

公共地点人流量计算的云监管平台

软件详细设计说明书

编写时间：2019 年 2 月 15 日

修订历史记录

*A- 增加 M- 修订 D- 删除

版本	日期	变更类型 (A M D)	修改人	变更摘要	备注
第一版	2. 15	A	杨帆	项目背景	
第二版	2. 18	A	张宗浩	产品功能	
第三版	2. 28	M	周泽淼	产品功能	
第四版	3. 3	A	张宗浩	系统角色及性能需求	
第五版	3. 7	A	周泽淼	外部接口	
第六版	3. 9	M	张宗浩	外部接口	
第七版	3. 10	M	杨帆	产品功能	

目 录

一. 引言.....	5
1.1 编写目的	5
1.2 背景	5
1.3 术语和缩略语	5
1.4 参考资料	6
二.系统结构.....	7
2.1 系统架构图	7
2.2 功能结构图	7
三. 算法.....	8
3.1 边缘端算法	8
3.2 云端算法	15
3.2.1 推荐阈值	15
3.2.2 预测人流量	17
三.首页模块.....	19
3.1 程序描述	19
3.2 功能	19
3.3 界面	19
3.4 性能	19
3.5 输出项	20
3.6 接口	20
3.8 限制条件.....	20
四.设备概览模块.....	20
4.1 程序描述	20
4.2 功能	20
4.3 界面:	21
4.4 性能	21
4.5 输入项	21
4.6 输出项	21
4.7 接口	22
4.8 限制条件.....	22
五.保安全管理模块.....	22
5.1 程序描述	22
5.2 功能	22
5.3 界面	22
5.4 性能要求	23
5.5 输入项	23
5.6 输出项	23
5.7 流程逻辑.....	23
5.8 接口	23
5.9 限制条件.....	24
六.设备管理模块.....	24
6.1 程序描述	24

6.2 功能	24
6.3 界面	24
6.4 性能	24
6.5 输入项	25
6.6 输出项	25
6.7 流程逻辑	25
6.8 接口	25
6.9 限制条件	26
6.10 尚未解决的问题	26
七. 个人信息模块	26
7.1 程序描述	26
7.2 功能	26
7.3 性能	26
7.4 输入项	26
7.5 输出项	26
7.7 接口	27
7.8 限制条件	27
八.系统设置模块	27
8.1 程序描述	27
8.2 功能	27
8.3 界面	28
8.4 性能	28
8.5 输入项	28
8.6 接口	28
8.7 尚未解决的问题	28
九.历史记录模块	28
9.1 程序描述	28
9.2 功能	28
9.3 界面	29
9.5 性能	29
9.6 输入项	29
9.7 输出项	30
9.8 接口	30
9.9 限制条件	30
十.异常数据模块	30
10.1 程序描述	30
10.2 功能	30
10.3 性能	30
10.4 输入项	30
10.5 输出项	30
10.7 接口	30
10.8 限制条件	31
十一.边缘端业务逻辑思想	31

一. 引言

1.1 编写目的

此说明书在概要设计的基础上，对边缘端及云端的各个模块分别进行了实现层面上的要求和说明。在以下的详细设计报告中将对在本阶段中系统所做的所有详细设计进行说明。

主要工作包括：根据软件需求说明书所描述的数据，功能，运行，性能，需求，并依照概要设计说明书所确定的处理流程、总体设计、软件系统的结构设计，逐个模块的程序描述（包括各模块的功能、性能、输入、输出、算法、程序逻辑、接口等）。

软件开发小组的产品实现成员，应该阅读和参考此说明书，从而进行代码的编写，测试。

1.2 背景

项目名称：公共地点人流量计算的云监管平台

开发团队：996. ICU

背景：无论是大型商超、交通枢纽等公共设施，人流监测都为决策者提供资源分配合理化的理论支持，政府、企业和学校都需要云边协同的人流量计算云监管平台实现对人流密集度进行分析，对人群爆发聚集地点进行快速预警和疏导处理。

1.3 术语和缩略语

术语	解 释
云平台	存在于互联网中，具备扩展和向其他用户提供基础服务、数据、中间件、数据服务、软件的平台。
机器学习	机器学习(Machine Learning, ML)是一门多领域交叉学科，涉及概率论、统计学等多门学科。
图像识别	图像识别技术是人工智能的一个重要领域。它是指对图像进行对象识别，以识别各种不同模式的目标和对像的技术。
边缘端	多个监控设备组成的一个区域，大到一个城市，小到一个公司。
节点	边缘端的具体某一个监控设备。
检测率	识别正确的人头/图中识别的所有的人头。检测率越高，代表检测模型效果越好。
误检率	识别错误的人头/识别出来的人头。误检率越低，代表检测模型效果越好。
漏检率	未识别出来的人头/图中所有的人头。漏检率越低，代表检测模型效果越好。
精确率	识别为正确的样本数/识别出来的样本数
交并比	系统预测出来的框与原来图中标记框的重合程度，最理

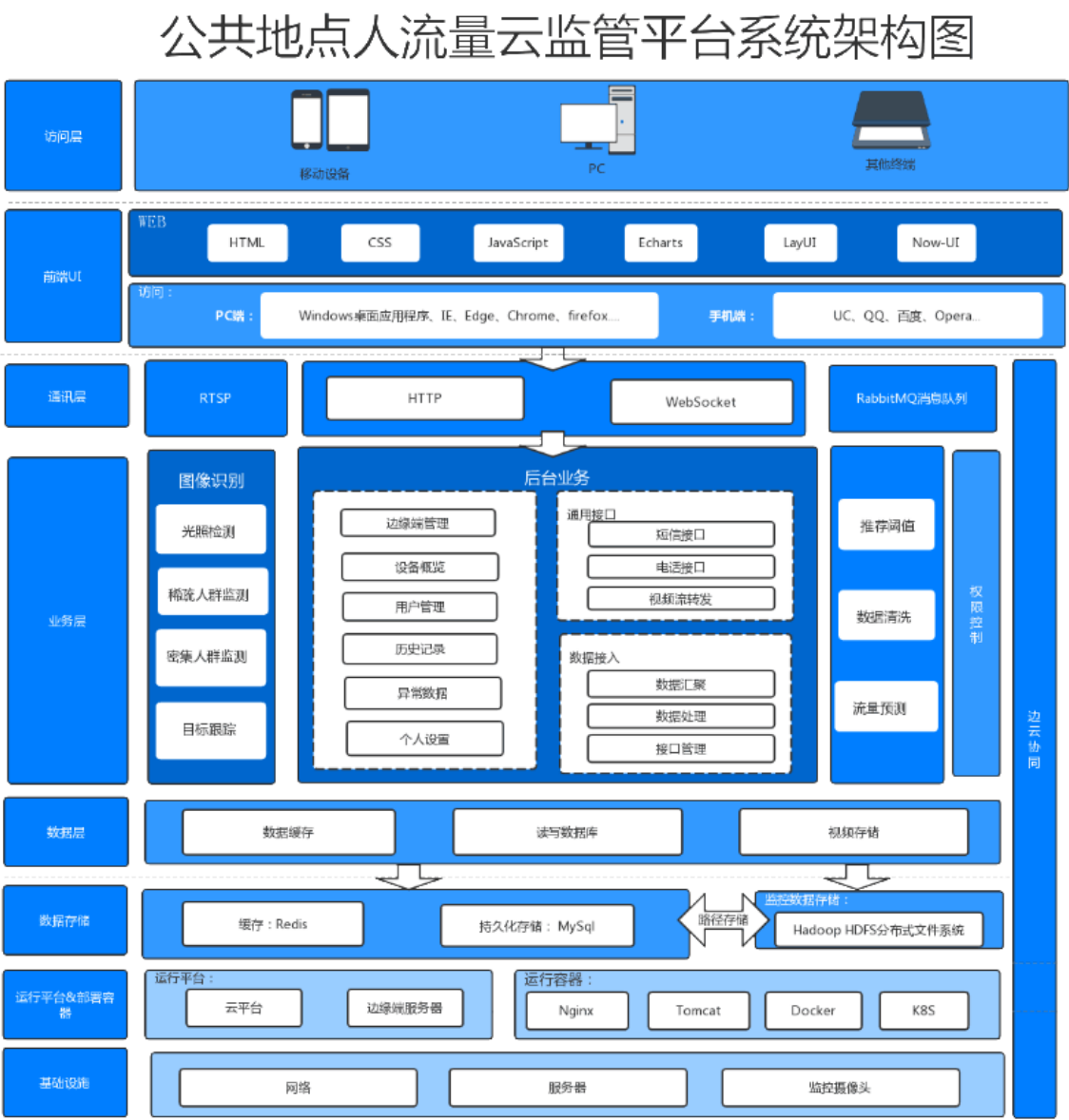
(IoU)	想的情况是完全重叠，即比值为 1。
-------	-------------------

1.4 参考资料

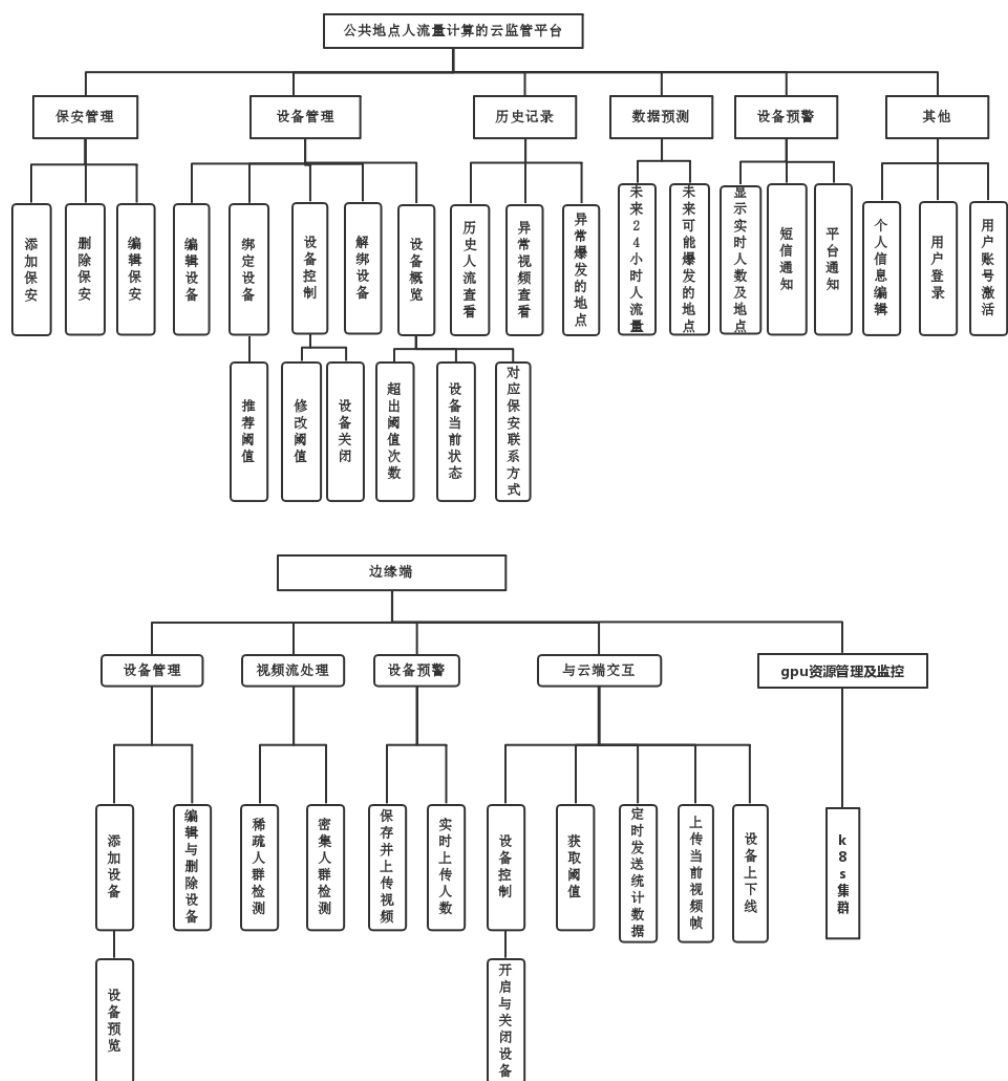
- [1] 《公共地点人流量计算的云监管平台-软件需求规格说明书》
- [2] 《公共地点人流量计算的云监管平台-软件概要设计说明书》
- [3] 《边缘计算与云计算协同白皮书》
- [4] 《软件工程（第 10 版）》 [英] 伊恩·萨默维尔
- [5] 《软件工程（第 4 版）》 张海涛 吕云翔
- [6] 公共地点人流量计算的云监管平台 赛题说明
- [7] 《软件需求(第三版)》 [美]Karl Wiegiers
- [8] 《机器学习》 周志华
- [9] 《JavaScript 高级程序设计》(第三版) Nicholas C. Zakas
- [10] 《Python 从入门到实践》 [美]埃里克·马瑟斯
- [11] 《openCV 算法精解 基于 Python 与 C++》 张平
- [12] 《深度学习框架 PyTorch 入门与实践》 陈云
- [13] 《21 个项目玩转深度学习：基于 Tensorflow 的实践详解》 何之源
- [14] 《深度学习之 Tensorflow：入门、原理与进阶实战》 李金洪
- [15] 《OpenCV3 编程入门》 毛星云
- [16] 《Hadoop 基础教程》 [英] Garry Turkington
- [17] ADeeplyRecursiveConvolutionalNetworkForCrowdCounting (<https://arxiv.org/pdf/1805.05633.pdf>)
- [18] Beijing-BRT-dataset

二.系统结构

2.1 系统架构图



2.2 功能结构图



三．算法

3.1 边缘端算法

（1）概述

在人群计数中，如果使用通用的目标检测算法如 YOLOV3、SSD、F-RCNN 等，经过试验也可以达到较好的识别结果，但是算法太重且没有针对人群特征做专门优化。

在大多数场景下，人的身体是会被遮挡的，但如果使用基于回归的密度图检测算法，对于人数多的场景将具有很好的鲁棒性，在速度上也相比提取 ROI 区域的算法更快，但在人数较少的场景下误报率要比提取 ROI 区域并分类的方法大。

而如果使用目标检测的方法，在人数不多的场景将具有更好的 AP，不过需

要针对人头数据集去做训练以解决遮挡问题。

我们将结合两种算法的不同优势，尝试同时混合使用两种模型，根据上一帧检测到的人头数分别决定这帧视频使用针对稀疏人群的计算检测还是针对密集人群的计算，这样使得我们的算法能够在不同场合下都具有很好的鲁棒性。

（2）.数据集：

在数据集的选取上，我们发现诸如 CrowdHuman 这类数据集虽然在人头标注上做到了稀疏场景和密集场景的覆盖，但在实际应用中发现因为标注者的能力参差不齐，在我们手工筛选了 CrowdHuman 提供的数据集下，平均 1000 张图片中有 100 张存在着误标、漏标或将很难标注标注的人群直接忽略的情况，无法作为训练集。

在我们搜集到的数据集中，诸如 AHU_CROWD107 SHT GCC 这些数据集更适合基于密度图的预测，而如 BRAINWASH 则更适合低密度场景下的计数。

最终，我们暂时选择了 BRAINWASH 和 Beijing-BRT 作为我们的数据集

我们正在尝试在现有数据集上做数据增强（如光照强度）和数据清洗，以增强模型的鲁棒性。

（3）人群稀疏场景算法：

Faster-rcnn 在每个像素位置使用 9 个锚点，长宽比为 0.5,1 和 2，锚点大小为 128×128 , 256×256 和 512×512 。由于图像中的头部通常非常小，因此选择大的锚定尺度没有意义，

我们选取的 anchor 大小为 32×32 和 64×64 ，所选锚的纵横比是方形的，因为它将与头部的纵横比相匹配。

我们将图像归一化到 640×480 来训练我们的模型。我们每个图像生成 2400 个锚点，对于每个锚点，网络将以比例的方式预测四个回归坐标，使用 2 个 softmax 输出用户头部检测部分得分。最后，我们将具有最大 IoU 交并比的标记为正样本。

构改善了模型的泛化能力。

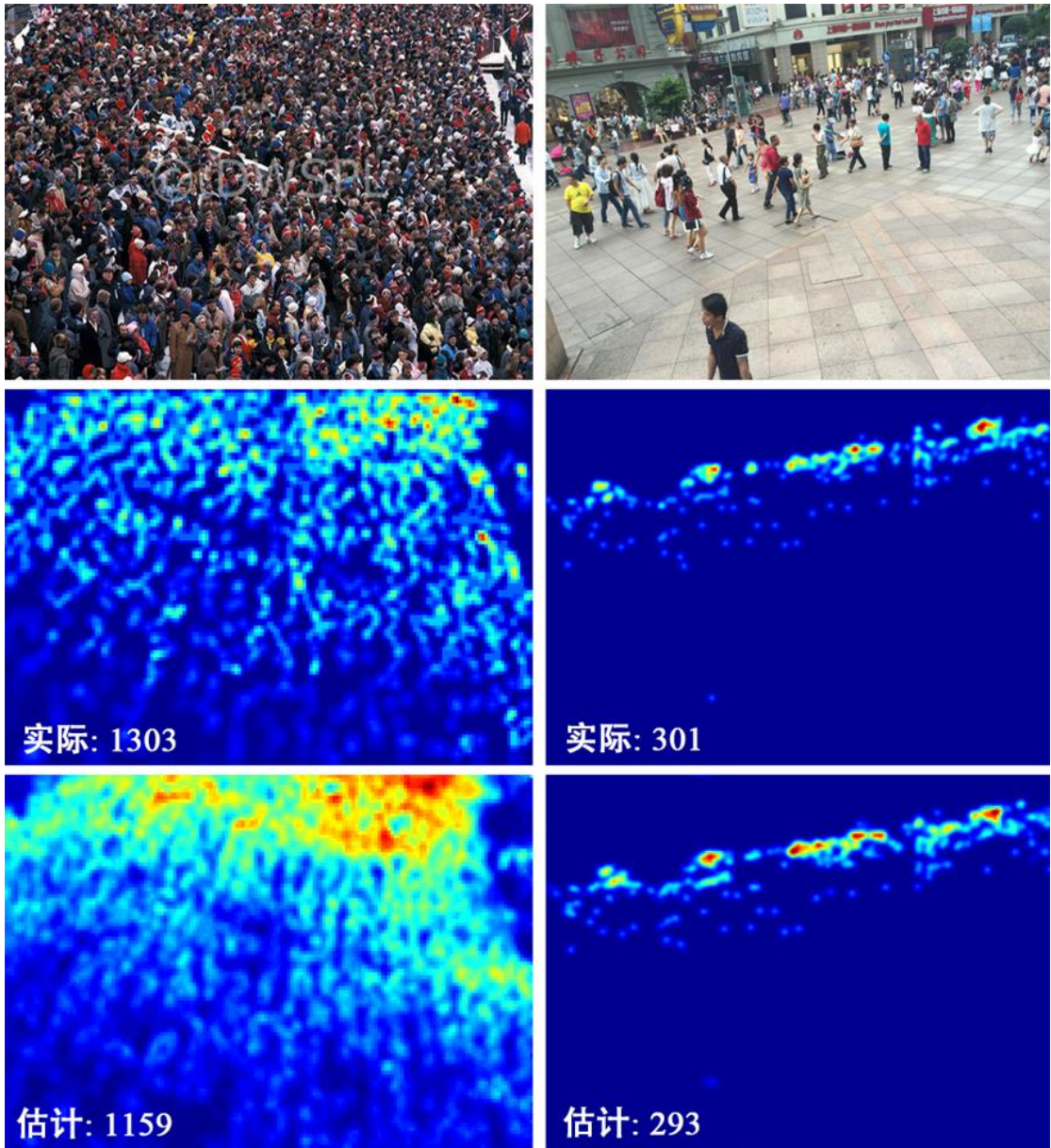
Table 1. Comparison of Recursive residual module 1 (R-ResNet) and Recursive residual module 2 (DR-ResNet).

Method	PARAMS	Part_A		Part_B	
		MAE	MSE	MAE	MSE
ResNet-14	0.028M	93.8	137.1	18.1	27.8
ResNet-20	0.042M	90.2	136.7	15.0	22.4
ResNet-26	0.056M	85.8	128.9	14.3	20.8
R-ResNet	0.028M	101.5	147.9	20.2	39.9
DR-ResNet	0.028M	86.3	124.2	14.5	21.0

Table 2. Comparing the number of model parameters and performances of different methods on Shanghaitech dataset and UCF_CC_50 dataset. Bold denotes the best results, and red denotes the second best ones.

Method	PARAMS	Part_A		Part_B		UCF_CC_50	
		MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE
Crowdnet[16]	14.7M	-	-	-	-	452.5	-
Hydra 2s[15]	134M	-	-	-	-	333.7	425.3
Zhang et al.[13]	21.4M	181.8	277.7	32.0	49.8	467.0	498.5
MCNN[14]	0.13M	110.2	173.2	26.4	41.3	377.6	509.1
FCN[19]	0.32M	126.5	173.5	23.8	33.1	338.6	424.5
Switch-CNN[17]	15.1M	90.4	135.0	21.6	33.4	318.1	439.2
ResNet-14	0.028M	93.8	137.1	18.1	27.8	370.3	468.1
DR-ResNet	0.028M	86.3	124.2	14.5	21.0	307.4	421.6
CP-CNN[18]	62.9M	73.6	106.4	20.1	30.1	295.8	320.9

从上表 Table 2 可以看出，DR-ResNet 的参数量很小，参数量不到 CP-CNN 的千分之一，但在数据集上的评测指标却排在第一、二位。在 Part_A、Part_B 上的密度估计例子如下图所示，人群密度估计的空间分布较为准确、计数准确率高（ $1159/1303 = 88.9\%$ ， $293/301 = 97.3\%$ ）



(5) 目标跟踪

人体在运动过程中因受到环境遮挡，导致目标定位失败。而使用目标跟踪可以解决这一问题。

目前目标跟踪算法有 ECO GOTURN KCF DEEP-SORT 等算法，

我们对 GOTURN 和 Deep-SORT 及 SORT 三种目标跟踪算法做了研究。发现 GOTURN 需要先去检测对象，再根据对象之后的运动去学习相关特征，而针对人头检测并没有足够的视频数据集去训练深度学习类目标跟踪算法。更多的还是基于传统的图像特征或通过中心点的位移距离来做目标跟踪。

在实验中发现目标跟踪在行人检测的意义上除了解决物体遮挡问题，更多的是解决 ReID 即行人重识别的问题。但因时间有限，将暂时尝试卡尔曼滤波和

图片经过 detector, 得到人体坐标框, 然后计算中心点位置 centers(x0, y0), 将该 centers (x0, y0) 输入给追踪器, 追踪器去学习 (Update) 并给出预测。

算法整体流程如下:



关于卡尔曼滤波, 主要用到了 5 个基本公式:

公式 1: $X(k|k-1) = FX(k-1 | k-1) + BU(k) + W(k)$

公式 2: $P(k|k-1) = FP(k-1|k-1)F' + Q(k)$

公式 3: $X(k|k) = X(k|k-1) + Kg(k) [Z(k) - AX(k|k-1)]$

公式 4: $Kg(k) = P(k|k-1)A' / \{AP(k|k-1)A' + R\}$ // 卡尔曼增益

公式 5: $P(k|k) = (1 - Kg(k)H) P(k|k-1)$

另外, $Z(k) = HX(k) + V$, Z 是测量值, X 是系统值, W 是过程噪声, V 是测量噪声, H 是测量矩阵, A 是转移矩阵, Q 是 W 的协方差, R 是 V 的协方差, $X(k|k-1)$ 是估计值; $X(k|k)$ 是 $X(k|k-1)$ 的最优估计值, 即滤波估计值; $P(k|k-1)$ 是估计值误差方差矩阵, $P(k|k)$ 是滤波误差方差矩阵。

(6) 光照检测

影响深度学习识别效率的最大因素便是光照环境。系统将设定为每隔半小时检测一次环境光照。系统将图像转为灰度图, 并计算灰度图上的均值和方差。通过计算灰度图的均值和方差, 评估图像是否存在过曝光或曝光不足。再根据检测情况调整图像线性变换增强系数。使得算法在过亮和过暗的环境下都能有很高的准确率。



不同光照下算法的识别效果

3.2 云端算法

3.2.1 推荐阈值

云端推荐阈值计算功能，使用向量叉积计算图像区域不规则多边形的面积，根据人头所占像素面积与区域像素面积计算推荐阈值，具体算法过程如下：

前提：

(1) 向量的数量积： $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \theta$, θ 表示两向量之间的角夹角。

(2) 向量的向量积：两个向量 a 和 b 的叉积（向量积）可以被定义为：

$$\vec{a} \times \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \sin \theta$$

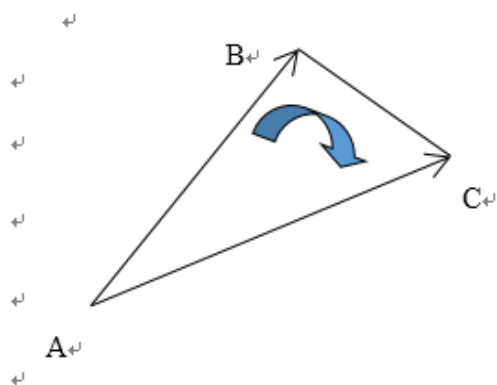
在这里 θ 表示两向量之间的角夹角 ($0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$)，它位于这两个矢量所定义的平面上。

计算任意多边形的面积：（顶点按逆时针顺序排列）

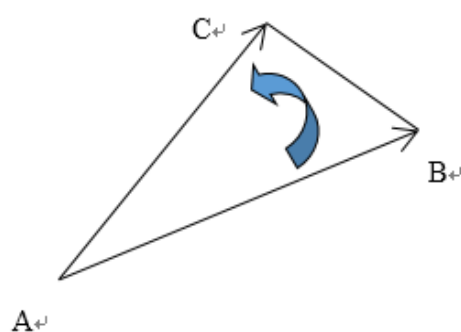
求多边形面积最基础的方法是用剖分法来做的，就是把多边形分成若干个三角形，然后对每个三角形求面积，求面积，在有精度要求的情况下，海伦-秦九昭公式，在精度损失方面会比较严重，而且计算量很大。最适合解决任意多边形面积的方法是：向量积法。

顶点为 $P_k (k=1, 2, 3 \cdots n)$ 的多边形，其顶点坐标分别为 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , $(x_3, y_3) \cdots (x_n, y_n)$ 。

在计算几何里，我们知道， $\triangle ABC$ 的面积就是“向量 AB ”和“向量 AC ”两个向量叉积的绝对值的一半。其正负表示三角形顶点是在右手系还是左手系。



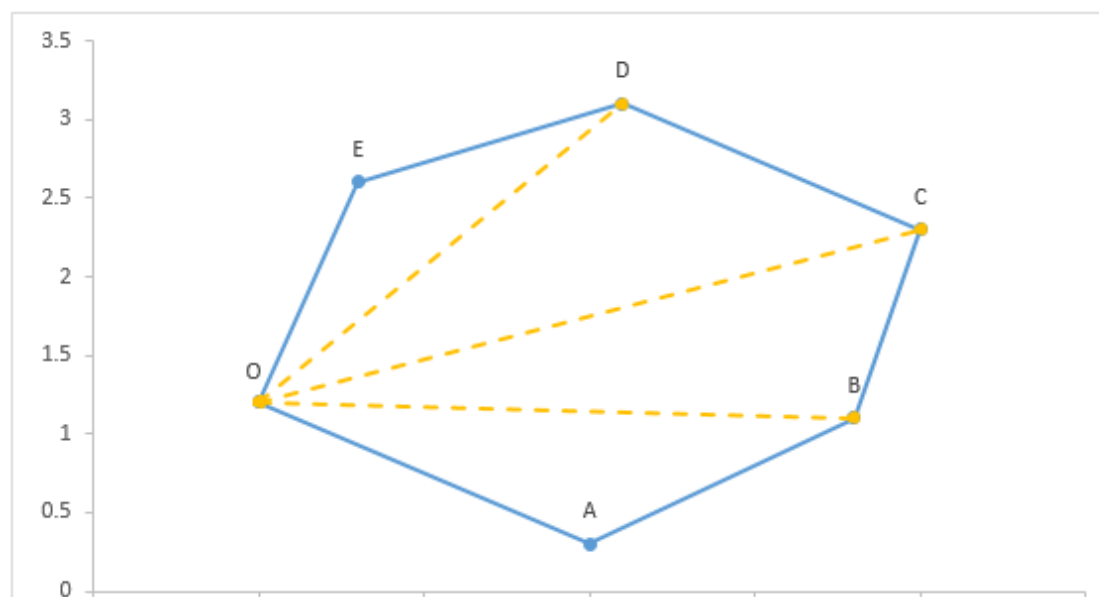
ABC 成左手系，负面积



ABC 成右手系，正面积

向量积的正负（方向）这个是通过右手法则判定出的，

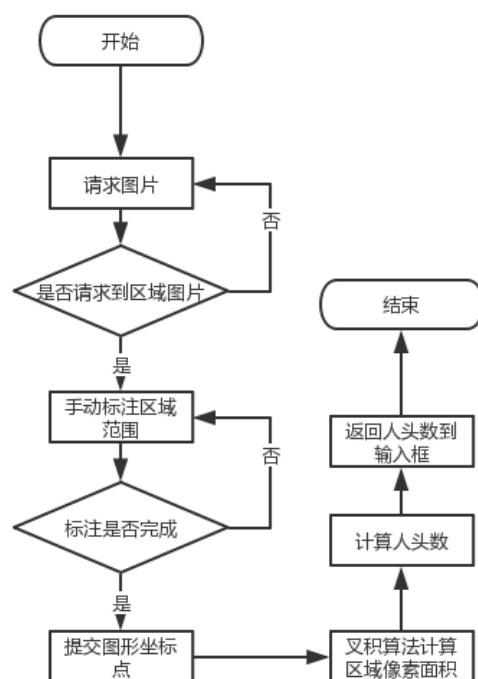
对于只给出定点的情况则需要将不规则多边形分解为多个三角形，举例如下：



公式为： $S_{polygon} = S_{\triangle OAB} + S_{\triangle OBC} + S_{\triangle OCD} + S_{\triangle ODE}$ ，依次用叉乘算出每个三角形的面积，求和就得到了多边形的面积，化简得到已知顶点求任意多边形的面积公式为：

$$S_{polygon} = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=1}^{n-1} (x[i] * y[i+1] - x[i+1] * y[i]) + x[n] * y[1] - x[1] * y[n] \right|$$

具体流程如下：



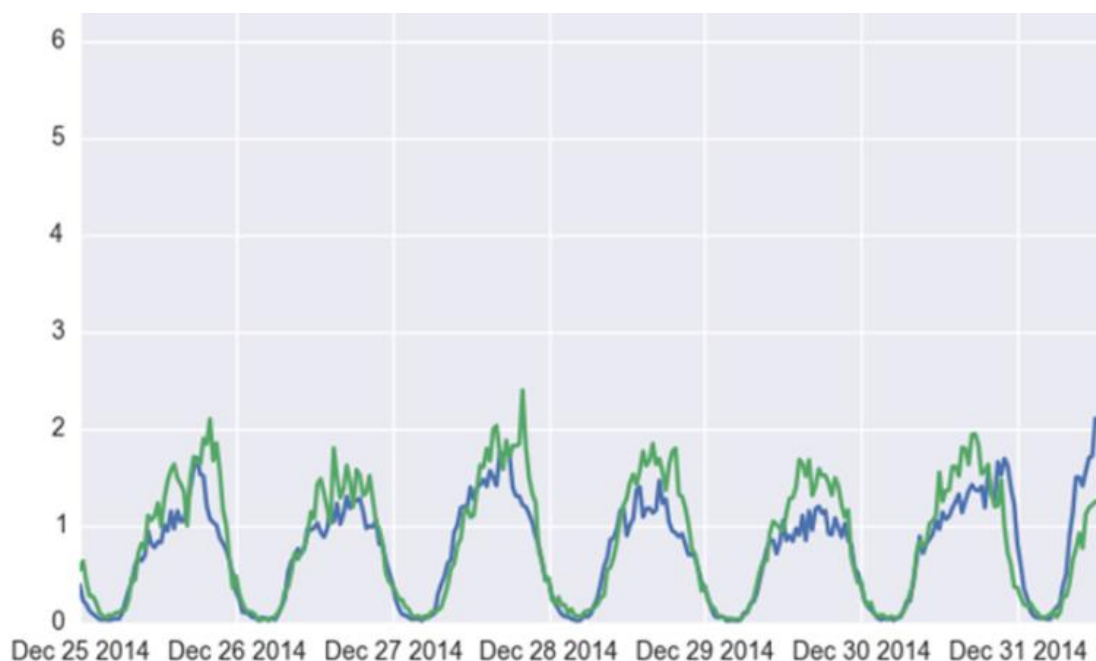
人数计算计算公式如下：

使用图片中平均人头像素面积与实际人头面积做映射。平均人头像素面积（以 45 度 2 米摄像头为基准） = 60×60 ；

推荐阈值 = $\text{Math.floor}(\text{Area}(\text{顶点个数}, \text{定点值数组}) / \text{平均人头像素面积} * ((\text{摄像头高度} / 2) * (\text{摄像头高度} / 2)) * 0.9)$ 。

3.2.2 预测人流量

通过分析网络各个公共区域监控视频数据，如图所示，发现公共区域每天人流量走势在固定时间段有较强趋势规律。



ARMA 回归滑动平均模型 (Autoregressive Moving Average Model, 简记 ARIMA), 是研究时间序列的重要方法, 由自回归模型 (简称 AR 模型) 与滑动平均模型 (简称 MA 模型) 为基础 “混合” 构成。ARIMA (p, d, q) 模型是 ARMA (p, q) 模型的扩展。ARIMA (p, d, q) 模型可以表示为:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i\right) (1-L)^d X_t = \left(1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t$$

其中 L 是滞后算子 (Lag operator),

$$d \in \mathbb{Z}, d > 0.$$

(1) 数据预处理:

首先需要消除数据的毛刺, 这里采用的方法很简单, 但效果还不错: 把每个点与上一点的变化值作为一个新的序列, 对这里边的异常值, 也就是变化比较离谱的值剃掉, 用前后数据的均值填充。

(2) 将训练数据进行周期性分解

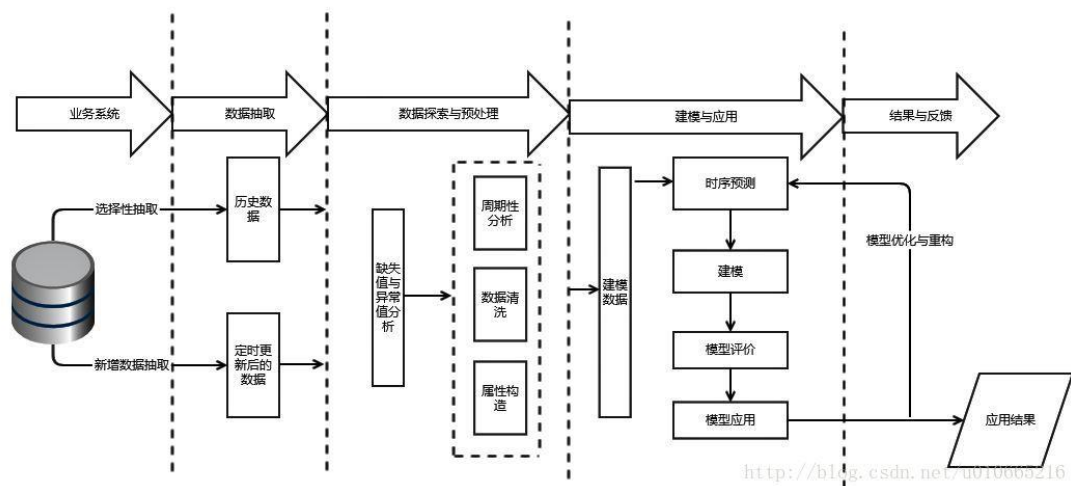
用 pandas 将序列差分, 然后在差分好的序列进行 ARIMA 拟合, 采用是 seasonal_decompose 的加法模型进行的分解, 即 observed (原始数据) = trend (趋势部分) + seasonal (周期部分) + residual (残差部分)。

(3) 训练

对分解出来的趋势部分单独用 arima 模型做训练, 对 ARMA 模型进行参数估计, 比较常用是最小二乘法进行参数估计, 测试训练参数 order= (1, 1, 3)

(4) 预测

预测出趋势数据后, 生成时间索引, 加上周期数据和残差数据即作为最终的预测结果



三.首页模块

3.1 程序描述

边缘端运行情况的大数据分析展示

3.2 功能

- (1) 节点人流量爆发预警次数排序图
- (2) 节点人流量压力象形图
- (3) 未来 24 小时可能爆发节点预警

3.3 界面



3.4 性能

首页访问延时在 0.3 秒以内

3.5 输出项

- (1) 节点数量，安保人员，近一个月预警次数
- (2) 节点人流量压力百分比象形图
- (3) 未来 24 小时爆发预警表

3.6 接口

硬件接口：TCP/IP 层中的网络接口层

软件接口：具体来说开发中可能用到的 ADO 的常用对象有以下几个：

- (1) 连接对象（DeviceMapper）：用来连接数据库查询历史记录。
- (2) 服务层对象（DeviceService）：对首页所需数据，根据查询到的结果进行格式化
- (3) 控制层（DeviceControllor）：接收请求，返回首页数据

3.8 限制条件

未登录禁止访问

频繁刷新禁止访问

四.设备概览模块

4.1 程序描述

对节点设备所有信息图形化展示，保安、边缘端管理员、全局管理员均可访问。

4.2 功能

运行正常：展示当前 24 小时人流量及未来 24 人流量走势折线图

人流量爆发：展示当前节点实时人流量

查看当前节点设备信息，所管理的保安信息，联系方式

查看当前节点人流量，本月预警数，设备状态，中心拥挤度

4.3 界面：



4.4 性能

边缘端节点异常实时数据传输延迟控制在 1.5s/条之内；
对未来 24 小时人流量进行有效预测。

4.5 输入项

选择节点设备

4.6 输出项

当前节点运行状态

正常——>近 24 小时人流量数据及未来 24 小时流量预测折线图

异常——>实时展示当前节点人流量数据

设备管理的保安信息，联系电话

当前节点的本月预警次数

4.7 接口

硬件接口：TCP/IP 层中的网络接口层

软件接口：

- (1) MessageConsumer: RabbitMQ 消费者，接收节点异常实时数据
- (2) WebscoketControllor: 前后台实时数据接口

4.8 限制条件

未添加设备禁止非法绑定

区域管理员负责整个边缘端节点的管理

保安不可自行绑定监控节点，只能接受区域管理员的分配管理

五.保安管理模块

5.1 程序描述

实现对保安的添加，信息编辑，查询，删除，以达到对安保人员信息进行有效管理的目的，需要边缘端管理员或全局管理员权限。

5.2 功能

功能有添加保安，编辑保安信息，查询保安，删除保安

5.3 界面



5.4 性能要求

在进行增删查改操作时数据库的响应时间应控制在 0.05s/条之内

5.5 输入项

所在区域：根据边缘端管理员的区域 id 自动匹配保安所属区域

保安姓名：姓名

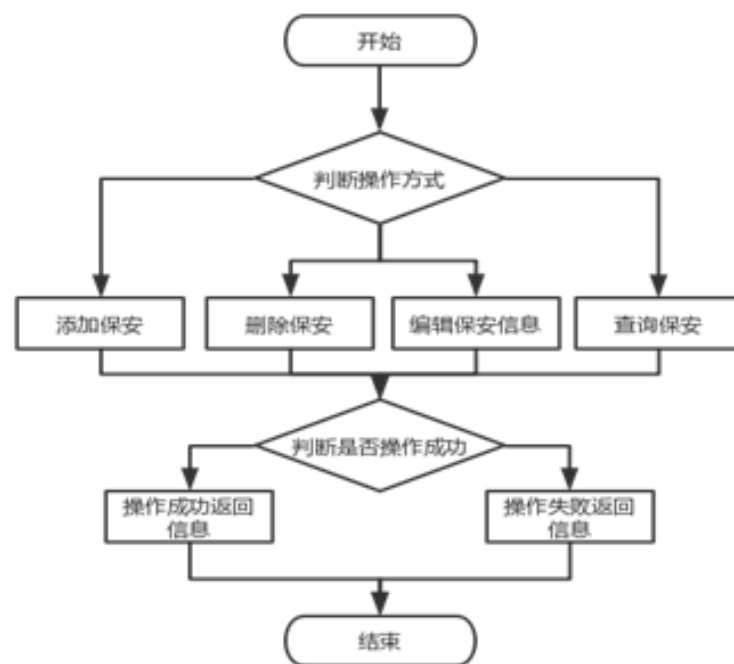
联系方式：手机号

5.6 输出项

表单验证的提示

数据库操作的返回值包括添加成功，添加失败，删除成功，删除失败，修改成功，修改失败以及查询返回的条目信息

5.7 流程逻辑



保安管理流程

5.8 接口

硬件接口：主要就是 TCP/IP 层中的网络接口层

软件接口：具体来说开发中可能用到的 ADO 的常用对象有以下几个：

1. 连接对象（UserConnection）：用来连接数据库。
2. 记录集对象（RecordSet）：用来保存查询语句的返回结果。

3. 命令对象（Command）：用来执行 MySQL 的存储过程。
4. 参数对象（Parameter）：用来为存储过程或查询提供参数。

5.9 限制条件

区域管理员可管理本区域保安，对其进行增删改查操作。

六.设备管理模块

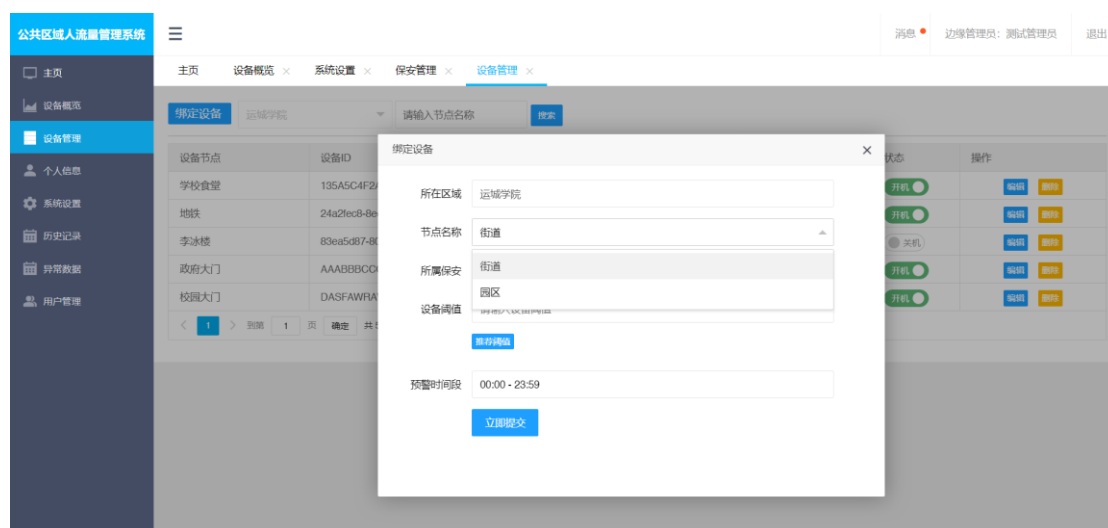
6.1 程序描述

实现对设备的绑定，解绑，控制，设备信息的编辑，以及设备信息的概览，从而方便边缘端管理员对设备的高效管理，需要边缘端管理员或全局管理员权限。

6.2 功能

功能包括绑定设备，解绑设备，推荐阈值，修改阈值，控制设备开关机，设备信息概览等功能

6.3 界面



6.4 性能

在进行数据库操作时数据库的响应时间应控制在 0.02s/条之内；

绑定设备时要求实现多对多，即多个保安能够管理一个设备，一个保安能够管理多个设备；

推荐阈值的准确率要求 80%以内；

云端操作设备开关机要求响应时间在 3s 以内

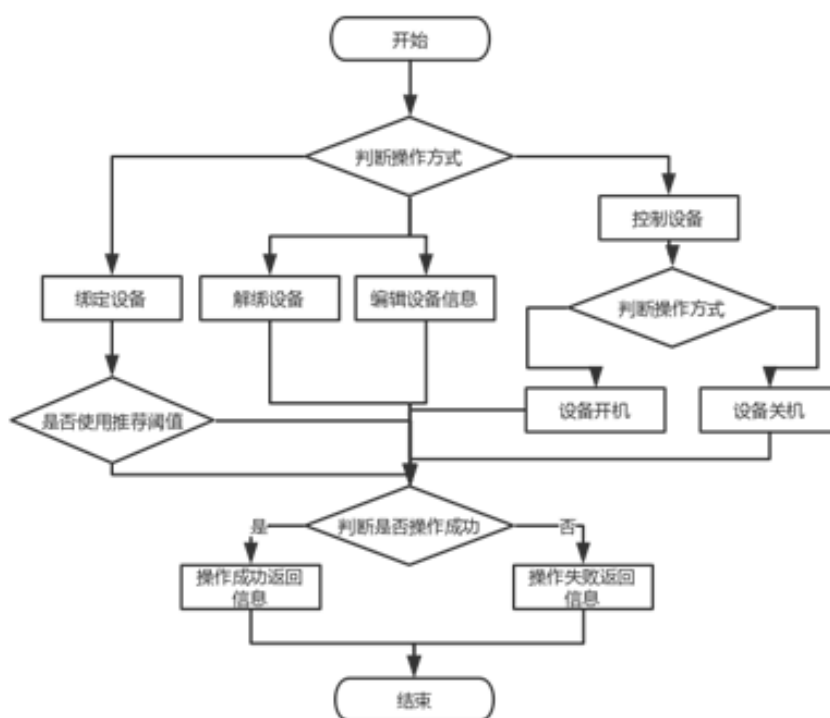
6.5 输入项

- (1) 所在区域： 设备部署的区域名称
- (2) 节点名称： 设备部署位置
- (3) 所属保安： 关联保安姓名（一对多）
- (4) 设备阈值： 自动计算或手动输入
- (5) 预警时间段： 时间范围

6.6 输出项

- (1) 当前边缘端所有的节点绑定信息及运行状态
- (2) 选择节点，输出该节点绑定的所有保安
- (3) 修改节点与保安绑定关系，输出是否成功
- (4) 对设备进行增删改操作，输出操作是否成功

6.7 流程逻辑



6.8 接口

硬件接口：TCP/IP 层中的网络接口层

软件接口：具体来说开发中可能用到的 ADO 的常用对象有以下几个：

- (1) 连接对象（UserMapper）：用来连接数据库对保安增删改查操作。

(2) 服务层对象 (UserService): 对查询结果进行排序, 遍历, 去重, 筛选等操作, 匹配前台所需接收的参数

(3) 控制层 (UserController): 用与前后台之间数据传递, 转发, 控制页面跳转。

6.9 限制条件

未添加设备禁止非法绑定

区域管理员负责整个边缘端节点的管理

保安不可自行绑定监控节点, 只能接受区域管理员的分配管理

6.10 尚未解决的问题

推荐阈值受摄像头高度以及拍摄区域面积影响, 推荐数据尚且不够精确

七. 个人信息模块

7.1 程序描述

实现对保安, 管理员个人信息的填写, 最重要的是其登陆的手机号码和密码, 保证其号码可接收电话短信, 及时接收设备异常通知。保安、边缘端管理员、全局管理员均可访问。

7.2 功能

功能包括修改资料, 修改密码功能。

7.3 性能

在进行数据库操作时数据库的响应时间应控制在 0.05s/条之内;

7.4 输入项

用户填写的手机号码, 姓名, 邮箱, 备注, 旧密码, 新密码
登陆后根据其用户 id, 读取前台界面显示出旧的个人资料信息。

7.5 输出项

修改结果以及修改后新的用户资料输出到前台界面

7.7 接口

硬件接口：TCP/IP 层中的网络接口层

软件接口：具体来说开发中可能用到的 ADO 的常用对象有以下几个：

（1）连接对象（UserMapper）：用来连接数据库对个人信息进行 Input，update 操作。

（2）服务层对象（UserService）：控制层与数据库连接对象的中介。

（3）控制层（UserController）：接收前台修改个人信息请求，返回用户新的个人信息。

7.8 限制条件

修改密码时密码长度最低不低于 6 位

修改手机号码，必须接获取手机号码验证码才能操作，如原号码已经不再使用，可联系区域管理员修改

八.系统设置模块

8.1 程序描述

该模块可以设置云平台与边缘端正常通信频率，设置异常视频存储期限，以及保安人员预警通知方式。保安、边缘端管理员、全局管理员均可访问。

8.2 功能

（1）异常视频存储视频（7 天/3 个月/1 年/长期）

（2）异云边正常通信频率（1 分钟/5 分钟/10 分钟/30 分钟）

（3）预警保安通知方式（短信/电话）

8.3 界面



8.4 性能

保证异常视频数据稳定存储；
人流量爆发到保安收到电话/短信控制在 10 秒以内。

8.5 输入项

用户选择的配置参数。

8.6 接口

硬件接口：TCP/IP 层中的网络接口层
软件接口：MobileMessageUtils 阿里云的短信，电话接入模块

8.7 尚未解决的问题

电话服务接口需要企业认证才可使用。

九.历史记录模块

9.1 程序描述

实现对每一个边缘端节点，历史人流量峰值、均值的图形化展示，不同时间段的数据对比。保安、边缘端管理员、全局管理员均可访问。

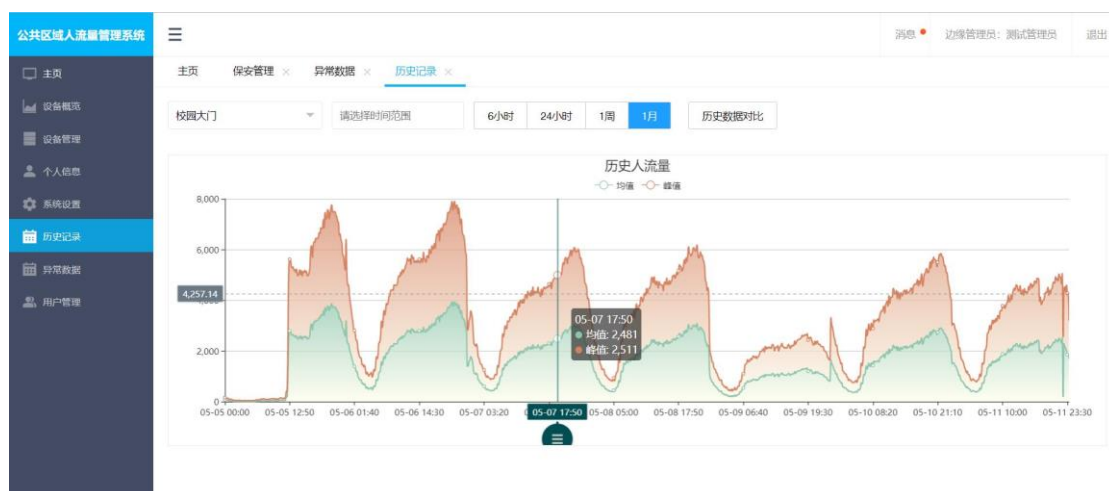
9.2 功能

- (1) 选择设备节点，查看最近 6 小时/24 小时/7 天/30 天人流量走势数据图，

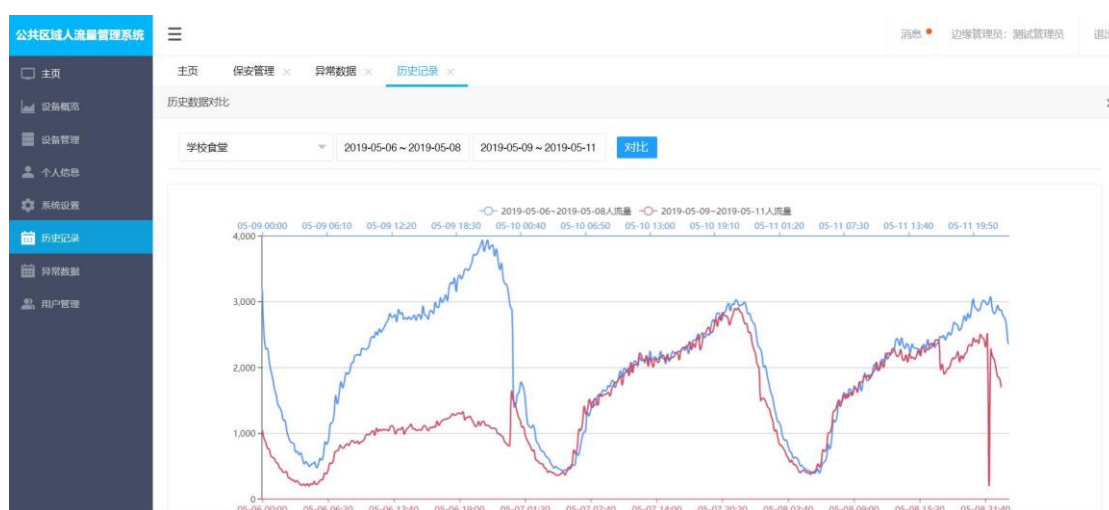
直观的看到人流量峰值、均值的变化情况

(2) 对比历史不同时期的人流量记录折线图，分析节点人流量影响因素。

9.3 界面



最近 1 个月人流量统计折线图



历史数据对比

9.5 性能

在进行数据库批量查询数据库的响应时间应控制在 0.1s/条之内；

9.6 输入项

用户选择查看的节点设备

9.7 输出项

选择节点的历史人流量数据（折线图展示）

9.8 接口

硬件接口：TCP/IP 层中的网络接口层

软件接口：

（1）连接对象（FlowMapper）：用来连接数据库对节点历史数据的查询

（2）服务层对象（EchartsService）：查询结果的包装与格式化

（3）控制层（EchartsControllor）：接收前台设备请求，返回格式化的数据给 Echarts 进行展示。

9.9 限制条件

查询的节点必须是正常稳定运行，否则无法获得其运行数据。

十.异常数据模块

10.1 程序描述

异常记录的查看，筛选指定日期范围的异常记录，对异常记录的保存下载。保安、边缘端管理员、全局管理员均可访问。

10.2 功能

（1）异常记录查看，包括开始时间，结束时间，视频数据。

（2）异常视频的在线观看与下载。

10.3 性能

保证视频正常流畅播放。

10.4 输入项

选择一个范围的日期

10.5 输出项

异常记录以表格形式呈现在前台

10.7 接口

硬件接口：TCP/IP 层中的网络接口层，

软件接口：Hadoop HDFS 视频服务集群主节点接口

10.8 限制条件

宽带带宽达 384kb/s

十一.边缘端业务逻辑思想

边缘端主要业务逻辑思想：

（1）边缘端与云端的相互通信：

为实现云端和多个在内网的边缘端之间的通信，边缘端负责生成监控设备的唯一标识，云端使用 rabbitMQ 的广播模式向多个边缘端发送携带设备 ID 及操作方式的广播信息，边缘端根据收到的广播消息在数据库中查询，并通过 redis 修改当前操作对象的属性。

（2）网络摄像头部署：

考虑到实际应用中更多的是网络摄像头而不是 usb 摄像头，为方便用户将网络摄像头接入我们的系统，用户在边缘端前端界面添加设备时输入网络摄像头 rtsp/rtmp 的地址，边缘端 Flask 后端接受视频流，并使用 opencv+webSocket 的方式将视频流显示在前端界面上。flask 部署在 nginx 上。

由于边缘端前端用户接口和边缘端业务处理是两套系统，两套系统主要通过 redis 的生产者消费者模式实现对接。

（3）边缘端的阈值动态设定：

边缘端未超过阈值就不上传，超过阈值后实时上传人头数。云端可以远程设置边缘节点设备的阈值。

边缘端连接设备后，设备从边缘端向云端发起登录请求，云端返回设备设定的阈值。若阈值未设置，返回-1，边缘端将阈值信息保存在 redis 里。如果阈值不为-1 且人头大于阈值，边缘端通过 rabbitMQ 向云端实时发送人头信息并保存当前视频画面，当人头数重新小于阈值时，边缘端会将保存的视频和设备异常发生的时间发送给云端。

云端通过 rabbitMQ 发送广播消息，边缘端接受后查找是否存在对应的设备 ID 如果存在，修改 redis 里保存的键值对。

（4）边缘端定时上传统计数据：

边缘端将之前识别的人头保存至列表中，每个设备每隔 10 分钟会触发一次

定时器，将这 10 分钟内的人头最大值 平均值 中位数 方差发送至云端，由云端负责记录并做预测。

(5) 云端向边缘端请求图片 (用于推荐阈值)：

云端发送广播消息，边缘端查找后将当前帧保存并上传至云端。

(6) 设备登录与退出：

当设备出现异常情况，如断网 无信号，会向云端发送设备退出请求。

另外，云端和边缘端会建立心跳链接，以便边缘端服务器出现异常情况后，所有边缘端连接的设备都会离线。

边缘端 device 类核心业务流程：

