

## 物体特征的快速检测与识别方法

王欢欢<sup>1,3</sup>, 杨清平<sup>2</sup>, 王向军<sup>3</sup>

- (1. 天津科技大学 机械工程学院, 天津 300222;
2. School of Eng. & Design, Urunel University, London, UK, UB8 3PH;
3. 微光机电系统技术教育部重点实验室(天津大学), 天津 300072)

**摘要:** 文中的目的是讨论一种新的物体特征快速检测与识别方法, 该方法适于具有纹理特征的在运动中视角不断变化的物体快速检测与识别。该方法基于新发展的多级定向执行长度编码法 (Multilevel Orientation Run Length Coding, MORLC)。由此产生了两种新的物体特征样本形式, 即: MORLC 坐标样本和 MORLC 长度样本。文中给出了 MORLC 方法的理论分析和匹配判据, 以及利用 MORLC 坐标和长度样本对运动物体的检测和识别数据。实验结果显示 MORLC 编码属于字符数据样本, 数据量小, 占用存储空间少, 构造过程简单, 运算处理效率高, 构建样本的灵活性强, 可根据不同的应用需求选择不同级次的样本形式, 匹配和识别的鲁棒性好, 不易产生错误匹配等。该方法适用于变视角运动物体的快速检测与识别, 以及产品特征检测和识别。

**关键词:** 特征检测; 特征识别; 图像编码; 产品分类

**中图分类号:** TP391    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1007-2276(2014)03-1002-07

## A fast test and recognition method for object character

Wang Huanhuan<sup>1,3</sup>, Yang Qingping<sup>2</sup>, Wang Xiangjun<sup>3</sup>

- (1. College of Mechanical Eng., Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China;
2. School of Eng. & Design, Urunel University, London UB8 3PH, UK)
3. Micro Optics Electronic Machine System Education Ministry Key Laboratory, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** A new method of fast test and recognition of moving object was presented in the article, that is suitable for fast inspection and recognition of object with complex texture and moving state in unceasing changing view angle. A new coding method based on Multilevel Orientation Run Length Coding (MORLC) was developed, and the two new templet models with MORLC coordinate and length coding were developed in the research. Systemic theory process and criterion were given in the the article, and experiment data of object character inspection and recognition by MORLC coordinates and length coding and templets were given. The MORLC coding and templets shows benefits with small data amount, small storage addresses, easy constructing, high processing speed, flexible coding form with different multilevels resting with different application situation, high robusticity, low mistakes, etc. The

收稿日期: 2014-02-11; 修订日期: 2014-03-12

基金项目: 国家教育部支撑项目(625010110); 微光机电系统技术教育部重点实验室(天津大学)开放基金(KF2K131001);  
天津科技大学引进人才科研启动基金(201304003)

作者简介: 王欢欢(1982-), 女, 讲师, 博士, 主要从事视觉感知、视觉测量、产品定制设计等方面的研究。Email: whh088@hotmail.com

method can be used for fast inspection and recognition of moving objects at moving state in unceasing changing view angle, especially character test and recognition of a great lot products.

**Key words:** character inspection; character recognition; image coding; product classify

### 0 引言

样本匹配过程是对一幅图像中的未知特征,用特定的和已知的样本进行“比较”,从而进行两者之间相似性度量的过程。样本匹配方法被广泛地应用在图像识别中。根据实际应用的要求不同,采用的匹配处理算法不同。例如:只利用物体影像的边缘信息进行正相关处理,来探测一个物体的任意二维图像。该方法是在复杂的卷积处理方法的基础上发展的。另一项有关场景匹配常用的方法是基于物体影像的不变转动惯量而得到的。不变转动惯量法对于从二维图像中提取图像的特征信息是非常有效的,因为对于一个物体,它的转动惯量是不随图像的位置,尺寸和方向的变化而变化。

上述样本匹配方法具有运算量过大,对处理平台的实时处理能力提出较高的要求,特别是相关卷积运算。文中提出了一种新的物体特征快速检测与识别方法。该方法适于复杂纹理特征的检测识别,以及具有不规则轮廓边缘的物体实时检测和识别,特别是对于变视角运动物体的检测和识别。该方法的基础是新发展的多级定向执行长度编码法(MORLC)。由此产生了两种物体影像样本形式,即:MORLC 坐标样本和 MORLC 长度样本。这些样本的特点是都属于字符数据样本,数据量小,占用存储空间少,构造过程简单,运算效率高,样本构建灵活性强,可根据不同的应用需求选择不同级次的样本形式,鲁棒性好,不易产生错误检测和识别等特点。采用MORLC 样本匹配方法,匹配处理的大部分操作是在图象处理的符号域中进行的,避免了对大量图像像元进行操作,从而使匹配处理过程加快。

### 1 MORLC 原理

#### 1.1 MORLC 编码方法

多级定向执行长度编码(MORLC)方法是基于二

值图像的执行长度编码(RLC)方法<sup>[1-3]</sup>。MORLC 编码方法是对物体的二值图像进行处理,从物体图像的形心(centroid)开始,按照  $360/n$  的角度间隔方向执行长度编码, $n$  是方向个数,例如: $n$  等于 8,如图 1 所示,物体的编码结果为 8 向  $m$  级 ORLC 编码。

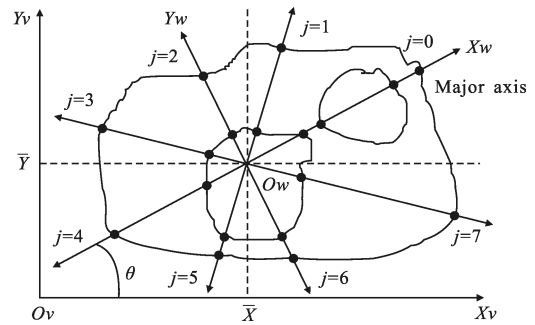


图 1 MORLC 编码( $j$  表示编码的方向序号)

Fig.1 MORLC coding( $j$  is the coding direction)

ORLC 通常利用物体或产品的二值轮廓图像。ORLC 编码取决于物体的定位和定向,即物体图像的形心和最大最小转动惯量轴。MORLC 方法对物体图像边缘复杂或图像中分布孔洞轮廓具有很好的适用性。

MORLC 编码方法叙述如下:

(1) 首先对包含物体的场景图像进行预处理,例如:平滑、非线性滤波、二值化(对移动的物体还要进行帧间差分),利用边缘增强滤波器(例如:sobel 算法)提取物体二值影像的边缘,需要时进行细线化处理,使获得的待处理图像具有单像素边缘轮廓;

(2) 利用物体图像的零阶矩和一阶矩确定被编码物体图像的形心和最大最小惯量轴(主轴);

(3) 以形心为起点,主轴为基准方向, $360/n$  为间隔角度进行定向执行长度编码(ORLC),零方向的  $m$  级定向执行长度编码表示为  $M_0ORLC$ ,用于匹配的样本也具有同样的形式  $M_0ORLC$ ;

(4) 按照  $360/n$  等间隔角方向的第  $j$  个方向( $0 \leq j \leq n$ )执行 ORLC,获得第  $j$  编码方向的  $m$  级定向执

行长度编码表示为  $M_jORLC$ ，用于匹配的样本也具有同样的形式  $M_jORLC$ ；

在第  $j$  个方向上的  $m$  级定向执行长度编码可以表示为如公式(1)所示：

$$M_jPM_m=[PM]_j=\{P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_m\}_j \quad (1)$$

式中： $i$  为在第  $j$  方向上的物体边缘过度点序号； $j$  为 ORLC 的编码方向是在第  $j$  方向上； $P_i$  为在第  $j$  方向上的物体边缘过度点序号为  $i$  的坐标点； $PM_j$  为在第  $j$  方向上的物体边缘过度点坐标阵列。

**1.2 MORLC 匹配样本**

MORLC 匹配样本可以分成两种形式，一种是 MORLC 坐标样本，如公式(2)所示，另一种是长度样本，如公式(3)所示。分别表示如下。

(1) MORLC 坐标样本

$$[MPM]=\{M_0PM, M_1PM, \dots, M_kPM, \dots, M_nPM\}=\{|\sum PM_{m \times n}|_0, |\sum PM_{m \times n}|_1, \dots, |\sum PM_{m \times n}|_k, |\sum PM_{m \times n}|_n\} \quad (2)$$

或表示为：

$$[M_nPM_{m \times n}] = \begin{matrix} M_0PM_m \\ M_1PM_m \\ \vdots \\ M_jPM_m \\ \vdots \\ M_nPM_m \end{matrix} = \begin{matrix} p(0,0), p(1,0), \dots, p(i,0), \dots, p(m,0) \\ p(0,1), p(1,1), \dots, p(i,1), \dots, p(m,1) \\ \vdots \\ p(0,j), p(1,j), \dots, p(i,j), \dots, p(m,j) \\ \vdots \\ p(0,n), p(1,n), \dots, p(i,n), \dots, p(m,n) \end{matrix} \quad (3)$$

式中： $m$  为 MORLC 编码在一个方向上的最大级数； $n$  为 MORLC 编码的最大方向个数。上式为 MORLC 坐标样本的一般表达形式，如果是 8 方向( $n=7$ )1 级( $m=0$ )MORLC 坐标样本可表示为：

$$[M_0PM_{0 \times 0}] = \begin{matrix} M_0PM_0 \\ M_1PM_0 \\ \vdots \\ M_7PM_0 \end{matrix} = \begin{matrix} p(0,0) \\ p(0,1) \\ \vdots \\ p(0,7) \end{matrix} \quad (4)$$

(2) MORLC 长度样本

$$[MLM]=\{M_0LM, M_1LM, \dots, M_kLM, \dots, M_nLM\}=\{|\sum LM_{m \times n}|_0, |\sum LM_{m \times n}|_1, \dots, |\sum LM_{m \times n}|_k, |\sum LM_{m \times n}|_n\} \quad (5)$$

或表示为：

$$[M_nLM_{m \times n}] = \begin{matrix} M_0LM_m \\ M_1LM_m \\ \vdots \\ M_jLM_m \\ \vdots \\ M_nLM_m \end{matrix} = \begin{matrix} l(0,0), l(1,0), \dots, l(i,0), \dots, l(m,0) \\ l(0,1), l(1,1), \dots, l(i,1), \dots, l(m,1) \\ \vdots \\ l(0,j), l(1,j), \dots, l(i,j), \dots, l(m,j) \\ \vdots \\ l(0,n), l(1,n), \dots, l(i,n), \dots, l(m,n) \end{matrix} \quad (6)$$

式中： $m$  为 MORLC 编码在一个方向上的最大级数； $n$  为 MORLC 编码的最大方向个数。上式为 MORLC 长度样本的一般表达形式，其中：

$$l[i, j]^2=(x[i, j]-\bar{X})^2+(y[i, j]-\bar{Y})^2 \quad (7)$$

如果以 8 方向( $n=7$ )1 级( $m=0$ )MORLC 长度样本为例，可表示为：

$$[M_0LM_{0 \times 0}] = \begin{matrix} M_0LM_0 \\ M_1LM_0 \\ \vdots \\ M_7LM_0 \end{matrix} = \begin{matrix} l(0,0) \\ l(0,1) \\ \vdots \\ l(0,7) \end{matrix} \quad (8)$$

**1.3 基于 MORLC 样本的物体识别**

基于 MORLC 的物体识别实际是 MORLC 样本匹配。MORLC 坐标和长度两种匹配均是基于各自样本和被识别物体相同的编码形式。针对某一物体，所产生的识别样本应该具有鲁棒性，即它的样本形式应是多视角的，基于 MORLC 的物体识别对被识别物体图像的比例变化是不敏感的，并可通过归一化有效地剔除比例因素。

多物体的 MORLC 样本构成一个样本集 (样本库)，其中  $W$  个物体的 MORLC 坐标样本集的一般表达形式为：

$$[M_nPM_{M \times N \times W}]_{T\Sigma} = \begin{matrix} [M_nPM_{m \times n}[0]]_T \\ [M_nPM_{m \times n}[1]]_T \\ \vdots \\ [M_nPM_{m \times n}[k]]_T \\ \vdots \\ [M_nPM_{m \times n}[w]]_T \end{matrix} \quad (9)$$

同理,  $W$  个物体的 MORLC 长度样本集的一般表达形式为:

$$[M_nLM_{m \times n \times W}]_{T\Sigma} = \begin{bmatrix} [M_0LM_{m \times n}[0]]_T \\ [M_1LM_{m \times n}[1]]_T \\ \vdots \\ [M_nLM_{m \times n}[k]]_T \\ \vdots \\ [M_nLM_{m \times n}[w]]_T \end{bmatrix} \quad (10)$$

### 1.3.1 基于 MORLC 坐标样本的物体识别

当使用 MORLC 坐标样本进行物体识别时,按照与样本库相同的级数  $m$  和方向数  $n$  构建被识别物体的 MORLC 编码的坐标阵列表达式。

例如 对于第  $k$  个被识别物体, 它的 MORLC 编码的坐标阵列表达式为:

$$[M_nPM_{m \times n}[k]]_{Object} = \begin{bmatrix} [M_0PM_m]_{Object} \\ [M_1PM_m]_{Object} \\ \vdots \\ [M_jPM_m]_{Object} \\ \vdots \\ [M_nPM_m]_{Object} \end{bmatrix} \quad (11)$$

进行物体匹配时,采用如下判别准则:被识别物体的 MORLC 编码的坐标阵列表达式与 MORLC 坐标样本库中的各 MORLC 坐标样本的所有对应项之差的平方和为最小,即:

$$\phi_k = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m (MPM(i,j)_{KObject} - MPM(i,j)_{KT})^2$$

$$\text{MIN}\{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_k, \dots, \phi_w\} \quad (12)$$

取上式中  $\phi_k$  为最小值的物体,并且小于预先设定的判别值即认为达到了匹配。

例如 对于第  $k$  个物体, 它的 MORLC 编码的长度阵列表达式为:

$$[M_nLM_{m \times n}[k]]_{Object} = \begin{bmatrix} [M_0LM_m]_{Object} \\ [M_1LM_m]_{Object} \\ \vdots \\ [M_jLM_m]_{Object} \\ \vdots \\ [M_nLM_m]_{Object} \end{bmatrix} \quad (13)$$

### 1.3.2 基于 MORLC 长度样本的物体识别

同理, 当使用 MORLC 长度样本进行物体识别时,按照与样本库相同的级数  $m$  和方向数  $n$  构建被

识别物体的 MORLC 编码的长度阵列表达式。

例如 对于第  $k$  个被识别物体, 它的 MORLC 编码的长度阵列表达式为:

$$[M_nLM_{m \times n}[k]]_{Object} = \begin{bmatrix} [M_0LM_m]_{Object} \\ [M_1LM_m]_{Object} \\ \vdots \\ [M_jLM_m]_{Object} \\ \vdots \\ [M_nLM_m]_{Object} \end{bmatrix} \quad (14)$$

进行物体匹配时,采用相同的判别准则:被识别物体的 MORLC 编码的长度阵列表达式与 MORLC 长度样本库中的各 MORLC 长度样本的所有对应项之差的平方和为最小,即:

$$\phi_k = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m (MLM(i,j)_{KObject} - MLM(i,j)_{KT})^2$$

$$\text{MIN}\{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_k, \dots, \phi_w\} \quad (15)$$

取上式中  $\phi_k$  为最小值的物体,并且小于预先设定的判别值即认为达到了匹配。

## 2 物体特征检测与识别实验

### 2.1 物体匹配样本形式

MORLC 编码的样本来源可以采用如图 2 所示方法<sup>[4-6]</sup>,该方法可以很好地将具有背景噪声(如图 2(a))的物体图像处理成较为理想的二值图像(如图 2(b)~(d)所示)。

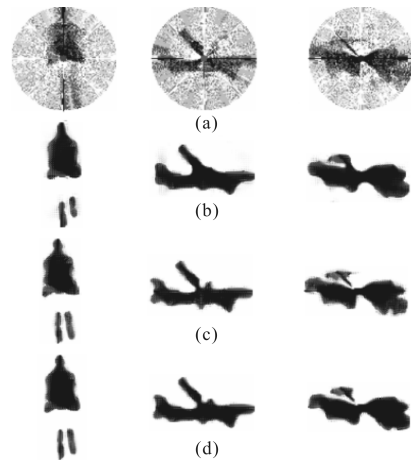


图 2 基于 Canny 算子的阈值设置算法的噪声剔除方法

Fig.2 Method of different level set algorithms for noise removal

图 2 为基于 Canny 算子的阈值设置算法的噪声

剔除方法,其中图(a)为原始图像,图(b)~(d)为采用 3 种不同阈值估计模型的降噪处理结果图像,从处理结果图像中均能看到背景噪声被很好地剔除,前景物体轮廓清晰。图 3 中所示为实验中采用基于 Canny 算子的阈值设置算法的降噪法从实际序列图像中提取和生成的人形二值样本图像 T0~T8。表 1 为通过 MORLC 编码方法产生 T0~T8 样本图像的 1 级 8 方向 9 个坐标阵列样本,表 2 为通过 MORLC 编码方法产生 T0~T8 样本图像的 1 级 8 方向 9 个长度阵列样本。

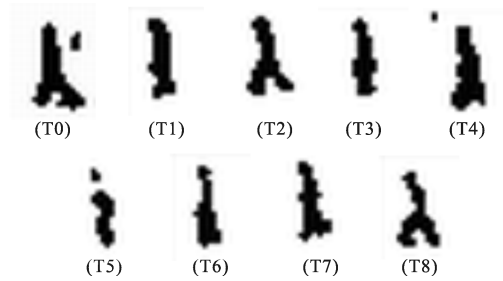


图 3 采用基于 Canny 算子的阈值设置算法的降噪法生成的人形二值样本图像

Fig.3 Templet images based on Canny operator for noise removal with different level set algorithms

表 1 MORLC 坐标样本( $m=0, n=7, w=9$ )

Tab.1 MORLC coordinate templets ( $m=0, n=7, w=9$ )

T		$P[0,0,w]$	$P[0,1,w]$	$P[0,2,w]$	$P[0,3,w]$	$P[0,4,w]$	$P[0,5,w]$	$P[0,6,w]$	$P[0,7,w]$
Templet0	X	13.760	26.788	-0.009	-26.627	-18.680	-26.717	0.009	27.066
	Y	0.006	26.811	19.640	26.604	-0.008	-26.740	-20.100	-27.042
Templet1	X	54.419	13.412	-0.007	-25.007	-11.651	-24.869	0.006	13.589
	Y	0.025	13.425	14.349	24.984	-0.005	-24.891	-14.279	-13.577
Templet2	X	40.980	24.314	-0.003	-24.958	-40.280	-23.904	0.010	23.698
	Y	0.018	24.335	6.240	24.936	-0.018	-23.925	-23.800	-23.678
Templet3	X	4.156	2.850	-0.003	-18.921	-8.563	-18.909	0.005	12.356
	Y	0.001	2.851	8.812	18.909	-0.003	-18.921	-15.063	-12.349
Templet4	X	65.960	13.033	-0.008	-27.009	-27.720	-25.063	0.009	17.685
	Y	0.029	13.045	19.260	26.985	-0.012	-25.085	-21.080	-17.670
Templet5	X	7.347	5.510	-0.006	-11.824	-20.327	-13.227	0.006	6.569
	Y	0.003	5.515	11.755	11.813	-0.010	-13.239	-12.572	-6.563
Templet6	X	55.880	17.683	-0.011	-23.926	-10.220	-23.211	0.009	16.724
	Y	0.026	17.700	22.400	23.903	-0.005	-23.232	-19.900	-16.708
Templet7	X	4.543	2.965	-0.003	-5.137	-12.739	-11.707	0.007	5.491
	Y	0.002	2.968	4.696	5.131	-0.007	-11.719	-14.543	-5.485
Templet8	X	58.460	10.263	-0.006	-20.557	-38.900	-14.419	0.005	11.913
	Y	0.024	10.271	15.440	20.540	-0.016	-14.431	-13.180	-11.903

表 2 MORLC 长度样本( $m=0, n=7, w=9$ )

Tab.2 MORLC length templets ( $m=0, n=7, w=9$ )

	$L[0,0,w]$	$L[0,1,w]$	$L[0,2,w]$	$L[0,3,w]$	$L[0,4,w]$	$L[0,5,w]$	$L[0,6,w]$	$L[0,7,w]$
Templet0	13.760	37.900	19.640	37.640	18.680	37.800	20.100	38.260
Templet1	54.419	18.977	14.349	35.349	11.651	35.186	14.279	19.209
Templet2	40.980	34.400	6.240	35.280	40.280	33.820	23.800	33.500
Templet3	4.156	4.031	8.813	26.750	8.563	26.750	15.063	17.469
Templet4	65.960	18.440	19.260	38.180	27.720	35.460	21.080	25.000
Templet5	7.347	7.796	11.755	16.714	20.327	18.714	12.571	9.286
Templet6	55.880	25.020	22.400	33.820	10.220	32.840	19.900	23.640
Templet7	4.543	4.196	4.696	7.261	12.739	16.565	14.543	7.761
Templet8	58.460	14.520	15.440	29.060	38.900	20.400	13.180	16.840



2.2 实验结果及分析

实验对象采用场景中有运动的行人和行驶的汽车视频图像<sup>[7-8]</sup>。视频图像生成过程采用摄像机手持微动拍摄,在处理时经过图像配准后视场近似为静态背景(如图 4(a)~(c)所示)。该实验图像为每秒 25 帧的视频图像帧序列,在该场景中运动物体有两个,一个是从视场左侧向右行驶的汽车,另一个是从视场左侧向右侧行走的行人。测试实验是利用 MORLC 编码所生成的坐标阵列样本和长度阵列样本对场景中运动的行人进行检测和识别。

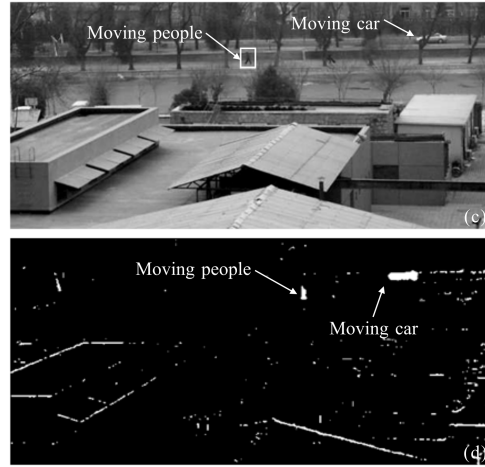
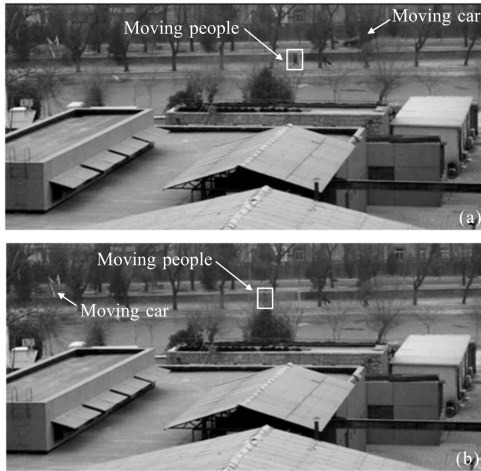


图 4 行人和汽车在不同的运动位置上的检测和识别结果与经过滤波、配准、帧间差分的中间预处理结果

Fig.4 Testing and recognition results of moving people and car at differat moving positions and the processing temporary result by filtering, difference between differencing frames

图 4(a)~(c)为行人和汽车在不同的运动位置上的典型三帧检测和识别结果。图 4(d)为经过滤波、配准、帧间差分后的中间预处理结果。

表 3 和表 4 分别为利用图 3 中的 9 个行人 MORLC 坐标阵列样本和长度阵列样本,基于利用公

表 3 使用 MORLC 坐标样本匹配结果(m=1, n=8, w=9)

Tab.3 Matching results with MORLC coordinate templets(m=1, n=8, w=9)

	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$	$\Phi_8$	$\Phi_9$
People position(1)	9.1	2 567.0	1527.5	2 000.4	3478.2	2 519.3	2 357.7	3 612.4	3 856.8
People position(2)	2 463.5	15.2	1625.1	3 127.6	490.06	3 368.7	126.17	4 370.3	1133.7
People position(3)	1 464.3	1 555.0	4.5	3 711.4	1 287.3	3 493.4	1 561.1	4 777.9	1 347.8
People position(4)	2 074.0	2 926.3	3 783.0	11.7	4 760.5	439.80	3 374.1	681.68	4 100.3
People position(5)	3 368.6	470.71	1 348.7	4 799.0	4.4	4 711.8	457.65	6 074.5	649.06
People position(6)	2 668.1	3 162.3	3 581.6	409.00	4739.5	7.2	3 612.6	269.23	3 235.8
People position(7)	2 227.7	183.36	1 504.9	3 490.9	458.28	3 671.8	5.8	4 688.4	1 265.5
People position(8)	4 085.7	4 165.6	5 227.1	854.87	6 270.3	586.05	4 609.7	6.9	4 679.8
People position(9)	3 798.2	1 103.6	1 392.6	4 020.3	722.93	3 145.9	1 329.7	4 342.6	7.0

表 4 使用 MORLC 长度样本匹配结果(m=1, n=8, w=9)

Tab.4 Matching results with MORLC length templets(m=1, n=8, w=9)

	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	$\Phi_6$	$\Phi_7$	$\Phi_8$	$\Phi_9$
People position(1)	8.51	2 377.36	1 435.54	2 158.34	3 248.83	2 705.54	2 149.78	3 833.29	3 721.47
People position(2)	2 412.91	15.05	1 513.50	3 053.81	432.99	3 318.37	131.54	4 263.70	1 101.27
People position(3)	1 441.43	1 525.51	6.89	3 626.90	1 265.4	3 503.09	1 546.34	4 735.74	1 415.35
People position(4)	2 834.03	3 377.42	3 238.62	5.91	4 772.11	391.20	3 415.90	619.14	4 047.87
People position(5)	3 368.63	470.69	1 348.78	4 798.98	4.43	4 711.80	457.62	6 074.41	649.07
People position(6)	2 668.15	3 162.30	3 581.58	408.97	4 739.51	7.25	3 612.58	269.18	3 235.87
People position(7)	2 227.79	183.37	1 504.98	3 490.92	458.27	3 671.92	5.86	4 688.43	4 688.43
People position(8)	3 929.39	4 160.05	5 010.26	629.86	6 216.75	235.72	4 748.74	6.93	4 478.71
People position(9)	3 798.23	1 103.59	1 392.70	4 020.41	722.91	3 145.94	1 329.70	4 342.62	7.03

式(12)和公式(15)对场景中行走的行人进行检测和识别的匹配结果。从表 3 和表 4 中的匹配数据可以看出,利用 MORLC 编码,采用公式(12)和公式(15)判别准则结果正确可靠,具有很好的鲁棒性。

### 3 结 论

文中对基于 MORLC 编码方法用于物体特征检测和识别做了系统的理论探讨,并通过在静态背景中运动的行人及位置进行了检测和识别实验,结果说明该方法具有很好的检测识别率,很高的识别精度,以及具有很好的鲁棒性,特别适于场景中由于被探测物体运动产生的多视角轮廓变化。该方法的另一个优点是高的执行处理效率,对通常的高分辨率图像可以很快检测和识别出物体,不需要应用耗时巨大的相关等处理算法,对运动平台上的小型化低负载处理系统具有很好的适用性。

该方法适用于纹理检测,不规则轮廓物体的检测和识别,特别是适用于大量的产品特征检测、识别和分类。

#### 参 考 文 献:

- [1] Naimi H M. New image steganographic method using RLC & modular arithmetic [C]//IEEE International Conference on Signal Processing and Communications 2007 (ICSPC 2007), 2007: 744-747.
- [2] Mei Yuesong, Yu Jiangqiao, Chen Xi. Moving object tracking in the moving background [J]. *Infrared and Laser Engineering*, 2011, 39(4): 757-761. (in Chinese)
- [3] Al-Wahaib M S. A lossless image compression algorithm using duplication free run-length coding [C]//2010 Second International Conference on Network Applications Protocols and Services(NETAPPS), 2010: 245-250.
- [4] Wen Pengcheng, Wang Xiangjun, Wei Hong. Modified level set method with Canny operator for image noise removal[J]. *Chinese Optics Letters*, 2010, 8: 112-1130.
- [5] Guha Tanaya, Ward Rabab Kreidieh. Learning sparse representations for human action recognition [J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2012, 34: 1576-1588.
- [6] Wen Pengcheng, Zhang Yadi, Wang Xiangjun, et al. Shape recovery from images acquired by a wedge-ring poor-pixels detector [J]. *Infrared and Laser Engineering*, 2013, 42(5): 1366-1371. (in Chinese)
- [7] Suau, Xavier, Ruiz-Hidalgo Javier, Casas Josep R. Real-time head and hand tracking based on 2.5D data [J]. *IEEE Transactions on Multimedia*, 2012, 14: 575-585.
- [8] Kim Jonghoon. Pattern recognition for temperature-dependent state-of-charge/capacity estimation of a Li-ion cell [J]. *Transactions on Energy Conversion*, 2013, 28: 1-11.