

基于摄像机运动控制的运动目标 检测与跟踪算法^{*}

张思民

(仰恩大学 福建 泉州 362014)

摘 要: 文章提出了一种基于摄像机运动控制的运动目标的检测与跟踪算法。该算法首先提出预设多幅参考背景图像差分方法检测运动目标区域;然后采用投影法快速确定运动目标体的位置及移动方向,进而控制摄像机转动预设角度跟踪移动目标。该方法实现了将运动目标跟踪置于画面的最佳观测位置,针对大多数摄像机位置固定的场所该方法较为适用,具有较大的广泛适用性。

关键词: 运动目标检测与跟踪;背景差分;摄像机运动控制

中图分类号: TN 941.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0000- 0129/K (2009) 02- 0072- 03

1 引言

近年来随着集成电路和视频技术的迅猛发展,监控系统所要求的硬件设备成本大大降低,其应用越来越广泛。但大多数情况下,这些应用仅限于应用在现场监视或录像,很少对视频图像中所发生的状态进行检测和识别。视频监控技术包括了运动目标的检测、跟踪、目标行为理解等方面,涉及到自动控制、模式识别和人工智能等领域的许多核心课题,是一个具有挑战性的课题。

运动检测的目的是从输入视频图像中将变化的移动目标图像分离出来。运动图像的有效分割对于目标跟踪和行为理解等后续处理非常重要,因为在后续处理过程中一般仅考虑图像中对应于运动部分的像素区域。因此运动目标的检测与跟踪是智能视频监控系统中最关键的部分。

为了使视频监控系统能够适用于不同的监控环境并且不受光照、天气等外界因素的影响,国内外学者提出了许多检测跟踪算法^[1,2,3,4,5]。本文提出一种新的基于摄像机运动控制的运动目标检测与跟踪方法,该方法能够在复杂背景情况下准确检测出运动对象区域,并通过摄像机运动控制对感兴趣运动对象进行实时跟踪,显著增加了单个摄像机的跟踪监控能力。

2 算法描述

本文提出的检测跟踪算法流程如图 1 所示。首先在检测阶段采用背景差分法分割出运动目标作为待跟踪目标;然后在跟踪阶段利用灰度投影法确定目标体位置及运动方向,从而控制云台转动方向,实现摄像机对目标的跟踪。

^{*} 基金项目: 本文为福建省教育厅 A 类自然科学重点项目 (项目编号: JA08217)

作者简介: 张思民,男,仰恩大学计算机与信息学院教授。研究方向: 数据通信与网络、嵌入式系统设计。

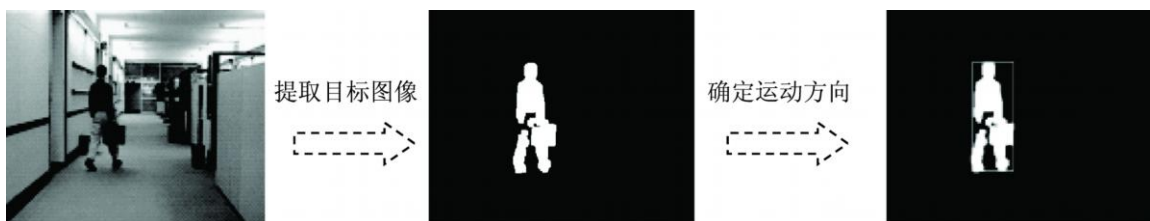


图1 运动目标检测跟踪算法流程图

3 运动目标检测

运动目标检测在机器人研究和智能视频监控中是一项重要的关键技术, 现有的运动目标检测方法中最常用的有光流场法^[1,2]和图像差分法^[3,4,5]。一般来说光流场法算法复杂, 实时性和实用性较差。图像差分法又分基于帧间差分的方法^[3]和基于背景差分的方法^[4,5], 前者可以提取出物体的运动信息, 但由于相对运动与物体位置并非完全一致, 检测出的区域会大于物体实际存在的区域, 并且区域的大小与物体的运动速度有关; 后者定位精确、速度快。本文研究考虑到实时性的要求, 故采用背景差分方法。

3.1 背景差分

背景差分法是利用当前图像与背景图像的差来检测运动区域。一般而言背景差分的步骤如下: 首先对固定摄像机拍摄的视频图像序列进行计算, 得到一个场景的静态背景初始化模型, 之后将当前帧与静态背景图像相比, 从当前帧中将背景剔除, 从而得到前景运动目标。不过由于背景可能发生变化, 所以算法在实现的过程中, 将不断地自动实现背景更新, 之后再次利用新的背景模型来确定前景目标, 以期得到更精确的结果。紧接着对差分结果进行阈值处理, 就可以提取出运动的物体。

3.2 阈值分割及形态学滤波

图像分割是图像分析、理解和计算机视觉中的难点。在图像分割的诸多方法中, 阈值化技术是一种简单有效的方法, 最大类间方差 (Otsu) 是广泛使用的阈值分割方法之一^[6]。其基本思想是利用图像的灰度直方图。以目标和背景的方差最大值来动态地确定图像的分割阈值。

二值化后的图像往往会含有许多孤立的点、

小区域以及小空隙和孔洞, 为了解决阈值分割后的差分图像可能会存在的一些目标空洞和少量的孤立噪声的问题。这些均会对今后目标位置的判断造成干扰, 导致接下来跟踪丢失或者跟踪错误。因此, 本文使用了数学形态学图像处理^[6]。适当地选取形态运算符和滤波窗口可以很好地排除杂点, 消除物体内部的细小空隙。主要方法为膨胀和腐蚀。本系统分别使用3阶和5阶窗口进行形态学滤波操作。

4 运动目标跟踪

阈值分割的图像经过形态学的处理后运动目标的大概位置已经可以确定, 为了方便后续的跟踪处理, 必须选择合适的表达目标的方法, 本系统采用的是最小外接矩形的方式。对于矩形框位置的确定, 这里采用的是投影法^[7], 即将形态学处理后的二值图像作水平和垂直方向的投影, 投影后的图像中突变的地方分别对应着运动目标区域的起始边界。这样就可以确定出表达目标的矩形框的大小及位置, 还可以确定运动目标的中心点——水平及垂直投影的最大值位置。为了排除毛刺和不连续点, 需要考察两个跳变点之间的距离, 如果该距离小于某一阈值, 则认为此处为干扰点。此时, 要判断目标体的运动方向, 只要判断矩形的移动方向。而要判断矩形的移动方向, 只需要比较前一帧目标图像外接矩形 $abcd$ 与后一帧目标图像外接矩形 $a'b'c'd'$ 在坐标系的投影数值, 就能确定其运动方向。

设当前帧运动目标图像的外接矩形 $(x_{1t}, x_{2t}, y_{1t}, y_{2t})$, 其运动目标的中心点为 $(x_t, y_t) = ((x_{1t} + x_{2t}) / 2, (y_{1t} + y_{2t}) / 2)$, 前一帧运动目标图像的外接矩形 $(x_{1t-1}, x_{2t-1}, y_{1t-1}, y_{2t-1})$, 其运动目标的中心点为 $(x_{t-1}, y_{t-1}) = ((x_{1t-1} + x_{2t-1}) / 2, (y_{1t-1} + y_{2t-1}) / 2)$ 。则运动目标的

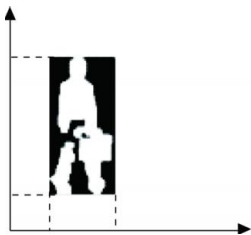


图 2 构造运动目标体外接矩形框

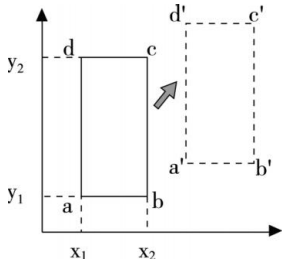


图 3 判断矩形的移动方向

运动方向及位移量为: $(\Delta x, \Delta y) = ((x_t - x_{t-1}), (y_t - y_{t-1}))$, $\Delta x > 0$ 运动目标向右移动, $\Delta x < 0$ 运动目标向左移动, $\Delta y > 0$ 运动目标向上移动, $\Delta y < 0$ 运动目标向下移动。

5 摄像机运动控制

本文使用步进电机控制摄像机的平移和俯仰运动, 忽略摄像机的变焦操作, 显著增加了摄像机的监控范围并记录更完整的跟踪信息。本文利用上文预测的运动信息及时地调整云台运动, 使跟踪目标处在摄像机的最佳观测位置。

表 1 摄像机运动控制

预测结果	摄像机控制
$\Delta y > \text{画面宽度} / 3$	向上运动
$-\text{画面宽度} / 3 < \Delta y < 0$	向下运动
$-\text{画面长度} / 6 < \Delta x < 0$	向左运动
$\Delta x > \text{画面长度} / 6$	向右运动

在实际跟踪过程中, 根据预测的运动信息对摄像机进行控制, 这里我们采用摄像机不连续的动作, 并设定好摄像机转动角度, 具体操作如表 1 所示。即当运动目标在水平方向上位移量达画面长度的 1/6 时, 控制摄像机水平转动一角度, 当运动目标在垂直方向上位移量达画面宽度的 1/3 时, 控制摄像机俯仰转动一角度。

当摄像机在发生转动时, 背景图像也将发生变化, 为很好的从背景图像中分离我们的运动目

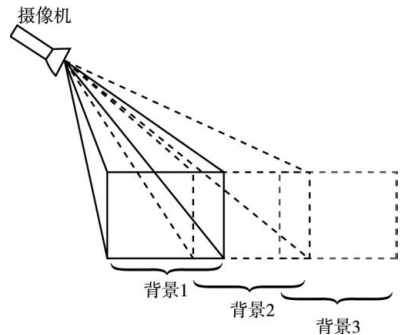


图 4 设置多幅参考背景图像

标, 测试前期按预设好转动角度采集多幅相互有部分重叠的背景图像, 如图 4。测试时, 当用步进电机控制摄像机转动的同时按所转动角度的范围切换到对应的背景图像上。摄像机跟踪目标体转动角度后, 用于参考的图像由背景图像 1 切换至背景图像 2 如图 5 所示。

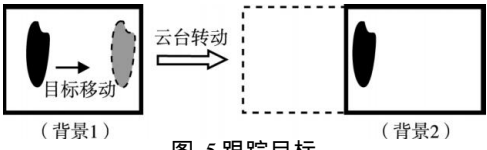


图 5 跟踪目标

6 小结

本文提出了一种基于摄像机运动控制的运动目标检测与跟踪方法, 尤其是采用坐标系投影方法能快速确定目标体移动方向, 进而控制摄像机转动预设角度跟踪移动目标, 始终将跟踪目标置于画面的最佳观测位置。本文提出预设多幅参考背景图像的方法, 针对大多数摄像机位置固定的场所较为适用, 具有较大的广泛适用性。

本文仅讨论了单一目标跟踪问题, 接下来还要研究对多目标的跟踪问题, 尤其是多个目标朝着多个方向移动的目标跟踪问题, 还需要进一步解决。

参考文献:

[1] 张泽旭, 李金宗, 李宁宁. 基于光流场分割和 Canny 边缘提取融合算法的运动目标检测 [J]. 电子学报, 2003, 31 (9): 1299- 1302.
[2] 屈有山, 田维坚, 李英才. 基于并行隔帧差分光流场与灰度分析综合算法的运动目标检测 [J]. 光子学报, 2003, 32(2): 182- 186.

(下转第 80 页)

参考文献:

[1]李广弟 . 单片机基础 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.

[2]李全利, 仲伟峰, 徐军 . 单片机原理及应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.

[3]赵负图 . 传感器集成电路手册, 第一版 [M]. 北

京: 化学工业出版社, 2004.

[4]何希才 . 新型实用电子电路 400 例 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.

[5] [美] 韦克福尔德 (Wakefield E.H.). 电动汽车发展史 [M]. 北京: 北京理工大学出版社 . 1998.

The Application of The Embedded System in Resenas

Intelligent Tracing Model

CHEN Hong

(Yang- en University, 362014 Quanzhou, Fujian China)

Abstract The system applies the design and implementation of the intelligent tracing model car based on a single- chip of Renesas H8, of which the core of the control unit is a single- chip of H8/3048F- ONE of Renesas H8 series with infrared sensors detecting track white lines. Through the establishing and analysis of the intelligent motion model, the design elaborates the implementation methods of important control system, including the control system of direction and speed control system. Going forward, turning right, turning left, reversing and warehousing and other functions according to the track can be achieved by the designed intelligent electric car. Through programming the speed control of the car and turning angle can also be achieved.

Key words Renesas H8 MCU; tracing control system; right- angle turn 【责任编辑 彭瑞财】

(上接第 74页)

[3] A Lipton, H Fujiyoshi and RPatil Moving Target Classification and tracking from Real- Time Video[C]. Proc Of the 1998 DARPA Image Understanding Workshop (IUW - 98). 1998

[4] C Wen, A Azarbayejani, T Darrell and A Pentland Pfinder Tracking of the Human Body [J]. EEETrans

[5] Ismail Haritaoglu, David Hawood, Larry S vis W4

Real- Time Surveillance Of People and Their Activities E [J]. IEEE Transactions on Pattem Analysis and Machine Intel ligence 2000 22(8): 809- 830.

[6]冈萨雷斯 . 数字图像处理 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.

[7]张旭光, 孙巍等. 复杂背景下运动目标的提取 [J]. 光电工程, 2006, 33(4): 10- 13.

Research on Moving Object Detection and Tracking Algorithm

Based on Camera Movement Control

ZHANG Si- min

(Yang- En University 362014Quanzhou Fujian China)

Abstract An approach to detect and track moving objects based on camera movement control is presented in this paper. The direction of moving object is detected by background difference method. Then a fast target moving direction is ascertained for motion object based on gray projection in a plane coordinate system, so that camera is rotated by preset angles to track moving objects. This approach is proved widely accepted in a specail situation with a static camera.

Key words moving object detection and tracking background difference camera movement control 【责任编辑 谢晓芹】