

文章编号:1000-582X(2004)08-0040-03

液晶模块在动态图像显示中的应用*

罗乐^{1,2}, 杨浩¹, 彭拥军³

(1. 重庆大学电气工程学院, 重庆 400030; 2. 成都电子机械高等专科学校电气工程系, 四川成都 610031;
3. 渝西学院物理与电子信息工程系, 重庆 402168)

摘要:利用液晶显示模块代替系统机实现波形和数据的动态显示,并对波形进行“防抖动”处理。运用同步技术对采样数据进行归一化处理,将处理后数据转化为相对应的坐标,并运用直线插值法求出间隔点之间坐标;将所有坐标转化为存储单元地址,点亮存储单元地址上的点进行图形绘制;并将绘制的图形等间隔时间移动。绘制的图形连贯,动态特性良好,无抖动现象,静态参数和动态图像可以共存。通过实做的课题证明该方法算法简单,方便快捷,应用于实际工程中可以大大降低成本。

关键词:同步技术;动态显示;采样数据;插值;描点

中图分类号:TM930.9

文献标识码:A

在临床医学中,经常需要对人体的某些生理信号(如心电信号、脑电信号、脉搏信号)进行连续的观测和监视,这就需要对所采集的信号用图形方式显示出来,同时还要显示相关的参数,给人以直观的图像。随着医学研究的发展,各种监护仪也相继出现。目前普遍采用的方法是将所显示的数据上传给一个系统机,利用系统机来实现对各种参数和图形的动态显示,这种监护仪器结构复杂、制造成本高。随着科学技术的发展,液晶显示器越来越便宜且其性能良好,因此运用液晶模块代替系统机来实现波形和数据的显示,无疑是技术发展的趋势。在运用液晶模块的过程中,虽然目前很多液晶模块都具有图形控制器,但在对波形、界面的控制上以及如何消除图形的“抖动”,如何保证图形的连贯性和动态特性等问题上还具有很大的缺陷。笔者以液晶模块 MGLS240128T 为例说明解决这些问题的方法。

1 数据同步处理

MGLS240128T 内置 T6963C 控制器,具有文本和图形两种显示方式,可以管理 64K 的显示存储器, X-Y 像素为 240 × 128, 屏幕有效显示尺寸为 108 mm × 58 mm, 显示点的尺寸为 0.4 mm × 0.4 mm^[1]。它可以

很方便地显示静态界面和相关参数,但在图形的制作上,特别是在多通道波形实时显示上无疑具有相当难度。一般液晶单个像素的点亮时间为 450 ~ 500 μs, 而正常心电信号的描记速度是 25 mm/s^[2], 相当于 MGLS240128T 的 62 个像素/s, 这些像素完全点亮的时间大约为 30 ms, 而人的视觉暂留的时间为 62.5 ms 到 83.4 ms, 如果以 30 ms 为周期显示图形, 则人的视觉会感到抖动。为了显示一个使人感觉稳定的图形, 显示图形的刷新周期必须在人的视觉暂留时间范围内。若取图形显示周期为 62.5 ms, 则每秒钟图形刷新 16 次。为了论述上的方便, 我们称单位时间内显示图形的刷新次数为显示频率, 其单位用 Hz 表示。

现代监护仪器普遍采用了数字技术, 这就需要连续的生物学信号经 A/D 采样转化数字信号。采样频率决定了显示图形的数据量, 但是显示频率不能简单地取为采样频率, 这是因为采样频率取决于信号处理的要求, 而显示频率则取决于人的视觉感官和对信号的主观认识。如心电信号其最高频率分量达 200 Hz, 可以用 500 Hz 的采样频率对信号离散化, 按照常规心电图机的正常描记习惯, 每秒描记 25 mm 的

* 收稿日期:2004-04-11

基金项目:重庆大学高电压与电工新技术教育部重点实验室资助

作者简介:罗乐(1974-),男,重庆人,重庆大学硕士研究生,从事医疗电子仪器的开发研究。

心电信号,相当于 MGLS240128T 液晶显示器的 62 个像素,这就说,尽管每秒钟要采样 500 个心电数据,但实际每秒钟只能显示 62 个数据,这种情况下可以用以下介绍的两种方法实现数据显示。一种方法是将 500 个数据拟合成一个连续函数,然后等间隔地抽取 62 个数据显示,显然这种方法比较精确,但中央处理器资源消耗大;另一种方法是,根据数字信号的特点合理地选择恰当的采样频率和每秒显示的数据点数,如选采样频率为 512 Hz,每秒显示的数据点数取 64,这样在采集的数据中每间隔 8 个数据就抽取 1 个数据作为显示数据,就可实现显示与采样的同步,显然这种方法不如第一种方法精确,但其实现的速度大大快于第一种方法,比较适合于以单片机来作显示管理的系统^[3]。

2 显示地址的确定

笔者选用上面介绍的第二种方法实现数据的同步显示。在保证采样数据和显示数据同步时,将显示数据转化为液晶相应内存单元的数据。根据坐标位置关系点亮内存单元数据对应像素上的点,就可以将显示数据转化为图形。

2.1 数据归一化处理

在实际工程中,采样数据不一定与显示器的数据显范围所吻合。比如心电信号的采样,一般选用 10 或 12 位的 A/D 转换器,如用 10 位 A/D 转换器得到的采样数据的范围为 0 ~ 1 024。选择液晶模块 MGLS240128T,纵坐标的最大值为 128,即液晶显示器只能显示 7 位数据信号,这就需要将 10 位的采样数据调整到 7 位的显示数据,这个调整过程我们称之为数据的归一化。在心电监测系统中要求显示 3 路波形,因此需要将液晶显示器的显示区间分割成 3 块,这样每路心电实际显示范围为 0 ~ 41,这就可以确定出显示数据的归一化值应为 25。如果容许各路心电显示区间重叠,则显示数据范围可以适当地放大些,如可取 0 ~ 63,这样归一化值取为 16^[4]。为了避免程序运算的复杂性,归一化值尽量取为 2 的整次幂。归一化值为 2 的整次幂时,只要采用移位的方式就可以进行数据归一化处理。对于本文讨论的实例,只要将采样数据右移 4 位就可以实现归一化处理。

2.2 显示地址的确定

液晶内存单元的地址对应于显示屏上的一个 8 点列像素,一个水平 8 点列像素由一个字节表示。比如设图形显示区首地址为 AD,图形显示区宽度为 CR,n 为像点数,则图形显示单元与显示屏上像素组的对应关系如图 1 所示^[5]。

点	1	2	3	.....	n/8 像素组
行	1~8	9~16	17~25	.....	n-8~n 像素
1	AD	AD	AD	.....	AD+CR-1
2	AD+CR	AD+CR+1	AD+CR+2	.....	AD+2CR-1

图 1 图形显示单元与显示屏上显示像素的对应关系

显示数据必须转换为液晶显示控制器的显示存储单元的地址才能显示。根据显示单元与显示屏上像素的对应关系,设图形显示区首地址为 00H 单元,显示区宽度设置为 30,绘点的坐标为 (X, Y),用符号 “[·]” 表示整除运算,则该点所在的像素组为 $Y \times 30 + [\frac{X}{8}]$,对应的显示存储单元的地址为 $ADD = Y \times 30 + [\frac{X}{8}]$ 。在确定了具体的像素组后,通过求变量 $\Delta = X - [\frac{X}{8}] \times 8$ 的来确定 (X, Y) 落在该像素组内的哪个像素上,比如所求得的结果为 5,就表示 (X, Y) 对落在该像素组内的第 5 个像素上。

2.3 同一像素组内数据的处理

当确定了显示地址和像素组后,向内存单元写入相应的数据就点亮液晶屏上相应的点。当大量的图形数据正确写入后,液晶屏上就出现所需要的图形。当对同一像素组进行操作的时候,必须将新数据与当前的数据进行或逻辑运算,以保持先前点亮的点。比如在图 2 中先点亮第 1 像素(红色),所对应的内存数据为 $data_1$;再点亮第 2 像素(蓝色),所对应的内存数据为 $data_2$ 。为了保持第一像素不熄灭,在点亮第二像素时,必须将内存数据 $data_2$ 与 $data_1$ 进行或运算,得到的数据 $data$ 作为真正的内存数据,即 $data = data_1 + data_2$,这样就可以保证两个像素同时点亮。依此类推,当进行 8 次操作后,整个像素组内应该显示的像素都可以同时点亮。

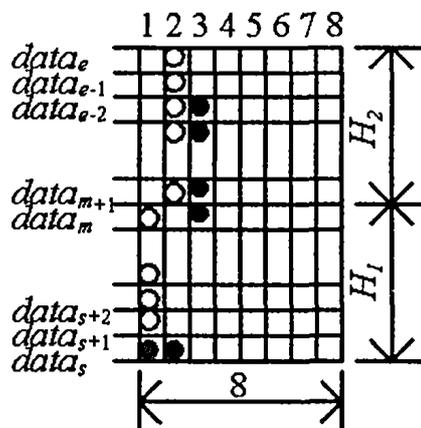


图 2 8 × (H₁ + H₂) 图形区

3 动态图形的绘制

采样数据经归一化后转化为显示数据,由于这些显示数据在液晶平面上可能不相邻,两点之间就会出现断线,为了使显示的信号波形连续,必须在两点之间进行插值,因此在液晶平面上绘制图形时,不仅要绘制出各已知数据对应像素上的点,而且这些像素之间的未知点也要绘制出,这就要求设计一种合理的算法将所有点全部绘制出来。只有点与点之间在 X 或 Y 方向没有间隔点时,绘制出的曲线才是完整的曲线^[6]。

设采样数据经归一化后的任意两点的坐标为 $(X_i, Y_i), (X_e, Y_e)$, 且 $X_i < X_e$ 。令 $Y = Y_i + Y_e$, 将 Y 右移一位得到的数据为 Y_m , 设 $H_1 = |Y_m - Y_i|, H_2 = |Y_e - Y_m|$ 。根据液晶图形宽度设置特性(2.2 内容所述), 建立最小的图形区 $8 \times (H_1 + H_2)$, 如图 2 所示。图中 H_1 和 H_2 分别表示第 1、第 2 列上应绘制的像素点数(阴影部分所示), $data_i \sim data_m, data_{m+1} \sim data_e$ 为显示内存单元的数据。根据同一像素组内数据的处理方法点亮相应的点, 即绘制出第 1、第 2 列上的阴影图形部分, 其中第 1 列上的图是以 (X_i, Y_i) 为起点, 以 (X_i, Y_m) 为终点; 第 2 列上的图是以 $(X_i, Y_m + 1)$ 为起点, 以 (X_e, Y_e) 为终点。同理可以绘制出第 3~8 列的图形。需要注意的是每次换列时, 需将上列的终点坐标作为这列的起点坐标, 新取进来的显示数据作为终点坐标。比如绘制第 3 列时, 应将第 2 列的终点坐标 (X_e, Y_e) 作为起点坐标 (X_i, Y_i) , 新取进的数据 (X_n, Y_n) 作为终点坐标 (X_e, Y_e) 。

为了使显示图形生动和符合人们的习惯, 同步显示的图形需实行滚动显示方式, 即要求心电图形随时间由屏幕的右边向左边行进(滚动)。在滚动的过程中, 由于新显示数据很少和以前的数据相同, 因此必须熄灭以前数据对应像素上的点, 同时点亮新显示数据对应像素上的点。这就要求在微处理器里建立一个存储片区, 保留有用数据。当显示图形从液晶屏左边溢出后, 保留的数据会被新数据自动覆盖。

采样频率决定显示的数据量。设采样频率为 512 Hz, 显示的数据点数为 64, 由于显示频率为 16 Hz, 则每次显示的数据点数应该为 4, 设显示 4 个点用一个单位时间。由于液晶水平像素为 240, 因此显示整屏波形的总共需要 60 个单位时间。当绘制第一屏图形时, 液晶上没有点亮的点, 可以直接将图形绘制在液晶上, 同时将所有数据依次保存在各存储单元。当绘

制好第一屏图后, 首先将数据前移 4 位, 同时补充 4 位新显示数据 $Y_1 \sim Y_4$, 如图 3 所示。由于新显示数据 $Y_1 \sim Y_4$ 极少与当前的 4 个对应显示数据 $X_{n-3} \sim X_n$ 相同, 因此必须熄灭 $X_{n-3} \sim X_n$ 上原来对应的点, 熄灭后应同时点亮 $Y_1 \sim Y_4$ 对应的点, 同理熄灭 $X_{n-7} \sim X_{n-4}$ 对应的点, 点亮 $X_{n-3} \sim X_n$ 对应的点, 如此重复进行下去, 当进行 60 次移动显示后整个屏上的波形都左移了 4 个像素^[7]。然后进行第二次移动数据, 按照同样的方式移动图形, 整个图形就可以在液晶屏上滚动起来。

移动2次	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	●●●	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8
移动1次	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	●●●	X_{n-1}	X_n	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
移动前					X_1	●●●	X_{n-5}	X_{n-4}	X_{n-3}	X_{n-2}	X_{n-1}	X_n
地 址	0000H	0001H	0002H	0003H	0004H	.....	00EBH	00ECH	00EDH	00EEH	00EFH	00F0H

图 3 移动 4 位数据示意图

4 结束语

虽然液晶的品种、型号很多, 但是在应用过程中, 其思路、方法大体相似。将数据进行相应的处理, 运用不同的描点规则绘制出图形, 再将图形进行移动就可以达到设计的目的。多年来, 作者在多参数监护仪的开发中, 运用液晶模块来显示多路心电图波形; 在遥测产品车的研究中, 运用液晶模块来显示测试的各种波形, 均达到了很好的效果。因此, 本方法是可行的, 既减少成本, 又增加方便性和快捷性, 具有一定的实用价值。

参考文献:

- [1] 刘永智. 液晶显示技术[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2000.
- [2] 魏太新. 临床心电图及图谱[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1992.
- [3] 何立民. MS-51 系列单片机应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1999.
- [4] 杨大地. 实用数值分析[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2002.
- [5] 李维提, 郭强. 液晶显示应用技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- [6] 朱心雄. 自由曲线曲面造型技术[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [7] TAN JIEQING, FANG YI. Newton-thiele's rational interpolants[J]. Numerical Algorithms, 2000, (24): 141-157.

Analysis of microstructure of as-cast ZK60 magnesium alloy

MA Yan-long, ZUO Ru-lin, TANG Ai-tao, ZHANG Jing, PAN Fu-sheng

(College of Material Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Microstructure of as-cast ZK60 magnesium alloy is studied. Optical microstructure analysis shows that the microstructure of as-cast ZK60 magnesium alloy does not distribute uniformly and there are lots of dendrite crystals as well. The differential scanning calorimeter (DSC) analysis indicates that the melting point temperature and separating out temperature of eutectic are 345 °C and 328.7 °C respectively at heating and cooling rates of 15 K/min and 10 K/min. Three alloy phases, α -Mg, MgZn and MgZn₂ are found in the x-ray diffraction (XRD) analysis. The transmission electron microscopy (TEM) observation shows that the eutectic is diversified in terms of type, component and distribution. The selected area diffraction pattern (SADP) proves that the components of the eutectic are mainly α -Mg and MgZn.

Key words: ZK60 magnesium alloy; microstructure of as-cast alloy; eutectic

(编辑 李胜春)

~~~~~  
(上接第 42 页)

## Application of liquid crystal display in the field of dynamic wave display

LUO Le<sup>1,2</sup>, YANG Hao<sup>1</sup>, PENG Yong-jun<sup>3</sup>

(1. College of Electrical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China;

2. Department of Electrical Engineering, Chengdu Electromechanical College, Chengdu 610031, China;

3. Department of Physics and Electronic Information Engineering,  
Western Chongqing University, Chongqing 402168, China)

**Abstract:** It is a very important task that using a liquid crystal display module to replace the computer monitor and realizing the dynamic display of wave and data without dithering. The paper describes the way to process sampling data using synchronous technology, to transform data and to find unknowable coordinate. The transforming of address and the drawing of wave and the scrolling of wave are introduced. The dots link up with each other and the wave has no dithering. The dynamic wave and static parameter can coexist. The engineering application shows that the method is effective and economical.

**Key words:** synchronous technology; dynamic display; sample data; point data; draw dot

(编辑 李胜春)