

基于单片机的音乐频谱显示设计

路士兵

(公安海警学院 电子技术系, 宁波 315801)

【摘要】本文采用 STC 公司的单片机 STC12C5A60S2 结合外围的按键输入、显示等电路, 按 FFT 算法计算频谱值, 设计了一款随音乐变化产生不同频谱显示的显示器。经过实践表明显示器能实时显示音乐的频谱, 为音响系统增添了不少的色彩, 具有很好的美感。

【关键词】单片机 STC12C5A60S2; FFT 算法; 音乐频谱

【中图分类号】TN912.3; TP368.12

【文献标识码】A

【文章编号】1672-7274 (2016) 03-0184-01

1. 引言

频谱是指一个时域信号在频域下的表示方式, 可以针对信号进行傅立叶变换而得, 所得的结果会是以分别以振幅及相位为纵轴, 频率为横轴的两张图, 不过有时也会省略相位的资讯, 只有不同频率下对应振幅的资料。有时也以“振幅频谱”表示振幅随频率变化的情形, “相位频谱”表示相位随频率变化的情形。简单地说, 频谱可以表示一个讯号是由哪些频率的弦波所组成, 也可以看出各频率弦波的大小及相位等资讯。

本文采用单片机为主控芯片, 结合外围电路, 组成频谱显示器, 通过采集音频口的模拟信号进过 AD 转换, 按 FFT (离散傅氏变换的快速算法) 计算求模、量化再由点阵驱动显示, 为了丰富显示的画面, 增加了柱体和浮点颜色的互换和柱体大小的改变。

2. 系统硬件构成

系统由硬件部分与软件部分两部分构成。其中硬件部分由单片机电路部分、键盘输入部分、晶振部分等组成, 主要元器件分别由 STC12C5A60S2 主控芯片、独立按键、电容、16*16LED 显示器、晶体振荡器、音频接口等构成。软件部分对应的由主程序、初始化程序、LED 显示程序、键盘扫描程序、按键功能程序和延时程序等组成, 都是基于 C 语言的程序设计。图 1 为系统整体设计原理框图。

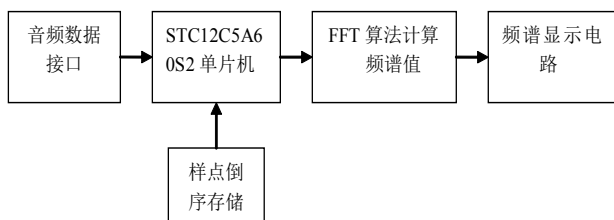


图1 系统整体设计原理图

2.1 单片机电路部分

STC12C5A60S2 是一个低电压, 高性能 CMOS8 位单片机, 通过用 keil 软件编写程序, 然后传输到单片机的存储器中, 然后让它对音频输入的信号进行处理并进行 FFT 算法计算, 将数据传输给驱动芯片。

2.2 键盘输入部分

由于本设计所用到的按键数量不多而选用独立按键式键盘。键盘的每个按键功能在程序设计中已经编写好, 其中 P2.1 控制颜色、P2.2 控制分频。独立式按键是指用 I/O 口线构成的单个按键电路, 每个独立式按键单独占有一根 I/O 口线, 每根 I/O 口线上按键的工作状态不会影响其他 I/O 口线的工作状态, 即一个按键对应着一个端口输入, 每一个按键都有一个按键电路来判断其是否按下。上拉电阻确保按键松开时, I/O 口线有确定的高电平。当 I/O 口线内部有上接电阻时, 外电路可以不配置上拉电阻, 可

以采用查询方式或中断方式读取按键。

2.3 晶振部分

STC12C5A60S2 引脚 XTAL1 和 XTAL2 与晶振、两根电容 C 及片内与非门 (作为反馈、放大元件) 构成了电容三点式振荡器, 振荡信号频率与晶振频率及电容 C1、C2 的容量有关, 但主要由晶振频率决定, 范围在 0 ~ 33MHz 之间, 电容 C1、C2 取值范围在 5 ~ 30pF 之间。根据实际情况, 本设计中采用 30MHz 作为系统的外部晶振, 提供时钟频率, 电容取值为 30pF。

3. 系统软件设计

3.1 采样频率

一个模拟信号, 经过 ADC 采样之后, 就变成了数字信号, 采样定理告诉我们, 采样频率要大于信号频率的两倍, 采样得到的数字信号, 就可以做 FFT 变换。N 点采样点, 经过 FFT 算法之后, 就可以得到 N 个点的 FFT 结果。为了方便进行 FFT 计算, 通常 N 取 2 的整数次方。

3.2 样本大小

采样频率确定后, 还需确定样本值, 即完成一次 FFT 运算所需要的采样点数。根据数字信号处理的基本原理, 假设采样频率为 F_s , 采样点数为 N, 则 FFT 运算后, 第 n 点所表示的频率为: $F_n = [(n-1) * F_s] / N$ ($1 \leq n \leq N$)。若 F_n 若要精确到 Hz, 则需采样长度为 $(1/F) s$ 的信号。

提高频率分辨率, 需增加采样点数, 但这在一些实际应用中是不现实的, 则采用有频率细分法, 即采样比较短时间的信号, 然后在后面补充一定数量的 0, 使其长度达到所需的点数, 再作 FFT 运算, 这在一定程度上能够提高频率分辨率。该系统是将音频信号频谱划分成 16 段显示, 由于 FFT 运算的最佳采样点是基于 2 的整数指数倍, 本节使用 128 个点, 即 2 的六次方。不但可以做 16 段显示还可以做 64 段显示。

4. 结论

本文采用单片机 STC12C5A60S2 结合外围的键盘输入、音频输入和显示等电路, 研制了一款可以显示音频的显示器。设计完全可行, 可以达到设计目地。使用单片机制作的音频显示器具有软硬件设计简单, 易于开发, 成本较低, 安全可靠, 操作方便等特点。

参考文献

- [1] 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, 4
 - [2] 张志伟. 基于单片机的音乐播放器的设计与实现 [J]. 电子制作, 2014, 5
 - [3] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术 [M]. 清华大学出版社. 2010.5
- 作者简介: 路士兵 (1978—), 男, 讲师, 硕士, 主要研究方向为嵌入式系统、信息安全。

(上接第 164 页) 手, 提升电力运行设备的可靠性和安全性, 树立良好的电力企业形象, 做好电力服务工作。

参考文献

- [1] 张秀丽, 苏丽. 浅谈变电运行中的状态检修技术 [J]. 黑龙江科技信息, 2012 (34)