

一种基于视频的新型行人识别方法

於建生¹, 汪宏², 顾晶²

(1. 海军驻合肥地区军事代表室, 安徽省合肥市 230031;

2. 中国电子科技集团公司第28研究所, 江苏省南京市 210007)

摘要:混合交通是我国城市交通的主要特点。我国城市步行交通在总出行量中所占比例较大, 且将持续相当长的一段时间。而随着智能交通系统(ITS)研究与应用不断深入, 在优化交通管理、减少交通事故、保证行人安全等方面的要求越来越高, 所以行人识别具有重要意义。视频检测是一种在智能交通监控中广泛使用的检测方式。文中基于视频图像, 利用行人的形状、速度、非刚体性的特点, 设计了一种具有较好实时性和鲁棒性的行人识别算法。

关键词:行人识别; 形状; 速度; 非刚体

中图分类号:TP274

0 引言

我国城市交通的主要特点是混合交通。混合交通中的运动实体由机动车、非机动车、行人三部分组成。我国城市步行交通在总出行量中所占比例较大, 而在中小城市尤为明显, 且我国城市交通中这种现象将持续相当长的一段时间。因此在智能交通监测系统中对行人的监测和识别, 对优化交通管理、减少交通事故、保证行人安全具有重要意义。

随着图像处理技术的高速发展, 采用视频序列对运动物体的检测和识别, 尤其在智能交通管理方面有着重要而广泛的应用。而行人的监测和识别, 一直是其中的研究热点之一。

MIT 人工智能实验室的 Michael Oren 等研究人员采用了基于小波模板的检测与识别算法^[1]。该方法需要大量合适大小的训练图像进行 Haar 小波变换, 得到四组特征参数(两组 13×5 ; 两组 29×13)。对大量的图片的相应特征参数求取均值, 建立起参数模板, 对输入图像进行小波变换, 进行参数匹配, 可以精确的识别出行人, 但该方法需要大量的计算。于是 Hadi Elzein 等人在此基础上, 从 884 个参数中选取了 49 个具有代表性的参数与输入图像中分割出的小波变换进行匹配^[2], 也得到了很高的精度。然而, 由于大量的变换运算, 系统效率无法很好的满足交通管理系统高度实时性的要求。

本文采用行人运动的几个显著的特征, 分层次地进行监测和识别, 得到较好的实时性和鲁棒性。

1 行人运动的主要特点

在图像序列中, 采用背景差分法获得前景物体。获得的前景物体包括机动车、非机动车、行人等有用的信息, 还包括镜头中飘落的树叶, 被风吹起的杂物等干扰信息。其中最主要的信息为车辆和行人。如果要从不同种类的前景物体中识别出行人, 可以利用下面几个特征:

1.1 人体的形状

人体在直立或行走时是长条形, 相对于机动车和非机动车, 有较高的高宽比。对于行人, 通常都是保持直立或行走的姿势。而在人负重的情况下, 如背包, 形状有些改变。

1.2 行人的速度

行人步行受个人意志支配, 可自由选择步行位置和步行路线, 运动轨迹具有随意性。但行人的速度低, 速差小。据统计成人的步速大约为每秒 1.4 m, 儿童为 0.6 m, 交叉口处大约为 1.2 m, 其中单人步速为 1.29 m, 结伴而行的步速为 1.17 m。在剧院、体育馆、学校附近为 1.2~1.5 m, 在商业、交通、游览场所的步速为 0.8~1.2 m。可见最高步速与最低步速的差别几乎可以忽略, 而且行人加速与减速的时间也可以忽略, 直接到达理想速度, 又由于行人启动、停止的反应时间为 0.3~0.5 s^[3], 几乎不需要时间, 所以行人只存在两种状态: 静止或者以基本相同的低速度前进。

1.3 行人运动的非刚性

车辆和行人运动最根本区别在于车辆行驶是一种刚体运动, 而人的行走是一种非刚体运动^[4]。所以行人行走中由于四肢的摆动, 轮廓变化较大; 而车辆行驶中, 轮廓基本不变化。

本文的行人识别算法主要基于以上三个特征,首先检测前景物体的形状,不满足条件的物体去除;满足条件的物体检测其速度,鉴别策略同上;最后检测行人运动的非刚体性。

2 行人识别算法

对于输入的连续图像序列,采用背景差分法得到前景物体的图像,并实时的更新背景^[5]。对差分得到的物体,消除阴影^[6],采用基于 Kalman 滤波器^[7]的运动位置预测机制进行跟踪匹配。

2.1 形状检测算法

对于分割出的前景物体,检测其形状信息。行人有较高的高宽比,本文不采用外截矩形的方法来求高宽比,因为行人在行走过程中四肢舒展,或者负重时,对形状有一些影响,外截矩形就不是标准意义上的长条形,有时形状变化很大,得到的高宽比效果不好,容易产生误判。

本文采用对投影取中值的方法获得高宽。在横坐标和纵坐标上分别作前景物体的投影,求出各投影幅度的中值,用两个投影的幅度中值的比例来代替外截矩形的高宽比。

取一个前景物体,对其外截矩形内部的各个像素 p_{ij} ,令:

$$I(p_{ij}) = \begin{cases} 1 & \text{如果 } p_{ij} \text{ 是前景像素} \\ 0 & \text{如果 } p_{ij} \text{ 是背景像素} \end{cases}$$

在横坐标上的投影: $H(j) = \sum_i I(p_{ij})$, 设中值为 $H(j_0)$;

在纵坐标上的投影: $V(i) = \sum_j I(p_{ij})$, 设中值为 $V(i_0)$ 。

$$\text{则物体的高宽比为: } \eta = \frac{H(j_0)}{V(i_0)}.$$

如果 $\eta < 1$, 该前景物体被判定为非行人; 如果 $\eta \geq 1$, 检测该物体的速度。

2.2 速度检测算法

行人的速度慢且稳定, 通常保持静止或以基本相同的低速前进。对于速度的检测, 本文需要对跟踪 N 帧以后的图像综合计算。

对于第 k 张图像, 计算图像上物体质心 (x_k, y_k) :

$$x_k = \frac{\sum_{I(p_{ij})=1}^j}{N_p}; \quad y_k = \frac{\sum_{I(p_{ij})=1}^i}{N_p}$$

其中: N_p 为前景物体像素点的个数, $k=1, 2, \dots, N$ 。

相邻两帧间物体的位移为

$$d_k = \sqrt{(x_k - x_{k-1})^2 + (y_k - y_{k-1})^2}, \quad k=2, 3, \dots, N$$

则 N 帧之间物体的平均速度为

$$V = \frac{\sum_{k=2}^N d_k}{(N-1)}$$

取一个阈值 G_v , 如果 $V > G_v$, 该前景物体被判定为非行人; 否则, 检测该物体的非刚体性。

2.3 非刚体性检测算法

行人做非刚体运动。由于行人四肢的摆动, 其轮廓变化较大。该部分也需要对跟踪 N 帧以后的图像综合计算。

对于第 k 张前景物体图像, 提取物体的边缘, 计算质心 (x_k, y_k) 到边缘像素 (x_i^k, y_i^k) 的距离 d_i^k :

$$d_i^k = \sqrt{(x_i^k - x_k)^2 + (y_i^k - y_k)^2}$$

其距离 d_i^k 可以表示为一段离散函数 $d^k(i) = d_i^k$, 如图 1 所示。

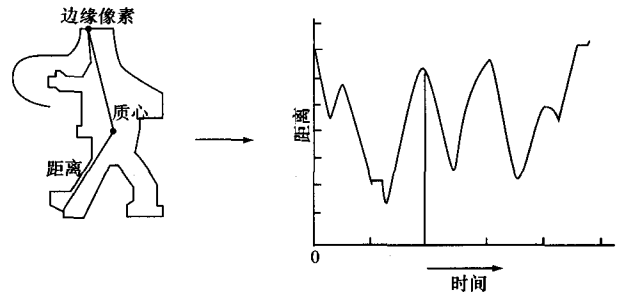


图 1 边缘距离函数

将距离函数 $d^k(i)$ 在频域上进行低通滤波, 得到平滑后的距离函数 $\hat{d}^k(i)$, 如图 2 所示。

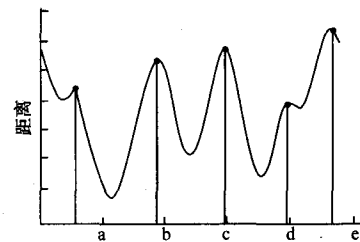


图 2 平滑后的边缘距离函数

定义倾角 θ :

$$\theta = \begin{cases} \tan^{-1} |(y_i - y_k)/(x_i - x_k)| & y_i \leq y_k, x_i > x_k \\ \pi - \tan^{-1} |(y_i - y_k)/(x_i - x_k)| & y_i \leq y_k, x_i < x_k \\ \pi + \tan^{-1} |(y_i - y_k)/(x_i - x_k)| & y_i \geq y_k, x_i < x_k \\ 2\pi - \tan^{-1} |(y_i - y_k)/(x_i - x_k)| & y_i \geq y_k, x_i > x_k \\ \pi/2 & y_i < y_k, x_i = x_k \\ 3\pi/2 & y_i > y_k, x_i = x_k \end{cases}$$

利用零交叉点的方法找出 $\hat{d}^k(i)$ 上的局部最大值,

$$\delta^k(i) = \hat{d}^k(i) - \hat{d}^k(i-1)$$

选取其中最大的三个局部最大值,分别计算它们的倾角 $\theta_1^k, \theta_2^k, \theta_3^k$, 使得 $\left| \theta_1^k - \frac{\pi}{2} \right| < \left| \theta_2^k - \frac{\pi}{2} \right|$, 且 $\left| \theta_1^k - \frac{\pi}{2} \right| < \left| \theta_3^k - \frac{\pi}{2} \right|$, $\theta_3^k > \theta_2^k$ 。对于行人,距离函数 $\hat{d}^k(i)$ 的局部最大值通常是其头部与四肢的位置。在行人的运动中,其夹角变化较大。所以取: $\Delta_1^k = \theta_3^k - \theta_1^k, \Delta_2^k = \theta_3^k - \theta_2^k$ 。在 N 帧图像中,分别计算 Δ_1^k 和 Δ_2^k 的标准差 σ_1 和 σ_2 。取阈值 G , 如果 $\sigma_1 > G$ 或者 $\sigma_2 > G$, 则前景物体被判定为行人; 否则, 判定为非行人。

3 试验结果

本文采用大小为 320×240 的分辨率的视频来进行行人识别检测试验。经过形状、速度及非刚性三个特征的检测,可以准确的将行人检测出来。图3所示为视频序列中的两帧图像,方框表示已检测到的行人,点线表示非刚性检测中质心与极值点的距离。



图3 行人识别结果

4 结束语

本文基于行人的形状、速度及非刚性特征,分层次的设计了一种行人识别的算法。在实验中可以实

时的、准确的分离出车辆等运动物体,识别出行人,取得了理想的识别准确率和识别速度,满足实时性、鲁棒性的要求。

然而,计算机的识别能力与肉眼还有很大的差距。如何处理运动物体之间有遮挡等问题还有待于进一步探究。

参考文献

- [1] OREN M, PAPAGEORGIOU C, SINHA P, et al. Pedestrian detection using wavelet templates[C]//San Juan: IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, 1997:193-199.
- [2] ELZEIN H, LAKSHMANAN S, WATTA P. A Motion and shape-based pedestrian detection algorithm [C]//Madison: IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, 2003:500-504.
- [3] BURSTEDDE C, KLAUCK K, SCHADSCHNEIDER A, et al. Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automation[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2001, 295(4):507-525.
- [4] 李勃,陈启美,王颖健. 路况监控图像预警处理算法实现[J]. 公路交通科技, 2004, 21(12):123-126.
- [5] STAUFFER C, MEMBER, ERIC W, GRIMSON L. Learning patterns of activity using real-time tracking[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8):747-757.
- [6] WANG J M, CHUNG Y C, CHANG C L, et al. Shadow detection and removal for traffic images[C]//Taipei: IEEE Networking, Sensing and Control, 2004:649-654.
- [7] 张贤达, 现代信号处理[M]. 2版. 北京:清华大学出版社, 2002.

於建生(1967-),男,工程师,主要从事信号处理技术研究。

A New Video Based on Pedestrian Recognition Algorithm

YU Jiansheng¹, WANG Hong², GU Jing²

(1. Navy Military Representative Office in Hefei Area, Hefei 230031, China;

2. The 28th Research Institute of CETC, Nanjing 210007, China)

Abstract: Mixed traffic is a major characteristic of Chinese urban traffic. The pedestrian traffic accounts for a large proportion of it and will last quite a long time. With the research and application of Intelligent Transportation Systems (ITS) go deeper, the requirement of optimization of traffic management, reduction of traffic accidents and protection of pedestrian safety becomes higher. so the method of pedestrian recognition is of great importance. Video detection is a kind of intelligent traffic detection methods in widely use. Making use of the characteristics of shape, velocity and nonrigid characteristics of Pedestrian, a real-time and robust pedestrian recognition algorithm based on video is designed to achieve practical goals.

Keywords: pedestrian recognition; shape; velocity; nonrigid body