

# 基于 MLX90621 红外传感器的室内人数检测

黄 萍 唐春晖

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院 上海 200093)

**摘 要:** 红外传感器通过探测红外辐射,在其视场范围内,对获得的温度分布进行处理可以判断室内的人数。本文设计了一个基于 MLX90621 红外传感器检测室内人数的系统,针对大津法确定阈值,对图像进行分割时,造成的误判情况严重,提出了一种基于直方图统计的固定阈值分割法以及多帧采样比较的方法。根据直方图统计,得到固定的全局阈值后,对所得温度分布进行二值化处理,并采用多帧采样比较的方法从而有效地检测出了室内的人数。实验结果表明提出的方法对室内人数的检测率能达到 80% 以上。

**关键词:** MLX90621 红外传感器;室内人数检测;固定阈值分割;多帧采样比较

**中图分类号:** TN216 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.1040

## Indoor detection based on MLX90621 infrared sensor

Huang Ping Tang Chunhui

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** Infrared sensor by detecting the infrared radiation, within its field of view, the number of people can be determined through effective detection of indoor temperature. This paper designed a system that based on MLX90621 infrared sensor to detect the number of indoor people, in term of using Ostu to determine the threshold, caused a serious misjudgement on image segment, a new fixed threshold segmentation based on histogram statistics and multi-frame sampling is proposed. According to the results of the histogram statistics, we get a fixed global threshold for the binarization processing, and then use the method of multi-frame sampling and comparison to detect the number of indoor effectively.

**Keywords:** MLX90621 infrared sensor; indoor number detection; fixed global threshold; multi-frame sampling

## 1 引 言

红外检测技术最早是为科学和军事用途而研制开发的。随着半导体技术及新型材料的发展,各种红外线传感器相继问世,已广泛用于各种工作生产、医疗及民用产品中。并已逐渐渗透到安全报警、自动照明、非接触温度测量、火灾报警等各个领域,从而给人们的生活带来了极大的方便。目前已有将红外传感技术用于车辆检测<sup>[1]</sup>和人流量监控的系统<sup>[2]</sup>,以及对人体运动特征的研究<sup>[3]</sup>。

红外辐射的物理本质是热辐射,在一般常温下,所有物体都是红外辐射的发射源<sup>[4]</sup>。为了准确的检测出室内的人数,考虑到人体的红外温度比其他物体的高,在采集室内的温度分布之后对其直方图进行统计,确定了基于直方图统计的固定阈值分割法和多帧采样比较的方法。系统具有结构简单、算法运算量小、检测的准确率较高等特点。

## 2 系统设计

室内人数检测的系统主要由两大部分组成:基于微处理器的红外温度采集装置设计和基于 VistulStudio2010 的上位机数据接收、处理与分析软件设计。如图 1 所示,微处理器作为主控器件,通过 I<sup>2</sup>C 总线接口,完成对数据的读取以及计算,再通过 PoE(以太网供电)的方式接到网络里面,PC 端可以通过有线也可以通过无线的方式接到同一个网络,完成对数据的接收以及后续的处理。

### 2.1 红外传感器部分

传感器部分采用迈来芯公司生产的 MLX90621 红外传感器,是一款全校准 16×4 像素 IR 阵列,集成于工业标准四引脚 IO-39 封装里,每个像素都对应有低噪声斩波放大器和高速 ADC。正常工作的温度范围是-40~85℃,被测对象的温度范围是-50~300℃。具有 60°×15° FOV

收稿日期:2015-12

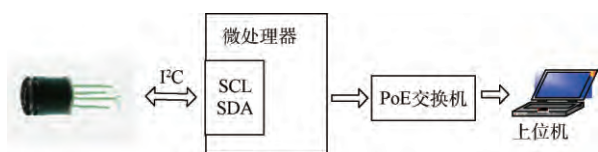


图 1 系统总体设计

和  $40 \times 10^\circ \text{C}$  FOV 两个视场, 本系统采用的是  $60^\circ \times 15^\circ$  的视场。该传感器的功能框图如图 2 所示。

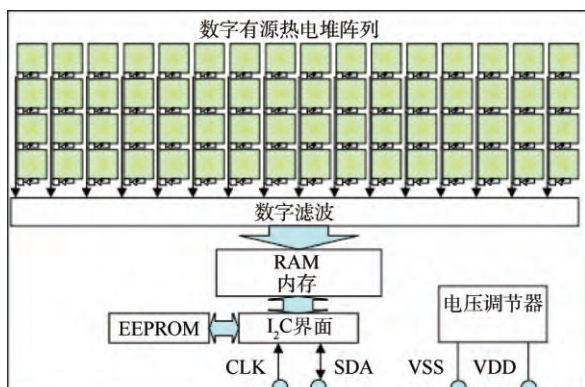


图 2 MLX90621 功能框图

## 2.2 微处理器及与上位机的 PoE 通信

微处理器采用基于 ARM Cortex-M3 的 32 位微控制器 STM32F103C8T6。可通过 I²C 总线接口读取存储在传感器内部 RAM 中的 PTAT 数据和 IR 数据以及存储在 EEPROM 中的校准数据。EEPROM 中的用于计算温度的各项参数只需在系统初始化时读取一次, 并存储在微控制器的 RAM 中, 以达到最大的速度性能。而微控制器需要不断地从探测器 RAM 中读取红外探测数据, RAM 中的探测数据刷新频率可以在  $0.5 \sim 512 \text{ Hz}$  范围内设定, 刷新频率越低, 测量结果越可靠, 但是数据更新速度会大大降低<sup>[6]</sup>。

有源以太网(power over ethernet, PoE)指的是在现有的以太网 Cat. 5 布线基础架构不作任何改动的情况下, 利用以太网电缆传输电缆同时传送数据和电功率的最新规范。微控制器通过网线接入 PoE 交换机, 将数据接入网络, PC 端通过有线或者无线的方式, 接入同一网络后, 通过 C# 语言进行编程, 便能接收以及显示室内的温度分布。

## 3 算法的介绍

鉴于人体的红外温度比一般物体的要高, 选择合适的阈值对获得的温度分布进行图像的分割, 从而才能准确的判断室内的人数。大津法在图像分割中有着广泛的应用, 被认为是图像分割中阈值选取的最佳方法, 但在此次实验

中, 误判情况严重。本文通过对直方图进行统计, 确定了固定的全局阈值对温度矩阵进行二值化, 在最终的室内人数检测中获得了比较好的效果。

### 3.1 采用大津法(Ostu)进行阈值分割

大津法是一种最大内间方差法, 即把灰度直方图在某一个灰度值处分成两组, 当被分成的两组间的方差达到最大时, 就选择该灰度值作为阈值。

计算步骤如下:

1) 给定初始阈值  $T$ , 将图像分为前景与背景两部分。前景与背景点数所占比例即产生的概率分别为:  $q_0$  和  $q_1 = 1 - q_0$ , 平均灰度值分别为:  $u_0$  和  $u_1$ ;

2) 整幅图像的平均灰度值:

$$u = q_0 u_0 + q_1 u_1; \quad (1)$$

3) 前景和背景之间的方差:

$$g = q_0 (u_0 - u)^2 + q_1 (u_1 - u)^2 \quad (2)$$

此即为阈值选择函数;

4) 为计算方便, 将阈值选择函数简化为:

$$g = q_0 q_1 (u_1 - u_0); \quad (3)$$

5) 调整  $T$ , 使得上述阈值选择函数最大值时的  $T$ , 即为所求阈值。

### 3.2 固定的全局阈值进行分割

全局阈值分割法是在整幅图像内采用固定的阈值对图像进行分割, 经典的阈值选取以灰度直方图为处理对象, 可以是单阈值, 也可以是多阈值, 特别是当直方图出现明显的波峰波谷时, 以波谷所在处的值作为阈值为最佳。然而现实中的直方图大多没有明显的波峰波谷, 在经大津法未得到理想效果的情况下, 多次反复的实验, 通过观察直方图, 对其分布进行统计, 最终采用固定的全局阈值实现对图像的分割。方法如下:

1) 首先检测每帧数据的最大值和最小值, 若两者之差小于 2.7 (经多次实验所得), 判定为无人;

2) 最大值与最小值之差大于 2.7 时, 检测第 1 帧, 调用计数子函数;

3) 检测第 2 帧, 调用计数子函数;

4) 检测第 3 帧, 调用计数子函数;

5) 比较 3 帧的结果, 若有两帧计算结果相同, 则作为本次检测结果输出, 若 3 次都不同, 但相差 1, 取平均值并输出; 否则本次检测无效, 重新检测;

6) 检测以及计数的子函数:

① 直方图统计: 根据最小值和最大值设定直方图的统计范围, 每 0.1 一个 bin, 进行统计;

② 在直方图横坐标中, 由高到低, 取第 6 个 bin 值为阈值 (统计值为 0 的不算), 将原始数据二值化, 大于阈值的为 1, 小于的为 0;

③ 去除边界干扰点及单个的“1”点, 统计连续的亮点 (值为 1 的点), 2~4 个算 1 人, 5~9 个算 2 人。

## 4 实验结果及分析

### 4.1 温度分布的获取

由于每一个 MLX90621 红外传感器只能接收  $16 \times 4$  像素的红外阵列,为了获得整个室内的温度分布,使用了3个相同的红外传感器,并排置于约3 m高的会议室上方,共能获得  $12 \times 16$  像素的红外阵列。因为使用的是其  $60^\circ \times 15^\circ$  的视场,经计算,能够检测到整个房间的温度分布。实际情况中,可根据房间的尺寸,适当调节传感器的位置。如图3所示,即为传感器的摆放与温度分布的获取。

### 3.2 实验结果

本次实验在0人,1人和多人的情况下分别采集了68帧,173帧,155帧进行测试,由表1可知,使用大津法时误判情况较严重,而使用本文的固定的全局阈值进行二值化,仅是单帧检测就已达比较高的准确率;使用

表1 三种情景下的准确率(%)

	0人	1人	多人
大津法	100	53.4	80
本文方法			
单帧检测	100	98.6	72.7
多帧采样比较	100	100	83.6

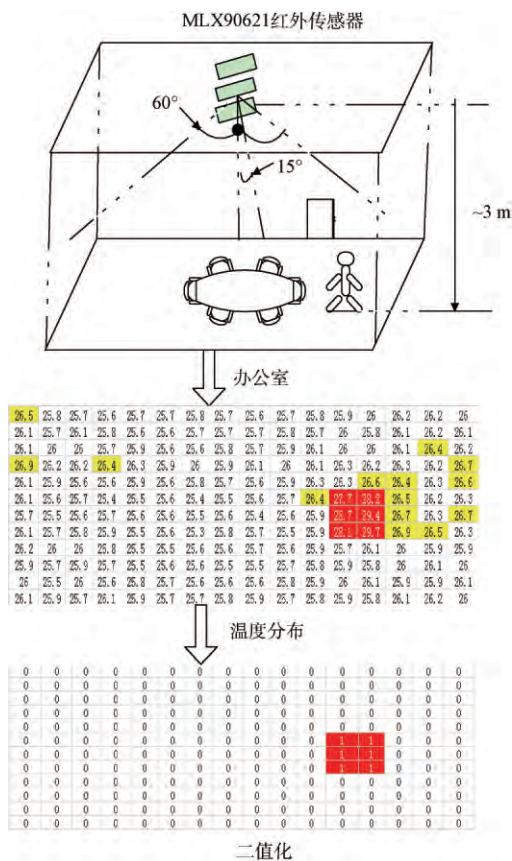


图3 传感器的摆放与温度分布的获取

多帧采样比较的方法之后,检测的准确率又提高了十多个百分点。

## 4 结 论

随着红外传感器的流行,以及智能家居的兴起,做到人走灯灭以及根据人数的多少自动调节空调温度的办公室节能必定会得到人们的青睐。而本文所设计的系统,充分考虑到 MLX90621 红外传感器的高灵敏度,以及人体的红外温度比一般物体的红外温度高,并尝试采用多种方法进行实验,经过大量实验后,得到固定的全局阈值分割法以及多帧采样比较法,最终得到了十分理想的效果,在办公室节能的道路上迈出了一大步。由于多人情况下的检测率还有待提高,本文接下来的工作就是想办法解决由于不同个体自身的原因,导致温度相差过大,部分个体被淹没而未被检测到的情况,以及距离太近,未能准确分割的问题,以提高室内人数检测的准确率。

## 参考文献

- [1] 王捷,艾红. 热释电红外传感器应用与车流量检测系统[J]. 自动化仪表,2010,31(3):72-74.
- [2] 千承辉,王超,曹曦元,等. 多传感器数据处理的人流量监测系统[J]. 实验室研究与探索,2013,32(2):35-38.
- [3] 程卫东,董永贵. 利用热释电红外传感器探测人体运动特征[J]. 仪器仪表学报,2008,29(5):1020-1023.
- [4] 刘龙,李钟慎. 教学楼智能化节能控制系统设计[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(12):1876-1882.
- [5] 刘少军,王瑜瑜. 基于 GPRS 的红外放到报警器的设计[J]. 国外电子测量技术,2015,34(4):81-85.
- [6] 徐薇,杨卫. 一种红外传感器阵列探测方法的研究[J]. 传感器与微系统,2009,28(9):16-18.
- [7] 杨风健,刘军,貌程浩,等. 基于 MLX90620 的低成本红外热成像系统设计[J]. 传感器与微系统,2015,34(11):109-111.
- [8] 卜文斌,游福成,李泉,等. 一种基于大津法改进的图像分割方法[J]. 北京印刷学院学报,2015,23(4):76-78.
- [9] 李哲学,陈树越. 快速多阈值图像分割法[J]. 计算机应用,2010,30(5):1335-1337.
- [10] 李牧,闫继红,朱延河,等. 一种改进的大津法在机器视觉中的应用[J]. 吉林大学学报:工学版,2008,38(4):913-918.
- [11] TANAKA J, SHIOZAKI M, AITA F, et al. Thermopile infrared array sensor for human detector application [C]. 2014 IEEE 27th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS), 2014:1213-1216.
- [12] TANAKA J, H IMAMOTO, T SEKI, et al. Low power wireless human detector utilizing thermopile infrared array sensor[J]. Sensors, 2014:462-465.

## 作者简介

黄萍,1992 年出生,硕士研究生,主要研究方向为图像处理,模式识别。

E-mail:753411516@qq.com

唐春晖,1971 年出生,博士,讲师,研究方向为数字图像处理、机器视觉、模式识别。

E-mail:chunhuitang@163.com

## 是德科技承诺积极支持美国白宫先进无线通信研究平台(PAWR)计划

是德科技将贡献包括灵活的硬件和软件产品,以及提供专业的技术支持

## 新闻要点:

1)是德科技的创新工具将帮助研发人员探索新的信号、场景和拓扑结构

2)是德科技现有的解决方案与下一代解决方案将支持不断演进的 5G 标准

3)是德科技的无线技术专家将提供专业的技术咨询和测试帮助

2016 年 8 月 3 日,北京——是德科技公司(NYSE:KEYS)日前宣布,将积极支持先进无线通信研究平台(PAWR)计划([www.us-ignite.org/wireless](http://www.us-ignite.org/wireless))。该计划是一个由美国发起的行业联盟,主要目标是创建四个城市级的测试平台。是德科技还确认将加入 PAWR 理事会。美国白宫已于 7 月 15 日发布了此消息。PAWR 是由美国科学基金会(NSF)领导的先进无线通信研究计划([www.nsf.gov/cise/advancedwireless](http://www.nsf.gov/cise/advancedwireless))的一个组成部分。

是德科技总裁兼首席执行官 Ron Nersesian 表示:“在迈向 2020 年的竞赛中,我们的员工和产品已做好充分准备,将会帮助联盟在最新技术和现有技术方面实现创新,将创意转化为现实。我们非常自豪能够在推进超高速、超低时延、大容量 5G 网络的商业化进程中发挥积极作用,这种网络将使面向消费者和企业的应用获得突破性发展。”

当前和未来的无线系统中广泛使用了数字、射频、微波和毫米波技术,是德科技为这些技术提供了领先的仿真

和测量解决方案。从最早的 5G 开发阶段开始,公司就已帮助政府和学术界的研究人员以更高的精度、更强的信心探索开创性的概念。

是德科技副总裁兼互联网基础设施解决方案事业部总经理、PAWR 理事会是德科技代表 Mark Pierpoint 博士表示:“对于研究人员来说,要想在 5G 研究中又快又好地取得突破,离不开创新的工具。这些工具使他们能够深入地探索新的信号、场景和拓扑结构。5G 和物联网仍在继续发展,我们的解决方案能使研究人员随着标准的演进而实施更深入的观察。”

是德科技的贡献还包括技术专家的参与,他们将会提供专业性的技术咨询和测试帮助。是德科技以灵活的测试与测量硬件和功能强大的软件为基础,构建并提供了广泛的现有解决方案和下一代解决方案。而 5G 产品的设计、仿真与分析同样使用了这些硬件和软件。5G SystemVue 基带探索软件库是一个重要的实例,它支持研究人员探索 and 了解空中接口的物理层替代选择。参考解决方案使用是德科技硬件、软件和专业技术构建,能够满足特定应用的需求——例如毫米波频率的 5G 信道测量、5G 波形生成和分析、Massive MIMO 和波束赋形。高速数字设计与测试总体解决方案具有从仿真到一致性测试的全方位功能,使开发人员能够推动 5G 性能目标向前发展。