

雷达、红外告警系统 数据库与目标识别

阎 敬 伟

摘要：本文介绍了雷达的工作原理及雷达、红外告警参数，并根据此参数提取了三个飞行目标的特征。在此基础上设计了雷达、红外告警系统目标特征数据库结构，同时给出了雷达告警目标识别算法。在文章最后给出了系统的运行实验结果，对系统进行了分析并给出了改进建议。

一、引 言

雷达、红外告警系统在现代电子对抗武器系统中已成为整个系统关键技术之一，它不仅能够探测袭来目标的出现，而且要能在最短的时间内对目标实施正确的识别，其关键的技术难点在于怎样在安全的时间内高效准确地识别目标。本文所完成的是为寻求合理的识别方法而作的实验性识别系统及系统所需配置的数据库，真正做到有实际意义的需进一步探索。

二、雷达、红外告警参数与目标特征选择

雷达探测目标是以发射电磁波并测其回波的存在进行工作的，回波直接由目标反射，不同的目标其回波有所不同，回波的特性也就反映了不同目标的特征。就目前可查阅的资料中所了解的雷达测量的参数有多种，如目标的飞行速度、距离、形状及尺寸等等。其中有些直接由回波测得，有些参数还要对回波的参数进行组合运算才能得到。

雷达探测目标是主动式的探测，由目标表面反射的回波一般主要反映的是目标的外观特征，所以在特征的选择上应主要考虑目标的外部特征，而且从雷达的回波能够得出目标的形状与尺寸。由于告警雷达探测的目标多半是空中目标，据飞行目标的特点，选择目标的长度、半径作为目标的特征。同时由于飞行目标飞行时的特点把目标的飞行速度亦考虑为目标的特征参数之一。为此在系统中识别目标的特征参数共选择了三个，即飞行速度飞行目标长度及飞行目标半径。

对于红外告警，目前知道的特别参数只有一个，即红外辐射能量，从收集的目标辐射数值上看，其受限因素较多，这样可考虑把告警数据库组织成为层次模型，每层对应一个限制条件，这样组织可以把限制因素考虑到数据库中。查库时，据第一个约束条件在第一层找到满足条件的位置，顺指针找到第二层的首地址，按第二个约束条件进行查库直到最低层辐射数值为止，由于红外告警资料较少，目标的红外辐射数难以查到，故仅着重讨论了雷达告警数据库的文件组织与识别方法。

注：本文作者的导师为韩之杰

三、数据文件的组织

理论上讲，按数据间的不同关系，有多种数据库模式与文件组织方法。按实体间不同关系，数据库大致分为层次模式、网状模式、关系模式、数据文件的组织方法又可分为顺序文件、随机文件、索引文件及倒排索引文件，其中索引文件又分为索引顺序文件和索引非顺序文件，针对不同的目的与应用，不同的关系采用不同的数据库组织形式。

关系数据库如一张表，其中每列为一个属性，每行表示此行的数据间存在某种定义的关系。在本文中采用了关系数据库组织形式，并据系统有多码检索的特点设计了倒排文件及倒排文件的索引文件，其结构如图 1。

其索引文件对倒排文件进行分段索引，并为消除测量误差造成的干扰，使每段间有一定的交叉。

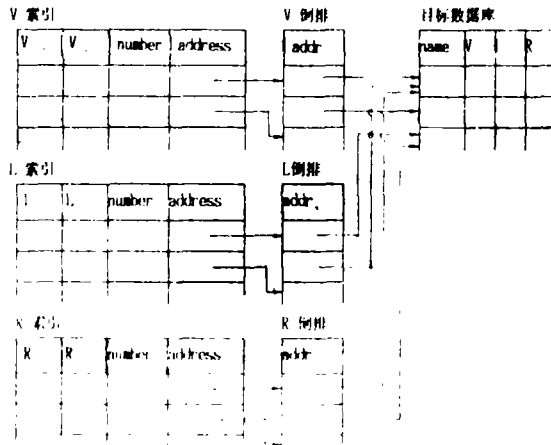


图 1 数据结构

四、目标识别及算法

目标识别的过程是首先接收目标探测器传来的目标特征参数，然后把接收到的目标特征参数与库中标准的目标特征参数匹配。找到与被探测的目标最接近的标准目标，应把此标准目标视为识别结果，其结构如下图 2

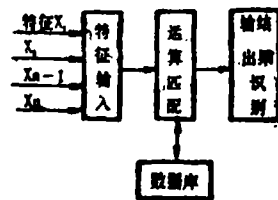


图 2

根据模式识别理论，现有的成熟的识别方法有多种，大致分为两大类，（1）将模式对特征的先验概率密度函数换算成后验条件概率密度函数的方法，取概率较大者为识别结果，由于用到了统计概念，远离统计平均值的目标易产生误识别。（2）非参数方法，即是把每组特征看成是一个特征向量，这样整个特征参数行成了特征空间，每一组特征为特征空间的一个点。在特征空间找到一个合适的识别函数 $D(x_1 \dots x_n)$ ，据 D 的不同值决定识别结果，其中， $x = (x_1, \dots, x_n)$ ，为特征向量， D 的选择有多种，如线性识别函数、分段线性识别

函数、多项式识别函数等。在本文中采用了线性识别函数，其函数 $D(x)$ 为特征空间两个特征点间的距离，即

$$D(x_i) = |x_i - x| \\ = \sqrt{W_1(x_i^{(1)} - x_1)^2 + W_2(x_i^{(2)} - x_2)^2 + \dots + W_n(x_i^{(n)} - x_n)^2}$$

x_i 为第 i 个目标的标准特征参数， x 为待识别的目标特征参数， W_i 为权值，取

$$D(x) = \min\{D(x_i)\}$$

则可判定待识别的目标为第 i 个目标。识别软件算法如下：

(1) 输入特征参数：速度为 v ，长度为 L ，半径为 R ；(2) 查 v 索引，找到 v 所在索引记录，按地址把其所包含的倒排文件记录取到MIDL1中；(3) v 在下一个索引记录中吗？如果不在则转到(5)；(4) 下个索引所包含的所有倒排记录与MIDL1取并，结果送入MIDL1中；(5) 查 L 索引，仿(2)取倒排记录到MIDL2中；(6) L 在下一个记录中吗？如果不在则转(8)；(7) 仿(4)把下个索引记录所包含的所有倒排记录与MIDL2取并，结果取入MIDL2中；(8) $MIDL = MIDL1 \cap MIDL2$ (9) $|MIDL| = 0$ 吗？如果是则转16 (10) 查半径 R 索引，仿(2)把倒排记录取入MIDL2中；(11) R 在下一个记录中吗？如果不在则转(13)；(12) 下个记录所包含的所有倒排记录与MIDL2相并，结果送入MIDL2中；(13) $MIDL1 = MIDL \cap MIDL2$ ；(14) $|MIDL1| = 0$ 吗？如果是则转(17)；(15) 把MIDL1中的所有库记录取出进行识别运算，转(18)；(16) 把MIDL1中的所有库记录取出进行识别运算，转(18)；(17) 把MIDL中的所有库记录取出进行识别运算，转(18)；(18) 输出识别结果；(19) 退出。

其查库的顺序是先查可信度高的参数，并集运算是为包罗所有可能的目标，而交集运算是为减少识别运算量；同时假设 $W_1 = W_2 = \dots = W_n = 1$

五、实验结果与分析

系统用PASCAL语言在AST-80286计算机上实现，系统运行时，数据库放入内存中避免与外部介质通讯，使识别一个目标的时间比系统要求的时间快一个数量级，平均为0.06s，识别率与参数的误差相联系，在满足识别率达到90%以上的条件下，每种参数允许的最大误差为速度6%，长度为2%，半径为4%，在此误差下，正确识别率平均可达93.3%。

产生误识别的原因有多种，如由于经验不足，特征选择的不够合理，特征参数间的差异较小，参数少等等。对这种情况可考虑如下改进，如对目标集进行聚类分析，使目标间的差异增大，调整识别函数的权值，增加目标参数的个数等等。

由于系统为实验性的，到实际应用还需深入探索。

The Data-base and Target Identification for Radar and Infrared Warning System

Yan Jingwei

Abstract

This paper introduces the principle of Radar and the parameters of Radar and infrared warning system. According to these parameters, three features of flying target are abstracted. On this basement, the data-base structure of target features of Radar and infrared warning system is designed, and the algorithm of target identification of Radar warning system is designed as well. Finally, it gives the experimental results, as well as the way to improve the system.