DOI:10.20033/j.1003-7241.(2025)06-0140-04

基于物联网技术的智能化交通视频图像目标自动提取方法

顾理琴

(南通职业大学 电子信息工程学院,江苏 南通 226007)

摘 要: 交通视频图像目标提取精度低和提取效率低,为此,提出一种基于物联网技术的智能化交通视频图像目标提取方法。采用物联网技术采集交通视频图像,结合对称性检测和灰度验证,识别视频图像前景区域的种子点,根据方向相似性和灰度值连接前景种子点,获得视频图像的前景区域,采用模板去噪方法消除前景区域中的噪声;采用YOLOv3(you only look once version 3)模型提取交通视频图像中的目标,引入卡尔曼滤波器跟踪目标,并通过匈牙利匹配提高目标提取精度。实验结果表明,所提方法具有良好的图像处理能力、目标提取精度高、提取效率高。

关键词: 物联网技术;YOLOv3模型;卡尔曼滤波器

中图分类号:TP391.413 文献标识码:A 文章编号:1003-7241(2025)06-0140-04

Automatic Object Extraction Method of Intelligent Traffic Video Image Based on Internet of Things Technology

GU Li-qin

(College of Electronic Information Engineering, Nantong Vocational University, Nantong 226007, China)

Abstract: The accuracy and efficiency of traffic video image target extraction are low. Therefore, an intelligent traffic video image target extraction method based on the Internet of Things technology is proposed. The Internet of Things technology is used to collect traffic video images, and the seed points in the foreground area of the video image are identified by combining symmetry detection and gray scale verification. The seed points were connected according to the orientation similarity and gray value, and the foreground area of the video image is obtained. The template denoising method is used to eliminate the noise in the foreground area. The YOLOv3 model is used to extract the target in the traffic video image. Kalman filter is introduced to track the target, and the accuracy of target extraction is improved by Hungarian matching. The experimental results show that the proposed method has good image processing ability, high target extraction accuracy and high extraction efficiency.

Keywords: internet of things technology; you only look once version 3 model; Kalman filter

0 引言

目前国内外的交通违法事件以及交通拥堵问题的解决,均需要道路安全监控获取的交通视频图像作为依据。在道路安全监控领域中,视频图像目标提取属于主要内容,对交通视频图像目标提取方法展开研究具有重要的现实意义。

朱军等[1]采用快速区域卷积神经网络(faster-region based convolutional neural network,Faster-RCNN)网络实现目标提取,采用基于轨迹预测的跟踪算法根据网络提取的目标特征,实现目标的识别与跟踪,该方法采集的视频图像中存在大量的噪声,不利于后续目标提取,存在视频图像处理效果差的问题。刘嗣超等[2]在边缘角度二阶直方图的基础上获取视频图像的正射影像,将其输入全卷积神经网络中,获取交通特征语义,并在此基础上匹配图像特征点,实现目标提取,该方法存在目标提取精度低和提取效率低的问题。

为了解决上述方法中存在的问题,提出基于物联网技术的智能化交通视频图像目标自动提取方法。利用物联网技术采集交通视频图像,采用YOLOv3模型实现目标提取,并引入卡尔曼滤波器在前景区域中跟踪目标。引入匈牙利算法对跟踪框和检测框的信息展开关联匹配,以此实现交通视频图像的目标提取。

1 图像目标自动提取方法

1.1 基于物联网技术的交通视频图像采集

物联网结构由3个部分构成,第1个部分为应用层,该部分由服务器和客户端等构成,主要用于信息的采集;第2个部分为网络层,主要用于信息的传输;第3个部分为感知层,由传感器终端节点和路由器节点构成。根据

*基金项目:国家自然科学基金项目(62004108);2021年度南通市基础研究和民生科技计划指导性项目(MSZ21118)

收稿日期:2024-01-18

相关协议和约定，物联网技术可以将互联网与目标连接，实现信息的采集与传输[3-4]，基于物联网技术的智能化交通视频图像目标自动提取方法，通过物联网技术采集交通视频图像。

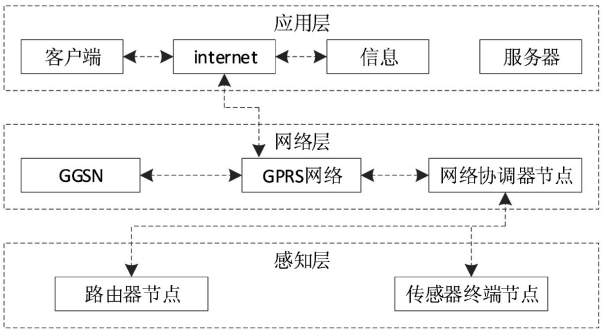


图1 物联网架构图

为了提高目标提取的精度，需要将上述采集的视频图像分为前景区域和背景区域，避免背景区域干扰目标识别，基于物联网技术的智能化交通视频图像目标自动提取方法，获取交通视频图像前景的主要步骤为

(1) 灰度值反转处理采集的交通视频图像，通过对称性检测和灰度验证，划分前景目标子块和非前景目标子块。

(2) 融合处理前景目标种子，并对其展开去噪处理，获取交通视频图像的前景区域。

在视频交通图像中，在半径为r的范围内对像素展开对称性检测和灰度验证。像素的灰度值在半径为r的范围内符合下述条件：

$$\begin{cases} I_V = I(0,0) \\ I_a = \dfrac{\sum\limits_{x=j-r}^{x=j+r}\sum\limits_{y=i-r}^{y=i+r} I(i,j)}{(2r+1)(2r+1)} \\ I_V \le L_S I_a \end{cases} \tag{1}$$

式中，L_S表示阈值参数；I_a表示所有像素在灰度验证滑动窗口中的灰度均值；$I(x,y)$表示像素(x,y)在交通视频图像中的灰度值，$I_V=I(i,j)$表示像素(i,j)对应的灰度值。

前景目标种子在视频图像中的方向性通过下述过程验证。

(1) 用q_{v1}、q_{v2}表示中心像素两侧t个像素对应的灰度均值，可通过下式计算得到：

$$\begin{cases} q_{v1} = [\sum\limits_{n=-t}^{n=-1} I(u)]/t \\ q_{v2} = [\sum\limits_{n=t}^{n=1} I(u)]/t \end{cases} \tag{2}$$

式中，$I(u)$表示第u个像素在对称性检测模板中对应的灰度值；当$v=1$时，表示0°方向；当$v=2$时，表示45°方向；当$v=3$时，表示90°方向；当$v=4$时，表示135°方向。

(2) 计算像素灰度值在不同方向中的变化程度f_v：

$$f_v = \min\{q_{v1}-h_v, q_{v2}-h_v\} \tag{3}$$

式中，h_v表示$2t+1$个像素在v方向中的最小灰度值。

(3) 在上述过程的基础上，获得f_v的最小值$f_{\min}=\min\{f_v\}$和最大值$f_{\max}=\max\{f_v\}$。

(4) 通过下述公式对像素灰度在视频图像中的显著性展开判断：

$$\begin{cases} f_{\max} \ge y \\ f_{\max} - f_{\min} \ge d \end{cases} \tag{4}$$

式中，y、d均表示阈值经验参数。

种子在交通视频图像前景区域中可能存在缺失、中断等现象，基于物联网技术的智能化交通视频图像目标自动提取方法，通过连接处理目标种子，提高种子的连续性和完整性。通过下述步骤完成前景种子连接：

(1) 在灰度相似性的基础上连接目标区域的种子[5]。

(2) 对种子信息展开融合处理，并去除其中存在的噪声，获取交通视频图像的前景区域。

用S表示视频图像前景区域中存在的目标种子，设置集合$N=\{N_i, i=1,2,\cdots,8\}$、$V=\{V_j, j=1,2,\cdots,16\}$，如果$\forall N_i$、$\forall V_j$不属于前景区域中的像素，则种子$S$属于噪声，剔除该噪声；如果种子$\exists V_j$存在于前景区域，但$\forall N_i$不属于前景区域，设置集合$V_S=\{V_j | V_j \in V$且$V_j$是前景目标种子$\}$，并按照路径$S-N_i-V_j$在前景区域中展开搜索。

集合V_S中可能存在多个种子处于视频图像的前景区域，根据S与其他种子的映射关系获得对应的若干条路径，如果N中没有目标种子，V中存在目标种子，则连接N中最小灰度值的像素，如果N和V中都具有视频图像的目标种子，直接连接种子即可，以此保证路径中前景目标种子与像素灰度值之间的相似性，其中也存在相似方向的交通视频图像前景区域种子，即

$$\begin{cases} \min H = I(N_i) + IV_j \\ s.t. \begin{cases} N_i \in N, V_S \subset \varnothing \\ A_S^i = (S, N_i), A_S^{i,j} = (S, N_i, V_j) \\ i = 1,2,\cdots,8 \; j = 1,2,\cdots,16 \end{cases} \end{cases} \tag{5}$$

式中，H表示距离代价；$I(\cdot)$表示像素在视频图像中对应的灰度值；A_S^i表示路径$S-N_i$；$A_S^{i,j}$表示路径$S-N_i-V_j$。

融合前景种子的灰度信息$D_{(0,0)}=\bigcup_{i=1}^{5} D_i$，获得交通视频图像的前景区域，并在正方形模板处理方法的基础上对前景区域展开去噪处理：假设在$Z\times Z$模板中，全景区域中存在m个目标像素，设定阈值M_L，当$m \le M_L$时，表明模板中存在的像素均属于噪声，剔除对应的像素点，完成视频图像前景区域的去噪处理。

1.2 交通视频图像目标提取

基于物联网技术的智能化交通视频图像目标自动提

取方法，采用 YOLOv3 模型实现目标提取[6]，并引入卡尔曼滤波器在前景区域中跟踪目标。

用 $X=(x,y,w,h,v_x,v_y,v_w,v_h)$ 表示目标的状态向量，其中 x、y 表示目标检测框中心点对应的坐标；h 为检测框的高度；w 为检测框的宽度；v_x、v_y、v_w、v_h 表示 x、y、w、h 相对应的速度分量，建立目标的状态方程和观测方程：

$$\begin{cases} X_t = AX_{t-1} + BI_t + E_t \\ Z_t = JX_t + \varsigma_t \end{cases} \tag{6}$$

式中，X_t 表示 t 时刻目标对应的状态矩阵；A 表示状态转换矩阵；I_t 表示 t 时刻目标对应的控制矩阵；B 表示输入控制矩阵；E_t 表示噪声矩阵；J 表示系统观测矩阵；ς_t 表示 t 时刻的观测噪声。

卡尔曼滤波器预测目标的过程表示[7-8]为

$$\begin{cases} X_{t|t-1} = AX_{t-1|t-1} + BI_t \\ O_{t|t-1} = AO_{t-1|t-1}A^T + W \end{cases} \tag{7}$$

式中，$O_{t|t-1}$ 表示状态 $X_{t|t-1}$ 的协方差矩阵；$X_{t|t-1}$ 表示 $t-1$ 时刻卡尔曼滤波器预测的 t 时刻目标状态；W 为噪声对应的协方差[9-10]；$X_{t-1|t-1}$ 表示 $t-1$ 时刻目标的最优状态；$O_{t-1|t-1}$ 表示状态 $X_{t-1|t-1}$ 对应的协方差矩阵。

设 L_t 代表 t 时刻的卡尔曼增益矩阵，通过下式更新卡尔曼滤波器的目标预测结果：

$$\begin{cases} X_{t|t} = X_{t-1|t-1} + L_t(Z_t - JX_{t|t-1}) \\ L_t = O_{t|t-1}J^T(JO_{t|t-1}J^T - E)^{-1} \end{cases} \tag{8}$$

式中，E 为观测噪声的协方差。

更新协方差 $O_{t|t}$，提高卡尔曼滤波器的跟踪精度：

$$O_{t|t} = O_{t|t-1}(1 - L_tJ) \tag{9}$$

利用 YOLOv3 模型提取目标时，容易出现相同目标被重复提取的现象，为了解决上述问题，基于物联网技术的智能化交通视频图像目标提取方法，引入匈牙利算法对跟踪框和检测框的信息展开关联匹配[11-12]，以此实现交通视频图像的目标提取。

针对目标 a、b，可通过下式计算两者的马氏距离 M：

$$M = \sqrt{(a-b)^T D^{-1}(a-b)} \tag{10}$$

式中，D 表示协方差矩阵。

根据上述计算结果，获得目标 a、b 的匹配程度 $f_{(i,j)}^{(1)}$：

$$f_{(i,j)}^{(1)} = (f_j - u_i)^T D_i^{-1}(f_j - u_i) \tag{11}$$

式中，f_j、u_i 为跟踪框 i、检测框 j 对应的状态向量；D_i^{-1} 为 i 对应的协方差预测矩阵。

为了提高匹配精度，基于物联网技术的智能化交通视频图像目标自动提取方法通过表观匹配方法获取 i 和 j 的表征相似距离 $f_{(i,j)}^{(2)}$：

$$f_{(i,j)}^{(2)} = 1 - H_jM_i / |H_j||M_i| \tag{12}$$

式中，H_j 表示检测框 j 在当前帧中的特征；M_i 表示跟踪框 i 在上一帧中的特征。

通过上述分析，获得最终匹配度量值 $F_{(i,j)}$：

$$F_{(i,j)} = \mu f_{(i,j)}^{(1)} + (1-\mu) f_{(i,j)}^{(2)} \tag{13}$$

式中，μ 为超参数，$F_{(i,j)}$ 的值越小表明目标之间的相似度越高。根据匹配度量值 $F_{(i,j)}$ 避免相同目标的重复提取，以此精准地实现交通视频图像目标的提取。

2 实验与分析

为了验证基于物联网技术的智能化交通图像目标自动提取方法的整体有效性，需要对其展开测试。利用 MATLAB 进行仿真测试分析，建立智能化交通视频图像目标提取模型。用于检测的传感器节点为 100 个，用于图像信息采集的 Sink 节点为 10 个，交通视频跟踪识别的采样频率为 36 kHz，图像的模板匹配系数为 0.20。

交通视频图像的采集受多种因素的影响，对目标提取之前，需要对其展开预处理，基于物联网技术的智能化交通图像目标自动提取方法、文献[1]提出的顾及小目标特征的视频人流量智能统计方法和文献[2]提出的交通监控视频图像语义分割及其拼接方法的交通视频图像处理结果如图 2 所示。



(a) 本文方法　(b) 双向人流量智能统计算法　(c) 语义分割及其拼接方法

图 2 不同方法的交通视频图像处理结果

根据图2可知，所提方法处理后的交通视频图像清晰度较高，不存在颗粒和模糊现象，双向人流量智能统计算法和语义分割及其拼接方法的交通视频图像中存在明显颗粒噪声，不利于后续的目标提取。所提方法采用正方形模板处理方法对物联网采集的交通视频图像展开去噪处理，消除视频图像中的噪声，提高视频图像的整体清晰度，更能凸显出细节信息，有利于后续目标提取。

现采用所提方法、双向人流量智能统计算法和语义分割及其拼接方法对上述视频图像中的目标展开提取测试，结果如图3所示。

分析图3可知，双向人流量智能统计算法的目标提取精度较高，但针对远距离的目标提取效果较差，语义分割及其拼接方法存在目标提取错误的现象，所提方法的提取精度高，且针对远距离目标具有良好的提取性能。这是因为所提方法采用模板去噪方法消除前景区域中的噪声，使得匹配精度提升。



(a) 本文方法 (b) 双向人流量智能统计算法 (c) 语义分割及其拼接方法

图3 不同方法的目标提取结果

选用平均漏检率和平均检测时间作为指标，测试3种方法的识别性能，结果如表1所示。

表1 不同方法的识别性能

方法	平均漏检率/%	平均检测时间/s
本文所提方法	<0.3	<0.24
双向人流量智能统计算法	<7.8	<2.45
语义分割及其拼接方法	<8.6	<2.17

根据表1中的数据可知，所提方法的平均检漏率和平均检测时间分别小于0.3%和0.24 s，相比两种文献方法，所提方法在交通视频图像目标提取领域表现出良好的提取精度和提取效率。这是因为所提方法采用YOLOv3模型提取交通视频图像中的目标，引入卡尔曼滤波器跟踪目标，并通过匈牙利匹配提高目标提取精度。

3 结束语

针对目前交通视频图像目标提取方法中存在的视频图像处理效果差、提取精度低和提取效率低等问题，提出基于物联网技术的智能化交通视频图像目标提取方法。该方法提取视频图像的前景区域，并对其展开去噪处理，通过YOLOvs(you only look once version s)模型完成目标提取，可有效消除交通视频图像中的噪声，在短时间内准确的提取目标。

参考文献：

[1] 朱军，张天奕，谢亚坤，等.顾及小目标特征的视频人流量智能统计方法[J].西南交通大学学报，2022，57(4)：705-712，736.

[2] 刘嗣超，武鹏达，赵占杰，等.交通监控视频图像语义分割及其拼接方法[J].测绘学报，2020，49(4)：522-532.

[3] 杨春雷，成波.现代物联网技术在水产养殖信息化建设工作中的应用[J].机械制造与自动化，2022，51(5)：130-132.

[4] 王晓兰，陈沙沙.物联网技术在煤矿设备异常故障监测中的应用研究[J].能源与环保，2021，43(7)：182-188，214.

[5] 范光宇，宫宇宸，饶蕾，等.基于灰度相似性的激光点云与全景影像配准[J].浙江大学学报(工学版)，2022，56(8)：1633-1639.

[6] 朱应莉.基于RFID和物联网技术的物流电子识别系统[J].电子设计工程，2022，30(13)：184-188.

[7] 李可非，马晓川，刘宇，等.基于转换量测容积卡尔曼滤波器带多普勒量测的目标跟踪算法[J].控制与决策，2021，36(6)：1425-1434.

[8] 刘志坤，刘成路，陈伟林，等.基于匈牙利算法的大井丛井口靶分配设计方法[J].西安石油大学学报(自然科学版)，2022，37(3)：70-74.

[9] 陈莹，林京君.基于优化导向滤波的模糊图像特征提取仿真[J].计算机仿真，2022，39(1)：158-161.

[10] 王超.基于视觉传达技术的平面设计研究[J].自动化技术与应用，2023，42(4)：137-140.

[11] 黄程斌.体育运动视频关键帧自动提取系统设计[J].自动化技术与应用，2023，42(7)：43-46，73.

[12] 王超，宋路，李长明.基于改进Renyi熵的运动目标图像提取仿真[J].计算机仿真，2020，37(4)：389-392.

作者简介：顾理琴(1981—)，女，硕士，讲师，研究方向：计算机应用、图像处理。