

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.04.010

模糊亚对策理论在数字化炮兵作战行动中的运用

关永利, 刘生字

(解放军炮兵学院 1系, 合肥 230031)

摘要: 为解决炮兵作战行动分析的随意性和局限性, 建立模糊亚对策理论模型。分析该理论在解决数字化炮兵作战行动中的优越性, 以某一被敌控制的机场为例, 对策理论在数字化炮兵作战行动中的应用进行验证。结果表明, 该模型能解决以往数字化炮兵作战行动多预案间的矛盾性, 提高数字化炮兵作战行动预案科学性, 具有一定的合理性和创新性。

关键词: 模糊亚对策; 炮兵作战行动; 量化决策

中图分类号: O225 **文献标志码:** A

Application of Fuzzy Sub-Measure Theory in Digital Artillery Combat Operations

Guan Yongli, Liu Shengyu

(No. 1 Department, Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: To solve the arbitrary and limitations of the digital artillery operations analysis, establish the model of the fuzzy sub-measures. For analyzing the theory superiority in solving the digital artillery combat operations, taking the enemy controlling airport as example, prove the theory in the digital artillery operations. The result shows that the model, with rationality and innovation, can solve the problems that the digital artillery operations contradictions among multi-plans, and make the digital artillery operations plan more scientific.

Keywords: fuzzy sub-measures; artillery operations; quantitative decision-making

0 引言

数字化炮兵作战行动的最大特点是对抗性, 作战决策通常是在一种冲突环境中进行的对抗分析和对策。在传统的对抗分析理论中, 主要以最大最小原理为决策规则。由于在实际作战行动中, 数字化炮兵双方对各种策略和行动下局势价值的认识很难用支付来描述, 所以, 对数字化炮兵作战行动的分析缺乏一定的应用性和合理性。与传统的对抗分析理论相比, 亚对策分析理论使用偏好排序, 避开了支付值或效用的具体要求, 因此, 在解决数字化炮兵对抗性问题中有较强的使用价值。但在用亚对策分析方法中, 判断对方偏好排序时存在各个指挥员判断不一致性, 或存在多偏好排序, 如果以平均法或其它方法将这种不一致性归化成单一的偏好排序, 显然是不合适的。因此, 笔者运用模糊亚对策理论来处理这种不一致的偏好排序。

1 模糊亚对策模型

在数字化炮兵作战行动中, 对战场上不同的局势, 指挥员会有不同的偏好, 会相应地采取不同的决策, 同时, 对方的决策偏好也会影响到己方指挥员的偏好。对指挥员来说, 己方对局势的偏好是确

定的, 所以, 文中提到的模糊性是指对方偏好。

1.1 模型建立

设有 N 个局势 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$; 判断对方有 L 个偏好排序 Q_1, Q_2, \dots, Q_L ; 各种偏好排序的隶属度为 a_{if} , $f = 1, 2, \dots, L$, 偏好集是模糊的, 表示成 $Q_f = a_1/Q_1 + a_2/Q_2 + \dots + a_i/Q_i + \dots + a_L/Q_L$, 其中第 f 中偏好排序为 Q_f [1]:

$$Q_f = (q_{1f}, q_{2f}, \dots, q_{nf}), \quad f = 1, 2, \dots, L \quad (1)$$

其中, q_{if} 表示局势 i 在第 f 种排序的偏好值。

己方指挥员对各种排序进行亚对策分析, 得到 L 个亚对策解集 R_f , $f = 1, 2, \dots, L$ 。由于各种解集是在不同隶属度下的解集, 因此, R_f 本身是模糊解集, 将其表示成模糊集 \tilde{R}_f [1]。

$$\tilde{R}_f = a_{1f}/u_1 + a_{2f}/u_2 + \dots + a_{nf}/u_n \quad (2)$$

$$\text{隶属度 } a_{if} = \begin{cases} a_{if}, & u_i \in R_f & i = 1, 2, \dots, n \\ 0, & u_i \notin R_f & f = 1, 2, \dots, L \end{cases}$$

将各种模糊解集 \tilde{R}_f 求和, 得到总的模糊解集

\tilde{R} :

收稿日期: 2010-12-02; 修回日期: 2011-01-25

作者简介: 关永利 (1961—), 男, 河北人, 硕士, 副教授, 从事兵种战术研究。

$$R = \sum_{f=1}^L R_f = \sum_{f=1}^L a_1 f / u_1 + \sum_{f=1}^L a_2 f / u_2 + \dots + \sum_{f=1}^L a_n f / u_n \quad (3)$$

根据隶属度最大原则确定平衡局势。

最大隶属度原则：若有 $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ ，使

$$\sum_{f=1}^L a_i f = \max \left\{ \sum_{f=1}^L a_1 f, \sum_{f=1}^L a_2 f, \dots, \sum_{f=1}^L a_n f \right\} \quad (4)$$

则认为 u_i 隶属于 R 。

1.2 求解模型解集

设双方指挥员在第 f 种偏好排序下的偏好矩阵为：

$$(V, Q)_f = \begin{pmatrix} (v, q)_{11} & (v, q)_{12} & \dots & (v, q)_{1n} \\ (v, q)_{21} & (v, q)_{22} & \dots & (v, q)_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (v, q)_{m1} & (v, q)_{m2} & \dots & (v, q)_{mn} \end{pmatrix} \quad (5)$$

其中， v 代表己方指挥员的偏好， q 表示对方指挥员的偏好。己方指挥员具有 M 个策略，对方指挥员具有 N 个策略。

亚对策实际是 B_1, B_2, B_3, B_4 的交集， $R_f = B_1 \cap B_2 \cap B_3 \cap B_4$ ， B_1, B_2, B_3, B_4 可以表示成满足下列条件的集合：

$$\begin{aligned} B_1 &= \{(v, q) | (v, q)_{ij} \geq e_1\} \\ e_1 &= \min \{ \max(v)_{i1}, \max(v)_{i2} \dots \max(v)_{in} \} \\ &\quad v \quad i \quad i \quad i \\ B_2 &= \{(v, q) | (v, q)_{ij} \geq e_2\} \\ e_2 &= \max \{ \min(q)_{i1}, \min(q)_{i2} \dots \min(q)_{in} \} \\ &\quad v \quad i \quad i \quad i \\ B_3 &= \{(v, q) | (v, q)_{ij} \geq e_3\} \\ e_3 &= \max \{ \min(q)_{i1}, \min(q)_{i2} \dots \min(q)_{mj} \} \\ &\quad v \quad i \quad i \quad i \\ B_4 &= \{(v, q) | (v, q)_{ij} \geq e_4\} \\ e_4 &= \min \{ \max(q)_{1j}, \max(q)_{2j} \dots \max(q)_{mj} \} \\ &\quad q \quad j \quad j \quad i \\ &\quad i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (6)$$

更进一步，解集 R_f 可以表示成：

$$\begin{aligned} R_f &= B_v \cap B_q \\ B_v &= \{(v, q) | (v, q)_{ij}, v \geq \max(e_1, e_3)\} \\ B_q &= \{(v, q) | (v, q)_{ij}, v \geq \max(e_2, e_4)\} \end{aligned} \quad (7)$$

其中， $(v, q)_{ij}$ 表示己方指挥员和对方指挥员在局势 ij 下各自的偏好大小； $(v)_{ij}$ 表示己方指挥员在局势

ij 下的偏好； $(q)_{ij}$ 表示对方指挥员在局势 ij 下的偏好。

2 模糊亚对策模型实例应用

例如对某一被敌控制的机场，己方目前有 3 种行动策略可供选择

$$x = \{x_1, x_2, x_3\} \quad (8)$$

其中， x_1 为夺取该机场； x_2 为不采取行动； x_3 为破坏该机场。

经分析，敌人有 2 个行动策略可供选择

$$Y = \{y_1, y_2\} \quad (9)$$

其中， y_1 为从该机场撤退； y_2 为坚守该机场。

根据战场态势，炮兵指挥员要分析研究对策，在己方采取不同的作战行动时，敌方会做出什么样的行动，采用模糊亚对策分析如下：

根据双方策略集构成局势 U ：

$$\text{局势 } U = X \times Y = \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \\ u_{31} & u_{32} \end{pmatrix} \quad (10)$$

经指挥人研究得到在各种局势下己方偏好排序为：

$$V = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 2 & 4 \\ 5 & 6 \end{pmatrix} \quad (11)$$

经分析得敌方模糊偏好排序值如表 1。

表 1 敌方模糊偏好排序值 Q_f

隶属度 a_f	局势 U					
	u_{11}	u_{12}	u_{21}	u_{22}	u_{31}	u_{32}
0.16 a_1	3	6	5	1	4	2
0.38 a_2	1	4	2	5	3	6
0.25 a_3	3	4	2	5	1	6
0.09 a_4	6	2	4	1	5	3
0.13 a_5	6	3	5	2	4	1

由 V 及 Q_f 可得出双方指挥员在第 f 中排序下的双矩阵 (V, Q_f) ， $f=1, 2, \dots, 5$ 。根据式 (5)，对于敌方各种偏好排序，计算此对策的模糊平衡解，然后求得总的模糊解集：

$$R = \sum_{f=1}^5 R_f = \frac{0.38}{u_{31}} + \frac{0.63}{u_{32}} \quad (12)$$

根据最大隶属度原则， u_{32} 是所要求的解，其含义如下：

(下转第 35 页)

位误差也随着增大。这是因为节点通信半径的变化对 Amorphous 算法中的跳数影响较大, 通信半径不规则性给 Amorphous 算法带来积累的误差随着跳数的增加而增加。

3 结论

1) 通过对 3 种算法比较, MCL 算法误差最小。2) 在节点速度测试中, 速度在 0.4 ~ 1 间对误差没有太大的影响, 所以在配置速度较慢的网络时, 可以延长节点的通信时段从而降低通信代价节约能量。3) 当锚点密度大于 1 时, MCL 算法的误差小且变化幅度小, 在无线传感器网络配置时可优先选

(上接第 28 页)

表 1 指挥员博弈中的参数估计值

参数	策略博弈			
	无经验		有经验	
	老练的 EWA	EWA	老练的 EWA	EWA
ϕ	0.44	0.00	0.29	0.22
δ	0.78	0.90	0.67	0.99
κ	0.00	0.00	0.04	0.00
α	0.24	0.00	0.77	0.00
α'	0.00	0.00	0.41	0.00
d	0.16	0.13	0.15	0.11
LL (内)	-2 095.32	-2 155.09	-1 908.48	-2 128.88
LL (外)	-968.24	-992.47	-710.28	-925.09
\bar{p} (内)	0.06	0.05	0.07	0.05
\bar{p} (外)	0.07	0.07	0.13	0.09

在表 1 中, 给出了更符合实际战争中出现的“老练”指挥员模型的参数估计, 既包括无经验的指挥员, 也包括经验丰富的指挥员。在适应性 EWA 模型 ($\alpha=0$) 中, δ 和 κ 的估计值分别接近于 1 和 0, 因此, 在指挥员仅依靠一股信念作出决策时进行限制是合理的。当加入经验丰富的“老练”后, 老练参与者的估计比例在无经验和富有经验的参与者中的估计值分别是 24% 和 77%。这种由经验而导致的百分比上升, 意味着存在着“对学习的学习”, 即经验丰富的指挥员可以更好的从过去的历史经验中得到学习, 通过了解和熟悉作战对手情况, 可以改善自己的决策行为, 制定出针对对方的更科学、有效的决策。

4 结论

通过构建基于 EWA 的指挥员学习模型, 可以有效解决指挥员因缺乏成功历史经验而影响作战决策质量的问题。

参考文献:

[1] 刘树海. 作战行动学[M]. 北京: 解放军出版社, 2009.

择此密度。4) 当节点密度大于 6 时, MCL 算法的误差小且变化幅度小, 在无线传感器网络配置时可优先选择此密度。5) 当取样个数大于 50 时, MCL 算法的误差小且变化幅度小, 取样个数一般取 50。

参考文献:

[1] 孙利民, 李建中, 等. 无线传感器网络[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

[2] 郑相全, 等. 无线自组网技术实用教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

[3] 杨毅, 罗德超. 多尺度分析技术在无线传感器网络节点定位中的应用[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(4): 93-96.

[2] 刘卫国. 作战指挥行为学[M]. 北京: 解放军出版社, 2005.

[3] 韩志明. 作战决策行为研究[M]. 北京: 国防大学出版社, 2005.

[4] (美) 科林·凯莫勒. 行为博弈—对策略互动的实验研究[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2006: 312-329.

[5] 梁开卷. 决策模式选择的权变性[J]. 领导科学, 1996.

[6] 李超, 刘安惠, 等. 军事行为科学[M]. 北京: 军事谊文出版社, 1998.

[7] (美) 朱·弗登伯格. 博弈学习理论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2004.

(上接第 30 页)

1) 敌人不会从机场撤离, 敌人将采取坚守的行动策略;

2) 我方应该采取破坏该机场的行动, 而不是夺取该机场, 也不是坐视不管。

3 结语

数字化炮兵作战行动根植于军事行动的复杂系统当中, 具有较大的弹性和不确定性。模糊亚对策理论以量化的思维模式, 综合考虑各种因素对数字化炮兵作战行动的影响, 局势偏好排序合理, 突出己方作战行动受敌方指挥策略的影响, 解决了以往数字化炮兵作战行动多预案间的矛盾性, 客观、全面反映了炮兵作战行动的特征和实际情况, 提高了数字化炮兵作战行动预案科学性, 为做好数字化炮兵行动预案、数字化炮兵行动评估具有借鉴意义。

参考文献:

[1] 陈之宁. 模糊数学及其军事应用[M]. 北京: 海潮出版社, 2003.

[2] 袁宏伟, 张扬. 灰色局势决策理论在炮兵火力计划优选中的运用[J]. 指挥控制与仿真, 2008(6): 20-22.