文章编号：2096-1472(2021)-07-31-03
DOI:10.19644/j.cnki.issn2096-1472.2021.07.008

# 基于选定区域颜色直方图的粒子滤波行人跟踪算法

付丽梅

(大连东软信息学院软件工程系，辽宁 大连 116023)
✉fulimei@neusoft.edu.cn

**摘　要**：针对城市中智能视频监控问题，提出一种基于选定区域RGB直方图的粒子滤波行人跟踪算法。首先实现了Eiji Ota在2011 年实现的算法，该算法只能对红色目标进行跟踪，然后对该算法进行改进，改进后能够根据选定区域RGB颜色直方图的粒子滤波算法对行人进行跟踪。自动提取跟踪视频的第一帧，然后在第一帧上选择要跟踪的区域，再计算选定区域的RGB平均值，最后根据该区域的RGB颜色空间直方图进行粒子滤波行人跟踪。实验结果表明，采用改进的方法对视频监控的行人进行跟踪，效果较好。

**关键词**：RGB；直方图；粒子滤波；行人跟踪
**中图分类号**：TP391.41　**文献标识码**：A

# Particle Filter Pedestrian Tracking Algorithm based on Color Histogram of Selected Area

FU Limei

( *Department of Software Engineering*, *Dalian Neusoft University of Information*, *Dalian* 116023, *China*)
✉fulimei@neusoft.edu.cn

**Abstract:** Aiming at the problem of intelligent video surveillance in cities, this paper proposes a pedestrian tracking algorithm based on RGB (Red, Green, Blue) histogram particle filter in selected area. The paper first implements the algorithm implemented by Eiji Ota in 2011, which can only track red targets, and then improves the algorithm. After the improvement, it can track pedestrians based on the particle filter algorithm of the RGB color histogram of the selected area. The first frame of the tracking video is automatically extracted, and then the area to be tracked is selected on the first frame. After that, the RGB average value of the selected area is calculated, and finally, the particle filter pedestrian tracking is performed according to the RGB color space histogram of the area. Experimental results show that the improved algorithm is effective in tracking pedestrians under video surveillance.

**Keywords:** RGB; histogram; particle filter; pedestrian tracking

## 1 引言(Introduction)

视频监控技术就是利用计算机视觉来代替人工处理一些图像及视频信息，为人类减轻负担。采用智能监控系统可以利用计算机视觉技术代替人工进行视频的观察甚至分析。本文所研究的行人跟踪属于计算机视觉领域中的目标跟踪问题，可以在智能监控中进行应用，诸如安全、运营、交通运输等方面。

国内外一些城市部署了众多视频监控系统，对监控视频进行实时分析，可以发现其中的犯罪行为，从而发现并制止犯罪行为的发生，为防止犯罪行为和犯罪行为的侦破作出了贡献。对行人进行跟踪有更广泛的应用，可以为监控者减轻负担，也可以挖掘出诸如禁区侵入检测、打斗检测、区域人

基金项目：辽宁省教育厅科学研究经费项目(SYDR202004).

www.rjgcz.com

群密度检测等一系列分析，这些都具有重要的实用和经济价值[1]。同时，行人跟踪作为行人行为分析之前的步骤，也具有重要的研究意义，如果要对行人的行为进行分析就要持续并高效地对行人目标进行跟踪。

## 2 粒子滤波算法概述(An overview of particle filter algorithm)

行人跟踪问题主要包括基于概率的跟踪和基于模型的跟踪两种主要方法。粒子滤波是一种基于概率的跟踪方法。它是基于蒙特卡罗思想的非线性、非高斯的一种滤波方法，这一算法改变了传统的卡尔曼滤波(Kalman Filter)的种种限制和不足，没有限制测量噪声与系统的过程噪声[2]。粒子滤波算法是一种贝叶斯估计方法，可以通过更新来自系统概率密度函数的采样集来近似非线性系统[3]。

粒子滤波(Particle Filter，PF)算法是一种基于贝叶斯估计理论和蒙特卡罗方法(Monte Carlo Method)的统计滤波方法[4]。粒子滤波算法是根据系统状态模型的经验分布，在状态空间当中生成一组随机样本空间[5]。这一组随机样本空间的集合就是粒子滤波中的粒子，通过观测对粒子的位置与权重进行相关调整，再通过这些经过调整后的粒子来修正最初的通过经验条件得到的分布[6]。当能利用很大的样本的时候，粒子滤波算法就能估算出接近真实值的后验概率密度。可以将粒子滤波算法用如下过程表示[7]：

第一步，进行粒子的初始化。根据先验概率$P(x_0)$产生一个粒子群$\{x_0^i\}_{i=0}^{N_j}$，并将所有的粒子的权值设定为$\frac{1}{N_j}$。

第二步，进行更新。在$n$时，更新粒子的权值：

$$w_n^i = P\left(y_n \middle| x_n^i\right) w_{n-1}^i = P_{e_k}\left(y_n - h\left(x_n^i\right)\right) w_{n-1}^i,\ i = 1,2,\cdots,N_j \quad (1)$$

并进行归一化处理：

$$w_n^i = \frac{w_n^i}{\sum_{i=1}^{N_j} w_n^i} \quad (2)$$

此时可以得到$n$时刻的位置参数$x$的最小方差：

$$\widehat{x_n} = \sum_{i=1}^{N_j} w_n^i x_n^i\ \widehat{x_n} = \sum_{i=1}^{N_j} w_n^i x_n^i \quad (3)$$

第三步，进行重采样，可以得到新的粒子集合$\{x_{0:n}^{i*}, i = 0,1,2,3,\cdots,N_j\}$。

第四步，进行预测。可以根据状态方程$f$来预测位置参数$x_{n+1}^i$。

第五步，当时刻$n=n+1$的时候，从步骤二开始继续重复以上步骤。

## 3 改进粒子滤波行人跟踪算法(Improved particle filter pedestrian tracking algorithm)

首先实现Eiji Ota在2011 年实现的只能对红色目标进行跟踪的算法[7−8]，之后在该算法基础上进行改进，提出一种能选定某一区域，并根据该区域的RGB颜色空间直方图进行跟踪的粒子滤波行人跟踪算法[9]。

### 3.1 基于单颜色的粒子滤波行人跟踪算法

如图1所示是基于单颜色的粒子滤波行人跟踪算法的一个框图表示，简单介绍了该算法的整个流程。

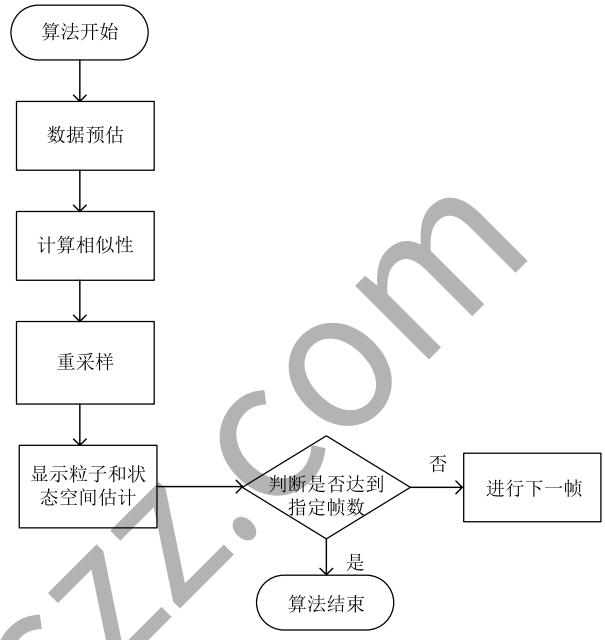



图1 基于单颜色的粒子滤波行人跟踪算法描述

Fig.1 Description of pedestrian tracking algorithm based on single color particle filter

算法描述如下：首先可以选择使用摄像头或者从影片中读取视频；之后进行算法的处理，先选择一帧的视频，之后进行预测，计算相似性，重采样；最后是结果的显示，在图像上显示粒子并显示状态估计。

下面按步骤进行解析，首先是预测，在该算法中如式(4)所示：

$$\begin{pmatrix} x_n \\ y_n \\ \dot{x}_n \\ \dot{y}_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1010 \\ 0101 \\ 0010 \\ 0001 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{n-1} \\ y_{n-1} \\ \dot{x}_{n-1} \\ \dot{y}_{n-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_{\dot{x}} \\ v_{\dot{y}} \end{pmatrix} \quad (4)$$

在该公式中，$\begin{pmatrix} x_{n-1} \\ y_{n-1} \\ \dot{x}_{n-1} \\ \dot{y}_{n-1} \end{pmatrix}$为位置和速度，$\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_{\dot{x}} \\ v_{\dot{y}} \end{pmatrix}$为噪声。

接下来进行粒子的重采样。具有更高相似性的粒子更有可能被采集，这一过程将会采集相同数目的粒子。

第三步，进行的是粒子的估计。这一过程要移动粒子，如式(5)所示：

$$\begin{pmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \\ \dot{x}_{n+1} \\ \dot{y}_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1010 \\ 0101 \\ 0010 \\ 0001 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \\ \dot{x}_n \\ \dot{y}_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_{\dot{x}} \\ v_{\dot{y}} \end{pmatrix} \quad (5)$$

第四步，计算相似性。该步骤可以分为如下几个步骤：

www.rjgczz.com

首先在粒子的像素中取出颜色，之后将该像素的颜色值和红色的颜色值进行比较，如果观测到的该像素的颜色值与红色的颜色值越接近，则代表该粒子的似然性(likelihood)越高。这一过程可以用式(7)表示，假设为高斯分布：

$$d=\sqrt{(R-255)^2+G^2+B^2} \tag{6}$$

$$P(Y_n|X_{n|n-1}^{(k)})=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\mathrm{e}^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}} \tag{7}$$

之后通过上面的公式，计算每一个粒子的似然性，根据似然性程度执行粒子的更新。

### 3.2 基于选定区域RGB直方图的粒子滤波行人跟踪算法

上述算法只能对红色或者单一颜色人体目标进行跟踪，而且跟踪的前提是已知跟踪目标的颜色直方图特征，这样的人体跟踪算法存在不确定和不方便的缺点。因此，本文提出一个能自动获取人体目标选定区域颜色的粒子滤波行人跟踪算法，该算法流程如图2所示。

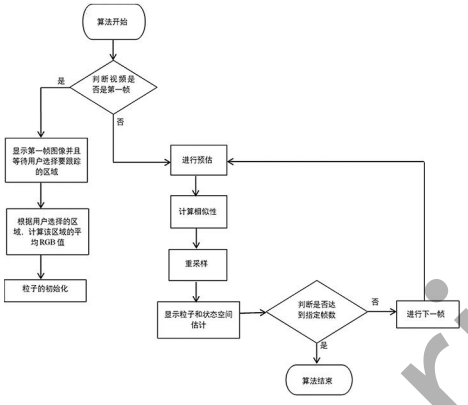



图2 改进后PF算法流程图

Fig.2 Flow chart of the improved PF algorithm

改进后的算法会自动提取跟踪视频的第一帧，并允许用户在第一帧上选择要跟踪的区域，之后计算跟踪区域的RGB平均值。这一过程的具体算法如下：

(1)用户从第一帧视频中截取需要跟踪的行人身上的某个区域；

(2)计算选定区域R分量、G分量和B分量的总和；

(3)将图像由RGB图像转换成灰度图像，并计算该灰度图像的行数和列数；

(4)用行数和列数相乘，得到选定区域图像的面积；

(5)用R分量、G分量和B分量的总和值分别除以图像的面积值，得到该区域的RGB分量的平均值；

(6)存储选定区域RGB平均值。

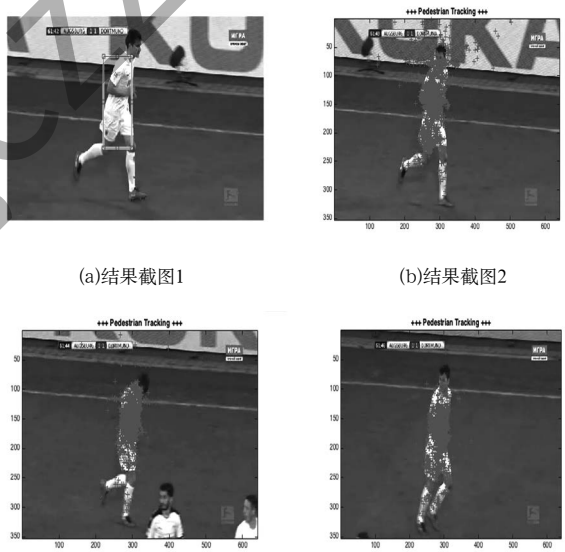
## 4 算法实验结果与对比(Experimental results and comparison of the algorithm)

### 4.1 改进前的实验结果

首先使用单颜色的目标进行跟踪，该算法仅能对红色目标进行跟踪，对其他目标进行跟踪的时候会丢失目标。实验数据采用该算法自带的实验数据，可以看出，能够完成对红色人体目标的跟踪。此时设置的RGB值为(255,0,0)，代表红色的RGB值。接下来用其他视频材料进行实验，将一个足球比赛的运动员作为目标跟踪对象。实验后发现，并没有成功地对运动员目标进行跟踪，因为目前算法参数仅能对RGB值为(255,0,0)的目标进行跟踪，所以导致无法正常跟踪目标。

### 4.2 改进的基于选定区域RGB直方图的粒子滤波行人跟踪算法实验

对基于选定区域RGB直方图的粒子滤波行人跟踪算法进行实验，选取的实验材料为足球赛的比赛视频，在启动算法之后，算法会显示第一帧的内容，然后等待用户选定要跟踪的区域。由于粒子滤波的跟踪特点，需要尽量选择目标人体上和背景差异大的区域，以保证可以正确成功地完成跟踪。实验如图3所示，可以看到跟踪效果良好，能够根据第一帧选定的图片进行持续的人体目标跟踪。




(a)结果截图1　　(b)结果截图2

(c)结果截图3　　(d)结果截图4

图3 PF改进算法跟踪结果截图

Fig.3 Tracking results screenshots of improved PF algorithm

可以看出，改进之后的算法能够直接对选定的人体目标进行跟踪，算法可以计算选定区域的RGB的平均值，而且有一定的容错能力，只要选定区域大部分是人体目标就可以进行正常的跟踪，避免了由于无法正确设置跟踪目标的RGB值，而导致的跟踪失败和RGB提取过程复杂的问题。

## 5 结论(Conclusion)

本文提出了一个能自动获取人体目标选定区域的颜色的粒子滤波行人跟踪算法。与改进前算法不同的是，改进后的

www.rigcz.com

算法会自动提取跟踪视频的第一帧，并允许用户在第一帧上选择要跟踪的区域，之后会计算这一需要跟踪区域的RGB平均值。改进之后的算法可以直接对选定的人体目标进行跟踪，可以计算选定区域的RGB的平均值，而且具有一定的容错能力，只要选定区域大部分是人体目标就可以进行正常的跟踪，避免了由于无法正确设置跟踪目标的RGB值，而导致的跟踪失败和RGB提取过程复杂的问题。本文提出的算法也存在某些不足之处，比如跟踪的效率问题、在夜间情况下进行跟踪的问题等，因此也不能成为一个在所有场景下都可以适用的算法。

## 参考文献(References)

[1] 卜言生,贺俊吉.基于多特征融合与背景目标双加权的行人跟踪[J].计算机应用与软件,2020,37(10):225-238.

[2] 徐君妍,崔宗勇.复杂场景下的加权粒子滤波行人跟踪方法[J].信号处理,2017,33(7):934-942.

[3] 李敏,吴莎.基于深度学习的粒子滤波视频目标跟踪算法[J].计算机技术与发展,2020,30(6):23-28.

[4] 刘芳,黄光伟,路丽霞,等.自适应模板更新的鲁棒目标跟踪算法[J].计算机科学与探索,2019,13(1):83-96.

[5] 刘淑波,张园.模糊遗传粒子滤波算法研究[J].舰船电子工程,2020,40(2):18-20.

[6] 吴孙勇,薛秋条,朱圣棋,等.杂波环境下基于粒子滤波的微弱扩展目标检测前跟踪算法[J].雷达学报,2017,6(3):252-258.

[7] 周明,涂宏斌.一种基于改进粒子滤波的多目标检测与跟踪方法[J].华东交通大学学报,2016,33(2):121-126.

[8] LI D, WEN G, KUAI Y, et al. Learning padless correlation filters for boundary-effect free tracking[J]. IEEE Sensors Journal, 2018, 18(18):7721-7729.

[9] 李锴,冯瑞.基于粒子滤波的多特征融合视频行人跟踪算法[J].计算机工 程,2012,38(24):141-145.

## 作者简介：

付丽梅(1977-)，女，硕士，副教授.研究领域：计算机图像处理，移动应用开发.

（上接第38页）

计信息系统中的应用，或者是会计信息系统的模型研究，主要面向中大型企业，并不适用于小微企业。由于本文提出的系统融合了各种技术，使得会计信息系统的适应能力有了很大提高，符合目前小微企业的现状。

## 5 结论(Conclusion)

本文提出的基于插件并支持多数据源的会计信息系统采用插件架构，各功能模块既相互独立，又相互联系，可以根据小微企业需求灵活组合，适应性较强；支持多数据源，既支持单机数据库，又支持网络数据库，可以适应各种应用场景。本文提出的系统的功能由各类专业会计人员进行了大量的测试与操作，结果表明其在各类操作系统下可以稳定运行，业务逻辑准确。本文提出的系统还需要在实际会计工作中进行大量测试并进一步完善。

## 参考文献(References)

[1] 张瑞君,蒋砚章,殷建红.会计信息系统[M].8版.北京:中国人民大学出版社,2019:1-17.

[2] 陈耿,李婷婷,韩志耕,等.会计信息系统六要素审计方法探究[J].财会通讯,2019(16):88-91.

[3] 叶康涛,孙苇杭.会计软件采用与企业生产率——来自非上市公司的证据[J].会计研究,2019(01):45-52.

[4] 杨道衡,张乐君.事件驱动型会计信息系统构建及应用分析[J].财会通讯,2020(01):136-140.

[5] 王燕霞.区块链下企业会计信息系统重构探讨[J].财会通讯,2020(15):146-149.

[6] 夏远江.会计信息系统智能化的诊断与改造探讨[J].财会通讯,2018(31):105-108.

[7] LIU X, XIA X, ZHOU L. OPM3-based internal control of an accounting information system in cloud computing[J]. Agro Food Industry Hi Tech, 2017, 28(1):2052-2056.

[8] Syreyshchikova N V, Pimenov D Y, Mikolajczyk T, et al. Automation of production activities of an industrial enterprise based on the ERP system[J]. Procedia Manufacturing, 2020(46):525-532.

[9] 卢静.浅析会计信息系统应用[J].商业经济,2020(04):137-138.

[10] 侯聪聪.基于插件技术的软件架构设计及应用[J].电子技术与软件工程,2018(11):39.

[11] 杜月云,邢文凯.集成异构数据源的在线考试系统研究[J].软件工程,2017,20(02):47-49.

[12] 姜文泽.面向对象技术在软件开发中的应用[J].电子技术与软件工程,2018(20):63.

## 作者简介：

刘国杰(1982-)，男，硕士生，工程师.研究领域：计算机应用技术.

张 孝(1972-)，男，博士，教授.研究领域：计算机应用技术.

www.rjgczz.com