision Statistical Method

ZUO Xue-sheng, ZHAO Shi, ZHOU Shu-dong

(Staff Room of Operation Command, Bengbu Tank Institute, Bengbu 233050, China)

Abstract: Aiming at the problem of current campaign decision solving battle field sequencing, use a new statistical characteristic of the sum of random variables for the problem of targets sequencing. The uncertain multi-attribute decision making problem in which the attribute values are interval numbers is established. Finally, a numerical example is given to demonstrate its effectiveness. But the statistics features of random variable is different with the random variable features, the further research is needed.

Keywords: Multi-attribute decision making; Statistical method; Battle field targets sequencing

0 引言

对战场目标的威胁程度进行排序, 合理地分配兵力火力, 完成作战任务, 是指挥员指挥决策的一项重要内容。战场目标排序是一个多属性决策问题, 对具有不确定区间值的战场目标排序已有不少研究成果。文献[1-4]研究了不同作战环境中的战场目标威胁和排序问题, 但由于没有考虑区间数中的统计信息, 从而主观臆断地认为各方案的综合评价在区间上是均匀分布的。故运用不确定多属性统计方法, 对目标威胁程度进行排序。

1 不确定性多属性统计方法

1.1 不确定性多属性决策模型

定义 1 设 R 为实数域, 称闭区间 $[x^L, x^R]$ 为区间值, 用 x 表示, 其中 $x^L, x^R \in R, x^L < x^R$ 。

用下列记号表示具有不确定性区间值多属性决策问题有关的集与量: $S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ 表示 m 个决策方案的集合; $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$ 表示 n 个属性的集合。假设这些属性是加性独立的, 以保证存在加性形式的效用函数, 即文中的综合评价值。

$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}^T$ 表示属性的权重向量, 其中:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad w_j \geq 0$$

$A = (a_{ij})_{m \times n}$ 表示带有区间值的决策矩阵, 其中, $a_{ij} = [a_{ij}^L, a_{ij}^U]$ 表示方案 S_i 对于属性 Q_j 的一个结果, 假定 A 已被规范化 (即所有的属性转化为效益型属性), $a_{ij}^L, a_{ij}^U \in [0, 1], \forall i, j$ 。

决策者的目标就是从集合 S 中选择 $M (M \leq m)$ 个最满意的方案或一个最好的方案。

1.2 基于统计特征的排序方法

由于方案 S_i 对于属性 Q_j 上的结果为 $a_{ij} = [a_{ij}^L, a_{ij}^U]$, 一般地, 如果决策者没有偏好信息可用, 可认为 $a_{ij} = [a_{ij}^L, a_{ij}^U]$ 是均匀分布的, 根据统计学中随机变量和概论理论, 记方案 S_i 的综合评价值为 $u_i, i = 1, 2, \dots, m$, 则容易知道 u_i 的统计特征的期望 Eu_i 和方差 Du_i , 计算公式分别为:

$$Eu_i = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n w_j (a_{ij}^L + a_{ij}^U) \quad [5] \quad Du_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^n w_j^2 (a_{ij}^U + a_{ij}^L) \quad [5]$$

下面定义区间值的优先序, 不失一般性, 只讨论 2 个方案 S_i 和 S_j 的排序。

定义 2 S_i 优于 S_j 是指发生下列 2 种情形之

收稿日期: 2009-12-30; 修回日期: 2010-03-10

作者简介: 左学胜 (1982-), 男, 安徽人, 硕士, 从事作战指挥方面研究。

一: ① $Eu_i > Eu_j$; ② $Eu_i = Eu_j$, 且 $Du_i < Du_j$, 记 $S_i > S_j$ 。 S_i 等价于 S_j 是指 $Eu_i = Eu_j$, $Du_i = Du_j$, 记为 $S_i \sim S_j$ 。 d_i 劣于 d_j 是指下列 2 种情况之一发生:

① $Eu_i < Eu_j$; ② $Eu_i = Eu_j$, 且 $Du_i > Du_j$, 记 $S_i < S_j$ 。

以上定义的区间值优先序具有如下性质:

性质 1 传递性 $S_i > S_j, S_j > S_k, \Rightarrow S_i > S_k$ 。

性质 2 连通性 对任意 $S_i, S_j \in S, i \neq j$,

$S_i > S_j, S_i \sim S_j, S_i < S_j$ 这 3 种情况有且只有一种情况发生。

因此, 可以首先计算 Eu_i 和 $Du_i, i=1,2,\dots,m$; 然后比较 $Eu_i, i=1,2,\dots,m$ 的大小, 当 $Eu_i = Eu_j$, 再比较相应的 Du_i 和 Du_j 的大小; 最后给出对应方案的排序结果 $S'_1 > S'_2 > \dots > S'_m, S'_i \in S, i=1,2,\dots,m$ 。

2 不确定性多属性统计方法在战场目标排序中的应用

考虑一个防空重点保卫目标优选与排序问题^[1], 通常情况下防空保卫目标的重要程度以目标价值、保卫迫切程度和工程特征 3 个属性作为评估指标。设有 5 个防空重点目标需要保卫。并假定属性的权重向量为 $W=(0.4,0.4,0.2)$ 。决策者以区间值这种不确定形式给出了各方案的属性值。为简化算法, 设表 1 为规范化的决策矩阵。

表 1 规范化决策矩阵

属性	W_1	W_2	W_3
x_1	[0.287,0.356]	[0.199,0.294]	[0.113,0.187]
x_2	[0.186,0.231]	[0.126,0.168]	[0.183,0.292]
x_3	[0.084,0.115]	[0.126,0.210]	[0.122,0.198]
x_4	[0.236,0.292]	[0.206,0.311]	[0.244,0.367]
x_5	[0.084,0.154]	[0.133,0.282]	[0.122,0.233]

利用文中提出的算法, 式 (1) 计算各目标的综合评价值的期望和方差, 结果见表 2。

表 2 各目标综合评价变量的期望与方差

属性	E_u	D_u
x_1	0.257 2	1.615×10^{-2}
x_2	0.189 7	1.101×10^{-2}
x_3	0.139 0	8.2×10^{-3}
x_4	0.270 1	1.597×10^{-2}
x_5	0.166 1	9.89×10^{-3}

各方案的期望值严格递减排列, 故方差的大小可以不需要讨论, 得到的排序结果为 $x_4 > x_1 > x_5 > x_2 > x_3$, 该结果与文献[1]的排序结果完全一致。

显然, 文中的方法更简单易行, 且具备一定的统计理论性质, 克服了现行战场目标排序存在的缺陷。

3 结束语

算例说明了模型的适应性, 但随机变量的统计特征与随机变量分布本身包含的信息仍有差距, 还需进一步研究。

参考文献:

- [1] 宁伟华, 李海龙, 席吉席. 基于不确定多属性决策的防空重点保卫目标优选与排序[J]. 空军工程大学学报, 2006, 7(4): 28-31.
- [2] 徐长江, 王乐群. 基于不确定多属性决策的空中目标威胁评估技术[J]. 现代防御技术, 2009, 37(4): 5-9.
- [3] 王进, 蒋宝唐, 周文学. 区间数 TOPSIS 法在战场目标优选中的应用[J]. 电光与控制, 2007, 14(4): 73-76.
- [4] 卢盈齐, 王颖龙, 祝长英. TOPSIS 法用于区域防空重点保卫目标排序计算[J]. 火力与指挥控制, 2006, 31(2): 20-21.
- [5] 刁联旺, 于永生. 一种区间型不确定多属性决策的统计方法[J]. 江南大学学报, 2007, 6(6): 683-685.
- [6] 徐大杰, 王永彬, 薛剑. 基于熵权的坦克分队作战方案优选[J]. 兵工自动化, 2009, 28(4): 48-50.

(上接第 15 页)

$\Delta E_1 > \Delta E_2$, 故在自行火炮系统这 2 个关键能力指标需求排序中, 持续射速在系统反应时间之前。同理, 通过此方法可依次对各关键性能指标需求进行排序。

4 结束语

通过灵敏度分析, 可以科学直观地确定武器装备关键性能指标对系统效能的影响大小, 从而对关键性能指标需求重点进行排序。同时, 通过灵敏度饱和点值的确定对先前需求分析得出的关键性能指标目标值有一定的验证和修正作用。下一步, 将对多因素同时变化的灵敏度分析进行研究。

参考文献:

- [1] Chairman of the Joint Chiefs of Staff .CJCSM3170.01B: operation of the joint capabilities integration and development system[R]. Washington D.C.: Department of Defense, 2005.
- [2] 侯明. 灵敏度分析在武器装备效能分析中的应用[J]. 炮兵学院学报, 2006, 26(4): 58-60.
- [3] 张宝书. 陆军武器装备作战需求论证概述[M]. 北京: 解放军出版社, 2005.
- [4] 张君齐, 韩朝阳, 徐敏. 基于一致性排序法和模糊综合评价法的潜艇作战效能评估[J]. 四川兵工学报, 2009(10): 90-92.