



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101739689 A

(43) 申请公布日 2010.06.16

(21) 申请号 200910218005.0

(22) 申请日 2009.12.15

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 郝志成 鲁剑锋

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

G06T 7/20 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页

### (54) 发明名称

动态视频中背景图像的实时提取与更新方法

### (57) 摘要

本发明动态视频中背景图像的实时提取与更新方法属于数字图像处理技术领域,该方法是利用背景图像与运动目标图像在时域中不同的变化特性,构造图像的稳定矩阵函数,通过稳定矩阵元素的变化自动区分背景点和前景点,并对稳定矩阵设置上、下饱和值,使算法能在短时间内自动感知背景的突变,从而快速地建立背景图像模型并对其实时更新。本发明的有益效果是:该方法能够快速得到稳定的背景图像,从而能够快速准确地完成运动目标的检测。

1. 动态视频中背景图像的实时提取与更新方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

1) 假设一序列图像表示为  $f(x, y)$ , 其中  $x, y$  表示图像中任意一点的坐标, 则  $f(x, y)$  可分为背景图像  $B(x, y)$  和运动目标图像  $T(x, y)$ ; 在  $t$  时刻, 背景图像  $B_t(x, y)$ 、运动目标图像  $T_t(x, y)$  与图像  $f_t(x, y)$  的关系式为:

$$f_t(x, y) = B_t(x, y) + T_t(x, y), T_t(x, y) = \bigcup_{0 \leq i \leq N_a} T_t^i(x, y),$$

其中,  $T_t^i(x, y)$  为各运动目标前景图像,  $N_a$  为目标数目;

2) 根据背景图像  $B_t(x, y)$  在时间轴上表现为长时间的稳定, 而运动目标图像  $T_t(x, y)$  在时间轴上变化较快的特性, 构造出背景图像  $B_t(x, y)$  的稳定矩阵函数  $S_t(x, y)$ , 利用  $t$  时刻图像中  $(x, y)$  点对应的稳定矩阵元素  $S_t(x, y)$  的变化自动区分背景点和前景点, 所述稳定矩阵  $S_t(x, y)$  满足下式:

$$S_t(x, y) = \begin{cases} S_{t-1}(x, y) + 1 & D_{f_t, B_{t-1}} \geq TH_1 \\ S_{t-1}(x, y) - 1 & D_{f_t, B_{t-1}} < TH_1 \end{cases},$$

其中,  $TH_1$  为背景变化阈值,  $D_{f_t, B_{t-1}} = |f_t(x, y) - B_{t-1}(x, y)|$  为图像间的距离;

3) 对稳定矩阵  $S_t(x, y)$  设置上、下饱和值  $S_u, S_d$ , 根据下面的公式使背景模型能在短时间内自动感知背景图像的突变,

$$S_t(x, y) = \begin{cases} S_d & S_t(x, y) > S_u \text{ or } S_t(x, y) < S_d \\ S_t(x, y) & \text{其他} \end{cases};$$

4) 定义  $t$  时刻背景更新系数为  $\alpha_t(x, y)$ , 其满足下式:

$$\alpha_t(x, y) = \begin{cases} 1 & S_t(x, y) = S_d \\ 0 & S_t(x, y) > S_d \end{cases},$$

则背景图像可依据下式进行更新:

$$B_t(x, y) = F(\alpha_t(x, y)) f_t(x, y) + [E - F(\alpha_t(x, y))] B_{t-1}(x, y),$$

其中,  $E$  为与图像大小相同的一个全 1 矩阵,  $F$  代表图像预处理操作。

## 动态视频中背景图像的实时提取与更新方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于数字图像处理技术领域,涉及到一种动态视频中静止背景图像的提取与更新技术,具体地说是实时地提取出视频场景中的的静止图像,以便后续的运动目标检测与跟踪。

### 背景技术

[0002] 基于动态图像序列的运动目标检测是应用视觉研究领域的一个重要课题,捕捉和检测视频序列中的运动目标在视觉监控、交通管理以及机器人导航等领域都有广泛的应用。而检测运动目标的一个关键环节就是实时提取场景中的静止背景。

[0003] 运动目标检测的原理就是首先要得到场景中每一帧图像的静止背景图像,然后用每帧图像减去对应的背景图像,减得的结果就是场景中的运动目标。因此,只有场景中的静止背景图像提取准确,更新及时,才能利用实时图像与背景图像精确地差减出场景中的运动目标。

[0004] 目前比较常见的背景图像提取与更新方法,多采用高斯背景模型或混合高斯模型,为每个像素构建多维混合高斯分布模型,通过自适应阈值把图像中的像素点区分为背景区域和变化区域,能够较好地解决背景多模态的问题,因而成为运动检测领域的经典算法。但是,这种背景模型存在着模型建立时间较长和背景转换不及时缺点。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种动态视频中背景图像的实时提取与更新方法,该方法能够快速得到稳定的背景图像,从而有利于快速准确地完成运动目标的检测与跟踪。

[0006] 为了达到上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 动态视频中背景图像的实时提取与更新方法,包括如下步骤:

[0008] 1) 假设一序列图像表示为  $f(x, y)$ , 其中  $x, y$  表示图像中任意一点的坐标, 则  $f(x, y)$  可分为背景图像  $B(x, y)$  和运动目标图像  $T(x, y)$ ; 在  $t$  时刻, 背景图像  $B_t(x, y)$ 、运动目标图像  $T_t(x, y)$  与图像  $f_t(x, y)$  的关系式为:

$$[0009] \quad f_t(x, y) = B_t(x, y) + T_t(x, y), \quad T_t(x, y) = \bigcup_{0 \leq i \leq N_a} T_t^i(x, y),$$

[0010] 其中,  $T_t^i(x, y)$  为各运动目标图像,  $N_a$  为目标数目;

[0011] 2) 根据背景图像  $B_t(x, y)$  在时间轴上表现为长时间的稳定, 而运动目标图像  $T_t(x, y)$  在时间轴上变化较快的特性, 构造出背景图像  $B_t(x, y)$  的稳定矩阵函数  $S_t(x, y)$ , 利用  $t$  时刻图像中  $(x, y)$  点对应的稳定矩阵元素  $S_t(x, y)$  的变化自动区分背景点和前景点, 所述稳定矩阵  $S_t(x, y)$  满足下式:

$$[0012] \quad S_t(x, y) = \begin{cases} S_{t-1}(x, y) + 1 & D_{f_t, B_{t-1}} \geq TH_1 \\ S_{t-1}(x, y) - 1 & D_{f_t, B_{t-1}} < TH_1 \end{cases},$$

[0013] 其中,  $TH_1$  为背景变化阈值,  $D_{f_t, B_{t-1}} = |f_t(x, y) - B_{t-1}(x, y)|$  为图像间的距离;

[0014] 3) 对稳定矩阵  $S_t(x, y)$  设置上、下饱和值  $S_u, S_d$ , 根据下面的公式使背景模型能在短时间内自动感知背景图像的突变:

[0015]

$$S_t(x, y) = \begin{cases} S_d & S_t(x, y) > S_u \text{ or } S_t(x, y) < S_d \\ S_t(x, y) & \text{其他} \end{cases};$$

[0016] 4) 定义  $t$  时刻背景更新系数为  $\alpha_t(x, y)$ , 其满足下式:

$$\alpha_t(x, y) = \begin{cases} 1 & S_t(x, y) = S_d \\ 0 & S_t(x, y) > S_d \end{cases},$$

[0018] 则背景图像可依据下式进行更新:

$$B_t(x, y) = F(\alpha_t(x, y))f_t(x, y) + [E - F(\alpha_t(x, y))]B_{t-1}(x, y),$$

[0020] 其中,  $E$  为与图像大小相同的一个全 1 矩阵,  $F$  代表图像预处理操作。

[0021] 本发明的有益效果是:该方法能够快速得到稳定的背景图像,从而有利于快速准确地完成运动目标的检测与跟踪。

## 具体实施方式

[0022] 本发明动态视频中背景图像的实时提取与更新方法是:利用背景图像与运动目标图像在时域中不同的变化特性,构造图像的稳定矩阵函数,通过稳定矩阵元素的变化自动区分背景点和前景点,并对稳定矩阵设置上、下饱和值,使算法能在短时间内自动感知背景的突变,从而快速地建立背景图像模型并对其实时更新。

[0023] 本发明的方法具体描述如下:

[0024] 运动目标检测的关键是背景图像的描述模型即背景模型,它是背景消减法分割前景目标的基础。在  $t$  时刻,图像  $f_t(x, y)$  中的像素点按照运动状态可分为两类:静止背景点和运动目标前景点。由背景点组成的图像称为背景图像  $B_t(x, y)$ ,由前景点组成的图像称为前景图像  $T_t(x, y)$ 。当视场中有多个运动目标存在时,有下式:

$$f_t(x, y) = B_t(x, y) + T_t(x, y) \quad T_t(x, y) = \bigcup_{0 \leq i \leq N_a} T_t^i(x, y) \quad (1)$$

[0026] 其中,  $T_t^i(x, y)$  为各运动目标前景图像,  $N_a$  为目标数目。对于背景图像而言,在时域上主要有两种变化方式:①无目标遮挡时,其灰度特征变化缓变且连续;②有目标遮挡时,其灰度特征将发生阶跃式跳变。根据这种特性,本发明采用稳定矩阵来描述背景图像模型。

[0027] 1. 稳定矩阵的定义及背景模型的建立

[0028] 首先,定义两幅图像  $f_1$  和  $f_2$  的距离为:

$$D_{f_1, f_2} = |f_1(x, y) - f_2(x, y)| \quad (2)$$

[0030] 对于分辨率为  $M \times N$  的图像序列  $f_t(x, y)$ ,其稳定矩阵  $S(x, y)$  的大小同样为  $M \times N$ ,每个矩阵元素表示序列图像中对应位置像素点在时域上的稳定程度。定义  $t$  时刻图像中  $(x, y)$  点对应的稳定矩阵元素为  $S_t(x, y)$ ,它的值随着该像素点灰度值的变化而改变:

$$[0031] \quad S_t(x, y) = \begin{cases} S_{t-1}(x, y) + 1 & D_{f_t, B_{t-1}} \geq TH_1 \\ S_{t-1}(x, y) - 1 & D_{f_t, B_{t-1}} < TH_1 \end{cases} \quad (3)$$

[0032] 其中,  $TH_1$  为背景变化阈值。 $S_t(x, y)$  是像素点在时域上稳定程度的一个度量,  $S_t(x, y)$  越大, 说明该位置像素点越不稳定, 反之则越稳定。

[0033] 2. 背景模型的更新

[0034] 一般来说, 背景模型的更新策略是背景模型设计中最关键的技术。在实际场景中, 背景图像不可避免地会发生突变, 这种突变可能是由光照变化等因素引起的背景本身灰度的变化, 也可能是背景区域的变化, 如前景和背景的相互转化等, 这时候需要背景模型自动地感知这种突变并更新背景。通过对稳定矩阵设置上、下饱和值  $S_u, S_d$  可实现这个功能:

[0035]

$$S_t(x, y) = \begin{cases} S_d & S_t(x, y) > S_u \text{ or } S_t(x, y) < S_d \\ S_t(x, y) & \text{其他} \end{cases} \quad (4)$$

[0036] 由上式可以看出:  $S_t(x, y) > S_u$  的区域是稳定矩阵发生“翻转”的区域。在此区域内, 背景图像发生突变, 而且其累计时间超过  $S_u$ , 背景模型认为当前图像有别于背景但其对应像素点已达到稳定, 说明以前的背景估计有误, 应马上更新背景。而  $S_t(x, y) < S_d$  的区域是背景稳定变化的区域。在此区域内, 图像特征变化缓慢, 并且当前图像特征和以前估计背景特征差别小于  $TH_1$ , 说明当前时刻背景估计正确, 且没被运动目标遮挡, 可以进行背景更新。一般情况下取  $S_d = 0$ ,  $S_u$  则根据实际情况具体确定: 当摄像机的焦距较小时, 视场中的运动目标速度较慢, 这时  $S_u$  的取值较大 (一般不超过 20); 当摄像机的焦距较大时, 视场中的运动目标速度较快, 这时  $S_u$  的取值较小 (一般不小于 5)。定义  $t$  时刻背景更新系数为:

$$[0037] \quad \alpha_t(x, y) = \begin{cases} 1 & S_t(x, y) = S_d \\ 0 & S_t(x, y) > S_d \end{cases} \quad (5)$$

[0038] 则背景图像可依据下式进行更新:

$$[0039] \quad B_t(x, y) = F(\alpha_t(x, y))f_t(x, y) + [E - F(\alpha_t(x, y))]B_{t-1}(x, y) \quad (6)$$

[0040] 其中,  $E$  为与图像大小相同的一个全 1 矩阵,  $F$  代表图像预处理操作, 比如形态学开运算和中值滤波等预处理操作, 若不进行任何操作, 可令  $F(\alpha_t) = \alpha_t$ 。因此, 背景的提取和更新可采用如下几个步骤来实现:

[0041] ①在  $t = 0$  时刻, 令  $B_0(x, y) = f_0(x, y)$ ,  $S_0(x, y) = 0$ ;

[0042] ②在  $t$  时刻, 根据公式 (3)、(4) 计算稳定矩阵值并对其更新;

[0043] ③在  $t$  时刻, 根据公式 (5)、(6) 实时更新背景图像。