

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0030- 03

DOI: CNKI: 32- 1627/ TP. 20101201. 1047. 000

# 基于背景差分法和 CAMShift 法的 运动目标跟踪系统的设计与实现

倪麒, 尹岗

(内蒙古工业大学信息工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010051)

**摘要:** 针对云台摄像头转动时会暂时性丢失跟踪的运动目标的问题, 提出了一种基于背景差分法和连续 CAMShift 法的运动目标跟踪系统的设计方案。该系统在云台摄像头静止的情况下采用改进的背景差分法检测运动目标, 在云台摄像头转动的过程中采用连续 CAMShift 法跟踪运动目标, 并通过型心坐标追踪运动目标的轨迹。仿真结果表明, 结合背景差分法和连续 CAMShift 法的运动目标跟踪系统在一定程度上满足了实时性与稳定性的要求。

**关键词:** 云台摄像头; 运动目标; 跟踪; 目标检测; 背景差分; CAMShift; 型心跟踪; TMS320DM642

**中图分类号:** TD679; TP391. 41

**文献标识码:** A

**网络出版时间:** 2010- 12- 01 10: 47

**网络出版地址:** <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20101201.1047.000.html>

## Design of Moving Object Tracking System Based on Background Subtraction Algorithm and CAMShift Algorithm and Its Implementation

NI Qi, YIN Gang

(College of Information Engineering of Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

**Abstract:** In order to solve problem of temporary loss for tracked moving object when par tilt camera rotated, the paper proposed a design scheme of moving object tracking system based on background subtraction algorithm and CAMShift algorithm. The system uses improved background subtraction algorithm to detect moving object when par tilt camera is stationary and uses CAMShift algorithm to track moving object when par tilt camera is turning, and tracks path of moving object through center coordinates. The simulation result showed that the system can meet with requirements of realtime and stability in certain degree.

**Key words:** par tilt camera, moving object, tracking, object detection, background subtraction, CAMShift, center tracking, TMS320DM642

## 0 引言

在采用云台摄像头实现运动目标跟踪的监控系统中, 云台转动过程所引起的跟踪不连续一直是亟待解决的问题。而当前诸多的运动目标跟踪算法, 如背景差分法、帧间差分法、光流法、连续自适应 MeanShift(CAMShift) 法等, 都有其局限性, 单独使

用均不能满足运动目标跟踪系统的要求。针对该问题, 笔者提出了一种基于背景差分法和 CAMShift 法的运动目标跟踪系统, 分别从硬件设计与算法实现 2 个方面介绍该系统的原理与实现。其中视频跟踪算法通过一种改进的背景差分法与 CAMShift 法的有效结合, 来平衡处理数据量大与实时性之间的矛盾, 从而解决云台摄像头转动时引起的暂时性丢失跟踪的运动目标的问题。该系统可实现在固定场景下检测、跟踪运动目标, 当运动目标有离开监视范围的趋势时, DSP 能够立即触发云台更换背景重新锁定运动目标, 从而实现在监控区域内及时、有效地发现异常情况。

收稿日期: 2010- 08- 16

作者简介: 倪麒(1986- ), 男, 湖南永州人, 内蒙古工业大学信息工程学院在读硕士研究生, 研究方向为 DSP 图像处理。E-mail: niqi19870116@163.com

## 1 系统硬件结构

基于背景差分法和 CAMShift 法的运动目标跟踪系统的硬件主要分为视频采集部分、视频处理部分和云台摄像头控制部分<sup>[1-2]</sup>, 如图 1 所示。视频采集部分通过摄像头、解码芯片 SAA7115 采集视频信号, 视频口 FIFO 缓存器将解码后的数据通过 EDMA 传送到 SDRAM 中暂存, 用作后续的处理<sup>[3]</sup>。视频处理部分在视频采集部分通知待处理的数据准备就绪时, 处理 SDRAM 中存放的视频数据, 运行算法以实现运动目标的识别、跟踪。云台摄像头控制部分利用视频处理部分通过串行方式送出的控制信号, 驱动云台摄像头转动, 同时反馈自身的位置信号, 达到监控跟踪的目的。

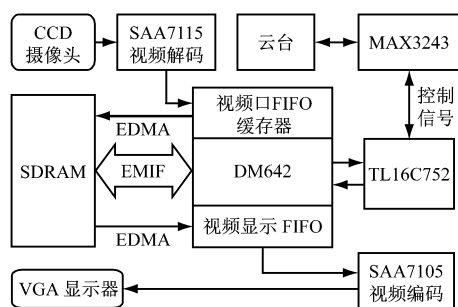


图 1 基于背景差分法和 CAMShift 法的运动目标跟踪系统硬件结构

## 2 系统软件设计

### 2.1 目标检测算法

在云台摄像头静止的情况下, 使用改进的背景差分法实现对目标的检测。首先, 通过统计每个像素点的均值  $\mu_0$  及方差  $\sigma_0^2$  构建出具有高斯分布的背景模型  $A(x, y, t) = |\mu_0, \sigma_0^2|$ ; 其次, 对背景模型的更新方法进行改进, 设当前帧中某像素点的像素值为  $I(x, y, t)$ , 按照式 (1) 对该点的像素值进行动态累加平均:

$$Acc(x, y, t) = (1 - \alpha) Acc(x, y, t - 1) + \alpha I(x, y, t) \quad (1)$$

式中: 常数  $\alpha$  设为 0.5, 此时当前帧的像素点的像素值要比该点过去的均值占据更多的权重。

背景模型中方差的计算公式为

$$\sigma^2 = \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_i^2 \right] - \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_i \right]^2 \quad (2)$$

最后, 通过当前帧与背景的减法运算和阈值分割, 提取出目标区域的最小外接矩形特征参数, 即型心坐标、长度和宽度<sup>[4]</sup>。

### 2.2 目标跟踪算法

云台摄像头在转动的过程中采用 CAMShift 法跟踪目标<sup>[5-7]</sup>, 实现方法如下:

(1) 根据 YUV (亦称 YCrCb) 彩色空间中的色度信息, 将视频图像映射为颜色概率分布图。

(2) 将改进的背景差分法中得到的目标区域矩形特征参数作为初始搜索窗的参数, 设  $I(x, y)$  为映射图中对应像素点  $(x, y)$  的值, 计算零阶矩阵  $M_{00}$ , 一阶矩阵  $M_{01}$ 、 $M_{10}$ , 二阶矩阵  $M_{02}$ 、 $M_{20}$ 、 $M_{11}$ 。

$$\begin{aligned} M_{00} &= \sum_x \sum_y I(x, y), M_{01} = \sum_x \sum_y x I(x, y) \\ M_{10} &= \sum_x \sum_y y I(x, y), M_{20} = \sum_x \sum_y x^2 I(x, y) \\ M_{02} &= \sum_x \sum_y y^2 I(x, y), M_{11} = \sum_x \sum_y x y I(x, y) \end{aligned}$$

(3) 计算当前搜索窗的质心位置:

$$(x_c, y_c) = \begin{pmatrix} \frac{M_{10}}{M_{00}}, \frac{M_{01}}{M_{00}} \end{pmatrix} \quad (3)$$

并将计算结果作为下一帧中搜索窗的中心。

(4) 根据  $M_{00}$  重新调整搜索窗的大小:

$$l = \sqrt{\frac{(a+b) + \sqrt{b^2 + (a-c)^2}}{2}} \quad (4)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{(a+b) - \sqrt{b^2 + (a-c)^2}}{2}} \quad (5)$$

式中:  $l$  和  $\omega$  分别为下一帧中搜索窗的长度和宽度;  $a$ 、 $b$  和  $c$  的计算公式分别为

$$\begin{aligned} a &= \frac{M_{20}}{M_{00}} - x_c^2 \\ b &= 2 \left( \frac{M_{11}}{M_{00}} - x_c y_c \right) \\ c &= \frac{M_{02}}{M_{00}} - y_c^2 \end{aligned}$$

(5) 如此循环, 直到质心和型心间的距离小于设定的阈值, 从而得到运动目标区域的矩形特征参数。

### 2.3 型心算法

采用型心跟踪的方式, 以型心坐标追踪运动目标的轨迹, 并且通过串行方式送出控制信号驱动云台电动机转动。

型心坐标  $(x_0, y_0)$  的计算公式为

$$\begin{aligned} x_0 &= \frac{\sum_x \sum_y x I(x, y, t)}{\sum_x \sum_y I(x, y, t)} \\ y_0 &= \frac{\sum_x \sum_y y I(x, y, t)}{\sum_x \sum_y I(x, y, t)} \end{aligned}$$

## 2.4 系统算法流程

基于背景差分法和 CAMShift 法的运动目标跟踪系统的算法流程如图 2 所示。云台摄像头有 3 个预设的位置, 用于在静态背景下采用背景差分法检测运动目标, 且两两之间的偏转角度相等, 以此覆盖所监视的全部区域。初始化时, DSP 的控制信号使云台摄像头按固定的时间间隔和偏转角度依次在 3 个位置对应的各个背景区域建模, 并分别存储背景模型, 最后驱动云台摄像头返回中间位置。此后, 设定偏差上限, 用于判断云台摄像头是否偏转, 即当偏差大于该上限时, DSP 驱动云台摄像头转动, 且在转动的过程中运行 CAMShift 法继续进行跟踪。当云台摄像头转动到下一个位置并静止时, 则采用改进的背景差分法继续检测; 如此循环, 实现对运动目标的跟踪。

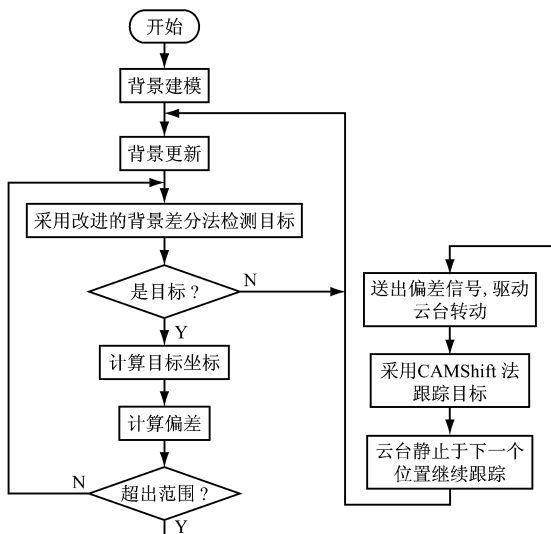


图 2 基于背景差分法和 CAMShift 法的运动目标跟踪系统的算法流程

## 3 实验结果分析

如果运动目标跟踪系统只采用 CAMShift 法进行跟踪, 其计算量大的特点使快速性无法得到满足, 但是该算法能够在动态背景下跟踪到运动目标; 背景差分法虽然无法检测动态背景下的目标运动, 但是它在静态背景下的检测效率是非常高的。笔者对结合这两种算法的运动目标跟踪系统进行了实验, 效果如图 3(a)~(f) 所示, 其中(a)~(c)和(e)~(f)为静态背景下的跟踪效果, (d)为云台摄像头转动过程中的跟踪效果。实验结果表明, 该系统在一定程度上满足了实时性与稳定性的要求, 但在有物体遮

挡的情况下, 如图 3(f) 所示, 并不能准确、完整地跟踪运动目标, 该问题在以后的研究工作中还需要进一步改进。

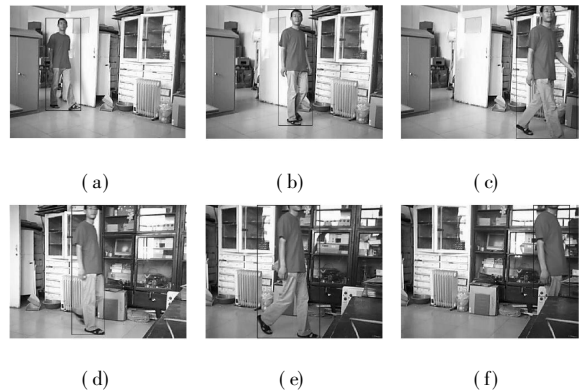


图 3 基于背景差分法和 CAMShift 法的运动目标跟踪系统实验结果截图

## 4 结语

基于背景差分法和 CAMShift 法的运动目标跟踪系统在硬件方面主要采用以 DSP 为核心的控制板结合云台摄像头的解决方案, 具有处理速度快、稳定性高的特点; 在软件方面采用背景差分法和 CAMShift 法相结合的方式, 具有实时性强、准确率高的特点。实验结果表明, 该系统实现了对运动目标的连续检测与跟踪, 具有一定的应用价值。

### 参考文献:

- [1] 刘灵科, 尹岗. 基于 DSP 运动目标检测系统的设计与实现[J]. 电子测量技术, 2008, 31(10): 159-161.
- [2] 李方慧, 王飞, 何佩琨. TM320C6000 系列 DSP 原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [3] 田黎育, 何佩琨. TMS320C6000 系列 DSP 编程工具与指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [4] 刘亚, 艾海舟, 徐光佑. 一种基于背景模型的运动目标检测与跟踪算法[J]. 信息与控制, 2002, 31(4): 315-318.
- [5] CHENG Yizong. MeanShift, Mode Seeking, and Clustering [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1995, 17(8): 790-799.
- [6] 初红霞, 宋起超, 王希凤, 等. 基于帧间差分与 Camshift 相结合的目标跟踪算法[J]. 弹箭与制导学报, 2008, 28(3): 85-88.
- [7] 朱胜利. MeanShift 及相关算法在视频跟踪中的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006: 27-30.