

· 光电工程系统技术 ·

一种基于光学相关的目标识别方法

胡显亮, 张卫平

(解放军理工大学, 江苏 南京 210007)

摘要: 对目标相关识别原理进行了分析, 为了解决图像中待识别目标的方向和大小改变的问题, 利用综合鉴别函数设计了畸变不变模板, 并对其进行了改进, 将等相关峰综合鉴别函数引进训练样本, 改变了训练样本的叠加系数, 在保证图像原点处具有较大相关峰值的同时一定程度上使样本间相关峰相似, 提高了目标类间识别的能力。

关键词: 相关识别; 综合鉴别函数; 畸变不变

中图分类号: O438; TN27

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2009)06-0011-03

A Method of Object Recognition Based on Optical Correlation

HU Xian-liang, ZHANG Wei-ping

(PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, China)

Abstract: The principle of correlation recognition of target is analyzed. To solve the distortion problem in direction and scale, a distortion invariant model is designed and improved by means of synthetic discriminate function (SDF), by introducing the recognition SDF into training samples. The recognition capability could be enhanced by changing the superposition coefficient to insure that the correlation peak at the origin point is higher while the correlation peaks in different samples maintain alike.

Key words: correlation recognition; synthetic discriminate function(SDF); distortion invariant

不论光学、红外还是雷达成像, 最终都将形成灰度分布具有目标特征的灰度图像。在利用计算机处理庞大的图片信息时, 如何提高目标识别的精准性

和快速性是图像识别的主要研究方向之一。设计了光学相关目标识别的计算机流程图(图 1), 利用已知目标的图像特征通过光学相关原理来匹配识别目标, 并通过对等相关峰综合鉴别函数的改进提高了其畸变不变性。

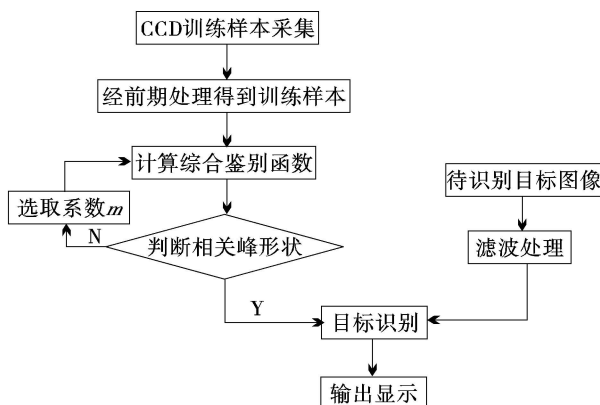


图 1 光学相关目标识别的计算机流程图

1 基于综合鉴别函数的相关识别

1.1 光学相关的描述

2 个二维空域函数的互相关定义为

$$f(x, y) \otimes g(x, y) = \iint_{-\infty}^{+\infty} f^*(\xi, \eta) g(x + \xi, y + \eta) d\xi d\eta = f(x, y) * g^*(x, y) \quad (1)$$

其中, “ \otimes ” 符号表示相关运算; “ $*$ ” 符号表示卷积运算; $f^*(x, y)$ 表示 $f(x, y)$ 的共轭函数; $g^*(x, y)$

收稿日期: 2009-10-19

作者简介: 胡显亮(1982-), 男, 黑龙江大庆人, 硕士研究生, 研究方向为光电工程; 张卫平(1964-), 男, 副教授, 主要从事光电工程技术研究。

表示 $g(x, y)$ 的共轭函数.

根据傅里叶变换的卷积定理可得

$$f(x, y) * g^*(x, y) \Leftrightarrow F(u, v) \cdot G^*(u, v)$$

$$f(x, y) \otimes g(x, y) \Leftrightarrow F(u, v) \cdot G^*(u, v) \quad (2)$$

其中, $F(u, v)$ 是 $f(x, y)$ 的傅里叶变换; $G^*(u, v)$ 是 $g(x, y)$ 傅里叶变换的共轭函数.

如果输入的二维函数是实函数, 则相关函数是 2 个函数重叠程度的描述, 当重叠面积达到最大时, 相关有一个极大值. 由于只有相同的函数才能完全重合, 故自相关比互相关的相关程度高得多. 只要计算出 2 个函数的相关程度, 就可以判别 2 个函数的相似性. 这一过程把复杂的二维图形比较化简为一个点的比较, 由此可见相关器可用于图形识别.

1.2 综合鉴别函数

所谓综合鉴别函数(SDF)^[1-3]是指从一组统计上能够很好代表某目标的各种畸变形态(不同比例、不同旋转角度等)的训练集出发, 将其进行线性组合综合成的一个空间滤波器, 只要待识别目标图像在训练集中, 那么滤波器与其相关计算输出的相关峰值就不随畸变形态而改变.

设训练集样本由 N 个畸变形态组成 $\{g_1(x, y), g_2(x, y), \dots, g_n(x, y)\}$, $n = 1, 2, \dots, N$, 综合空间滤波器是他们的线性组合

$$g(x, y) = a_1 \cdot g_1(x, y) + a_2 \cdot g_2(x, y) + \dots + a_n \cdot g_n(x, y) \quad (3)$$

选择系数组使其与样本集间的任意畸变形态相关峰值为一常数 c_i

$$g(x, y) \otimes g_i(x, y) \Big|_{\text{原点}} = c_i, i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n a_i r_{ij} = c_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

其中, $r_{ij} = (g_i(x, y) \otimes g_j(x, y)) \Big|_{\text{原点}}$

转换成矩阵形式为: $\mathbf{R} \cdot \vec{a} = \vec{c}$. 其中, $\vec{a} = [a_1, a_2, \dots, a_n]^T$; $\vec{c} = [c_1, c_2, \dots, c_n]^T$; $\mathbf{R} =$

$$\begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix}$$

两边同时左乘 \mathbf{R} 的逆矩阵, 即可

求得系数 a 的值, 求得综合鉴别函数.

1.3 综合鉴别函数改进

等相关峰综合鉴别函数只考虑训练样本与其相关时在原点位置输出的峰值相同, 因此在对同一目标不同畸变形态识别时虽然各相关峰峰值输出相

同, 但是相关峰较宽、波动较大, 各个相关峰整体形状不相似, 这使识别过程难度加大. 利用最小平均相关能量鉴别函数(MACESDF)^[4]可以一定程度上解决相关峰波动较大的问题, 它是限制相关面上的原点输出值的同时最小化相关平面上除去原点以外的其他各点的相关程度来突出相关峰, 但是它是以降低平均峰值为代价的^[5]. 用综合鉴别函数改进的逆滤波算法^[6], 可以使相关峰尖锐, 但峰值改变较大, 非相关峰变得杂乱.

为了保持相关峰峰值的同时, 相关峰形状也能一定程度的相似, 将综合鉴别函数引进训练样本 $\{g_1(x, y) - mg, g_2(x, y) - mg, \dots, g_n(x, y) - mg\}$, 利用等相关峰的方法再次确定系数, 这样改变了训练样本的叠加系数, 把训练样本整体参数引入并用 m 调节其权重, 可以使相关输出趋向于理想相关输出, 一定程度的提高了其目标类间识别的性能.

$$g'(x, y) \otimes g_i(x, y) \Big|_{\text{原点}} = c_i$$

$$\sum_{i=1}^n a_i r'_{ij} = c_j \quad (5)$$

$$\vec{a}' = (\mathbf{R}')^{-1} \cdot \vec{c}$$

选择适当的 m 值求得匹配效果最佳的模板, 当 $m = 0$ 时, 为等相关峰综合鉴别函数.

2 计算机实验结果

计算综合鉴别函数实现的过程: 将一幅坦克模型图像读入计算机, 经过前期处理(滤掉噪声和不必要的信息)并进行方向和大小的畸变得得到 8 幅图作为样本 g_i ; 计算傅里叶互相关功率谱 $G_i \cdot G_j^*$ 并进行傅里叶逆变换求得相关值 $g_i \otimes g_j$ (显示相关峰时注意用函数 *fftshift* 将峰值中心化); 将其归一化(相关峰值为 $c = 1$)求得 $r_{ij} = p_{ij}$, P 为相关峰值(由于

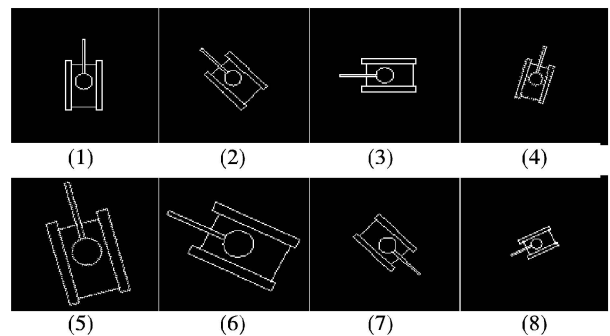


图2 训练样本

图像的相关峰在两模板重合时最大,所以要注意峰值出现的位置在(原点));计算 R 的逆矩阵 R^{-1} ,求得

$\vec{a} = R^{-1} \cdot \vec{c}$,代入 $g = \sum_1^n a_i g_i$ 即可得到综合鉴别函数 g ,得到合成的模板.

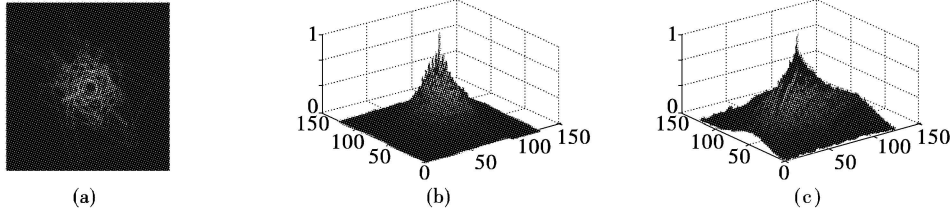


图 3 比例、旋转不变相关实验结果

图 2 为 8 个训练样本集(1~8);图 3 a 为综合鉴别函数模板,其中求得的综合鉴别函数系数 a_i 为: $\{0.544 2, 0.887 7, 0.537 1, 0.733 6, 0.371 7, 0.428 7, 1.003, 1.065 9\}$;图 3b 与图 3c 分别为样本 4、样本 6 与综合鉴别函数模板的相关结果,可见二者的相关峰值相同,即相关峰峰值不随形状的改变而改变,说明了综合鉴别函数能识别旋转变化和比例变化的图像.

三维相关峰图像,可以看出 7 个接近 1 的峰值(峰值低于 1 是由于图像噪声等图像质量问题产生的),黑色矩形框内为直升机的峰值,它明显低于坦克峰值.图 4e 是改进后的综合鉴别函数相关结果 ($m = 0.7$),与图 4c 比较可以看出坦克位置的相关峰不不仅可以保持峰值的突出,而且形状相似程度也有所提高.由此可见,光学相关结合综合鉴别函数可以实现类间识别,具有位移和畸变不变性,并且便于统计.

3 结 束 语

实验结果表明,利用综合鉴别函数的相关识别具有畸变不变的性质能够较好地完成训练样本的畸变识别,在类间识别中利用改进的综合鉴别函数,可以使同类目标相关峰相似,提高了其识别能力.

参 考 文 献

- [1] Casasent D. Correlation synthetic discriminant function [J]. Applied Optics, 1986, 25(14):2343-2350.
- [2] Kumar B V. Tutorial survey of composite filter designs for optical correlators [J]. Applied Optics, 1992, 31 (23): 4773-4800.
- [3] 甘厚吉,华文深. 常规综合鉴别函数的改进 [J]. 应用光学, 2007, 28(3):336-337.
- [3] Abhijit Mahalanobis, B Vijaya Kumar, David Casasent. Minimum average correlation energy filters [J]. Applied Optics, 1987, 26(17):3633-3640.
- [4] 赵昱,申铨国. 基于维纳滤波的旋转不变相关识别 [J]. 光电子·激光, 2004, 15(1):78-81.
- [5] 李英华. 两种解决光学相关识别中畸变不变问题的综合鉴别函数性能比较分析 [J]. 激光杂志, 2007, 28 (6):63.
- [6] 赵昱,申铨国. 用于旋转不变模式识别的一种逆滤波算法研究 [J]. 吉林大学学报, 2003(3):9-12.

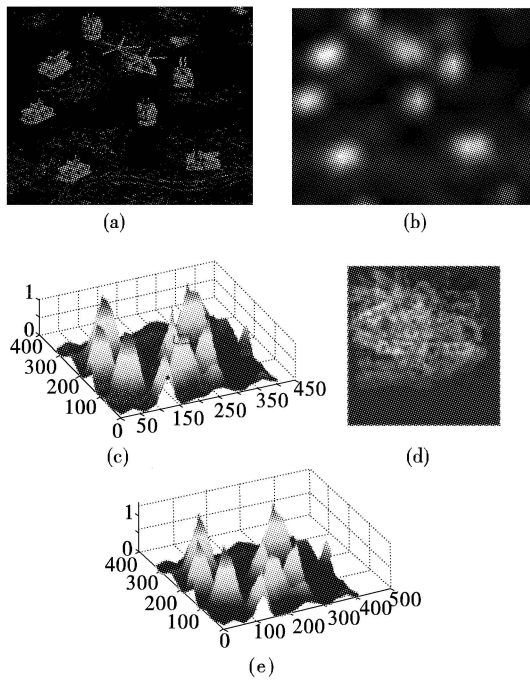


图 4 位移、畸变不变实验结果

图 4a 是一幅灰度图像,在背景不同位置散落着多个目标,除了存在畸变(方向不同、视角不同)的目标(坦克),还有不同类型的目标(直升机);图 4d 是综合鉴别函数模板(样本集是 8 个旋转 45° 的坦克子图);图 4b 为相关峰亮度图,明显有 7 个亮斑与坦克位置相对应,直升机的位置也有亮斑出现;图 4d 为