



基于 TOF 技术的低成本手势识别系统

虞 沧¹, 陶梦瑶², 汪 浩²

(1. 武汉职业技术学院, 湖北 武汉 430074;

2. 中国地质大学(武汉) 机械与电子信息学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 在室内正常光照与夜间无灯光照明环境中, 为了满足有效识别距离在 3cm~15cm 范围内的简易手势识别的需求, 提出了一种灵敏度高、成本低的手势识别系统。该系统设计了 MLX75030 模块结合频率采样技术, 对目标进行有源光反射检测, 通过 ad 转换, 再实现控制需求。

关键词: 光照; 识别距离; 手势识别系统; MLX75030 模块; 频率采样; ad 转换

中图分类号: TP242.6

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2018) 05-0104-05

手势是人们日常生活中人与人之间交流的重要方式之一, 手指的姿势、移动方向给人们传递的信息不尽相同, 若这些信息能够在计算机上得到有效处理并显示, 手势识别^[1]技术在领域内前景将一片光明。“人机交互”^[2](Human-Computer Interaction HCI) 的核心课题是基于视觉的接口问题 (Vision-Based Interface, VBI), 其重要组成部分就是计算机追踪技术与手势动作识别。计算机正确采集到“手势”信号, 因此成功地完成了人与计算机的智能交互过程。

目前学术界的手势识别系统大多采用摄像头^[3]采集手势数据, 通过特定的算法处理, 完成近距离范围内对运动手势的基本识别。基于摄像头的手势识别系统本身价格高昂, 对硬件质量要求较高, 并且在光线较暗的情况下获取的图像数据不够清晰。针对上述问题, 本文在现有科研成果的基础上, 作出相应的改善, 一种低成本手势识别系统可以在夜晚或灯光较弱的环境中实时获取飞行时间、采样个数以及距离位置, 融合了 TOF 技术^[4], 近距离情况下精度很高, 为手势识别领域提供有力的技术支撑。

一、系统方案设计

基于 TOF 技术的低成本手势识别系统主要分为四个部分: 电源模块、MLX75030 模块、处理器和显示模块。系统结构框图如图 1 所示。

电源模块为系统供电, MLX75030 模块可用于对一个目标进行有源光反射检测。处理器选择的是 STM8S103, 负责对 MLX75030 模块输出的数字信号进行计算与整个系统的控制。显示模块的 LED 显示当前系统状态。

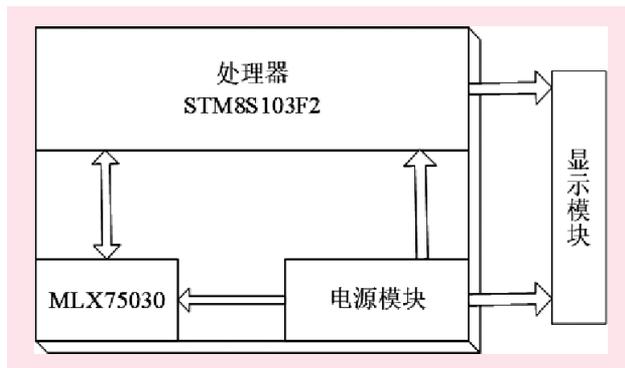


图 1 手势识别系统结构图

收稿日期: 2018-08-27

作者简介: 虞沧(1981-), 男, 湖北浠水人, 硕士, 武汉职业技术学院副教授, 研究方向: 电子与通信工程、科技与教育管理、知识产权与科技创新; 陶梦瑶(1993-), 女, 湖北随州人, 中国地质大学(武汉)电子与通信工程专业硕士研究生, 研究方向: 智能硬件、android 应用交互设计; 汪浩(1993-), 男, 湖北黄冈人, 中国地质大学(武汉)电子与通信工程专业硕士研究生, 研究方向: 信号处理、无线传感网。

二、系统硬件设计

(一) MLX75030 传感器

MLX75030 是基于 CMOS 工艺技术^[5]的接近和手势检测 IC,它们集成有专有的环境光抑制技术,基本不受静态和动态变化的背景光影响。此外,它们已被证明电兼容,加上占位面积很小,非常适合于空间受限的场景。

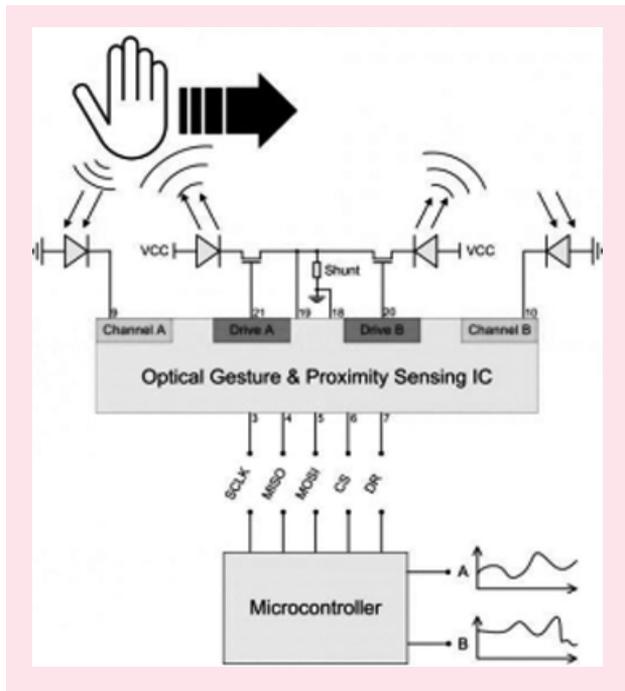


图 2 MLX75030 的手势识别基本结构

IC 能够轻松实现多通道、近距离光学感测系统。每个 IC 有两个独立的、同时工作的光测量通道。这些可用于对一个目标进行有源光反射检测,其内置的环境光抑制机制使这些通道不受光干扰的影响。如图 2

所示。

发光二极管发出一个短脉冲串,被目标反射的光由光电二极管检测到,同时背景光被硬件去除,而从光电二极管产生的电流被转换成一个 16 位的数字信号。

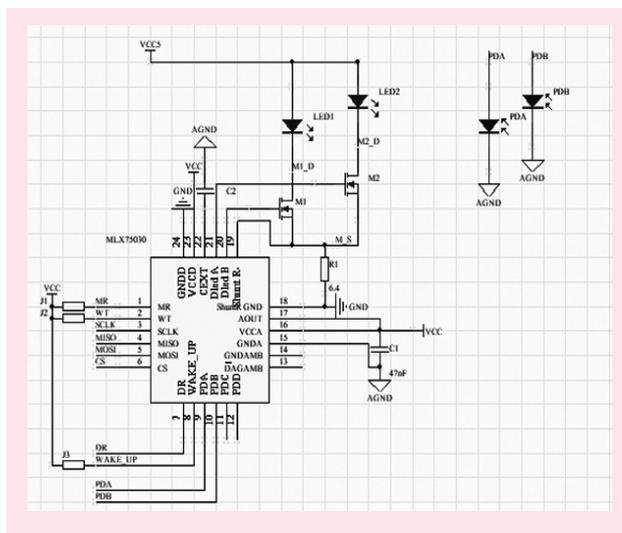


图 3 MLX75030 硬件设计电路

(二) 处理器

处理器 MCU 选择的是 STM8S103F2P6,STM8S 系列运用意法半导体集团的 130 纳米加工技术和核心体系,处理效率可达每秒 20 万条指令,伴随着的时钟速率为 24 兆赫兹。与 IC 通信的外部设备、嵌入式带电可擦可编程只读存储器、RC 振荡器和也为科研的进行提供了有效可行的模式框架。

STM8S103F2P6 内部自带晶振为 16M,程序存储器有 8K 字节 Flash;RAM 有 1K 字节;供电电压可从 2.95V 到 5.5V。本次选择的供电电压为 3.3V。STM8S103F2P6 最小系统电路如图 4 所示。

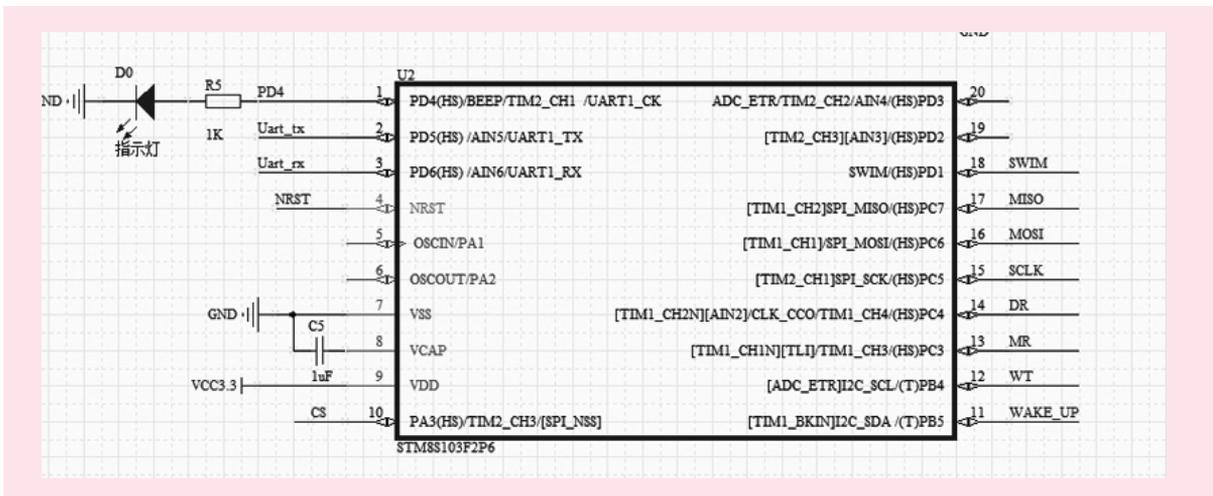


图 4 STM8S103F2P6 最小系统电路

(三) 系统读取输出时序图

系统读取输出时序图如图 5 所示,CS 为片选,SCLK 为串行时钟,MOSI 为主输出从输入,MISO 为

主输入从输出,DR 为设备就绪状态。

当 DR 为高电平时,系统数据可读取。CS 为低电平状态时,MLX75030 被选中,当 SCLK 发生跳变时,

MOSI 开始工作并给 MISO 发送指令,驱动 MISO 工作。在 CS 变为高电平时,上传的 SM1x/SM2/SM3x Command 开启测试循环。经过 t_{cs_dr} 时段后,DR 变为低电平,系统数据不可读取。在 t_{dr} 时段,该系统处于微型处理器阶段,将 SCLK、MOSI、MISO 进行同步。然后 CS 变为低电平,SCLK、MOSI、MISO 开始工作,在经过第一个字节(8 个时钟单位)时,MOSI 发送一个

RO-Ctrl1 指令给 MISO,MISO 将 Status Flags 的状态反馈给 MOSI;在经过第二个字节(8 个时钟单位)时,MOSI 发送一个 RO-Ctrl2 指令给 MISO,MISO 将 Ctrl1 的内容传送给 MOSI。经过两个字节后,输出引脚进行输出,输出时段为 x 个字节,在 SCLK 不跳变时,SCLK、MOSI、MISO 就处于同步阶段,并进行下一阶段的循环。

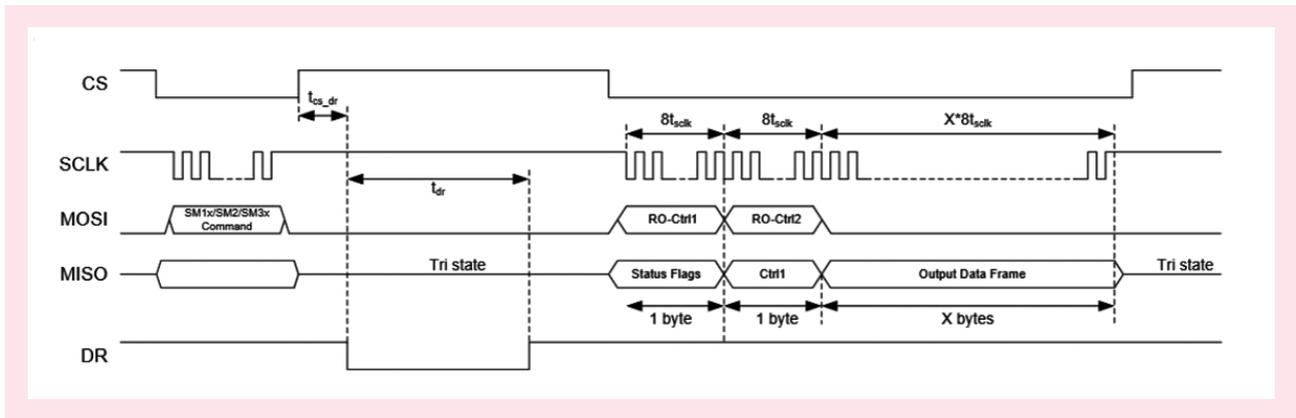


图 5 系统读取输出时序图

(四) 电源模块

电源的供电主要用到的是 5V 转 3.3V 和 3.3V 转 2.8V,3.3V 的芯片选用 AMS1117-3.3V。当 AMS1117 输出电流为 1A 时,该电路输出电压降通常为 1.8V,因此,AMS1117 是一类正压输入低压输出的三端集成稳压电路。MS1117 可以保证固定电压输出,其输出电压值可以是 5.0V,3.3V,1.8V。MS1117 也可以保证电压可调并输出,其输出值范围大概是 1.8V 至 5.5V。

可调电压输出版本一般只用于电压效果测试阶段^[9],在本系统中,采用固定电压输出版本。若固定输出版本的输出电压为 1.8V,由于电压值较小,发光二极管发出的光照较弱,从而影响实验效果;若固定输出版本的输出电压为 5V,则和输出电压为 3.3V 时能达到相同的实验效果,然而电压偏高会导致整个系统功耗偏大,容易烧坏元件;MCU 通常采用 3.3V 电压供电,因此本系统选择的是 AMS1117-3.3V 的固定电压的芯片。它的典型应用电路如图 6 所示。

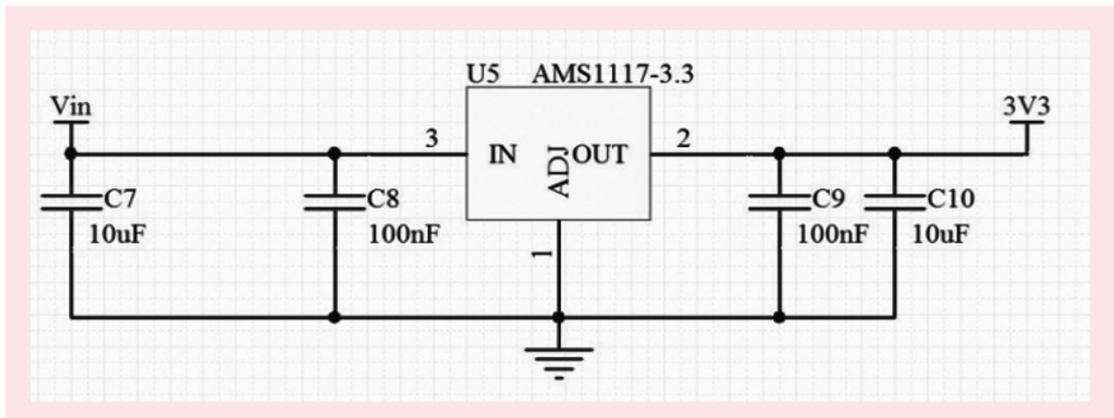


图 6 AMS1117-3.3V 典型电路

三、系统软件设计

首先系统初始化,读取 MLX75030 中 A、B 通道的值,然后数据分别存入 2 个滑动窗口数组^[7],滑动窗口大小为 NUM,分别判断窗口的 NUM/2 处是否为 A、B 通道数据的波峰,然后判断波峰的先后,通过先后来判断左右手势。程序流程图如图 7 所示。

(一) 系统实验测试

为了验证整个系统是否满足工作的需要,最后进行实验。如图 8 所示,从左向右挥动输出 AA01BB,从右向左挥动输出 AA02BB,悬空输出 AA03BB。

在此基础上,实行了两种不同的训练集,训练集 1 是在有玻璃情况下采集的数据,训练集 2 是在无

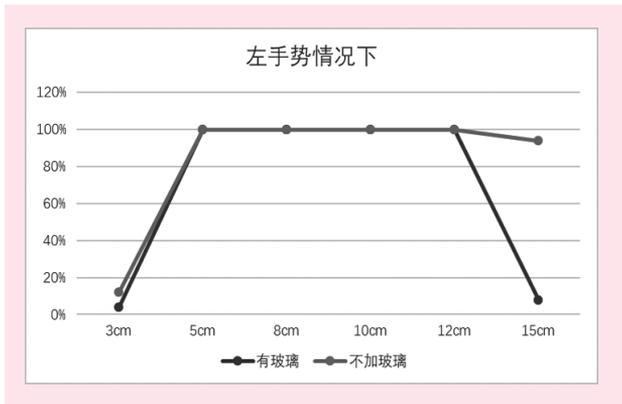


图9 左手势情况下玻璃有无对比

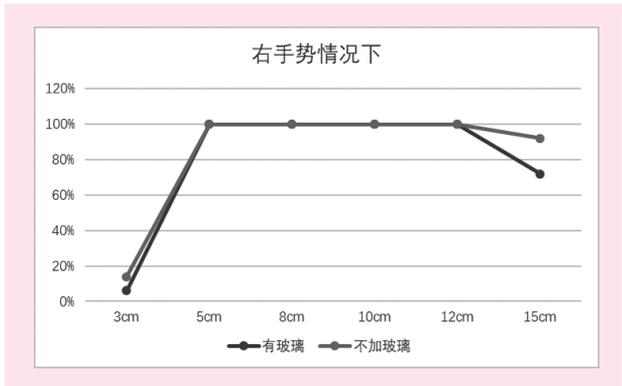


图10 右手势情况下玻璃有无对比

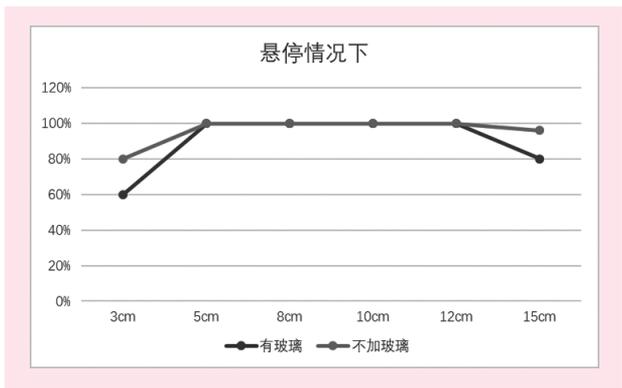


图11 悬停情况下玻璃有无对比

图9、图10和图11分别是左手势情况下玻璃有无对比图、右手势情况下玻璃有无对比图和悬停情况下玻璃有无对比图。从图中可以看出,对于每一种手势,不加玻璃的手势识别效果比加玻璃时手势识别效果要好,在有效识别范围内,能够准确识别到手势。

四、结论

本文研究的基于TOF技术的低成本手势识别系统以MLX75030作为核心传感器,以STM8S103F2P6为处理器,从原理到软硬件整体设计上介绍了整个系统的研发流程。通过实验,本系统在成本低廉的情况下,依然能够有效运行并满足整体需求,还可以达到手势识别领域现有相关学术成果相同的实验效果。该手势识别系统采用了TOF技术,创新性较强,降低了成本。

参考文献:

- [1] 葛继东.基于数字图像处理的手势识别[D].武汉:华中科技大学,2011.
- [2] 冯志全,蒋彦.手势识别研究综述[J].济南大学学报(自然科学版),2013,27(04):336-341.
- [3] 付满聪.基于视觉的手势识别及其应用研究[D].南京:南京理工大学,2017.
- [4] 丁津津.基于TOF技术的3D相机应用研究综述[A].中国仪器仪表学会.中国仪器仪表学会第十二届青年学术会议论文集[C].中国仪器仪表学会,2010:4.
- [5] Po-Yen Chiu, Ming-Dou Ker. Metal-layer capacitors in the 65nm CMOS process and the application for low-leakage power-rail ESD clamp circuit[J]. Microelectronics Reliability, 2014, 54(1).
- [6] 王震.高压悬浮电压测试技术研究[D].南京:南京理工大学,2017.
- [7] 赵友桥,王坚,路松峰,等.一种后缀数组与滑动窗口结合的压缩算法[J].计算机工程与应用,2012,48(15):59-62.

[责任编辑:刘 骋]

Low-cost Gesture Recognition System Based on TOF Technology

YU Cang¹, TAO Meng-yao², WANG Hao²
(Wuhan Polytechnic, Wuhan 430074, China)

Abstract: In the indoor normal lighting and nighttime no-lighting environment, in order to meet the needs of simple gesture recognition with effective recognition distance in the range of 3cm~15cm, a high sensitivity and low cost gesture recognition system is proposed. The system is designed with MLX75030 module combined with frequency sampling technology to perform active light reflection detection on the target, and realize control requirements through ad conversion.

Key words: illumination; recognition distance; gesture recognition system; MLX75030 module; frequency sampling;