

文章编号:1001-9014(2004)01-0043-04

# 红外成像型制导系统舰船目标实时识别技术研究

刘松涛, 沈同圣, 周晓东, 韩艳丽

(海军航空工程学院自动控制系, 山东, 烟台 264001)

**摘要:**研究了红外成像型制导系统舰船目标实时识别技术,提出一种新的舰船红外成像目标识别算法.该算法采用聚类准则二值化图像,通过线形区域增长技术得到准目标区域,最后利用模糊综合评判技术进行目标识别.在DSP硬件系统上应用,结果表明识别率高,实时性好.

**关键词:**目标识别;红外成像制导;舰船目标红外图像;算法;DSP系统

**中图分类号:**TN216 **文献标识码:**A

## STUDY OF REAL TIME RECOGNITION TECHNIQUE FOR INFRARED IMAGING GUIDING SYSTEM SHIP TARGET

LIU Song-Tao, SHEN Tong-Sheng, ZHOU Xiao-Dong, HAN Yan-Li

(Naval Aeronautical Engineering Academy, Automatic Control Engineering Dept, Yantai 264001, China)

**Abstract:**The real time recognition technique of infrared imaging guiding system ship target was discussed and a new recognition algorithm of ship infrared imaging target was proposed. First, the binary image was produced by clustering method, then the possible target region was obtained by line region growing, finally, the real target was recognized by overall fuzzy evaluating technique. This algorithm was transplanted to our DSP hardware system. The experimental result shows that is good and feasible.

**Key words:**target recognition; infrared image guidance; ship target infrared image; algorithm; DSP system

### 引言

海湾战争以来,成像型制导技术已成为当今世界各国竞相发展的精确制导技术之一,尤其是红外成像制导技术,更是一种使导弹威力倍增的高效费比技术.舰船红外成像目标识别是目标识别的一个主要研究领域.但这一领域,国内已尝试和论证了大量的技术方法.文献[1]采用模糊技术对舰船目标红外图像进行分割和识别,其效果均不错,但分割时的实时性不够理想,且不易向DSP硬件系统上移植.文献[2]利用行处理方式对舰船目标红外图像进行分割,识别时采用多级二叉树判决方法,识别时每个判决条件都必须得到满足,才能确认其为目标,只要稍有干扰,则易产生漏判.本文提出了一种新的舰船红外成像目标识别算法.该算法根据图像的具体参数得到一个全局门限 $T$ ,用 $T$ 将图像二值化,然

后将二值化后的图像线形区域增长,得到各个可能目标区的特性参数,最后利用模糊综合评判技术进行目标识别.该算法对成像的要求是远距离显著成像,海天位置已知(海天位置具体求取方法见参考文献[3]).我们在以TMS320C6201构成的图像处理系统上,对实验拍摄到的舰船目标红外图像进行了处理,结果表明该算法识别率高,实时性好.

### 1 二值化图像

图像数字处理中,图像阈值自动选取是灰度图像二值化处理中关键.当目标在图像中占有适当比例时,用OSTU聚类准则二值化图像的结果比较好,而且算法简单,有利于实时实现<sup>[4,5]</sup>.

### 2 线形区域增长

对二值化后的图像逐行处理,将每个扫描行的

目标点数据都以线段的形式表示,利用动态的数据结构,将当前扫描行的目标线段的左右坐标存储起来,和上一行目标线段比较,看是否有重叠,以此来判定当前目标线段所属的目标号,当图像被扫描完毕,可马上给出分割结果.

### 2.1 目标线段求取

从左到右扫描一行,当这一行中几个目标点的相邻距离小于常数  $d$  时,把这几个点作为一个目标线段,并赋予一个标号,存储这一线段的最左、最右坐标.当扫描完这一行,记下这一行的目标线段数.常数  $d$  根据具体情况确定,一般取 2~4.

### 2.2 目标线段连接

上下两行目标线段只有通过合适的连接才能得到对原始图像正确的分割结果,要使目标线段得到正确连接,必须了解目标形状发生变化时,当前行目标线段与上行目标线段相比发生了什么变化.

在扫描一行中会出现如下情况:(1)出现一个新目标:如图 1(a)所示,第  $k$  行没有出现目标线段,而第  $k+1$  行出现了目标线段;(2)目标延伸:如图 1(b)所示,当扫描到第  $k+1$ ,目标线段较  $k$  行向下扩展;(3)目标结束:如图(c)所示,当扫描到  $k+1$  行时,对应上行目标的位置没有出现目标线段;(4)目标合并:如图 1(d)所示,在第  $k$  行时有 2 个目标,在第  $k+1$  行发现这 2 个目标合二为一;(5)目标分枝:如图 1(e)所示,在第  $k$  行时有一个目标,在第  $k+1$  行出了 2 个目标.

当扫描一行发现一目标线段时,看上一行有无目标线段,若无,则赋予一新目标号;若有,则判断它是否与之重叠,不重叠仍赋予一新标号,重叠就赋和它相同的标号,表明这个目标又“增加”了一块.对于第四种情况,将第二个目标块所有线段均赋予和当前目标线段相同的标号,表明这个目标又“增加”了一大块.

图像扫描完毕,我们得到几个目标块,每个目标

块都是有相同标号的目标线段组成.这些目标块有目标区域,也有非目标区域,下面我们用模糊综合评判法识别出真正的目标区域.

## 3 目标识别

识别实际上是对不同种类的对象进行分类的过程,而分类的依据是对象的特征.所以目标特征的选取至关重要,因为目标识别时它是唯一的依据<sup>[6,7]</sup>.

### 3.1 目标特征的选择

通过分析目标红外成像的具体特点和实际成像条件,我们选择了如下一些特征:(a)目标有一定的占空比;(b)目标有一定的长宽比;(c)目标处在海天天线附近区域.对目标特征的模糊语言描述为:(a)分割区域占空比远离某一范围越大,是目标可能性越小,当大于某一值时,不可能是目标;(b)分割区域长宽比远离某一范围越大,是目标的可能性越小,当大于某一值时,不可能是目标;(c)分割区域在图像中距离海天天线越远,是目标的可能性越小;当离海天天线距离远到一定量时,不可能是目标.

根据以上 3 条分别构造相应的隶属度函数:

一为占空比,定义为分割区面积与紧套分割区窗口的面积之比,即

$$R_1 = \frac{A_r}{A_w}$$

其中,  $A_r$  是分割区面积;  $A_w$  是分割区窗口面积.若

$S_1 \leq R_1 < S_2$ , 则  $\mu_{R_1} = \frac{(R_1 - S_1)}{S_2 - S_1}$ ; 若  $S_2 \leq R_1 < S_3$ , 则

$\mu_{R_1} = 1$ ; 若  $S_3 \leq R_1 < S_4$ , 则  $\mu_{R_1} = 1 + \frac{(S_3 - R_1)}{S_4 - S_3}$ ; 其它

则  $\mu_{R_1} = 0$ . 其中  $0 < S_1 \leq S_2 \leq S_3 \leq S_4$  是实验中确定的常数.

二为长宽比,含义为紧套分割区窗口的长宽之比,即

$$R_2 = \frac{L_n}{L_w}$$

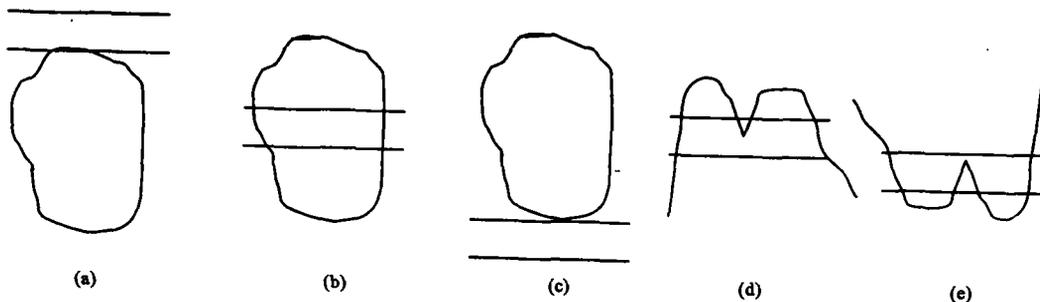


图 1 相邻两行目标线段的 5 种情况  
Fig. 1 Five cases in the two adjacent target section

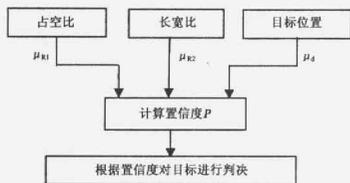


图2 目标识别过程

Fig. 2 Process of target recognition

其中  $L_h$  是窗口高度;  $L_w$  是窗口宽度. 若  $T_1 \leq R_2 < T_2$ , 则  $\mu_{R2} = \frac{(R_2 - T_1)}{T_2 - T_1}$ ; 若  $T_2 \leq R_2 < T_3$ , 则  $\mu_{R2} = 1$ ; 若  $T_3 \leq R_2 < T_4$ , 则  $\mu_{R2} = 1 + \frac{(T_3 - R_2)}{T_4 - T_3}$ ; 其它, 则  $\mu_{R2} = 0$ . 其中  $0 < T_1 \leq T_2 \leq T_3 \leq T_4$  是由先验知识和实验确定的常数.

三为目标位置特征  $d$ ; 若  $-4 < d \leq 0$ , 则  $\mu_d = 1 + 0.25d$ ; 若  $0 < d \leq m$ , 则  $\mu_d = 1$ ; 若  $m < d < m + 1$ , 则  $\mu_d = 1 - (d - m)/6$ ; 其它, 则  $\mu_d = 0$ . 其中,  $d = y_b - L_m$ .  $y_b$  是嵌套分割区窗口的底边;  $L_m$  是上述窗口中间列处于海天线的位置;  $m$  是上述窗口的行数.

### 3.2 目标识别

分类识别的方法通常是对每一个所遇到的对象(目标), 计算出表示该对象与每类典型之间的相似程度, 这个值是该对象特征的一个函数, 用来确定该

对象属于哪一类. 根据提取的目标特征, 我们采用模糊综合评判方法. 该方法将各特征表示为对目标的隶属度, 然后利用这些隶属度构造一个目标置信度函数  $P$ , 进行综合评判. 它强调的是整体效果, 不会因为个别条件较差而产生误判.

$$P = \sqrt{\mu_d \mu_{R1} \mu_{R2}} \quad (1)$$

当  $P > 0.5$  时分割区域是目标;  $P \leq 0.5$  时分割区域不是目标.

识别的过程为: 对每一个标注的区域求得表征为特征的隶属度并计算区域的置信度.

## 4 实验结果

利用上述算法, 分别在计算机和以 TMS320C6201 构成的图像处理系统上进行了仿真实验, 图像大小为  $400 \times 240$ . 结果表明该算法图像分割后较好地保持了目标的形状, 能正确地识别出目标, 同时降低运算量, 满足识别和跟踪系统的实时性要求.

### 4.1 计算机仿真

在计算机上我们用 VC++6.0 集成开发环境、C++ 编程语言对算法进行了仿真, 图 3(a) 为原始舰船目标红外图像, 其中有一个舰船目标, 一个干扰目标, 海面有明显的海杂波干扰. 图 3(b) 为二值化图像结果, 用 OSTU 准则求出的分割阈值为 175, 干扰目标几乎被抑制掉, 但这是以舰船目标形状的完整性为代价的. 图 3(c) 为线形区域增长结果, 舰船

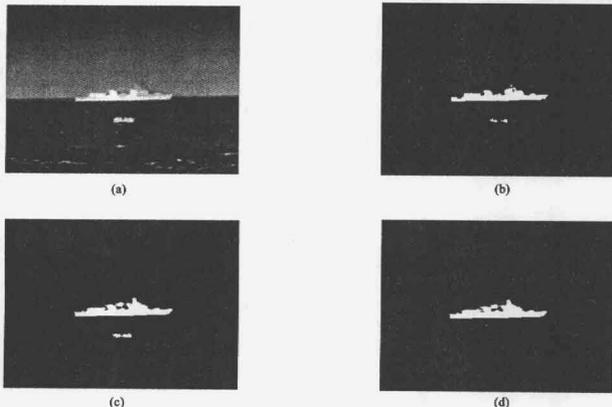


图3 (a)舰船目标红外图像(b)二值化图像(c)线形区域增长结果(d)模糊技术识别结果

Fig. 3 (a) Ship target infrared image (b) Thresholding (c) Result of line region growing (d) Result of target recognition through fuzzy technology

目标和干扰目标的形状都得到了很大改善,同时对2个目标都作了标记,求取目标线段时 $d$ 取值为3.图3(d)为模糊技术识别结果. 占空比 $R_1$ 的参数 $S_1=0.2, S_2=0.5, S_3=0.8, S_4=0.9$ ;长宽比 $R_2$ 的参数 $T_1=0.05, T_2=0.1, T_3=0.8, T_4=0.9$ .从识别结果可以看出,目标的形状得到了很好的保持,同时较好地排除了非目标区域.

#### 4.2 DSP系统上实验

将文中算法用C语言和TMS320C6201汇编语言移植到DSP系统上进行实时实验.结合跟踪软件,用录相机实际录制的舰船目标红外图像作为信号源,CRT监视器作为观察设备.实验表明,识别性能良好,实时性强(在20ms内可以实现对舰船目标的识别和跟踪).

### 5 结论

本文提出了一种红外成像型舰船目标实时识别算法,该算法主要包括3步:一用Ostu准则二值化图像,该准则在目标部分占有一定比例时,可以很快算出自适应分割阈值.二对待识别的准目标区域,为了更好地提取目标特征,采用线形区域增长法改善目标形状,该方法采用数组结构记录了线段化、合并了的准目标区域,即对准目标区域作了标记.三在特征选择时,依据简单、有效的原则,选取占空比、长宽比和距海天线距离3个特征,用模糊综合评判方法识别目标.从目标识别算法的每一步可以看出,随着每一步算法所利用的数据特征空间的不同,计算量呈递减趋势.目前,该算法已成功地应用到TV/IR光电干扰效果评定系统中.

文中计算目标特征隶属度时各个参数的选取是一个值得进一步探讨的问题,目前我们的采用人工

训练的方法,选取适应于特定图像的参数值.近年来人工神经网络模式识别深受人们的重视,这主要是因为神经网络不但具有自适应学习能力,而且还能自适应地调整网络的规模大小<sup>[8]</sup>.利用神经网络的自学习能力来弥补模糊综合评判技术的静态特性是我们下一步要做的工作.

### REFERENCES

- [1] PEI Ji-Hong, XIE Wei-Xin, LIU Shang-Qian, *et al.* Recognition of infrared imaging target of ship with the fuzzy algorithm[J]. *Journal of Infrared and Millimeter Waves* (裴继红, 谢维信, 刘上乾, 等. 用模糊数学方法识别舰船红外成像目标. *红外与毫米波学报*), 1995, 14(2): 93—100
- [2] FENG Yia-Lin. Study of intelligent tracking on anti-ship infrared imaging missile [D]. Ms. D. dissertation of Naval Aeronautical Engineering Academy (冯亚林. 反舰导弹红外成像制导智能跟踪技术研究. 烟台: 海军航空工程学院硕士论文), 1995: 7—9
- [3] LIU Song-Tao, SHEN Tong-Sheng, HAN Yan-Li, *et al.* Research on locating the horizontal region of ship target[J]. *Laser & Infrared* (刘松涛, 沈同圣, 韩艳丽等. 舰船目标海天线提取方法研究. *激光与红外*), 2003, 33(1): 51—53
- [4] Sahoo P K, Soltani S, Wong A K C. A survey of thresholding techniques [J]. *Computer Vision Graphics Image Process*, 1988, 41: 223—260
- [5] Ostu N. A threshold selection method from gray-level histogram. *IEEE Trans. System Man Cybernet*, 1978, 8: 62—66
- [6] Chen Hai-Yan, QI Fei-Hu. Application of fuzzy set to target recognition[J]. *Journal of Infrared and Millimeter Waves* (陈海燕, 戚飞虎. 模糊集在复杂背景下目标选取中的应用. *红外与毫米波学报*), 2000, 19(5): 381—384
- [7] Castleman K R. *Digital Image Processing* [M]. NJ: Prentice-Hall International Inc, 1996: 430—433
- [8] WEN Xin, SONG Yi, Zhou Lu. Fusion of fuzzy systems and neural networks[J]. *Systems Engineering and Electronics* (闻新, 宋屹, 周露. 模糊系统和神经网络的融合技术. *系统工程与电子技术*), 1999, 21(5): 55—58