

# LED 显示屏校正项目计划

卿培<qingpei@sansitech.com>

研发一部软件组

上海三思电子工程有限公司

2014 年9 月24 日

# 目录

1	项目简介	3
2	用途	4
3	现状	5
3.1	图像采集	5
3.2	预处理 RAW 图片	5
3.3	智能搜索发光单元半径及坐标	5
4	执行计划	6
4.1	像素坐标对应	6
4.2	像素亮度计算	6
4.3	像素色度计算	7
4.4	均匀度评估	7
4.5	校正矩阵计算	7
4.6	校正结果预览	8
4.7	校正结果上传	8
5	测试方案	9
5.1	功能测试	9
5.2	环境测试	9
6	文档	11

# 1 项目简介

上海三思电子工程有限公司（以下简称三思）的 LED 显示屏校正系统是一个软硬件集成的综合解决方案，可以对 LED 显示屏的所有像素进行亮度均匀性、色度均匀性检测，并提供基于检测结果的亮度及色度校正。

该校正系统通过高分辨率 CMOS 相机采集显示屏每个像素的亮度和色度，通过内置的自动优化算法得到逐像素校正系数矩阵。加载了校正系数矩阵的显示屏驱动模块即可实时地将输入信号校正后呈现在 LED 显示屏上。

整个“检测-校正”过程都可以做到全自动进行，检测和校正的目标包括：

- 像素白光亮度
- 像素 RGB 通道色度
- 模块边缘亮度补偿

校正对象可以是整块 LED 全彩屏；对于面积很大的屏幕，也可以单独对每个显示模块进行校正，装配后再对各模块执行二次校正，微观上做到像素级的三原色及白色尽可能准确还原，宏观上追求全屏各个模块亮度、色彩均匀，接缝处的亮度差异得到软件补偿。不论是绚丽的图像还是生动的视频，经过校正的显示屏都会将画面原汁原味地呈现给观众。

## 2 用途

LED 显示屏校正系统用于对 LED 全彩屏进行检测校正。

该系统由三个模块组成：图像采集、像素分析和校正控制。

采集模块通过 USB 接口控制图像采集设备（单反相机）采集 LED 显示屏或显示模块在显示不同校色样本时的显示结果。支持自动搜索最佳光圈/快门组合、多采样复合降噪、全自动/半自动采集控制。

像素分析模块在采集到的图像中搜索、确定 LED 发光单元（后简称为“像素”）的位置和大小；分析每个像素的亮度、色度；给出亮度均匀性以及色度均匀性评价。

校正控制模块根据像素分析结果，由高效的算法生成校正矩阵。实时预览时，校正矩阵被应用于校色样本，即可在被校色的显示屏或模块上立即看到校色后的效果，此时可以终止校正或进一步优化校正效果；确认校正时，校正矩阵被传输到显示屏或模块的驱动单元，此后的输入信号将全部被硬件校正后再显示出来。

## 3 现状

截至 2014 年 5 月，已经完成如下功能：

- 图像采集
- 预处理 RAW 图片
- 智能搜索发光单元半径及坐标

### 3.1 图像采集

通过 USB 接口控制 Canon EOS 5D Mark III 采集图像。

1. 自动找出最佳成像的光圈、快门组合
2. 自动拍摄白、红、绿、蓝显示结果各 N 张

### 3.2 预处理 RAW 图片

综合 N 张图像进行降噪。

### 3.3 智能搜索发光单元半径及坐标

使用 Hough Circles Transform 搜索图像中的发光单元，并确定每个单元的坐标、半径。

## 4 执行计划

尚需完成的功能有：

- 像素坐标对应
- 像素亮度计算
- 像素色度计算
- 均匀度评估
- 校正矩阵计算
- 校正结果预览
- 校正结果上传

### 4.1 像素坐标对应

像素搜索结果(见3.3)给出的是一系列坐标，每个坐标与显示屏/模块上的点的对应关系还不明确。对像素进行校正还需要借助人工提供的信息来找出这个这个映射关系。

难点：图像一般不水平，每一行的  $x$ 、 $y$  坐标区间都可能和其他行有重合的部分，无法简单通过排序找到对应关系。

时间估算：2 周

### 4.2 像素亮度计算

设计亮度表达式，计算亮度值。

难点：要考虑人的视觉是非线性的，量化亮度差 1%，在高亮度和低亮度的条件下，人眼感知到亮度差有很大区别。

时间估算：3 周

### 4.3 像素色度计算

设计色度表达式，计算亮度值。

难点：人眼对红绿蓝三色的敏感度不同。

时间估算：3 周

### 4.4 均匀度评估

根据每个像素的亮度、色度，计算显示屏/模块的亮度均匀性以及色度均匀性。

时间估算：2 周

### 4.5 校正矩阵计算

根据每个像素的亮度、色度，计算校正矩阵，使得校正后的亮度均匀性和色度均匀性达到最优。

难点：边缘处理；坏点、暗点处理；计算速度。

时间估算：4 周

## 4.6 校正结果预览

将校正矩阵应用到校色样本，实时查看校正效果。

时间估算：3 周

## 4.7 校正结果上传

将校正矩阵传输到显示驱动单元。

时间估算：未知，需要先了解硬件上的实现与限制。



## 5 测试方案

项目的测试分两个部分：功能测试和环境测试。

### 5.1 功能测试

功能测试主要关注检测和校正的各项功能是否正确实现。

序号	测试项目	时间需求估计
1	图像采集	2 天
2	预处理 RAW 图片	2 天
3	智能搜索发光单元半径及坐标	3 天
4	像素坐标对应	2 天
5	像素亮度计算	2 天
6	像素色度计算	2 天
7	均匀度评估	2 天
8	校正矩阵计算	3 天
9	校正结果预览	4 天
10	校正结果上传	3 天

Table 1: 功能测试项目

### 5.2 环境测试

环境测试目的在于了解校正系统正常运行对外界环境的要求，如拍摄角度、光照条件等。

序号	测试项目	时间需求估计
1	拍摄距离	3 天
2	拍摄角度	5 天
3	光照条件	4 天

Table 2: 环境测试项目

## 6 文档

项目过程中需要整理并维护如下文档。

**设计文档** 描述整体设计、遇到的技术问题及解决方法。

**使用说明** 介绍系统需求、安装过程、使用方法、注意事项等。