

# 识别红外目标的实用算法

何 滨    杨宜禾

(西北电讯工程学院技术物理系)

**摘要**——本文针对采用红外成象的实际系统,分析了目标的红外图象特性,提出用目标的投影函数求得目标图象不变矩的方法,并在理论上和计算机模拟结果中分析了采用两个不变矩描述目标特征的可能性。

## 一、引 言

典型红外成象的结构方框图如图 1 所示。红外摄像头将接收到的目标红外辐射转换为

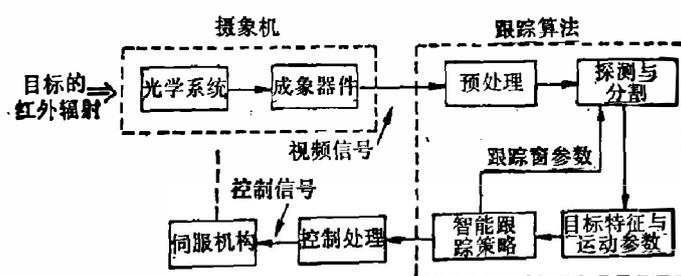


图 1 红外成象跟踪方框图

Fig. 1 Block diagram of Infrared imaging and tracking.

视频信号,用跟踪算法对视频信号进行预处理,并提取目标的特征和运动参数,根据这些参数形成跟踪策略,产生控制信号,其信号控制伺服机构使摄像头跟随目标。

本文针对采用红外成象的实际系统,讨论了目标特征的提取问题。

## 二、红外目标图象特征及系统对目标特征的要求

### 1. 红外目标图象特征

红外图象主要描述目标和背景的热辐射。由于辐出度是物体温度和发射率的函数,因此,红外图象上的灰度分布,实际上对应于目标和背景的温度和发射率的分布,其特点如下:

- (1) 红外图象中最简单的模型是二值图象,有目标比邻近背景暗和亮两种情况;
- (2) 实际系统的象质不可能达到与可见光电视相当的程度,红外图象中目标的内部细节不很清楚,假定目标的表面是均匀辐射;

本文 1987 年 3 月 17 日收到。

(3) 由于红外图象描述的是目标的温度和发射率的分布, 目标与背景交界处存在温差分布场, 这使目标的边缘很难确定, 因此, 目标特征的提取应主要考虑目标的结构、形状和统计分布特征;

(4) 若图象摄取的帧速在 25~30 帧/s 之间, 目标表面的辐射分布在两帧之间基本上保持不变, 这个性质为逐帧分析目标特征和对目标定位提供了保证。

## 2. 系统对目标特征的要求

(1) 跟踪系统应是一个实时系统。既要求实时, 又要求简单可靠;

(2) 由于目标与系统同时在运动, 所以选择用于识别与跟踪的特征应具有平移、放大、旋转不变的特性;

(3) 目标的特征应反映出不利的跟踪情况, 如周围干扰物对目标的遮掩及环境对目标辐射的影响;

(4) 考虑到目标图象的分辩率不很高, 因此应选择对目标内部细节无过高要求的特征。

通过上述分析, 我们认为应将目标的形状或目标点的分布作为识别与跟踪目标的特征。详细的讨论见参考文献[1]。本文考虑到系统对算法的要求, 提出用目标的投影函数求出的不变矩来描述目标的形状特征。主要的工作侧重于理论分析和计算机模拟。

## 三、实用算法

为快速计算获得必要的形状特征和高的计算速度, 我们假定, 从摄像头中获取的图象经过预处理、探测与分割过程, 目标与背景将分离开来, 产生一个二值图, 其中“1”表示目标点, “0”表示背景点。目标的形状特征及其它参数使用“1”的图形表征<sup>[1]</sup>。

不变矩组是常见的一种特征函数。不变矩组描绘了图象的灰度函数在  $X$ 、 $Y$  平面上的分布。若灰度函数是一个二值函数, 则不变矩组只描绘目标点在  $X$ 、 $Y$  平面上的空间排列信息, 即目标的形状信息。Ming-Kuei Hu<sup>[2]</sup>指出, 从理论上说, 存在着无限多的不变矩, 但在模式识别时, 只需要有限多的矩, 而实际应用中, 只要少数几个矩。文献[2]给出了用三阶以下的原点矩表示的七个不变矩。七个矩可满足系统提出的平移、放大、旋转三种不变性的要求。

对于目标图象, 直接计算七个不变矩, 计算量非常大, 而且系统也很复杂。本文采用投影函数减少了其计算量, 同时系统的实现也较为简单。

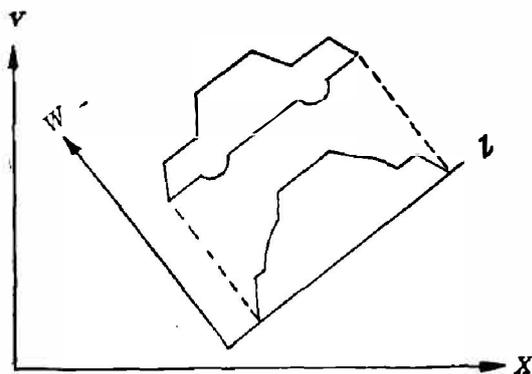


图2 投影函数的定义

Fig. 2 The definition of projection function.

### 1. 投影函数与原点矩的关系

图形函数  $f(x, y)$  在  $X$ 、 $Y$  平面上, 沿一定方向  $W$  的投影称为投影函数(见图2), 可表示为

$$P_W(Z) = \int f(x, y) dW。$$

若  $f(x, y)$  是二值函数, 投影就是沿平行线对目标点数求和, 这时, 投影函数只包含目标形状信息。设

$$P_x(y) = \sum_x f(x, y), \quad P_y(x) = \sum_y f(x, y)$$

分别表示二值图在  $x, y$  方向的投影函数, 用

$$m_{ij} = \sum_x \sum_y x^i y^j f(x, y)$$

表示第  $i+j$  阶原点矩,  $f(x, y)$  是图象的灰度函数, 则投影函数与原点矩的关系如下:

$$m_{i0} = \sum_x \sum_y x^i f(x, y) = \sum_x x^i \cdot \sum_y f(x, y) = \sum_x x^i P(x)$$

同理,

$$m_{0j} = \sum_y y^j P(y)$$

在数字化二值图中, 求  $X, Y$  方向上的投影, 相当于分别对各行、各列的 0、1 两值相加, 这个过程用硬件实现非常简单, 而且可以节省大量的计算时间, 还可以使存贮空间从原来的  $N^2$  压缩到  $2N \log_2 N$  (数字图象大小为  $N \times N$ )。图象二值化后求得的目标特征受噪声和灰度变化干扰减少。

## 2. 求取 $m_{ij}$ (当 $i \neq 0, j \neq 0$ )

### (1) 从整体算法求 $m_{ij}$

本文计算形状特征的前提是目标图象二值化。在探测与分割过程中, 在象素点分类器上并行地增加一个乘法器和两个累加器, 将每行中目标点的列坐标值的和乘上对应的行数, 并逐行累加得  $m_{11}$ 。用这种方法求  $m_{11}$  比用原始方法直接计算, 可大大节省计算时间。

### (2) 在求投影函数过程中求 $m_{ij}$

在求投影函数时, 图象二值数据以行为单位以串流方式调入。设  $T$  是图象中目标点的集合,  $x_T$  是  $T$  内目标点的行坐标值,  $x_T^l, x_T^r$  分别是  $x_T$  的极小、极大值;  $y_T$  是  $T$  内目标点的列坐标值,  $y_T^l, y_T^r$  是某一行中  $y_T$  的极小、极大值; 则

$$m_{ij} = \sum_{x_T} (x_T)^i \cdot \left( \sum_{y_T} y_T^j \right)$$

设目标面积约是整幅图象大小的  $1/4$ ; 图象分辨率为;  $512 \times 512$ ; 则计算  $m_{11}$  只需要 256 次乘法; 比从图象中直接计算  $m_{11}$  需要  $512 \times 512$  次乘法快得多。

## 四、应用实例和结论

我们采用不变矩作为特征描述跟踪的目标。由于目标与地面上其它干扰物的热辐射分布差异较大, 以及目标图象特征明显, 所以没有必要用全部七个不变矩描述目标分布的特征。下面讨论几种基本图形, 及目标与几种主要干扰物的两个不变矩 ( $\varphi_1, \varphi_2$ ) 在其特征空间中点的会聚和发散的情况。

我们选择一组与地面上目标和干扰物相似的基本图形, 包括矩形、十字叉、三角形及圆形。图 3 是这些图形在特征空间 ( $\varphi_1, \varphi_2$ ) 的分布情况。

选择的图形都是密集的、对称的图形。  $\varphi_1$  的值相当于绕图形矩心旋转的惯性矩, 物理含义是扩展度。图形是二值时,  $\varphi_1$  可理解为旋转半径;  $\varphi_2$  可理解为沿惯性主轴的延伸率 (细长度)。从理论上分析, 圆应具有最小的延伸率, 等边三角形次之, 矩形的延伸率最大。实验结果表明与理论分析相符。点的分布情况也表明, 用  $\varphi_1, \varphi_2$  可以将这几种基本图形分开。

图 4 给出的是目标与干扰物在不同旋转角度下两个不变矩的分布情况。实际图形不再

是密集的、完全对称的图形,  $\varphi_1$  和  $\varphi_2$  的物理含义和上面所提到的不同。从图 4 中点的分布看, 目标和干扰物的分布区域没有产生交

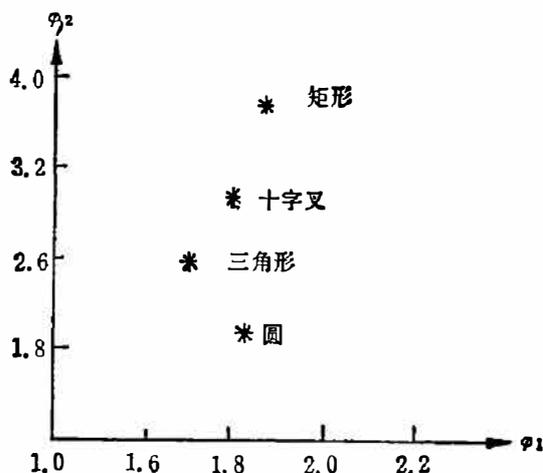


图 3 基本图形在  $(\varphi_1, \varphi_2)$  空间的分布  
Fig. 3 Distribution of some basic shapes in  $(\varphi_1, \varphi_2)$  space.

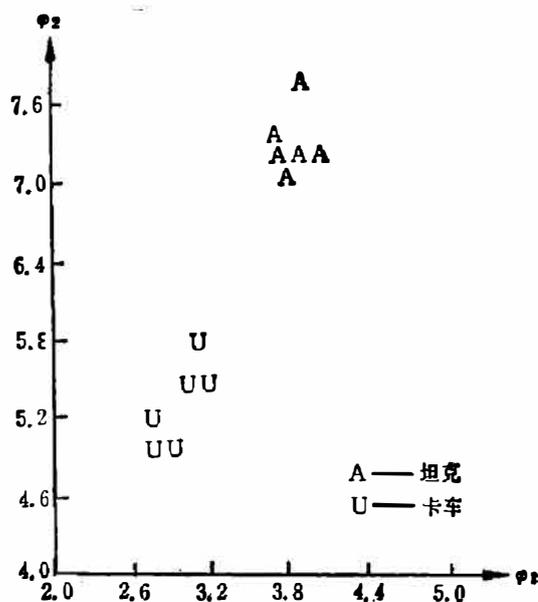


图 4 不同旋转角度下两个不变矩的分布  
Fig. 4 Distribution of the two invariant moments.

叠, 这表明可以用  $\varphi_1, \varphi_2$  将它们区分开来。

在文献[1]中, 作者曾对本文提出的方法进行复杂度估计。结果表明: 用投影函数求不变矩可使计算量大大减少, 硬件实现简单。在所讨论的实际系统中, 用  $\varphi_1, \varphi_2$  可将目标与主要干扰物区分开来。

致谢——周维真、陆铭智同志对作者给予热情的帮助, 特此致谢。

### 参 考 文 献

- [1] 何滨, 西北电讯工程学院硕士研究生论文 1986。
- [2] Ming-Kuei, Hu, *IRE Trans. on Information Theory*, IT-8, Feb., 1962, 179~187.
- [3] Yee. Hsun. U. and Flachs G. M., *Proc. of 1976 IEEE Region V Conf. Austin, TX*, 15~19.

## A USEFUL ALGORITHM FOR INFRARED TARGET RECOGNITION

HE BIN, YANG YIHE

(Northwest Telecommunication Engineering Institute)

### ABSTRACT

The characteristics of infrared target images obtained from a practical infrared imaging system are analysed. A method for calculating the invariant moments of target images is presented using projection functions of targets. Based on the theoretical analysis and computer simulation results, the possibility of using two invariant moments to describe the target characteristics is discussed.