

# 一种基于聚类思想的目标识别新方法

张平定, 王海军, 王睿

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

**摘要:**为对地空导弹将要拦截的目标进行识别,以雷达站目标库中所存在的目标为基础,根据雷达所测得的目标属性,在综合因素的基础上利用聚类思想给出一种目标识别的方法,并通过实例初步验证了该方法的可行性,为防空作战决策提供科学依据。

**关键词:**聚类;目标识别;多因素决策

**中图分类号:** TN957.51    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1009-3516(2006)02-0029-03

目标识别是模式识别的一个重要分支,它主要应用于军事领域,是C<sup>3</sup>I系统中一个重要部分<sup>[1]</sup>。随着高新技术在军事上的应用,现代空袭环境变得愈来愈复杂,而且目标类型多种多样,如能对目标的类型进行识别,则指挥员可以较准确地分析空情态势,作出合理的射击决策,正确进行火力分配,对提高防空武器系统的作战能力有很大的作用,因此,如何对空袭目标进行科学的识别是防空指挥中的重要因素之一。本文基于聚类思想原则,对目标的识别方法进行了初浅的尝试。

## 1 影响目标识别的因素分析

对地空导弹武器系统而言,对空中目标的识别需要考虑的因素很多,通常有:目标速度、目标高度、目标雷达反射面积、目标的机动加速度以及目标的航迹等。目标不同,其飞行时的速度、高度、雷达反射面积、机动加速度都会有所不同,这都可为目标识别提供重要的信息。另外,如果可以准确测得目标的飞行航迹和其他目标信息,我们就可以根据已知的机场分布情况,确定出目标的起飞或降落地点,从而为目标识别提供参考信息。为讨论方便起见,本文只考虑空中目标的飞行速度、高度、加速度和雷达反射面积这几个因素<sup>[2]</sup>。

## 2 目标识别模型

设被拦截的目标域  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\}$  其中  $A_i \{i = 1, 2, \dots, n\}$  表示已建立的目标库中的目标,影响目标识别的因素集为  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\} = \{\sigma, v, a, H\} = \{\text{目标雷达反射面积, 目标速度, 目标加速度, 目标高度}\}$ , 设目标库中目标  $A_i$  的典型参数为  $X_i = \{\sigma_i, v_i, a_i, H_i\}$ ,  $k$  时刻空中目标参数  $B^k = \{\sigma^k, v^k, a^k, H^k\}$ , 定义决策矩阵为

$$Y = (y_{ij})_{4 \times n} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2n} \\ y_{31} & y_{32} & \cdots & y_{3n} \\ y_{41} & y_{42} & \cdots & y_{4n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中,  $y_{ij}$  为只考虑因素  $x_i$  时,待识别目标相对目标集中目标  $A_j$  的距离,其计算公式如下:

$$y_i(\sigma) = \left( \frac{|\sigma^k - \sigma_i|}{\sigma_i} \right)^2, y_i(v) = \left( \frac{|v^k - v_i|}{v_i} \right)^2, y_i(a) = \left( \frac{|a^k - a_i|}{a_i} \right)^2, y_i(H) = \left( \frac{|H^k - H_i|}{H_i} \right)^2 \quad (2)$$

收稿日期:2005-04-27

基金项目:国家航空科学基金资助项目(01130011)

作者简介:张平定(1949-),男,陕西三原人,教授,主要从事雷达信号处理和电子对抗理论研究。

定义权矩阵

$$W = (W_{ji})_{n \times 4} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & w_{14} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & w_{24} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & w_{n3} & w_{n4} \end{bmatrix}$$

其中  $W_{ji}$  为以目标  $A_j$  为聚类中心时, 因素  $x_i$  的权重, 综合多因素, 取矩阵积  $W \cdot Y$  的对角线元素构成综合决策向量为

$$Y' = \left( \sum_{i=1}^4 w_{1i} y_{i1}, \sum_{i=1}^4 w_{2i} y_{i2}, \dots, \sum_{i=1}^4 w_{ni} y_{in} \right) \quad (3)$$

由于目标集中各目标之间是公平的, 不存在任何偏好关系, 因此, 为了求解上述模型, 可建立下列单目标优化模型<sup>[2-5]</sup>

$$\begin{aligned} \min z_j &= \sum_{i=1}^4 z(y_{ij}) \\ \text{s. t. } W_j &= (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4}), w_{ji} > 0 \\ \sum_{i=1}^4 w_{ji} &= 1 \end{aligned} \quad (4)$$

上式中  $W_j$  为权矩阵  $W$  第  $j$  个行向量, 求解上述模型得因素权重, 从而可得综合决策向量。定义范数

$$R_i = \sqrt{\sum_{i=1}^4 w_{ij} y_{ij}}, \quad i = 1, 2, \dots, 4; j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

对所求的得的  $R_i$  排序, 即可根据排序情况将目标归为  $\min(R_i)$  所对应的  $A_i$  类。

### 3 应用实例

设目标库中所存目标为  $A_1, A_2, A_3, A_4$ , 建立目标域  $A = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$ , 测得的目标参数为  $B^k = \{\sigma^k, v^k, a^k, H^k\}$ , 根据专家经验<sup>[6]</sup> 所获得的部分权重信息如下:

$$0.25 \leq w_{j1} \leq 0.35, \quad 0.24 \leq w_{j2} \leq 0.3, \quad 0.3 \leq w_{j3} \leq 0.35, \quad 0.1 \leq w_{j4} \leq 0.2, \quad j = 1, 2, 3, 4$$

1) 根据所给的归一化函数算得的决策矩阵为

$$Y = \begin{bmatrix} 0.082 & 0.066 & 0.023 & 0.022 \\ 0.063 & 0.053 & 0.063 & 0.068 \\ 0.018 & 0.065 & 0.035 & 0.056 \\ 0.051 & 0.071 & 0.046 & 0.067 \end{bmatrix}$$

2) 确定各因素权重

$$\text{对 } A_1: \text{由 } \min z_j = \sum_{i=1}^4 z(y_{ij}) = 0.082w_{11} + 0.063w_{12} + 0.018w_{13} + 0.051w_{14}$$

$$\text{s. t. } 0.1 \leq w_{11} \leq 0.35, \quad 0.1 \leq w_{12} \leq 0.3, \quad 0.35 \leq w_{13} \leq 0.1, \quad 0.1 \leq w_{14} \leq 0.2, \quad w_{1i} > 0$$

$$\sum_{i=1}^4 w_{1i} = 1$$

求解该模型得  $W_1 = (0.15, 0.3, 0.35, 0.2)$ 。

同理, 对  $A_2$  有:  $W_2 = (0.25, 0.3, 0.35, 0.1)$ ;

对  $A_3$  有:  $W_3 = (0.35, 0.1, 0.35, 0.2)$ ;

对  $A_4$  有:  $W_4 = (0.35, 0.1, 0.35, 0.2)$ ;

所以

$$W = \begin{bmatrix} 0.15 & 0.3 & 0.35 & 0.2 \\ 0.25 & 0.3 & 0.35 & 0.1 \\ 0.35 & 0.1 & 0.35 & 0.2 \\ 0.35 & 0.1 & 0.35 & 0.2 \end{bmatrix}$$

3) 求综合决策向量得

$$Y' = \text{diag}(WU) = (0.048 \quad 0.062 \quad 0.036 \quad 0.047)$$

则  $R_i = (0.22 \quad 0.28 \quad 0.19 \quad 0.26)$ , 根据排序结果可得目标属于  $A_3$ 。

## 4 结束语

本文针对地空导弹武器系统的拦截目标,根据聚类原则,建立单目标优化模型,给出了一种用于目标识别的综合决策方法,并用实例初步验证了该方法的可行性。

### 参考文献:

- [1] 沈明华,冯新喜. 遗传算法在飞机目标识别中的应用[J]. 系统工程与电子技术,2002,24(10):28-31.
- [2] 花文健,刘宇,刘作良. 基于模糊数排序的武器效能评估方法[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2004,5(5):28-31.
- [3] 范春彦,韩晓明. 基于最大隶属度的目标威胁评估与排序方法[J]. 系统工程与电子技术,2003,25(1):47-48.
- [4] 钱钢,徐泽水. 一种基于理想点的不确定多属性决策优化模型[J]. 系统工程与电子技术,2003,25(5):517-519.
- [5] 王耀南. 智能信息处理技术[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [6] 陈文伟. 决策支持系统及其开发[M]. 北京:清华大学出版社,2000.

(编辑:田新华)

## Target Identification Based on Clustering

ZHANG Ping-ding, WANG Hai-jun, WANG Rui

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan, Shaanxi 713800, China)

**Abstract:** An identification method of the target to be intercepted by a ground-to-air missile is discussed in this paper. The main idea contains every existent target in the target collection, establishment of synthesizing many factors from the radar. Through the sequencing model of the Clustering, the type of target would be decided for air-defense operational decision-making in the missile weapon system. Finally, a numerical example is given to show the rationality and effectiveness of the model.

**Key words:** Clustering; target identification; multi-attribute decision-making