

基于改进 SSD 算法的城市轨道交通 多通道闸机控制研究

杨静, 韩丽东

(苏州高博软件技术职业学院 机电工程学院, 江苏 苏州 215163)

摘要: 城市轨道交通多通道闸机独立工作, 对多个闸机精准控制难度较大, 所以研究基于改进 SSD 算法的城市轨道交通多通道闸机控制方法; 将 SSD 网络与 FPN 网络相结合, 结合先验框生成与损失函数优化实现 SSD 算法改进, 利用改进 SSD 算法和数据融合结果识别通行目标; 根据通行目标识别结果和传感器设备确定闸机通道内的通行情况, 从而设计多通道闸机控制处理子程序, 完成城市轨道交通多通道闸机控制; 实验结果表明, 在改进 SSD 算法作用下, 闸机闭合状态始终与行人的当前行进方向保持一致, 提高了控制精准度和实时通过率。

关键词: 改进 SSD 算法; 城市轨道交通; 多通道闸机; 通行目标; 先验框; 损失函数; 通道传感器; 误动控制子程序

Research on Multi-channel Gate Control of Urban Rail Transit Based on Improved SSD Algorithm

YANG Jing, HAN Lidong

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Global Institute of Software Technology,
Suzhou 215163, China)

Abstract: The independent operation of multi-channel gates in urban rail transit makes it difficult to accurately control multiple gates. Therefore, on the basis of improved single shot multibox detector (SSD) algorithm, a control method for multi-channel gates in urban rail transit is studied. The SSD network is combined with the feature pyramid network (FPN) network, and the prior frame generation and loss function optimization are combined to improve the SSD algorithm. The improved SSD algorithm and data fusion results are used to identify the traffic targets. Based on the recognition results of traffic targets and sensor equipment, the traffic situation within the gate channel is determined, and the multi-channel gate control processing subroutine is designed to complete the multi-channel gate control of urban rail transit. The experimental results show that by using the improved SSD algorithm, the closed state of the gate remains consistent with the current direction of pedestrian travel, improving the control accuracy and real-time pass rate.

Keywords: improve SSD algorithm; urban rail transit; multi-channel gate; access target; a priori box; loss function; channel sensor; misoperation control subroutine

0 引言

城市轨道交通是由多种不同交通工具组成的调度系统, 并广泛适用于长距离、短距离及其他类型的陆地运输模式之中。轨道闸机是一种应用于城市交通中的通道阻挡装置, 用于管理行人的行进状态。随着应用时间的延长, 闸机设备的运行状态可能出现错误, 而这种错误的开合行为可能会影响轨道交通的正常运行。因此, 对城市轨道交通多通道闸机控制研究逐渐成为研究热点。现阶段, 需要通过对闸机设备进行控制和优化, 提高轨道交通系统的安全性和运行效率, 以及改善城市轨道交通拥堵问题。

针对闸机控制的研究已经有了一定的成果, 例如文献[1]提出了一种基于 STM32 的红外智能测温闸机控制系统

设计方法, 该方法以 STM32 单片机作为研究基础, 开发了集红外测温模块、语音示警模块、门禁继电器模块、OLED 显示模块于一体的闸机控制系统, 将采集到的温度等人体生理数据上传至云端, 从而实现闸机控制。文献[2]提出了一种基于人脸识别的智能闸机控制系统设计方法, 该方法在设计系统硬件与软件的基础上, 以永磁同步电机磁场定向控制(FOC)算法策略为基础, 引入模糊 PI 控制算法, 从而实现对于闸机的智能控制。尽管上述两种方法可以提高轨道交通的实时通过率, 但在实际应用中, 仍然存在一些因素可能会影响其控制精度, 故而在解决城市轨道交通拥堵方面的应用能力也就相对有限。不仅如此, 城市轨道交通多通道闸机独立工作, 对多个闸机精准控制难度较

收稿日期:2023-04-25; 修回日期:2023-06-08。

作者简介:杨静(1980-),女,硕士,讲师。

通讯作者:韩丽东(1983-),男,硕士,副教授。

引用格式:杨静,韩丽东.基于改进 SSD 算法的城市轨道交通多通道闸机控制研究[J].计算机测量与控制,2023,31(12):160-166.

大, 导致这两种方法的控制效果不佳。

为解决上述问题, 提出基于改进 SSD 算法的城市轨道交通多通道闸机控制方法。改进后的 SSD 算法^[3-4]不受场景条件限制, 在网络环境中适应多种应用场景, 并可按需定义各类数据样本参量, 实现对数据信息的全局调度和调节, 同时不改变网络阶层应用本质。因此采用改进 SSD 算法对城市轨道交通多通道闸机进行控制, 以期提高城市轨道交通的安全性、运营效率和服务质量, 促进技术创新等。

1 城市轨道交通多通道闸机功能需求分析

对于城市轨道交通多通道闸机功能需求的分析, 应联合闸机设备的工作模式与通行模式, 实现对通行目标的按需识别, 本章节将针对上述内容展开深入研究。

1.1 闸机工作模式

在轨道交通中, 多通道闸机具有常开、常闭、紧急、维护、敞开共 5 种工作模式, 具体结构模型如图 1 所示。常开模式下, 闸机设备可以根据行人行进方向, 打开闸门边翼, 从而使行人保持连续通行状态; 常闭模式并不能单独存在, 而是需要与通行模式配合才可以正常使用^[5]; 紧急模式下, 多通道闸机的开门朝向为出向端, 一般来说, 只有在发生突发事件时, 多通道闸机才会表现出紧急状态; 维护模式下, 闸机设备安全触边呈现自由状态, 同时指示灯亮起, 表明当前情况下, 多通道闸机不可使用; 敞开模式是指多通道闸机处于完全开门状态, 无论行人行进方向是否符合城市轨道交通需求, 闸门设备都允许行人的自由通行^[6]。

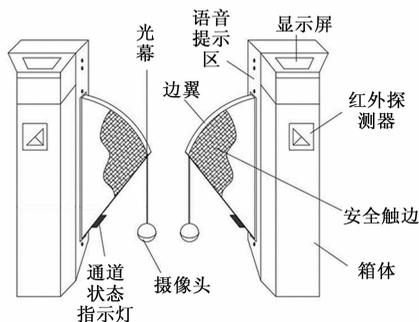


图 1 城市轨道交通多通道闸机的结构示意图

假设 α 表示多通道闸机安全触边的闭合参数, Z_c 表示基于参数 α 的闸机闭合控制向量, X 表示闸机设备的实时工作特征, 联立上述物理量, 可将闸机工作模式表达式定义为:

$$C = \frac{Z_c}{\sqrt{(\alpha - 1) \cdot X}} \quad (1)$$

由于多通道闸机运行过程中, 安全触边结构存在连续闭合或连续断开的可能性, 所以闭合参数 α 的取值应属于 $(-\infty, +\infty)$ 的数值区间。

1.2 闸机通行模式

多通道闸机通行模式只对应设备结构的常闭工作模式, 包括双向受控、进向受控、出向锁定等多种不同的类型, 其具体表现特征如下:

1) 双向受控的闸机通行模式: 行人不具备自由通行的能力, 只有得到闸机设备的进向或出向授权后, 才可以随机选择一条通道通过闸机。

2) 进向受控的闸机通行模式: 行人进向行为需要得到闸机设备的有效授权, 而出向行为则始终被禁止。

3) 进向受控、出向锁定的闸机通行模式: 进向行为需要得到闸机设备的有效授权, 而出向行为不需要经过授权, 行人就可以直接通过一条随机通道^[7-8]。

4) 进向锁定、出向受控的闸机通行模式: 行人出向行为需要得到闸机设备的有效授权, 而进向行为则始终被禁止。

5) 双向锁定的闸机通行模式: 进向行为、出向行为都被闸机设备禁止。

6) 进向锁定、出向自由的闸机通行模式: 进向行为被闸机设备禁止, 而出向行为不需要经过授权, 行人就可以直接通过一条随机通道。

7) 进向自由、出向受控的闸机通行模式: 进向行为不需要经过授权, 出向行为必须经过有效授权后, 行人才可以通行。

8) 进向自由、出向锁定的闸机通行模式: 行人进向行为不需要经过授权, 而行人出向行为始终被闸机设备禁止。

9) 双向自由的闸机通行模式: 行人可以自由通过闸机设备, 并对多个目标进行识别与跟踪, 且设备元件不对行人提供授权服务^[9-10]。

2 基于改进 SSD 算法的闸机数据融合

SSD (single shot multibox detector) 算法是一种目标检测算法, 其主要特点是快速、准确、易于实现。相对于传统的目标检测算法, 如 RCNN、Fast RCNN 和 Faster RCNN 等, SSD 算法具有更少的计算量和更快的检测速度, 适用于实时性要求较高的应用场景。

SSD 算法将城市轨道交通闸机通行目标识别任务转化为一个回归问题, 通过在不同层次的特征图上预测目标的位置和类别, 从而实现城市轨道交通闸机通行目标。与其他算法相比, SSD 算法具有以下优点:

1) 速度快: SSD 算法只需要对图像进行一次前向传播就可以完成城市轨道交通闸机通行目标识别任务, 因此速度更快。

2) 精度高: SSD 算法采用多尺度特征图进行城市轨道交通闸机通行目标识别, 能够有效地提高检测精度。

3) 易于实现: SSD 算法的结构简单, 易于实现和优化。

SSD 网络结构如图 2 所示。

SSD 网络主要是在多尺度特征图上通过滑动窗口的形式产生多个不同尺度和宽高比的候选框然后进行分类回归的方法进行通行目标识别, 主要由基础网络层以及特征提取层实现城市轨道交通闸机通行目标识别。

然而, SSD 算法也存在一些需要改进的问题:

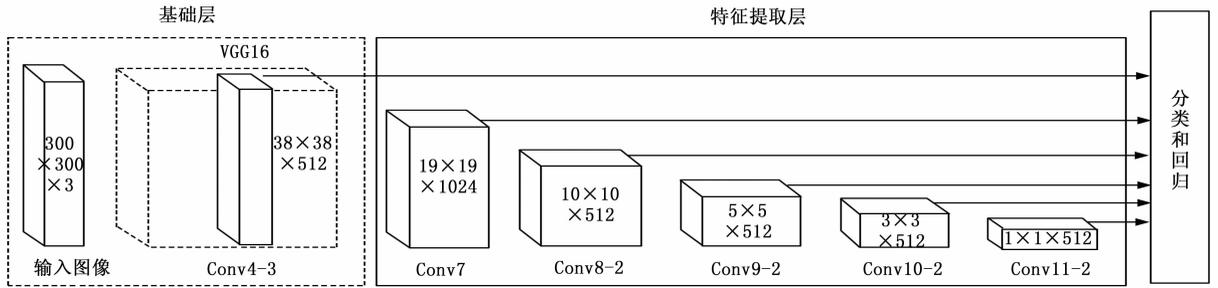


图 2 SSD 网络结构

1) 对小目标的识别效果不佳：由于 SSD 算法采用固定大小的先验框来检测目标，因此对小目标的识别效果不佳。

2) 对目标的旋转和倾斜不敏感：SSD 算法只能检测水平和垂直方向上的目标，对于旋转和倾斜的目标识别效果不佳。

3) 容易出现误检测：由于 SSD 算法采用多尺度特征图进行城市轨道交通闸机通行目标识别，容易出现误检测现象。

所以本文将 SSD 网络与 FPN 网络相结合，通过反卷积的方式对深层特征图进行上采样，从 Conv8-2 层开始依次向前做特征融合，得到的超特征图 3-Conv4。在超特征图上通过卷积池化的方式生成多个不同尺度的特征图，从而搭建新的多尺度特征金字塔，以此实现特征提取层的优化与改进的目标，改进后的 SSD 网络结构如图 3 所示。

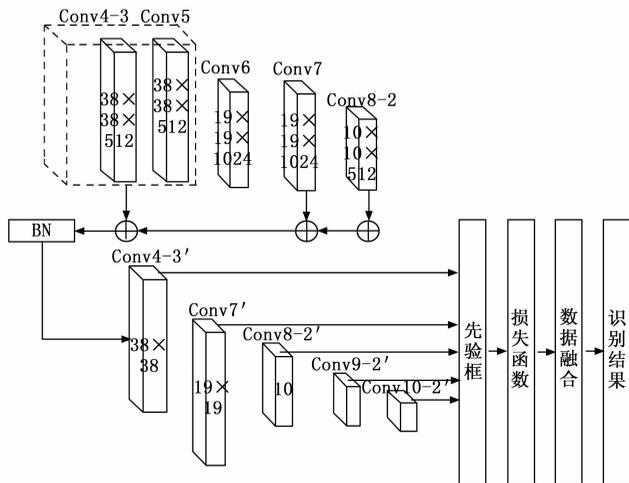


图 3 改进后的 SSD 网络结构

2.1 先验框生成

先验框是一种具有判别能力的窗口控制结构，其定义原则完全遵循改进 SSD 算法。先验框可以同时录入大量的城市轨道交通多通道数据，并借助闸机箱体内信息通道组织将所得数据样本传输至核心主机中，从而使得闸机设备能够根据行人行进方向表现出相应的进向或出向状态。先验框^[11-12]的窗口尺度是衡量数据样本储量水平的必要条件。由于多通道闸机的核心应用目的是对城市轨道交通进行实时控制，因此

改进 SSD 算法要求先验框结构在单位时间内必须识别大量的数据样本。对于窗口尺度条件的求解满足下式：

$$M = \log(A_{\max})^2 - \sum_{\delta=1} A_{\delta} \quad (2)$$

其中： δ 表示城市轨道交通数据的取样参数， A_{δ} 表示基于参数 δ 的数据样本验证参量， A_{\max} 表示数据样本验证参量的最大取值。

联立式 (1)、式 (2)，可将基于改进 SSD 算法的先验框生成结果表示为：

$$S = \varphi \left[1 - C \left(\frac{\gamma^2}{M} \right) \right] \quad (3)$$

其中： φ 表示多通道闸机对于城市轨道交通数据的识别参数， γ 表示闸机通道的开合行为向量。改进 SSD 算法的应用需求是在单位时间内录入大量的城市轨道交通数据，所以先验框窗口尺度的实际数值不宜过小。

2.2 损失函数优化

损失函数决定了改进 SSD 算法对城市轨道交通数据的处理能力。对于多通道闸机设备而言，损失函数表达式能够适应先验框生成原则，就表示闸机设备的当前工作模式与通行模式都可以满足识别通行目标的实际应用需求。所谓损失函数^[13-14]就是指置信度损失量、定位损失量都符合加权判别条件的函数表达式。控制城市轨道交通多通道闸机时，只有保证函数求解结果与改进 SSD 算法的匹配关系，才能够实现闸机设备对通行目标的精准识别。

SSD 算法一选择用 CIoU 损失函数替换了位置损失的 smooth L1 损失函数，该损失函数用下述公式表示：

$$L(x, c, l, g) = \frac{(L_c(x, c) + \alpha L_l(x, l, g))}{N} \quad (4)$$

其中： N 表示先验框内样本数量， x 表示自变量参数， c 表示置信度参数， l 表示目标框位置参数， g 表示预测框的位置参数， α 表示先验框权重， $L_c(x, c)$ 表示类别损失函数， $L_l(x, l, g)$ 表示位置损失函数。

然而，CIoU 损失函数也存在一些缺陷。首先，CIoU 损失函数计算复杂度较高，需要进行较多的数学运算，导致训练时间增加。其次，CIoU 损失函数并不能完全解决长宽比例不同的物体定位问题，对于极端情况下的物体，仍然存在定位不准确的情况。此外，CIoU 损失函数并不是适用于所有的目标检测模型和数据集的，需要根据具体情况

进行选择 and 调整。因此, 在使用 CIoU 损失函数时需要权衡其优缺点, 并根据实际情况进行选择。

因此本文对于该函数进行了优化, 使其更加适用与通行目标识别, 优化后的损失函数如下:

$$F = \frac{S}{|\varphi f|} \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{L(x, c, l, g)^2 CIoU(l_i^m - g_i^m)}{d \cdot \bar{g}} \quad (5)$$

其中: f 表示城市轨道交通数据的置信度损失量, φ 表示交通数据的定位损失量, d 表示基于改进 SSD 算法所选取的闸机通道开合系数, \bar{g} 表示通行模式参数的平均值, l_i^m 表示真实框, g_i^m 表示预测框, $CIoU(l_i^m - g_i^m)$ 表示真实框和预测框之间的差异度函数。

2.3 数据融合

数据融合是指按照改进 SSD 算法将相似的城市轨道交通数据结合在一起^[15]。对于多通道闸机而言, 在对行人进行授权时, 如果能够直接面对经过融合处理后的数据包结构, 不仅可以缩短闸机设备的响应时间, 还能避免闸机工作模式与通行模式不匹配的情况^[16]。在控制设备运行状态的同时, 按照改进 SSD 算法, 对所得数据样本进行排序与处理。假设 \vec{j} 表示城市轨道交通数据识别向量, 其取值恒不等于零, 数据融合结果用以下公式表示:

$$H = \lambda \times \sqrt{\frac{F}{L \cdot \vec{j}^\epsilon}} \quad (6)$$

其中: λ 表示基于改进 SSD 算法所选择的闸机通道占用参数, L 表示多通道闸机对行人进行授权向量, ϵ 表示实时控制参量。应用改进 SSD 算法控制城市轨道交通多通道闸机设备时, 对于特征数据参量的融合, 要求实时控制参量 ϵ 的取值必须属于 $[1, +\infty)$ 的数值区间。

2.4 通行目标识别

多通道闸机的应用目的就是在阻拦未授权行人的同时, 允许持有有效卡的行人通行, 简单来说就是有效识别行人的正常通行与非法通行状态, 从而使闸机设备能够做出相应的控制动作。规定 χ_1 表示行人进向控制参数, χ_2 表示行人出向控制参数, 在识别多通道闸机通行目标的过程中, 不等式条件恒成立如式 (7) 所示:

$$\chi_1 \neq \chi_2 \quad (7)$$

在城市轨道交通中, 行人习惯于提前进入闸机通道的前部, 在到达安全触边之前就提前停止前进。此时, 闸机对行人进行有效授权, 闸门打开。待行人通过后, 闸门再次关闭。经过有效授权后, 如果行人长时间没有通过闸机通道, 那么安全触边也就一直不会闭合。

城市轨道交通多通道闸机对于通行目标识别结果表达式如下:

$$V = \beta \cdot \left| \frac{\chi_1 + \chi_2}{H \times (\bar{B})} \right|^2 \quad (8)$$

其中: \bar{B} 表示行人行进特征, β 表示多通道闸机对于行人目标的识别参数。同一运行状态下, 闸机设备连接通道的数量并不唯一, 所以即便是在复杂的城市轨道交通环境中, 也并不会出现明显的交通拥堵情况。

3 多通道闸机控制方法设计

结合闸机数据融合处理结果确定闸机设备阵列布置, 根据通行目标识别结果和传感器设备确定闸机通道内的通行情况, 根据通行情况设计多通道闸机控制处理子程序, 完成城市轨道交通多通道闸机控制。

3.1 闸机设备的阵列布置

阵列布置^[17-18]是为适应城市轨道交通情况制定的多通道开合形态, 由付费区域、非付费区域和闸机设备共同组成。非付费区域位于行人进站方向, 行人通过闸机设备打开的通道进入另一区域, 在此过程中行人不需要支付任何费用。付费区域位于行人出站方向, 已进站行人通过闸机设备打开的通道进入另一区域, 在此过程中行人需要支付一定的费用。具体的闸机设备阵列布置原则如图 4 所示。

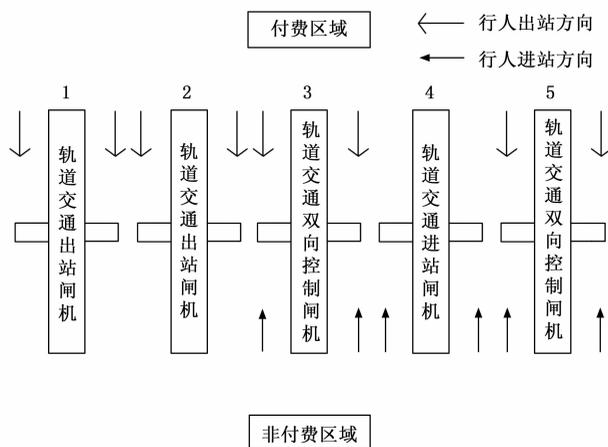


图 4 闸机设备的阵列布置原则

为了满足城市轨道交通多方向运行的需求, 可以选择出站闸机、进站闸机、双向闸机三种应用装置。其中, 出站闸机只在行人出站时呈现打开状态; 进站闸机只在行人进站时呈现打开状态; 双向闸机在行人进站和出站情况下均可以呈现打开状态。

3.2 闸机通道内的通行情况检测

通道传感器位于闸机设备的运行通道内, 负责记录行人在经过闸机时的运行状态。由于行人在瞬时状态下的运行速率相对较快, 所以传感器元件必须具有较强的响应敏感性以及多通道频率测量能力^[19-20]。根据通行状态的不同, 通道传感器可分为以下两类: 出口区通道传感器、入口区通道传感器。

对于城市轨道交通多通道闸机的控制, 要求所选通道传感器元件的运行能力必须符合改进 SSD 算法的应用原则, 具体定义式如下:

$$K = \frac{\sqrt{V \cdot e^{(\kappa-1)}}}{c \times (a + b)} \quad (9)$$

其中: K 表示通道传感器运行能力, e 表示实时传感参数, κ 表示行人信息检测向量, c 表示瞬时感应参数, a 表示出口区通道传感器行人运行信息, b 表示入口区通道传感器

行人运行信息。通道传感器在识别行人信息时，会对检测所得数据进行分别存储，这也是改进 SSD 算法在控制闸机设备时，并不会出现错误开合状态的主要原因。

闸机设备对于城市轨道交通的控制能力完全依赖于通道内行人通行数据的捕获和无线传输情况^[21-22]。借助改进的 SSD 算法，行人在闸机通道内的连续停留时间越长，就表示行人通过闸机设备所需消耗的时间越长，城市轨道交通发生拥堵的可能性就越大。特别是在闸机出现错误闭合行为的情况下，如果不能有效控制行人在闸机设备中的通过等待时长，就会造成严重的交通拥堵问题。

设 t 表示行人通过闸机设备的单位等待时长， μ 表示行人实时通行向量， i 表示闸机通道导通系数， R_{\max} 表示行人瞬时通过行为的最大赋值结果， R_{\min} 表示瞬时通过行为的最小赋值结果，联立公式 (9)，可将闸机通道内通行情况检测结果定义为：

$$W = -\frac{1}{\mu} \sum_{i=1}^{+\infty} \log \left(\frac{K^2}{\sum_{i=1} R_{\max}^2 - R_{\min}^2} \right) \quad (10)$$

利用多通道闸机控制城市轨道交通的过程中，默认不会发生因行人运行速度过快，而造成的闸机设备损坏的问题。

3.3 多通道闸机控制处理子程序

多通道闸机控制处理子程序用于控制多通道闸机的打开与闭合行为。由于程序指令的定义以闸机设备误动模式为标准^[23-24]，即使有多数行人同时通过轨道闸机，城市交通也不会出现瞬时混乱状态。子程序文本的规定同时涉及主动指令与从动指令。主动指令起到主动控制作用的程序文本，由于子程序指令受到改进 SSD 算法的直接影响，编译过程中不会出现信息参量并列传输的情况。从动指令起不到主动控制作用的程序文本，虽然其编码行为不需要完全遵照 SSD 算法，但可以直接调节轨道闸机的开合状态。设 I_1 表示主动指令中的子程序误动执行参数， I_2 表示从动指令中的子程序误动执行参数， $\tilde{\omega}$ 表示子程序文本的实时控制向量， \tilde{O} 表示基于改进 SSD 算法的程序文本误动执行特征。在上述物理量的支持下，联立公式 (10)，可将多通道闸机控制处理子程序表达式定义为：

$$P = \frac{\tilde{\omega} \sqrt{\left(\frac{1}{I_1} \times \frac{1}{I_2} \right)}}{\tilde{O} \cdot W} \quad (11)$$

当 P 值大于等于 1 时，表明行人通行人数过多，此时需要增加开闸时间；当 P 值小于 1 时，表明行人通行人数正常，此时只需要将控制时间保持在正常水平线内。对于子程序的定义必须参考闸机通道内的行人通行情况，完善二者之间的从属关系，这也是利用改进 SSD 算法控制城市轨道交通多通道闸机设备的必要执行条件。

4 实例分析

4.1 前期准备

选择图 5 所示的单向闸机作为实验设备，在空旷区域

内连续布置 8 台实验闸机，其中 4 台闸机对行人进行进站授权，另外 4 台闸机对行人进行出站授权。搭建多通道闸机仿真平台，在该平台上模拟单向闸机设备的开闭状态，并设置不同的工作模式，并添加控制处理子程序，对实验设备进行检测和调试。



图 5 单向闸机实验设备

结果式 (11) 对于模拟过程中的 P 值进行计算，结果如下：

表 1 P 值计算结果

闸机编号	实验组别				
	1	2	3	4	5
1	2.31	2.22	1.61	1.39	1.45
2	0.78	0.42	0.55	0.86	0.64
3	0.56	1.66	1.38	0.55	0.55
4	1.21	0.635	0.14	0.96	0.81
5	1.26	0.32	0.46	0.63	0.22
6	1.23	1.21	1.66	2.47	2.02
7	0.59	0.63	0.18	0.47	0.52
8	0.15	0.63	0.58	0.56	0.55

分析表 1 中的结果可知，不同闸机以及实验组别经过仿真可以真实模拟出闸机通行状态变化，保证仿真条件更加符合实际。

规定：进站授权时闸机开合记录参数为“1”，出站授权时闸机开合记录参数为“-1”。

表 2 为 8 台闸机在 5 次实验过程中的开合参数记录情况。

表 2 开合参数记录

闸机编号	实验组别				
	1	2	3	4	5
1	“-1”	“1”	“-1”	“1”	“-1”
2	“-1”	“1”	“1”	“1”	“-1”
3	“-1”	“1”	“1”	“-1”	“1”
4	“-1”	“1”	“1”	“-1”	“1”
5	“1”	“-1”	“1”	“1”	“-1”
6	“1”	“-1”	“-1”	“1”	“-1”
7	“1”	“-1”	“-1”	“-1”	“1”
8	“1”	“-1”	“-1”	“-1”	“1”

为真实模拟城市轨道交通情况, 实验过程中, 应使行人自由通过闸机设备。

4.2 实验流程

本次实验的具体实验流程如下:

步骤一: 在基于改进 SSD 算法的城市轨道交通多通道闸机控制方法的作用下, 记录行人在闸机组设备中的通行情况, 所得样本为实验组数据;

步骤二: 在长周期高精度回归轨道与脉冲轨道控制策略的作用下, 记录行人在闸机组设备中的通行情况, 所得样本为第一对照组数据;

步骤三: 在红外传感器、深度摄像头等器件进行图像识别控制策略的作用下, 记录行人在闸机组设备中的通行情况, 所得样本为第二对照组数据;

步骤四: 对比所得实验数据与开合参数记录, 并对行人通过率均值进行统计;

步骤五: 使用仿真软件模拟多通道闸机的开闭状态, 并在该软件中添加控制处理子程序。在该程序中, 设置闸机设备的运行参数 (开闭速度、开闭角度), 并对其进行实时监测和控制。

步骤六: 总结实验规律。

4.3 结果与讨论

实验组、对照组开合参数的实验情况如下:

1) 实验组开合参数:

第 1 组: “-1”、“-1”、“-1”、“-1”、“1”、“1”、“1”、“1”;

第 2 组: “1”、“1”、“1”、“1”、“-1”、“-1”、“-1”、“-1”;

第 3 组: “-1”、“1”、“1”、“1”、“1”、“-1”、“-1”、“-1”;

第 4 组: “1”、“1”、“-1”、“-1”、“1”、“1”、“-1”、“-1”;

第 5 组: “-1”、“-1”、“1”、“1”、“-1”、“-1”、“1”、“1”;

2) 第一对照组开合参数:

第 1 组: “-1”、“-1”、“-1”、“-1”、“1”、“1”、“1”、“1”;

第 2 组: “-1”、“1”、“1”、“1”、“1”、“-1”、“-1”、“-1”;

第 3 组: “1”、“1”、“1”、“-1”、“1”、“-1”、“-1”、“-1”;

第 4 组: “1”、“1”、“-1”、“1”、“-1”、“1”、“-1”、“-1”;

第 5 组: “-1”、“-1”、“-1”、“1”、“-1”、“1”、“1”、“1”;

3) 第二对照组开合参数:

第 1 组: “-1”、“-1”、“-1”、“1”、“1”、“1”、“1”、“1”;

第 2 组: “1”、“1”、“1”、“1”、“-1”、“-1”、“-1”、“-1”;

“-1”;

第 3 组: “-1”、“1”、“1”、“1”、“1”、“-1”、“-1”、“-1”;

第 4 组: “1”、“1”、“-1”、“-1”、“-1”、“-1”、“1”、“1”;

第 5 组: “-1”、“-1”、“1”、“1”、“-1”、“-1”、“1”、“1”;

利用上述实验结果, 统计行人通过率均值, 详情如图 6 所示。

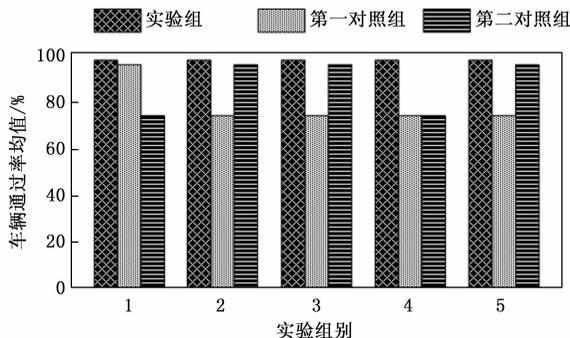


图 6 行人通过率均值

分析图 6 可知, 整个实验过程中, 实验组行人通过率均值始终高于 95%; 第一对照组在第 1 次实验时的行人通过率均值高于 95%, 第 2 组、第 3 组、第 4 组、第 5 组实验时的行人通过率均值始终等于 75%; 第二对照组在第 2 次、第 3 次、第 5 次实验时的行人通过率均值高于 95%, 第 1 次、第 4 次实验时的行人通过率均值等于 75%。只有实验组结果满足轨道交通更精准地通行的实际应用需求。

综上所述, 基于改进 SSD 算法的城市轨道交通多通道闸机控制方法的应用, 可以使闸机闭合状态始终与行人当前行进方向保持一致, 可以精准控制闸机的闭合状态, 对提高行人实时通过率具有实际应用价值。

5 结束语

在改进 SSD 算法的基础上融合处理闸机数据。结合闸机数据融合处理结果确定闸机设备阵列布置, 根据通行目标识别结果和传感器设备确定闸机通道内的通行情况, 根据通行情况设计多通道闸机控制处理子程序, 完成城市轨道交通多通道闸机控制。相较于长周期高精度回归轨道与脉冲轨道控制策略、红外传感器和深度摄像头等器件进行图像识别控制策略, 这种新型控制方法的应用可以精准控制闸机的闭合状态, 满足提升行人实时通过率的实际应用需求。

参考文献:

- [1] 夏添卓, 李 红. 基于 STM32 的红外智能测温闸机系统设计 [J]. 精密制造与自动化, 2021 (4): 27-31.
- [2] 王建楹, 胡扬超. 基于人脸识别的智能闸机系统设计 [J]. 自动化技术与应用, 2021, 40 (1): 101-104.

[3] 王正鸿, 杨川. 改进 SSD 模型在高分二号遥感影像中高速公路收费站点位提取的应用 [J]. 交通运输工程学报, 2021, 21 (2): 278-286.

[4] 汪慧兰, 戴舒, 刘丹, 等. 交通场景中改进 SSD 算法的小尺度行人检测研究 [J]. 计算机工程与应用, 2022, 58 (2): 201-207.

[5] 马超群, 王云, 宁静, 等. 不同支付方式下城市轨道交通检票闸机通过能力研究 [J]. 铁道运输与经济, 2021, 43 (1): 121-126.

[6] 张宸瑜, 黄青霞, 强生杰. 基于乘客队列选择偏好的地铁车站自动检票闸机通行能力分析 [J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24 (12): 162-166.

[7] 刘金鑫, 张晶, 董俊, 等. 基于干扰抑制区的 D2D 通信模式选择方案 [J]. 南京邮电大学学报 (自然科学版), 2021, 41 (4): 43-50.

[8] 徐江涛, 姜海波, 刘洋, 等. 电力物联网 D2D 通信中模式预选的多播重传技术 [J]. 电力科学与技术学报, 2021, 36 (4): 196-202.

[9] 吴琪, 李凯旋, 耿伟, 等. 闸机通道控制算法研究 [J]. 河南科技, 2022, 41 (16): 23-27.

[10] 刘金文, 任卫红, 田建东. 融合人群密度的自适应深度多目标跟踪算法 [J]. 模式识别与人工智能, 2021, 34 (5): 385-397.

[11] 白宗龙, 师黎明, 孙金玮. 基于自适应 LASSO 先验的稀疏贝叶斯学习算法 [J]. 自动化学报, 2022, 48 (5): 1193-1208.

[12] 马炳镇, 侯彦威, 姚伟华. 大回线源瞬变电磁法先验模型约束反演方法及应用 [J]. 煤炭科学技术, 2021, 49 (S2): 305-310.

[13] 张硕, 叶勤, 史婧, 等. 改进 RangeNet++ 损失函数的车载点云小目标语义分割方法 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2021, 33 (5): 704-711.

[14] 许泽宇, 沈占锋, 李杨, 等. 增强型 DeepLab 算法和自适应

损失函数的高分辨率遥感影像分类 [J]. 遥感学报, 2022, 26 (2): 406-415.

[15] 林少娃, 陈奕汝, 顾洁, 等. 基于隐含狄利克雷分布主题模型和特征级异构数据融合的电力故障主动性预警研究 [J]. 电子器件, 2022, 45 (2): 432-438.

[16] 杨俊, 马正敏, 沈韬, 等. 基于深度时空特征融合的多通道运动想象 EEG 解码方法 [J]. 电子与信息学报, 2021, 43 (1): 196-203.

[17] 刘育东, 李芳芹, 任建兴, 等. 基于 AMR 双向阵列的配电网零序电流检测方法 [J]. 江苏大学学报 (自然科学版), 2022, 43 (6): 673-679.

[18] 李怡昕, 胡桥, 刘钰, 等. 水下航行器仿生侧线探测阵列优化布置模型及评估方法 [J]. 西安交通大学学报, 2021, 55 (11): 34-45.

[19] 金鑫, 田文杰, 刘迪, 等. 基于数字锁相环的 FPGA 多通道频率测量系统设计 [J]. 仪表技术与传感器, 2022 (2): 52-56.

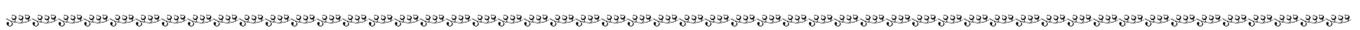
[20] 桂聪, 宋五洲, 湛位, 等. 基于波长编码和阵列波导光栅解调的光纤位置传感器 [J]. 光通信技术, 2021, 45 (10): 40-43.

[21] 金宇婷, 邢斯瑞, 孙伟, 等. 卫星通信链路上/下行及单/双通道计算方法研究 [J]. 电子技术应用, 2022, 48 (7): 74-77.

[22] 张晓璐, 全厚德, 孙慧贤, 等. 对偶序列跳频通信系统的等待匹配式自同步捕获方法 [J]. 探测与控制学报, 2021, 43 (1): 88-94.

[23] 李江宽, 景兴天, 林萌, 等. 反应堆热工水力系统分析程序时间步长控制方案研究 [J]. 核动力工程, 2021, 42 (S1): 63-69.

[24] 万军, 贾宇明. 基于现场可编程模拟阵列的 PI 控制器的直流伺服系统研究 [J]. 机床与液压, 2021, 49 (2): 124-127.



(上接第 96 页)

[9] 贺月, 柳建新, 王显莹, 等. 基于自适应字典学习的插值去噪的应用 [J]. 地球物理学进展, 2021, 36 (6): 2454-2461.

[10] 陈楠, 张标. 多尺度半耦合卷积稀疏编码的遥感影像超分辨率重建 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2022, 34 (3): 382-391.

[11] 周国华, 蒋晖, 顾晓清, 等. 基于半监督子空间迁移的稀疏表示遥感图像场景分类方法 [J]. 浙江大学学报 (理学版), 2021, 48 (6): 684-693.

[12] 张铮, 王孙强, 熊盛辉, 等. 结合小波变换和 CLAHE 的图像增强算法 [J]. 现代电子技术, 2022, 45 (3): 48-51.

[13] 江泽涛, 覃露露, 秦嘉奇, 等. 一种基于 MDARNet 的低照度图像增强方法 [J]. 软件学报, 2021, 32 (12): 3977-3991.

[14] 陈森楸, 刘文波, 张弓. 嵌入双尺度分离式卷积块注意力模块的口罩人脸姿态分类 [J]. 中国图象图形学报, 2022, 27 (4): 1125-1136.

[15] 张少鹏, 周大可, 杨欣. 结合多尺度与可变形卷积的自监督图像特征点提取网络 [J]. 计算机测量与控制, 2022, 30 (4): 222-228.

[16] 孙超文, 陈晓. 基于多尺度特征融合反投影网络的图像超分辨率重建 [J]. 自动化学报, 2021, 47 (7): 1689-1700.

[17] 史文洁, 戴晨光, 赵莹, 等. 堆叠降噪自编码器的影像特征融合变化检测 [J]. 测绘科学技术学报, 2021, 38 (4): 391-397.

[18] 龚旭, 吕佳. 基于加权主成分分析和改进密度峰值聚类的协同训练算法 [J]. 重庆师范大学学报 (自然科学版), 2021, 38 (4): 87-96.

[19] 曹前. 基于二阶多项式回归和权重主成分分析的多光谱降维算法研究 [J]. 光学技术, 2023, 49 (2): 250-256.

[20] 王艳松, 高鑫, 胡彩娥, 等. 基于核主成分分析和 AP 聚类算法的电力系统态势感知技术 [J]. 电测与仪表, 2022, 59 (1): 25-36.

[21] 陈飞玥, 朱玉莲, 田甲略, 等. 融合图嵌入的光滑主成分分析网络图像识别算法 [J]. 国防科技大学学报, 2022, 44 (3): 16-22.