



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103605953 B

(45)授权公告日 2018.06.19

(21)申请号 201310530371.6

(22)申请日 2013.10.31

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103605953 A

(43)申请公布日 2014.02.26

(73)专利权人 电子科技大学  
地址 611731 四川省成都市高新区(西区)  
西源大道2006号

(72)发明人 解梅 朱伟 毛河

(74)专利代理机构 电子科技大学专利中心  
51203

代理人 邹裕蓉

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

G06K 9/54(2006.01)

(56)对比文件

CN 103268489 A,2013.08.28,

US 2010/0191532 A1,2010.07.29,

王阳.“基于仿生特征的人脸表情识别”.《中国优秀硕士学位论文全文数据库(信息科技辑)》.2012,(第05期),第2-2-1节.

常庆龙,等.“基于自适应滑动窗的模糊场景行人快速检测”.《电视技术》.2012,第36卷(第19期),第1.2节.

审查员 崔茜

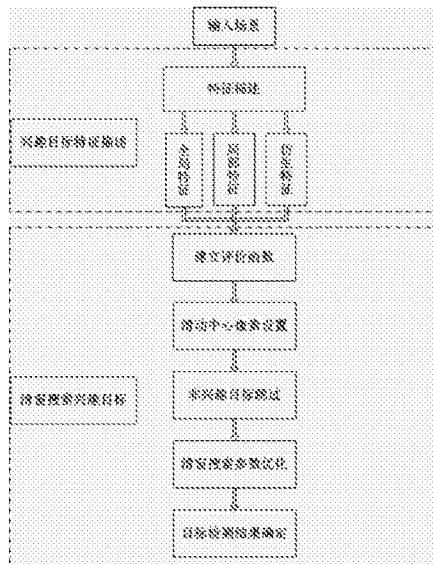
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法

(57)摘要

本发明提供一种基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,根据当前滑动搜索窗口的检测结果来控制下一次搜索时窗口的滑动速度,如当前滑动搜索窗口的检测结果属于目标兴趣区域,则表明当前窗口周围区域可能属于兴趣目标的概率较高,减速滑动窗口,以更小的滑动步长来进行特征提取;反之,则加速滑动窗口,增大滑动步长。这样重点关注对象的高密度特征区域,对非目标概率较高的区域快速扫描,就大大提高了目标检测的速度。



1. 基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:根据当前待检测的兴趣目标的先验尺寸信息设定滑动窗口的大小,进入步骤2;

步骤2:提取滑动搜索窗口内的特征向量 $V_R$ ,根据特征向量 $V_R$ 建立评价估计函数 $f_{V_R}$ ,进入步骤3;

步骤3:根据评价估计函数 $f_{V_R}$ 的投票结果判断出当前滑动搜索窗口的检测结果,并判断对当前图片是否搜索完毕,如是,搜索结束,如否,进入步骤4;

步骤4:根据当前滑动搜索窗口的检测结果来控制下一次搜索时窗口的滑动步长,如当前滑动搜索窗口的检测结果属于目标兴趣区域,则减速滑动窗口,进入步骤2,如当前滑动搜索窗口的检测结果不属于目标兴趣区域,则加速滑动窗口,进入步骤2。

2. 如权利要求1所述基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,其特征在于,

减速滑动窗口的具体方法为: $Y_H(p+1) = dY_H(p)$ ;

加速滑动窗口的具体方法为: $Y_H(p+1) = a+Y_H(p)$ ;

其中, $Y_H(p+1)$ 表示下一次搜索时窗口的滑动步长; $Y_H(p)$ 表示当前搜索时窗口的滑动步长; $d$ 表示减速参数,取值范围在0至1之间; $a$ 表示加速参数,取值范围大于0且小于在滑动方向上对应的兴趣目标先验尺寸与当前搜索时窗口的滑动步长之差。

3. 如权利要求1所述基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,其特征在于,所述特征向量包括滑动搜索窗口区域内的全局特征、局部特征和仿生特征,所述全局特征包括梯度密度特征和边缘密度特征。

4. 如权利要求3所述基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,其特征在于,在计算灰度图像梯度时,将360度圆周均分为8个角度区间,一个角度区间内的像素构成一个方向梯度图,对于每个方向梯度图分为8个子图像,每个子图像对应一个维度,最终生成一个64维的特征向量作为梯度密度特征。

5. 如权利要求3所述基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,其特征在于,所述仿生特征包括亮度特征、位置特征以及颜色特征。

6. 如权利要求5所述基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,其特征在于,使用中心性差异对亮度特征、位置特征以及颜色特征进行描述。

## 基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于数字图像处理技术。

### 背景技术

[0002] 随着现代计算机技术的发展和计算机视觉原理的广泛应用,利用人工智能和计算机图像处理技术对兴趣目标进行实时跟踪研究越来越热门,对目标进行动态实时跟踪定位在现在化交通系统、智能监控系统、军事目标检测等方面具有广泛的应用价值。

[0003] 车辆兴趣目标一般包括车辆、车牌、车道线、车标等。无论是车牌检测、车标检测、车道线检测、车辆检测、车辆跟踪等场景,从不同天气、光照等复杂场景的视频图像中高效、准确地检测出兴趣目标区域是上述应用的基础。

[0004] 目前,滑窗搜索作为一种常用数字图像检测技术,是通过设定窗口以及窗口评价估计函数,窗口以固定步长在场景内滑动,最后由评价估计函数在窗口区域内进行投票,从而判断窗口区域是属于前景目标(兴趣目标)或背景(非目标)。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种高效的基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法。

[0006] 本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案是,基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤1:根据当前待检测的兴趣目标的先验尺寸信息设定滑动窗口的大小,进入步骤2;

[0008] 步骤2:提取滑动搜索窗口内的特征向量 $V_R$ ,根据特征向量 $V_R$ 建立评价估计函数 $f_{V_R}$ ,进入步骤3;

[0009] 步骤3:根据评价估计函数 $f_{V_R}$ 的投票结果判断出当前滑动搜索窗口的检测结果,并判断对当前图片是否搜索完毕,如是,搜索结束,如否,进入步骤4;

[0010] 步骤4:根据当前滑动搜索窗口的检测结果来控制下一次搜索时窗口的滑动速度,如当前滑动搜索窗口的检测结果属于目标兴趣区域,则减速滑动窗口,进入步骤2,如当前滑动搜索窗口的检测结果不属于目标兴趣区域,则加速滑动窗口,进入步骤2。

[0011] 本发明方法根据当前滑动搜索窗口的检测结果来控制下一次搜索时窗口的滑动速度,如当前滑动搜索窗口的检测结果属于目标兴趣区域,则表明当前窗口周围区域可能属于兴趣目标的概率较高,减速滑动窗口,以更小的滑动步长来进行特征提取;反之,则加速滑动窗口,增大滑动步长。这样重点关注对象的高密度特征区域,对非目标概率较高的区域快速扫描,就大大提高了目标检测的速度。

[0012] 进一步的,为了单一特征对分类效果的依赖,提供出使用多信息目标特征描述对滑动搜索窗口进行特征向量提取,所述特征向量包括滑动搜索窗口区域内的全局特征、局部特征和仿生特征,所述全局特征包括梯度密度特征、边缘密度特征。

[0013] 更进一步的,为了简化度密度特征提取的运算复杂度,相比现有方法现在360度各方向上进行投影再降维的做法,本发明在计算灰度图像梯度时,将360度圆周均分为8个角度区间,一个角度区间内的像素构成一个方向梯度图,对于每个方向梯度图分为8个子图像,每个子图像对应一个维度,最终生成一个64维的特征向量作为梯度密度特征。

[0014] 具体的,仿生特征包括亮度特征、位置特征以及颜色特征。进一步的,提出使用中心性差异对亮度特征、位置特征以及颜色特征进行描述,简单且快速。

[0015] 本发明的有益效果是,具有很高目标识别准确率,且在复杂的环境中鲁棒性强。

## 附图说明

[0016] 图1为中心尺度 $u$ ,轮廓尺度 $v$ 示意图;

[0017] 图2为滑窗搜索车辆兴趣目标示意图;

[0018] 图3为实施例中采用haar-like特征种类。

## 具体实施方式

[0019] 为方便描述本发明内容,这里首先对一些现有技术进行定义:

[0020] 定义1梯度。在标量场 $f$ 中的一点处存在一个矢量 $G$ ,该矢量方向为 $f$ 在该点处变化率最大的方向,其模也等于这个最大变化率的数值,则矢量 $G$ 称为标量场 $f$ 的梯度。

[0021] 定义2HOG特征。方向梯度直方图(Histogram of Oriented Gradient,HOG)特征是一种在计算机视觉和图像处理中用来进行物体检测的特征描述子,它通过计算和统计图像局部区域的梯度方向直方图来构成特征。但其特征在于其在在一个网格密集的大小统一的方格单元上计算,而且为了提高精确度使用了重叠的局部对比度归一化的方法。

[0022] 定义3haar-like特征。哈尔特征(Haar-like)是用于物体识别的一种数字图像特征,哈尔特征使用检测窗口中指定位置的相邻矩形,计算每一个矩形的像素和并取其差值,然后用这些差值来对图像的子区域进行分类。

[0023] 定义4高斯金字塔。对于大小为 $w \times h$ 的图像 $I$ ,高斯金字塔 $G_j$ 由 $I$ 的几个分辨率减小的高斯图像 $I_i$ 组成,其中, $i = \{0, 1, \dots, j\}$ 代表金字塔的级数,图像 $I_i$ 的大小为 $(w/2^i) \times (h/2^i)$ ,图像 $I_i$ 由两步得到,先高斯平滑处理,用高斯函数生成的核进行滤波,再降采样,通过对进行过高斯平滑处理的图像 $I_{i-1}$ 进行隔行隔列采样而得到。

[0024] 定义5中心性差异。中心性差异是指动物对周边亮的中心暗区域敏感或者对周边暗的中央亮区域敏感这种仿生性差异,描述中心性差异的两个参数中心尺度 $u$ 和轮廓尺度 $v$ ,中心尺度 $u$ 是表示同心圆 $R_1$ 内拥有的亮区或暗区对应的像素点个数,轮廓尺度 $v$ 是表示当前同心圆 $R_2$ 的半径减去同心圆 $R_1$ 的半径,如附图1所示。

[0025] 定义6权重加强法。权重加强法是将各子特征图的特征值归一化到同一个范围内后,计算出每一副特征图的全局极大 $M$ 和除此全局极大之外的其它局部极大的平均值,再给每一副特征图乘以加强因子(权重),实现突出目标贡献大的特征,而消弱贡献小的特征。

[0026] 实施例

[0027] 基于滑窗搜索的车辆兴趣目标检测方法,如附图2所示,包括以下步骤:

[0028] 步骤一车辆兴趣目标特征描述

[0029] 步骤1.1全局特征描述

[0030] 车辆目标区域通常含有丰富的边缘信息,纹理信息,且边缘分布在相对均匀的目标区域内,根据此特点可构建全局特征对目标边缘进行描述。

[0031] 1) 梯度密度描述

[0032] 目标区域含有丰富的梯度边缘信息,应用简化的HOG特征描述,计算灰度图像的梯度,接着将360度圆周均分为8个角度区间,并将梯度方向属于同一角度区间的像素构成一个方向梯度图(共计8个),对于每个方向梯度图,将其平分为8个子图像,将每个子图像中的梯度模值求和,构成特征向量中的一个维度,最终生成一个8\*8=64维的特征向量。

[0033] 2) 边缘密度方差描述

[0034] 利用垂直边缘密度对图像区域描述,其定义如下:

[0035] 
$$D_E = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j E_v(i, j) \dots\dots\dots(2)$$

[0036] 其中,Ev(i, j)是(i, j)处的垂直边缘大小,N是非零的垂直边缘像素数,斜垂直边缘的计算可通过下式计算得到。

[0037] 
$$E_v(i, j) = \begin{cases} G(i, j), & 30^\circ \leq \alpha(i, j) \leq 120^\circ \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \dots\dots\dots(3)$$

[0038] 其中G(i, j)代表梯度幅值,a(i, j)代表边缘角度。在目标区域内通过梯度算子产生的梯度图,可根据梯度方向变化计算出最大梯度强度,提取一维特征。

[0039] 车辆兴趣目标通常均匀的分布在目标区域内,根据此特点,可把兴趣目标块分成n个长、宽一样的子块,从而获取密度变化特征。兴趣目标边缘密度变化V<sub>T</sub>可表示为下式:

[0040] 
$$V_T = \frac{\sum_{i=1}^n t_i - t}{n \cdot t} \dots\dots\dots(4)$$

[0041] 其中t表示兴趣目标垂直边缘的均值,t<sub>i</sub>表示子块垂直边缘的均值。根据上式可获得兴趣目标边缘密度方差,并以此提取一维特征。

[0042] 1.2局部特征描述

[0043] 车辆兴趣目标可由haar-like特征可反应出图像子块的边缘特征,这些同样的矩形可在图像中以不同尺度、不同位置计算出单个haar-like特征,本实施例采用单个haar-like类型如附图3所示,特征的计算都是由黑色填充区域的像素值之和与白色填充区域的像素值之和的差值。通过局部矩形,对兴趣目标进行特征描述。

[0044] 1.3仿生特征描述

[0045] 人类视觉系统通过获取亮度、形状、运动、颜色等基本信息来感知物体。其中亮度是最基本的视觉信息,人类视觉系统通过亮度信息获得物体的轮廓、颜色、运动等,使用高斯金字塔及小波分解抽取兴趣目标的亮度特征、位置特征和颜色特征。仿生特征描述如下过程:

[0046] 1) 亮度特征是根据场景图像I包含R、G、B三个通道创建相应灰度图像的高斯金字塔I(σ),尺度因子σ,根据中心性差异设定中心尺度u和尺度因子σ,根据公式v=u+σ,可得到兴趣目标的亮度特征I(u, v)。

[0047] 2) 位置特征是将I(σ)低通滤波产生 $I(\sigma, \alpha) = \text{LPF}[e^{(ik \cdot \vec{r})} I_\sigma]$ ,其中 $\vec{r}$ 是对应I的空间坐

标,  $k_{\alpha} = (\pi / 2)[\cos \theta_{\alpha} \bar{i} + \sin \theta_{\alpha} \bar{j}]$ ,  $\theta_{\alpha} = (\pi / N) (\alpha - 1)$ , ( $\alpha = 1 \dots N$ ),  $\alpha$  表示方向因子,  $N$  表示方向个数 (如  $N=4$ , 其方向选取  $0^{\circ}$ 、 $45^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ 、 $135^{\circ}$ ), 再对  $I(\sigma, \alpha)$  小波分解, 根据设定方向  $\theta_{\alpha}$  及中心尺度提取位置特征  $S(u, v, \alpha)$ 。

[0048] 3) 颜色特征是通过四个宽调谐的红色 (R)、蓝色 (B)、绿色 (G)、黄色 (Y) 通道建立对应高斯金字塔  $R(\sigma)$ 、 $G(\sigma)$ 、 $B(\sigma)$ 、 $Y(\sigma)$ , 根据中心性差异设定中心尺度和尺度因子, 提取颜色特征  $RG(u, v)$ 、 $BY(u, v)$ 。

[0049] 4) 根据提取的亮度特征、位置特征、颜色特征, 使用权重加强法对各个尺度的特征子图进行合并, 得到最终兴趣目标的仿生特征。

[0050] 步骤一中提出了一种新的多信息目标特征描述方法, 该方法有效结合目标区域内的全局特征、局部特征和仿生特征, 克服单一特征对分类效果的依赖, 具有很强的鲁棒性。局部特征的描述以及全局特征中边缘密度特征的描述方法为现有成熟技术。实施例在进行梯度密度描述时, 提出了简化的 HOG, 大大简化运算的复杂度。在进行仿生特征描述时, 创新地应用中心性差异对各个特征进行描述, 简单且快速。

[0051] 步骤2滑窗搜索兴趣目标

[0052] 本部分提出了一种新的兴趣目标扫描方法。滑动窗口算子的一个像素对属于对象的可能性及其邻域一个图像处理系统的搜索。搜索对象的特征描述将图像的像素分为两类: 候选目标像素和非目标区域。兴趣目标扫描方法大大提高了目标检测过程的速度, 当目标占图像中的小区域, 通过快速扫描, 只关注对象的高密度特征区域。

[0053] 兴趣目标扫描方法详细的实现过程如下:

[0054] 1) 根据当前待检测的兴趣目标的先验尺寸信息设定滑动窗口的大小, 进入步骤 2);

[0055] 2) 根据上述步骤一提取的兴趣目标特征构成特征向量  $V_R$ , 其中  $R$  是表示滑动搜索窗口操作区域, 并根据特征向量  $V_R$  建立评价估计函数  $f_{V_R}$ , 进入步骤 3); 其中, 根据特征向量建立评价估计函数为成熟技术, 不在此赘述;

[0056] 3) 根据评价估计函数  $f_{V_R}$  在区域内进行投票, 通过高斯分布判定一个区域的投票是否在其二元特征可接受值的中心范围内。若是则可判定候选区域为目标兴趣区域, 若否, 判定候选区域为非目标兴趣区域, 并判断对当前图片是否搜索完毕, 如是, 搜索结束, 如否, 进入步骤 4);

[0057] 4) 根据当前滑动搜索窗口的检测结果来控制下一次搜索时窗口的滑动速度, 如当前滑动搜索窗口的检测结果属于目标兴趣区域, 则减速滑动窗口, 进入步骤 2), 如当前滑动搜索窗口的检测结果不属于目标兴趣区域, 则加速滑动窗口, 进入步骤 2);

[0058] 移动滑窗中心像素点  $(x, y)$ , 下一水平搜索定义为  $y'$ ,  $y'$  可根据下式得到  $y' = y + Y_H$  ( $p$ ), 其中  $Y_H(p)$  表示定义在水平轴上滑窗搜索速度,  $p$  表示当前窗口点的像素, 同理可在垂直轴建立滑窗搜索速度;

[0059] 非兴趣目标跳过: 为减少非兴趣目标的扫描, 滑窗扫描中高密度的零输出速率和  $Y_H(p)$  以最佳的传输速率以设定适当的窗口大小直接相关, 为此调整下一搜索速度定义为下式:

$$[0060] \quad Y_H(p+1) = \begin{cases} a + Y_H(p), & \text{if } f(x, y) = 0 \\ dY_H(p), & \text{if } f(x, y) = 1 \end{cases} \dots\dots\dots(5)$$

[0061] 其中a表示加速参数,d为减速参数。

[0062] 滑窗搜索参数优化:兴趣目标在图像中的尺寸与滑窗能够有效地区分感兴趣目标区域与非目标区域。首先,在水平与垂直的最大滑窗速率参数不超过先验目标尺寸目标大小,即水平轴上的最大滑动步长不超过先验目标尺寸的水平长度,垂直轴上的最大滑动步长不超过先验目标尺寸的垂直长度;d取值范围在0至1之间,a取值范围大于0且小于在滑动方向上对应的兴趣目标先验尺寸与当前搜索时窗口的滑动速度之差。

[0063] 步骤二中提出一种基于滑窗搜索的兴趣目标检测方法,该方法有效利用前景目标与背景的特征,建立滑窗寻优搜索,通过区域投票实现兴趣目标的检测。与传统的检测算法相比较,本发明的方法在应用复杂的环境中鲁棒性好,通用性强,可应用于车牌检测、车标检测、车道线检测、车辆检测、车辆跟踪等场景。

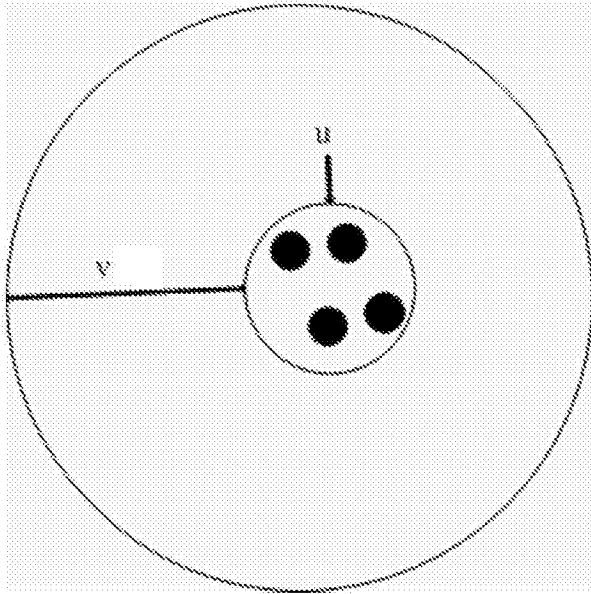


图1



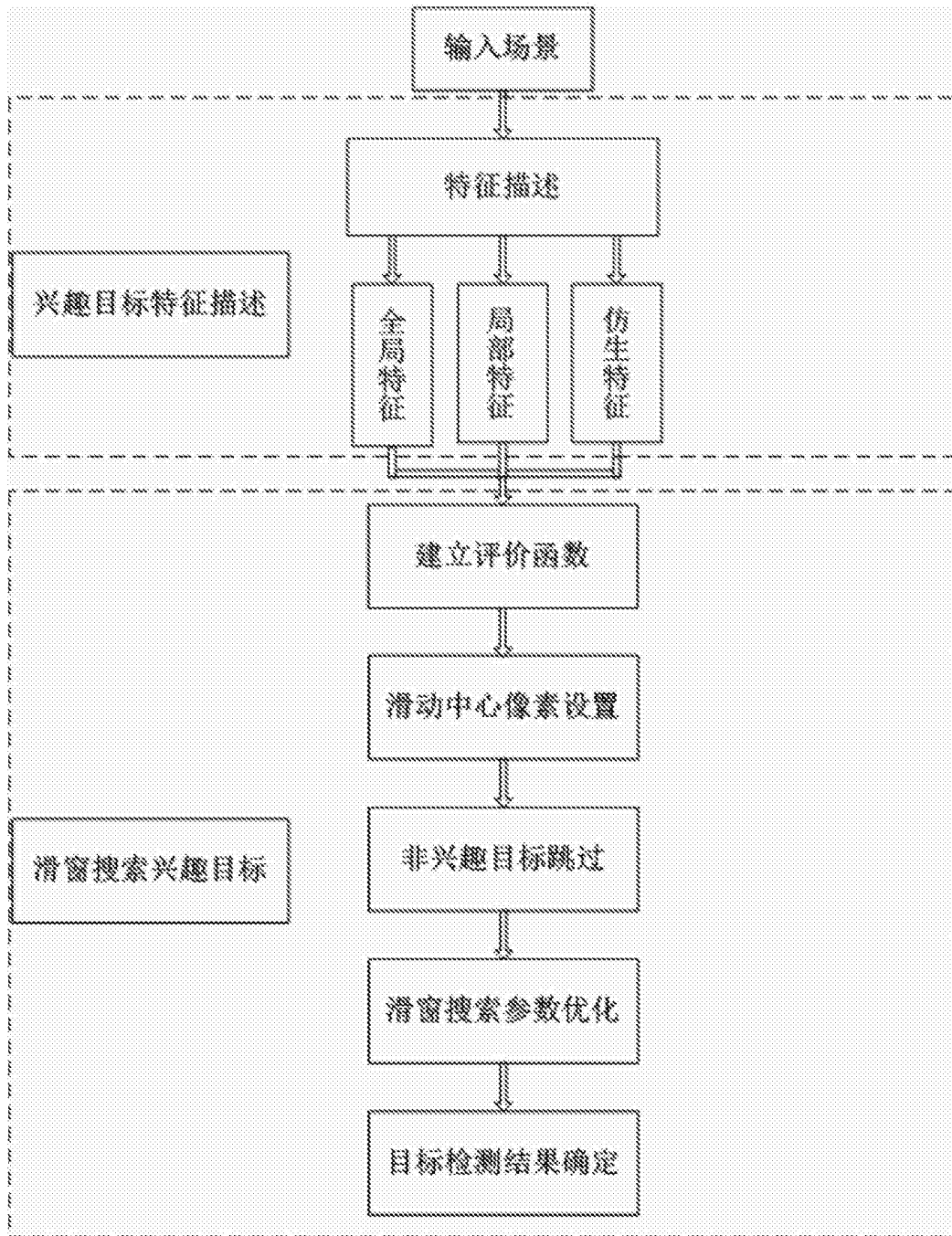


图2

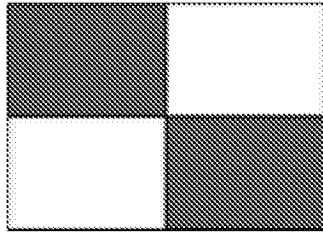


图3