

基于单片机的音乐节奏彩灯控制系统设计

匡 畅

(广东水利电力职业技术学院, 广东 广州 510635)

摘 要:针对目前市面上音乐节奏彩灯成本高、需要提前编程、效果单一等缺点,设计了一种基于频谱分析的音乐节奏灯光系统。该系统以单片机为控制核心,配合 MSGEQ7 芯片、WS2812 彩灯模块、固态继电器模块、蓝牙音频模块等,可以实现对用户播放的音乐进行频谱分析,根据频谱特征判断音乐的鼓点节奏和音乐氛围,并控制彩灯随着音乐节奏进行不同效果的变化。该系统具有操作简单、无需编程、即插即用、效果丰富、识别精准等特点。

关键词:单片机;MSGEQ7;WS2812

中图分类号:TP311

文献标志码:A

文章编号:2095-2945(2020)19-0092-02

Abstract: In view of the shortcomings of music rhythm lights in the market, such as high cost, need to be programmed in advance, and single effect, a music rhythm lighting system based on spectrum analysis is designed. The system takes single-chip microcomputer as the control core, and cooperates with MSGEQ7 chip, WS2812 color lamp module, solid-state relay module, Bluetooth audio module and so on. It can analyze the frequency spectrum of the music played by users, judge the drumbeat rhythm and music atmosphere of music according to the spectrum characteristics, and control the color lights to change with the music rhythm in different effects. The system has the characteristics of simple operation, no programming, plug and play, rich effect, accurate recognition and so on.

Keywords: single chip microcomputer; MSGEQ7; WS2812

引言

彩灯控制主要用在聚会、KTV、酒吧、庆典、广告牌、园林喷漆装饰以及舞台演出等场合,是一种为环境提供不同变化效果的灯光控制设备。但是专业彩灯不仅价格昂贵,而且操作复杂,需要提前编程,不适合普通用户使用。而普通的效果灯,只有灯光闪烁,没有节奏跟随,效果单一。

针对上述问题,本文设计了一种基于单片机的音乐节奏彩灯控制系统,该系统使用简单方便,无需提前编程,即插即用,彩灯效果实时跟随音乐节奏变化,且彩灯效果丰富,代入感强,音乐氛围好,适用于各种非专业化场合,具有很强的市场价值。

1 整体设计

1.1 系统整体框架

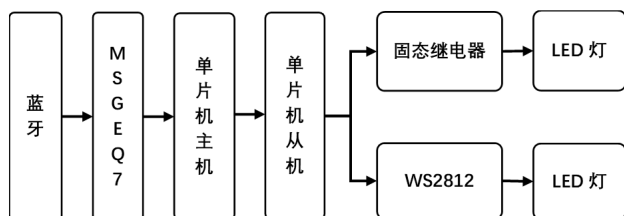


图 1 系统框图

如图 1 所示,本文设计的音乐节奏彩灯控制系统主要由蓝牙音频模块、MSGEQ7 芯片、单片机主机、单片机从机、固态继电器、WS2812 芯片以及 LED 灯带构成。其中,蓝牙音频模块主要用于接收音乐信号,MSGEQ7 芯片用于解析音乐频谱,单片机主机根据解析的频谱信号分析音乐

节奏,单片机从机用于控制 WS2812 芯片和固态继电器的开关,从而控制 LED 灯带显示不同灯光效果。

1.2 外观设计



图 2 外观设计图

系统产品外观呈长方体型,如图 2 所示,背部设有插座,用于给 LED 灯带供电,其中三插电源用于给普通 LED 灯带供电,type-C 接口用于给 WS2812 彩色灯带供电和通信,插座下方的三个接口分别是 AUX IN、AUX OUT 和电源接口。产品顶部有一个开关按钮,用于开关系统电源。

2 硬件设计

2.1 音频采集、处理和分析模块

音频采集、处理和分析模块分别为蓝牙音频模块、MSGEQ7 芯片以及单片机主机。

蓝牙音频模块用于实现音频采集功能。蓝牙音频模块采用杰理蓝牙解码芯片,内置无损功放模块,能够左右声道输出,提供 AUX 输入输出音频接口,支持蓝牙 5.0 协议,

作者简介:匡畅(1987-),男,本科,讲师,研究方向:单片机应用技术。

稳定连接范围为5米,能够通过多种方式采集音频信号,放大并输出到下一级。

MSGEQ7芯片用于对采集到的音频信号进行处理。MSGEQ7是一款音频频谱采集芯片,通过输入音频信号,芯片可以输出该音频信号频谱中的7个幅值,频率分别为63Hz、160Hz、400Hz、1kHz、2.5kHz、6.25kHz和16kHz,这7个固定频率幅值分别表征了音乐信号的中低高频特点,MSGEQ7芯片将频谱幅值信息发送给单片机主机进行处理。

单片机主机用于对频谱幅值进行分析。单片机主机收到7个频点幅值后会对这些数据进行分析,判断音乐是否有鼓点节奏,判断音乐氛围有多高。然后根据判断出来的情况控制LED显示各种效果。

2.2 彩灯控制模块

为了保障音频处理的实时性,以及灯光效果的复杂性,我们专门设置了单片机从机,用于控制灯光效果。

系统一共使用了2台单片机从机来控制灯光效果,2台单片机分别用于控制氛围彩灯和节奏彩灯,这2台单片机均使用串口通信方式与主控芯片通信,为了提高实时性,串口波特率为115200bps,通信方式为广播通信,通信指令帧仅为一个字符。

2.3 彩灯模块

彩灯模块采用WS2812驱动芯片,WS2812是一款LED灯控制芯片,每一个WS2812可以控制一个RGB全彩LED灯,WS2812可以进行串联使用,并且只需要一根数据线即可控制。由于每个LED彩灯对应一个WS2812芯片控制,因此每个LED灯都可以独立点亮。通过主控芯片控制,彩灯带可以显示多种变换效果,例如流水灯、渐变色、彩虹流水等等。

彩灯接口使用定制的类型-C接口,不但可以用于供电,还可以与WS2812进行通信。除了类型-C接口外,还提供标准电源插座,用于连接普通LED台灯或非定制彩灯灯带,主控芯片通过固态继电器控制插座通断,从而控制普通彩灯的亮灭。固态继电器响应速度快,可以让普通LED灯带随音乐节奏闪烁。

3 软件设计

3.1 平均值滤波

由于采集的音频频点信息比较密集,无法直观反映音频频点的特点,为了保证采集速率,程序采用了一种简单的平均值滤波算法对频点信号进行处理。该算法使用平均值滤波方法,多次采集数据,并对采到的数据求平均值。算法先多次累加采集到的单次幅值,然后将幅值之和除以采集次数,得到一段时间内的平均幅值。

需要注意的是,平均算法中,采集次数的多少会影响滤波算法的速率和精度,次数太多会影响系统实时性,从而导致灯光跟节奏的同步效果,次数太少会影响滤波精

度,导致节奏判断失误。

3.2 音乐节奏判断

要把握音乐节奏,就要判断出音乐的低频鼓点信号。主控芯片会抽取滤波后的低频幅值进行判断,当幅值超过我们设定的阈值时,主控芯片会认为该信号为低频鼓点,此时,系统会控制节奏彩灯显示节奏效果。

除了音乐节奏,我们还需要呈现音乐氛围。音乐氛围主要根据信号频谱的平均幅值来判断,当音乐频谱的平均幅值增大时,主控芯片会认为此时音乐氛围提高了,系统会控制氛围彩灯逐渐点亮,烘托音乐氛围。

3.3 彩灯效果

彩灯可以呈现两种音乐效果,分别为音乐氛围效果和音乐节奏效果。系统可以同时驱动6条灯带,其中3条为节奏灯带,用于响应低频节奏,另外3条为氛围灯带,用于响应音乐氛围,每一条灯带最多可包含100个LED灯珠。

音乐氛围彩灯的效果具体表现为,当音乐氛围变化后,整条灯带上的LED灯同时渐亮或渐暗,渐变过程持续一小段时间。为了保障音乐氛围的效果,渐亮和渐暗后会保持一段时间,不会急剧变化。

音乐节奏彩灯有两种表现效果,分别是流水效果和呼吸效果。流水效果的具体表现为,每次收到节奏命令后,彩灯在指定的一端开始,有一个类似与流星效果的流水灯流向另一端末尾,最后流出末端;呼吸效果的具体表现为,当节奏出现后,整条灯带上的LED灯同时快速渐亮,并保持一小段时间,然后同时快速渐暗直到熄灭。

4 结束语

本文设计的音乐节奏彩灯控制系统,不仅操作方便、价格实惠,而且节奏精确,音乐氛围感强,非常适合舞厅、KTV、家庭聚会、小型庆典、节日彩灯、圣诞彩灯等非专业场合,目前市场上还没有同类产品出现,具有推广价值。

参考文献:

- [1]陈兰,江朋友,闪静洁.基于单片机的多功能音乐频谱仪的设计与实现[J].科技视界,2018(07):45-46.
- [2]李逸家.基于51单片机的LED点阵音乐频谱显示器[J].工业控制计算机,2015(04):137-138+140.
- [3]吴继发,陈特效.单片机实现音频频谱显示的快速算法研究[J].电子设计工程,2009(11):70-71.
- [4]张京华.LED显示屏结构设计研究[J].科技与创新,2018(02):27-28.
- [5]廖建文,彭永杰,屈珣.蓝牙音箱频谱屏的设计[J].宜宾学院学报,2015(06):45-47+65.
- [6]张馨华.基于单片机的带频谱显示的迷你蓝牙音箱设计[J].宁德师范学院学报(自然科学版),2019(01):39-47.
- [7]王启明,郭宁峰,周艳艳.基于STC8A4K60S2A12单片机的音乐频谱仪的设计[J].电脑知识与技术,2019(27):211-212.