

# 基于人流量数据的热力图绘制

Thermal Diagram Drawing Based on Passenger Flow Data

Zhang Sheng<sup>1</sup>, Liu Yi<sup>2</sup>, Yao Haiyan<sup>2</sup>, Huang Yuanjun<sup>2</sup>

张盛<sup>1</sup> 留毅<sup>2</sup> 姚海燕<sup>2</sup> 黄元君<sup>2</sup>

(1 国网浙江省电力有限公司杭州市余杭区供电公司 浙江杭州 311199; 2 杭州电力设备制造有限公司余杭群力成套电气制造分公司 浙江杭州 311100)

State Grid Zhejiang Electric Power Co. Ltd Hangzhou Yuhang District Power Supply Company Hangzhou Zhejiang 311199

Hangzhou Electric Power Equipment Manufacturing Co., Ltd., Yuhang Qunli Complete Electrical Equipment Manufacturing Branch, Hangzhou 311100

**摘要:** 本文设计了一种基于人流量数据的热力图智能开关, 用来对楼宇内无人区域进行限电、断电等操作。首先通过摄像头或者感应设备获取当前区域的人流量, 然后根据地理坐标、网格图等获取准确数据存入 data 数组; 其次根据数据通过代码或工具完成热力图谱的转换; 最后根据热力图谱和数据进行远程的操控或根据预先设定好的阈值直接进行自动化操作, 实现均衡用电负荷。智能开关对缓解世界用电荒、实现碳中和提供解决方法, 并为保护环境、解决能源提供新思路。

**Abstract:** This paper designs an intelligent switch of thermal spectrum based on passenger flow data, which is used to limit power and cut off power in the unmanned area of the building. First, get the current area of people flow through the camera or sensor equipment, and then according to the geographical coordinates, grid map and other accurate data stored in the data array; second, according to the data Tongguo code or tools to complete the transformation of the thermal map; finally, according to the thermal map and data for remote control or according to the preset threshold directly automatic operation, to achieve balanced use Electrical load. Intelligent switch provides a solution to alleviate the world's electricity shortage and realize carbon neutralization, as well as new ideas to protect the environment and solve energy problems.

**关键词:** 热力图, 智能开关, 均衡用电, 人流量监控

**Keywords:** Thermodynamic diagram, Intelligent switch, Balanced power consumption, Passenger flow monitoring

## 1. 引言

根据《2020 年全球电力报告》前瞻产业研究院整理, 2019 年, 全球主要国家发电量前十依次是: 中国、美国、印度、俄罗斯、日本、加拿大、德国、巴西、韩国和法国。分别占比: 27.8%、16.3%、5.8%、4.1%、3.8%、2.4%、2.3%、2.3%、2.2%、2.1%。可以看到, 中国仍然是世界上电力生产最多且增幅最大的国家, 而根据 REN21 2020 的报告汇集表, 2019 年我国的能源绿色程度达到 27.5%, 超过世界平均值 0.8%。在全球, 绿色程度最高的巴西, 达到 82.6%, 其中, 水力发电高度 63.8%, 再生能源和天然气分别占比 18.8%和 9.4%。而中国的水力发电占比 16.9%, 最主要的发电来自原煤, 占比 64.7%<sup>[1]</sup>。

2021 年 3 月 5 日, 第十三届全国人民代表大会第四次会议在人民大会堂开幕。国务院总理李克强代表国务院向会议作政府工作报告, 报告中, 与电力能源相关内容约占 1500 字, 不下十次提到能源电力领域。扎实做好“碳达峰, 碳中和”各项工作是我国 2021 年的重点任务之一<sup>[2]</sup>。

为了缓解用电荒、实现碳中和, 本文提出通过对人流量数据进行实时监测并统计, 转换成相关热力图谱, 直观、清晰地反映当前用电场所的人流量分布, 准确的反映楼宇内各个位置的人流量信息, 排查是否有场所空无一人不需照明用电, 为均衡用电负荷奠定基础条件。

## 2. 国内外相关研究综述及研究动态

电力系统配电网平衡度是衡量电能质量系统的一个重要指标, 能直接影响电力设备的稳定性和持久性, 引起电网不平衡的原因有很多种, 例如: 用电设备分配不均匀、用电浪费等等<sup>[3]</sup>。

智能化开关的提出, 从自动化上解决了浪费电的问题。用智能开关来控制电网, 通过设定阈值参数, 智能开启和关闭, 提高电力企业、用电场所电网的运行安全高效。目前提出了根据温度控制智能开关的方法: 开关能很好的适应偏远地区恶劣环境、极端天气, 在系统控制中心运用远距离通信技术控制智能开关带点情况, 当发生故障时, 系统能精确判断故障发生的地理位置<sup>[4]</sup>。

态势感知是指在对现有数据进行分析测试后, 对环境中时间和空间等相关状态进行预测。它包含三个层次: 感知层、利阶层和预测层<sup>[5]</sup>。基于深度学习的人流量统计方法, 是利用神经网络对数据集中的样本进行学习, 最终实现人体的检测, 从而获得人数的数据。目前最常使用的方法是 Tsai 标定法<sup>[6]</sup>。

传统的人流量数据统计, 是基于人工技术和立体视觉的人流量统计。这两种统计方法费时费力, 且不具有时效性。随着通信技术的发展和感知技术的兴起, 位置服务技术(Lo-cation based service, LBS)逐渐应用于人流量的统计计算与分析分布等相关领域研究中。

吴松等对手机信号命令数据相关语段进行分析挖掘, 结合 GIS 技术实现了实时人流量智能化统计, 但此类方法数据的准确性取决于使用服务器与区域网络系统<sup>[7]</sup>。

目前, 各互联网企业已推出口热力图, 它成本低、具有及时性、时效性和简易性等优点, 成为各行各业新型人流量统计数据。

百度地图的热力图以 LBS 平台用户手机的地理位置数据为基础, 通过一定的成像转换, 直观给用户反映不同程度的人群集聚度; 腾旭出品的宜出行原理与界面同百度地图相似, 根据官方给出的数据, 截至目前, 覆盖用户数达到 6.3 亿, 准确率高达 93%, 可以为用户提供任意地点的人流量和拥堵情况<sup>[8]</sup>。

本文提出的基于人流量的热力图谱绘制, 目的是通过人流量数据信息, 绘制热力图谱, 从而反映各位置人员; 整体形成智能开关, 控制电器, 实现均衡用电负荷。

## 3. 处理流程与方法

### 3.1 处理流程

本文通过摄像头或感知技术对人流量进行监控, 直接或间接生成热力图谱, 对用户的位置进行实时监测, 将获得的数据进行筛选, 用于实时、准确的反映楼宇内各个位置的人流量信息, 为均衡用电负荷奠定基础条件。图 1 给出了本文方法的步骤:

(1) 首先进行数据准备: 根据摄像头获取实时人流量的地理位置和移动方向, 生成坐标轴图; 或根据感知技术, 对行人的设备进行感应, 生成网格图进行分析;

(2) 其次进行测试与提取, 生成热力图: 首先标定人的地理位置坐标、高度和方向。获取人的像素坐标后, 通过 Tsai 标定法即可以计算出来, 然后转换为实施热力图; 或是通过数据转换为 JSON 格式输出, 然后输入事先预定好的 data 数组, 然后通过代码可视化热力图;

(3) 实时监控分析与预测: 根据实施热力图对整个用电场所(楼宇)进行分析, 结合时间、天气、历史数据等进行合理分析。若某一区域, 分析得出从现在起未来一段时间均无人流, 则可断电保护。

### 3.2 核心技术

#### 3.2.1 基于感知技术统计人流量

基于感知技术的人流量统计方法, 有通

过使用大型闸机、RFID 射频识别技术以及红外线装置, 对通过指定位置的人数进行计算<sup>[9]</sup>。

闸机通道虽然能准确、实时统计热流量, 但由于场地因素等限制, 成本高、进场速度难以控制。当楼宇内冷清时, 耗电, 当人流量大时, 又会极大地限制进场速度。

RFID 射频识别技术, 要求进入场所的人员随身携带射频卡, 增加了制卡成本, 对服务器要求高, 一旦卡片发生丢失或者损坏, 便会影响人员的顺利进出, 只适用于单进单出的封闭场景, 没有办法准确计算某一区域内的人口流量和密度。

面对复杂易变的环境, 近几年, 针对大型场所多采用视频监控进行数据的采集与分析。一是监控摄像头在场所内易于安装,

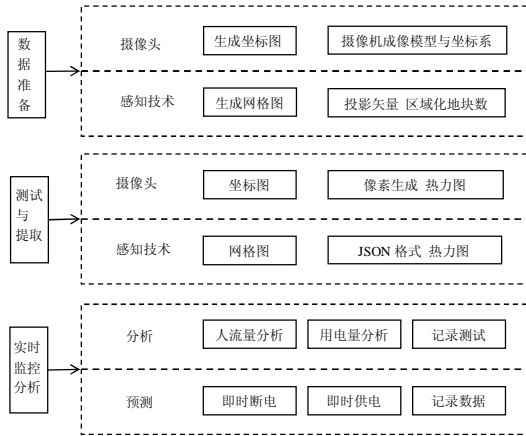


图1 处理流程与方法

且大多布置在楼层顶部，不占空间，易于伪装成本低；二是监控摄像头可以根据场所需求划分监控区域，对指定位置统计数据提供条件；三是不需要工作人员的操作与实时指导，行人的活动不受影响。

### 3.2.2 基于摄像头统计人流量

随着计算机技术和电子行业的发展，Python语言可以将摄像头所拍摄的视频、图片与计算机相连，基于深度学习的目标检测和跟踪，实现对人流量的实时统计。

基于摄像头进行人流量统计方法有很多，例如：传统HOG+SVM分类器方法先对目标人群进行检测，生成测试数据后，再利用KCF相关滤波实现多目标的跟踪<sup>[10]</sup>。

随着近几年深度学习机器学习的发展，利用神经网络进行目标跟踪已成为了最常用的方法，它精度高于传统方法，并且改善了传统方法不能实现实时性的缺点。

视频有一系类基本单元（帧）组成，基于深度学习统计人流量时，视频运动目标检测由于受到光线、阴影、背景颜色、人物移动速度等不可控因素，会出现错误表示。而目标检测首先得从每一个单元的背景中选择出目标区域进行分离，然后进行分类检测。所以目标检测是内容处理和分析的首要任务。

目标检测可以简单总结为特征提取候选窗+分类器分类。分类器分类首先得在正式检测前，对已有的训练样本数据进行机器学习，选择尺度和置信度滑动窗口对目标窗口图像进行扫描，最后利用不断训练得到的

最小误差的分类器进行分类<sup>[11]</sup>。

基于YOLO的目标检测算法是近几年最热门的算法。YOLO的核心思想就是利用整张图作为网络的输入，它将一幅图像分成S\*S个网格，通过一系列的算法公式，最终直接预测边界框的位置及其所属的类别，由此可以分辨出人或其他物体。

### 3.3.3 热力图原理

热力图，也成为交叉填充表，是一个以颜色变化来显示数据的矩阵。最典型的使用场景和方法就是列表表的可视化，展现两个离散变量之间的组合关系。热力图通过对不同数据范围显示不同高亮颜色的方式，展现区域内人流量的空间分布特征和等级特征，能表达监控场所人员的整体分布、流动情况，有利于宏观特征<sup>[12]</sup>。

热力图通常可以用代码或者excel等辅助工具进行实现。

代码通常以三个步骤实现：

(1)识别图像中人的坐标，得到 bounding box 的中心坐标。

(2)将所有中心坐标放入一个 list 列表类型的变量 data 中，即 data=[[x1,y1],[x2,y2]……]。

(3)绘制热力图，并将热力图加权。

绘制热力图可以用 excel 和 Power Map Preview 工具完成转换。

### 3.1 应用平台

一座拥有十几层办公区域的楼宇，并不需要24小时每个房间角落都保持用电的状态，尤其是室内照明系统。当白天自然光足以照亮室内办公区域且并无办公人员时，可以适当关闭照明灯。如果是人为监控实地关闭，耗时耗力。因此基于实时热力图谱自动或者告知操作人员远程关闭用电场所电力设施，是近年来新型的智能开关设备<sup>[13]</sup>。

还可以设置，当室内人数低于阈值时，自动断电，或是对电气设备开启低功耗模式，缓解用电量，实现碳中和。

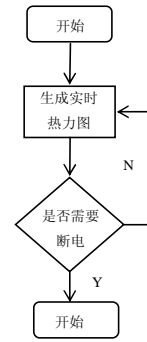


图2 智能开关控制流程图

## 4. 结语

综上所述，在我国部分省份正在推动能耗双控和见煤炭计划时，采用人流量统计绘制热力图以达到限电的举措，是为了减少二氧化碳的排放量，以此来达到环保的效果。除此之外，我国限电的一个重要原因是为了缓解高峰期的用电压力。在我国已经回复疫情后的建设时，接到了大量的国内外订单，各个企业工厂必须按时按点完成，加足马力生产，因此，我国的供电设施有很大的压力。

虽然举措还未完全落实，但是本文提出的基于人流量绘制热力图来实现控制用电的方法，可以研究，大力发展。

### 参考文献：

[1]2020 年全球电力行业发展现状及细分市场分析 中国发电量居全球首位 [EB/OL].[2021-03-19].https://www.sohu.com/a/455005290\_114835

[2]从政府工作报告看能源电力行业发展新目标 [EB/OL].[2021-03-17]http://www.chinapower.com.cn/nd/ywz/20210310/56796.html

[3]任安壮,尹福生,张韦卿.电力系统不平衡分析[J].电子制作,2018(18):84-85.

[4]鲍东林.智能开关在配网自动化系统中的应用与分析[J].当代化工研究,2020(14):64-65.

[5]王惠强,赖积保,朱亮,等 网络态势感知系统研究综述 [J].计算机科学, 2006, 33 (10): 5-10

[6]Tasi Roger Y.An efficient and accurate camera calibration technique for 3D machine vision [C] // Proc of IEEE Computer Society Conf on Computer Vision and Pattern Recognition Los Alamitos ,CA: IEEE Computer Society Press, 1986:364-374

[7]Want R. Anintroduce to RFID technology [J]. IEEE Pervasive Computing,2006,5(1):25-33

[8]吕利娜,叶欣,祁向前,张红华.“误差理论与测量平差基础”课程教学改革研究[J].教育现代化,2019,6(94):75-76.

[9]伍惠敏. 智能用电环境下家庭用电策略和智能小区需求响应研究[D].南昌大学,2020.

[10]张令涛,赵林,张亮,田国辉,孙洋.配用电大数据分布式计算集群负载均衡框架[J].电网技术,2019,43(01):259-265.

[11]饶颖霞,李响.基于人口热力图和土地利用分类实现人流量空间分布的精确提取 [J].测绘与空间地理信息,2019,42(09):36-39.

[12]冉桂华,杨畔轩,殷泓益,马云龙,戴璐鸾,李蝶,杨元维.一种热力图的景区人流量动态监测方法[J].计算机与数字工程,2018,46(11):2329-2332+2350.

[13]张秀成.网络安全态势感知系统的构建与应用研究[J].网络安全技术与应用,2020(10):1-2

作者简介：张盛，1975年生，汉族，籍贯浙江海盐，高级政工师，研究生学历，研究方向为智能电网规划及管理；留毅，1975年生，汉族，籍贯浙江杭州，高级工程师，大学本科学历，研究方向为电气设计研发；姚海燕，1978年生，汉族，籍贯浙江杭州，高级工程师，大学本科学历，研究方向为数据资产与配网规划；黄元君，1982年生，汉族，籍贯浙江杭州，高级经济师，大学本科学历，研究方向为电气设计研发。