

一种基于在线修正时间序列预测方法的UCAV粗决策模型

赵辉¹, 蚩军祥¹, 胡杰¹, 肖树臣²

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 空军航空大学 航空军械工程系, 吉林 长春 130022)

摘要:针对机载传感器不能在作战时限内获取目标参数而造成属性匹配过程失败的情况,提出了一种基于在线修正时间序列预测方法的UCAV粗决策模型。通过对以往时刻传感器数据的时间序列分析,建立最优自回归移动平均模型,根据延迟获取的数据,运用在线修正预测方法,完成对未来时刻传感器数据的预测及预测值的修正,作为粗糙集决策属性匹配的输入完成决策过程。通过对UCAV目标威胁估计实例的分析可知,该模型能在决策数据的基础上,根据时间序列预测值,提取出所有条件下的决策规则,给出有效决策建议。

关键词:在线修正;时间序列预测;粗糙集;决策;自回归移动平均

DOI:10.3969/j.issn.1009-3516.2010.01.002

中图分类号:V279 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2010)01-0005-06

对于UCAV来说,对机载传感器信息的处理是完成诸如态势评估^[1]、威胁估计^[2]、目标分配^[3]等各个全自主(Full Autonomy)作战步骤必不可少的基础。通过对传感器数据的处理,可以给出在某一作战想定下的作战态势,分析作战的优劣关系,预测对方在下一时刻的作战意图,按照对方目标的威胁程度排序,将各目标分配给我方UCAV平台,并将单一UCAV平台所携带的多种武器分配至不同的对方目标,完成作战任务。机载传感器的一个重要评价指标——信息感知速度可表征为传感器探测到目标时所花费的时间^[4]。在UCAV作战过程中,如果传感器受外界干扰,信息感知速度降低,目标属性数据不能被及时获取,决策结果将不能在一定作战时限内给出,造成作战任务失败。

针对UCAV有效载荷小、机载设备少、解算能力弱的特点,粗糙集能够降低其解算负担,提高决策结果的正确性,符合UCAV的作战特点。

基于此,本文提出一种基于在线修正时间序列预测(Time Series Forecasting)方法的UCAV粗决策模型,在粗糙集决策方法的基础上,利用自回归移动平均(Autoregressive Moving Average, ARMA)模型完成对传感器数据的预测,作为粗糙集决策过程中属性匹配的输入,并根据延迟获取的传感器数据值,对时间序列预测结果进行在线修正,提高预测的精度及决策的准确性。

1 模型描述

基于ARMA和粗糙集的UCAV在线修正决策模型包括以下3个单元:

1) 机载传感器单元:由光电/红外/无线电主被动传感器、合成孔径雷达、全向告警雷达、GPS定位系统、无线电高度表组成,战场数据由这些传感器获得。

2) 基于ARMA模型的传感器数据预测单元:实现传感器数据的预处理、模型建立、数据预测和预测在线修正等功能。

* 收稿日期:2009-09-29

基金项目:国家“863”计划资助项目(2008AAXX50703);空军工程大学教研新星培养计划基金资助项目;空军工程大学优秀博士学位论文创新基金资助项目(BC08002)

作者简介:赵辉(1973-),男,甘肃兰州人,副教授,博士,主要从事有人机与无人机机载制导武器系统技术研究。

E-mail: jackyho000@163.com

3) 粗糙集决策单元: 主要完成属性的离散化及约简, 规则的提取、扩展, 属性匹配和决策生成等步骤。

忽略算法执行时间, 设在 T 时刻及之前的所有数据都可以由机载传感器在作战时限 t 内获取, 而 $T+1$ 时刻不满足该条件, T 时刻数据输入至粗糙集决策单元, 完成决策规则的提取, 并将 T 时刻及之前的所有数据送至传感器数据预测单元, 由其对 $T+1$ 时刻的数据进行时间预测, 作为输入完成粗糙集决策的属性匹配过程, 最终给出 $T+1$ 时刻的决策结果。另外, 当 $T+1$ 时刻的数据由传感器延迟 τ 获取后, 将其作为新添加的样本对 ARMA 模型预测结果进行在线修正。

2 基于在线修正时间序列预测的UCAV粗决策方法

2.1 基于 ARMA 模型的传感器数据预测及在线修正

2.1.1 基本思路

将 T 时刻及之前的随时间推移而形成的数据序列视为一个随机时间序列, ARMA 模型认为序列中第 $T+1$ 个时刻的观察值不仅与前 T 个观察值有依存关系, 且与前 T 个时刻进入系统的扰动有依存关系, 由此建立预测模型预测未来值。本文中, ARMA 模型仅需对约简集中的属性值进行预测。

2.1.2 预测及在线修正方法

1) 差值常量化

设由传感器传回的 T 时刻及之前的数据序列为 $\{x_1, x_2, \dots, x_T\}$ 。Box-Cox 变换见公式(1):

$$f_{\lambda}(x_i) = \begin{cases} \frac{x_i^{\lambda} - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \log_{\lambda}(x_i), & \lambda = 0 \end{cases} \quad (1)$$

2) 趋势及周期性消除

使用经典分解模型(Classical Decomposition Model)去除数据序列的趋势和周期性:

$$x_i = m_i + s_i + y_i, \quad i = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

式中: $s_{i+d} = s_i$, $\sum_{i=1}^d s_i = 0$, d 为数据序列的周期; m_i 为趋势分量; s_i 为周期分量; y_i 为随机噪声分量。

利用移动平均滤波器(Moving Average Filter)对 m_i 和 s_i 进行估计。

d 为偶数时, 设 $d = 2l$; d 为奇数时, 设 $d = 2l + 1$, 则分别有式(3)和式(4):

$$\hat{m}_i = (0.5x_{i-l} + x_{i-l+1} + \dots + x_{i+l-1} + 0.5x_{i+l})/d, \quad l < i \leq T-l \quad (3)$$

$$\hat{m}_i = \sum_{j=-l}^l x_{i-j}/d, \quad l+1 < i \leq T-l \quad (4)$$

对于 $k = 1, 2, \dots, d$, 计算出偏移平均值:

$$\omega_k = \{(x_{k+jd} - \hat{m}_{k+jd}), l < k+jd \leq T-l\} \quad (5)$$

由于偏移平均值并不需要严格等于 0, 则:

$$\hat{s}_k = \omega_k - d^{-1}(\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_d) \quad (6)$$

3) 均值归零化

ARMA 模型表征了零均值的 ARMA 过程, 所以, 为了使模型与数据序列特性相一致, 需要将样本数据的均值归零化。将每一个 y_i 值减去均值 Ey_i , 得到归零化后的传感器数据序列。

4) ARMA 模型的建立及参数确定^[5]:

$$\begin{cases} x_i = \phi_0 + \phi_1 x_{i-1} + \dots + \phi_p x_{i-p} + \varepsilon_i - \theta_1 \varepsilon_{i-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{i-q} \\ \phi_p \neq 0, \theta_q \neq 0 \end{cases} \quad (7)$$

式中随机干扰序列 $\{\varepsilon_i\}$ 为零均值白噪声序列, 且当期的随机干扰与过去的序列值无关。

5) 模型建立后, 即可运用线性最小方差预测法对序列在未来某一时刻的值进行预测。具体方法参见文献[6]。

6) 预测值在线修正^[7]

随着时间的发展, 可以获取的传感器数据越来越多, 对序列未来某一时刻的数据 $x_{T+l'}$ 的预测精度将提高。当机载传感器延迟传回的数据 x_{T+l} 加入到 T 时刻及之前的数据序列 $\{x_1, x_2, \dots, x_T\}$ 中时, 如果重新拟合模型进行预测, 将会增加运算量, 降低解算的实时性, 不利于UCAV作战。通过在线修正的方法, 可以避免

这些问题。

已知在旧信息 x_T, x_{T-1}, \dots, x_1 的基础上, $x_{T+l'}$ 的预测值为:

$$\hat{x}_T(l') = G_{l'} \varepsilon_T + G_{l'+1} \varepsilon_{T-1} + \dots + G_{l'+T-1} \varepsilon_1 \quad (8)$$

获得 x_{T+1} 后,重新预测 $x_{T+l'}$ 为

$$\hat{x}_{T+1}(l'-1) = G_{l'-1} \varepsilon_{T+1} + G_{l'} \varepsilon_T + G_{l'+1} \varepsilon_{T-1} + \dots + G_{l'-1+T+1} \varepsilon_1 = G_{l'-1} \varepsilon_{T+1} + \hat{x}_T(l') \quad (9)$$

式中: $\varepsilon_{T+1} = x_{T+1} - \hat{x}_T(1)$; G_j 为 Green 函数,根据式(10)可求出:

$$\begin{cases} G_0 = 1 \\ G_j = \sum_{k=1}^j \phi'_k G_{j-k} \end{cases}, \quad \phi'_k = \begin{cases} \phi_k & k \leq p \\ 0 & k > p \end{cases} \quad (10)$$

2.2 基于预测数据的粗糙集决策

设 $S = (U, A, V, f)$ 为一个信息系统,也称为知识表示系统。其中, $U = \{U_1, U_2, \dots, U_{|U|}\}$ 为有限非空集合,称为论域对象空间; $A = \{A_1, A_2, \dots, A_{|A|}\}$ 为属性的有限非空集合。 $V = \cup V_a$, 其中 $a \in A, V_a$ 为属性 a 的值域; $f: U \times A \rightarrow V$ 为信息函数,对于 $\forall a \in A, \forall x \in U, f(x, a) \in V_a$, 它指定了 U 中每一个对象的属性值。具有条件属性集 C 和决策属性集 $D (A = C \cup D, C \cap D = \emptyset)$ 的信息系统称为决策表^[8]。在本文中, a 对应于某一个传感器,而 $f(x, a)$ 则对应于该传感器获取的数据 x_{iT} , 设所有传感器为 $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, 传感器数据序列为 $\{x_{1T}, x_{2T}, \dots, x_{nT}\}$ 。

1) 属性约简: 在从决策信息数据库中提取决策规则之前,需要进行条件属性的约简^[9], 约去冗余属性,降低所提取的决策规则的复杂度,减小后续的工作量。根据目标条件属性和决策属性的取值,将论域划分为不同的等价类 U/C 和 U/D , 计算出决策系统的决策辨识矩阵 D_d 。当 B 为约简集合时, $B \cap D([x_i]_A, [x_j]_A) \neq \emptyset$ 。

2) 提取决策规则: 在决策表的基础上,根据属形约简的结果,将条件属性和决策属性的对应关系即决策规则提取出来。

3) 规则扩展: 由于决策信息数据库数据量有限,不可能提取出所有条件下的决策规则^[10], 所以需要对已有的决策规则进行规则扩展,给出 T 时刻所有条件下的决策规则,具体方法及过程见文献[2]。

4) 属性匹配及生成决策: 将 T 时刻之后由传感器获取或 ARMA 模型的传感器数据预测及在线修正的数据与扩展后的规则进行属性匹配,给出 T 时刻之后的决策属性^[11]。

3 实现步骤

对于 $i = 1, 2, \dots, T, l' > 0$,

步骤 1 传感器时间序列数据为 x_i , 根据式(1), 设 $\lambda = 0$, 得到 $f_\lambda(x_i)$;

步骤 2 根据式(2)将待处理数据分解为 m_i, s_i 和 y_i , 由式(3) - (6) 给出 m_i 和 s_i 的估计值, 得到平稳残差时间序列 y_i 的估计值 \hat{y}_i ;

步骤 3 按照均值归零化方法, 得到归零化后的传感器数据序列 y'_i ;

步骤 4 在 \hat{y}_i 的基础上, 建立 ARMA(p, q) 模型, 确定其参数, 并根据 AICC 值确定 p, q 值;

步骤 5 按照参考文献[6]中的线性最小方差预测法预测 $\hat{x}_T(l')$;

步骤 6 按照式(8) - (10), 给出预测修正值 $\hat{x}_{T+1}(l'-1)$;

步骤 7 对传感器数据序列 $\{x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}\}$ 进行离散化, 并根据属性约简方法, 给出约简集合 B ;

步骤 8 根据决策表内容, 提取出 $B \rightarrow D$ 的决策规则;

步骤 9 按照文献[12]中所述的方法, 给出如式(13)所示的全部条件下的决策规则;

步骤 10 如果传感器可以在 t 时间内获取目标数据, 则直接进行属性匹配, 若该条件不满足, 则由预测值 $\hat{x}_T(l')$ 或预测修正值 $\hat{x}_{T+1}(l'-1)$ 作为属性匹配输入完成该过程。

4 实例分析

选取某一用于估计目标威胁等级的决策数据库。表中有 7 个条件属性 $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\}$ 和一个

决策属性 d 。条件属性依次为目标速度(m/s)、目标高度(m)、目标离本机的距离(km)、电子战情况、是否锁定、机动情况、作战意图,而决策属性为目标威胁等级。速度大于 300 m/s,则设为“快”,反之则设为“慢”;高度大于 3 000 m,则设为“高”,低于 1 000 m,设为“低”,其他情况设为“中”;与我机距离大于 10 km 设为“远”,小于 5 km 则设为“近”,其他情况设为“中”;由于单个UCAV的作战对象有限,所以仅将目标威胁等级设为“高”、“低”2种情况。直接给出 T 时刻目标离散属性,见表1。

表1 T 时刻目标离散属性Tab.1 Targets' scattered attributes at the time of T

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	d
t_1	快	高	远	否	否	小	否	低
t_2	快	高	近	是	是	大	是	高
t_3	慢	低	近	是	是	大	否	低
t_4	快	中	远	否	是	小	是	高

由条件属性集 C 和决策属性 d 给出的等价类为 $U/C = \{\{t_1\}, \{t_2\}, \{t_3\}, \{t_4\}\}$, $U/d = \{\{t_1, t_2, t_3\}, \{t_4\}\}$, 给出该决策系统的决策辨识矩阵为:

$$D_d = \begin{pmatrix} \emptyset & & & & & & & & \\ \{a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\} & \emptyset & & & & & & & \\ \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\} & \{a_1, a_2, a_7\} & \emptyset & & & & & & \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset & \emptyset & \emptyset & & & & \end{pmatrix}$$

当 B 为约简集合时, $B \cap D([x_i]_A, [x_j]_A) \neq \emptyset$, 则在该例中, $\{a_2, a_7\}$ 和 $\{a_3, a_7\}$ 为该决策系统的 2 个约简。本文选择 $\{a_2, a_7\}$ 进行决策提取。根据决策表中的内容, 给出决策规则见表 2。按照规则扩展方法, 得到扩展决策规则见表 3。

表2 以 $\{a_2, a_7\}$ 为约简的决策规则Tab.2 Decision-making rules based on reduction $\{a_2, a_7\}$

编号	决策规则	支持数
1	if $a_2 = \text{高} \wedge a_7 = \text{否}$ then $d = \text{低}$	1
2	if $a_2 = \text{高} \wedge a_7 = \text{是}$ then $d = \text{高}$	1
3	if $a_2 = \text{低} \wedge a_7 = \text{否}$ then $d = \text{低}$	1
4	if $a_2 = \text{中} \wedge a_7 = \text{是}$ then $d = \text{高}$	1

表3 扩展决策规则

Tab.3 Extended decision-making rules

编号	决策规则
1	if $a_2 = \text{高} \wedge a_7 = \text{否}$ then $d = \text{低}$
2	if $a_2 = \text{高} \wedge a_7 = \text{是}$ then $d = \text{高}$
3	if $a_2 = \text{低} \wedge a_7 = \text{否}$ then $d = \text{低}$
4	if $a_2 = \text{中} \wedge a_7 = \text{是}$ then $d = \text{高}$
5	if $a_2 = \text{低} \wedge a_7 = \text{是}$ then $d = \text{低}$
6	if $a_2 = \text{中} \wedge a_7 = \text{否}$ then $d = \text{低}$

设现在需要对一个对方目标进行威胁估计。目标在 $T+1$ 时刻时, 速度为 285 m/s, 与我机距离 12 km, 未进行电子战, 未锁定我方, 大机动, 且作战意图为“攻击”, 但传感器不能在作战时限 t 内获取目标的高度信息, 此时通过 ARMA 模型对 $T+1$ 时刻的高度信息进行预测, 选取高度信息的 144 个及延迟送回 1 个总计 145 个时间序列值, 在 ITSM2000 环境中完成对未来 100 个时间序列值的预测, 使用 Hannan-Rissanen 算法, 得到表 4 中的 ARMA(p, q) 模型参数, p, q 分别取 1-3。

表4 ARMA(p, q) 模型参数Tab.4 Parameters of ARMA(p, q) model

	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	θ_1	θ_2	θ_3	AICC
ARMA(1,1)	0.955 804			-0.264 716			-0.331 911E+03
ARMA(1,2)	0.954 341			-0.269 572	0.052 058		-0.329 010E+03
ARMA(1,3)	0.932 256			-0.221 629	0.091 919	0.186 620	-0.324 332E+03
ARMA(2,1)	0.899 769	0.056 325		-0.212 896			-0.329 548E+03
ARMA(2,2)	0.870 039	0.073 219		-0.181 549	0.059 155		-0.325 965E+03
ARMA(2,3)	0.866 123	0.066 252		-0.174 497	0.099 174	0.185 474	-0.320 056E+03
ARMA(3,1)	0.793 232	0.139 289	0.017 163	-0.061 457			-0.327 244E+03
ARMA(3,2)	0.843 264	0.089 336	0.184 511	0.140 854	0.276 478		-0.320 702E+03
ARMA(3,3)	0.857 668	0.017 732	0.055 023	0.167 108	0.154 752	0.172 528	-0.316 465E+03

AICC 准则说明,当 AICC 值为最小时,该模型为最优,由表 4 可知,应选取 ARMA(3,3) 模型进行预测。图 1 - 图 4 分别为目标高度的 144 个值、预处理后的值、244 个值及修正后 245 个值随时间变化趋势图。

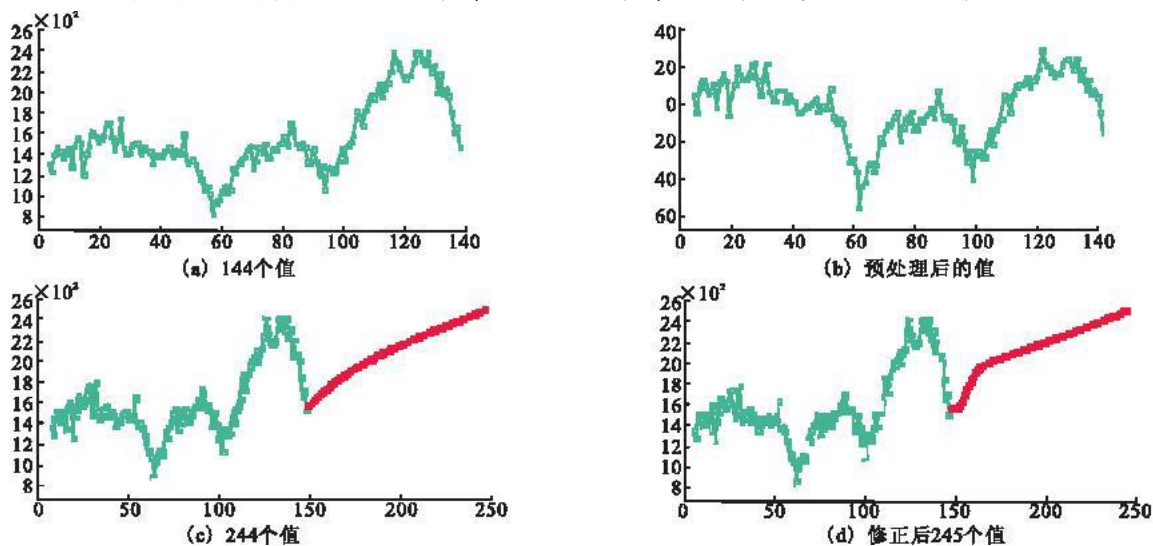


图 1 目标高度值随时间变化趋势

Fig. 1 Variation trend of 144 targets' height values as time changes

由预测结果可知,由前 144 个序列给出的第 145 个序列值为 $0.15736E+04$,即目标高度在 $T+1$ 时刻为 1573.6 m ,属于“中”。结合“攻击”的作战意图,在表 3 的基础上可知,该目标威胁等级为“高”。

当第 145 个序列值延迟获取后,对未来时刻的传感器数据预测值进行修正,原值、预测值和修正后的预测值见表 5。由于数据量较大,仅列出第 146 个与第 150 个之间的序列值。

表 5 原值、预测值和在线修正预测值的比较

Tab. 5 Comparison of original values, predicted values and on-line correction values

	146	147	148	149	150
原值	1 586	1 587.7	1 588.9	1 597	1 612.2
预测值	1 593	1 606.4	1 629.5	1 649.3	1 667
修正预测值	1 584.7	1 582.9	1 583.1	1 592.6	1 613.6

根据加入延迟送回的第 145 个数据进行在线修正后,可预测出目标高度在第 146 个及之后时刻的序列修正值,用于在 $T+2$ 及之后时刻的决策属性匹配。由表可以看出,经过修正后的数据值与原值之间的误差明显变小。

5 结论

1) 针对传感器数据的延迟获取问题,引入时间序列预测方法。基于一定原则,该方法可以搜寻最优 AR-MA 模型进行数据预测,完成粗糙集决策的属性匹配过程,且仅依赖于初始数据,初始数据越多,预测越精确。采用在线修正的方法对 ARMA 模型的预测值进行修正,由表 5 可知,预测精度得到提高,有助于决策的准确生成,且该方法不需重新建立预测模型,计算量小,较易实现。

2) UCAV 的粗糙集决策部分在对机载传感器数据处理的基础上,决策规则的提取。通过规则扩展方法,可以在部分规则的基础上给出所有条件下的规则,保证了决策的确定性。该方法需要的初始数据少,获取容易,计算步骤少,计算量小,适合 UCAV 作战特点。

参考文献:

- [1] 池沛, 陈宗基, 周锐. 自主飞行器扩展态势评估方法研究[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(10): 2200 - 2205.
CHI Pei, CHEN Zongji, ZHOU Rui. Research on Extended Situation Assessment of Autonomous Flight Vehicle[J]. Journal of System Simulation, 2007, 19(10): 2200 - 2205. (in Chinese)
- [2] 胡杰, 赵辉, 黄长强, 等. 优势变精度粗糙集在 UCAV 威胁估计中的应用[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2009,

10(5): 27 – 31.

HU Jie, ZHAO Hui, HUANG Changqiang, et al. Dominance Variable Precision Rough Sets and Its Application in Threat Assessment of UCAV[J]. Journal of Air Force Engineering University: Natural Science Edition, 2009, 10(5): 27 – 31. (in Chinese)

- [3] SHI Zhifu, ZHANG An, WANG Anli. Target Distribution in Cooperative Combat Based on Bayesian Optimization Algorithm [J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2006, 17(2): 339 – 342.
- [4] 邵锡军, 王宏飞. 战场传感器能力指数分析模型[J]. 火力与指挥控制, 2008, 33(6): 111 – 113.
SHAO Xijun, WANG Hongfei. An Analyzing Model for Ability Exponent of Battlefield Sensors[J]. Fire Control and Command Control, 2008, 33(6): 111 – 113. (in Chinese)
- [5] Valenzuela O, Rojas I, Rojas F, et al. Hybridization of Intelligent Techniques and ARMA Models for Time Series Prediction [J]. Fuzzy Sets and Systems, 2008, 159(7): 821 – 845.
- [6] Brockwell Peter J, Davis Richard A. Introduction to Time Series and Forecasting [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2009: 83 – 108.
- [7] 王燕. 应用时间序列分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005: 98 – 99.
WANG Yan. Applying Time Series Analysis[M]. Beijing: Press of Renmin University of China, 2005: 98 – 99. (in Chinese)
- [8] Zdzislaw Pawlak. Rough Sets [J]. International Journal of Computer and Information Sciences, 1982, 11(5): 341 – 356.
- [9] William Zhu, FeiYue Wang. Reduction and Axiomatization of Covering Generalized Rough Sets[J]. Information Sciences, 2003, 152: 217 – 230.
- [10] 胡明礼, 刘思峰. 基于广义扩展优势关系的粗糙决策分析方法[J]. 控制与决策, 2007, 22(12): 1347 – 1351.
HU Mingli, LIU Sifeng. Rough Analysis Method of Multi – attribute Decision Making Based on Generalized Extended Dominance Relation[J]. Control and Decision, 2007, 22(12): 1347 – 1351. (in Chinese)
- [11] 张安, 张莉, 汤志荔. 编队对地攻击不完备信息粗决策及可靠性分析[J]. 系统工程与电子技术, 2008, 30(4): 663 – 666.
ZHANG An, ZHANG Li, TANG Zhili. Study on Air Formation Attack – to – ground Decision – making in Imperfect Information Based on Rough Set Theory[J]. Systems Engineering and Electronics, 2008, 30(4): 663 – 666. (in Chinese)
- [12] 张文修, 仇国芳. 基于粗糙集的不确定决策[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 66 – 71.
ZHANG Wenxiu, QIU Guofang. Uncertain Decision – making Based on Rough Sets[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005: 66 – 71. (in Chinese)

(编辑:徐敏)

A Rough Decision – making Model for UCAV Based on On – line Correction Time Series Forecasting Method

ZHAO Hui¹, CHI Jun – xiang¹, HU Jie¹, XIAO Shu – chen²

(1. Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China; 2. Ordnance Institute, Aviation University of Air Force, Changchun 130022, China)

Abstract: To deal with the matter that airborne sensors may not acquire targets' parameters in combat time limitation, which leads to failure of attributes matching, a rough decision – making model for UCAV based on on – line correction time series forecasting method is presented. With the time series analysis results of sensors' data in previous time, the optimal autoregressive moving average model is constructed. With the acquired delayed data, sensors' data in future time, which would be used as an input to the process of attributes matching, are predicted and the data are corrected by on – line correction prediction method. As the analysis of an example of target threat assessment for UCAV shows, the decision – making model can extract rules in all conditions and present efficient decision – making advices.

Key words: time series forecasting; rough sets; decision – making; autoregressive moving average; on – line correction