

基于电极刺激原理的盲文点显器的设计与实现

蒋小艳*, 胡作进

(南京特殊教育职业技术学院 文理学院, 南京 210038)

(* 通信作者电子邮箱 j_xjty@163.com)

摘 要: 基于电刺激, 利用盲人对电脉冲刺激的敏感性, 提出了一种盲文点字显示器电路设计方案, 并进行了电路实现。经计算机串口输出的盲文信号通过解码电路解码为多路 I/O 信号, I/O 信号控制脉冲发生器产生脉冲触发针灸电极, 盲人通过触摸电极有无刺激感觉来识别盲文。

关键词: 盲文; 点显器; 电极

中图分类号: TP399 **文献标志码:** A

Design and implementation of braille display based on electrode stimulation principle

JIANG Xiaoyan*, HU Zuojin

(College of Arts and Science, Nanjing Technical College of Special Education, Nanjing Jiangsu 210038, China)

Abstract: By the aid of the blindman's sensitivity to the electric pulse stimulation, this paper put forward a design scheme of braille display circuit and implemented it. Through the decoding circuit, the braille, which output from computer's host serial port, were decoded to multi-channel I/O signals. Then, these I/O signals controlled the pulse generator to drive acupuncture electrode. The blind man can touch them to identify the braille.

Key words: braille; braille display; electrode

0 引言

人类失去视觉后会丧失 70% 的信息接收渠道, 盲人是残疾人中最困难的群体之一。据 2003 年世界卫生组织统计数据, 显示全世界有盲人近 4 500 万人, 视力障碍患者达 1.35 亿人。目前中国的视力残疾者和有视力残疾的多重残疾者人数多达 1 691 万^[1]。这是一个数量庞大、特别需要帮助的群体。盲人是通过触觉、听觉、味觉、嗅觉来感知外界信息的, 而触觉是居于听觉以外最重要的通道^[2]。盲人使用的文字是盲文, 他们利用“触摸”来完成明眼人通过“看”所完成的工作。目前盲人阅读的书籍就是利用在厚牛皮纸上打出的凸点形成的盲文, 从而进行摸读^[3]。盲文又称点字, 国际通用的点字是由 6 个凸起的圆点(·)为基本结构组成的布莱尔盲文, 是专供盲人摸读、书写的文字符号^[4]。法国盲人路易·布莱尔创造的由 6 个点为基础结构的盲字, 在纸面上有的凸起, 有的不凸起, 形成 63 种变化, 即 63 个点符或字符。在每个符号左右各三个点, 从左边自上而下叫作 1、2、3 点, 从右边自上而下叫作 4、5、6 点, 统称为点位^[3]。这 6 个凸起的点安排在一个有 6 个位点的长方形里, 称为一方。中国盲文也采用了国际化的布莱尔盲文体系, 以拼音字母为基础, 拼写汉语普通话的盲文方案, 由三个方块分别代表声母、韵母和声调组成一个发音。GB/T 15720—1995 标准^[5]规定了中国盲文的盲符结构与参数、现行盲文方案、汉语双拼盲文方案、分词连写规则及书写格式等, 该标准适用于中国视力残疾人使用的触觉凸点文字。

在当今信息社会, 信息技术在人们的工作、学习和生活中得到了广泛应用。当前普遍使用的信息显示方法是将信息转换为文字、图形或图像在屏幕上显示出来。由于盲人丧失了视觉, 因此他们在信息化社会的生存和发展能力受到了制约。目前盲人在上网或者阅读电子书籍时, 最常用的方法是使用读屏软件。读

屏软件主要是通过语音提示及辅助操作方式帮助盲人实现信息无障碍使用。语音是盲人获取信息的重要手段, 但是对于盲人而言, 语音在一些场合有一定的局限性: 1) 语音是一次性的信息, 不易反复听取; 2) 接受语音信息是一种被动的过程, 就像许多人不喜欢“听书”而愿意“读书”^[3]; 3) 对于某些信息如图形、图像等, 读屏软件还不能识别。盲文点字显示器为此提供了一个很好的解决方案。

盲文点字显示器, 简称盲文点显器, 也常称作盲文显示器、盲文终端, 是一种专为盲人设计的能以盲文进行输出的电子机械式设备。盲文点显器可以省去纸介质, 将计算机中的文字信息转换为盲文, 让盲人通过触觉和计算机进行人机交互^[3]。目前国内常用的盲文点字显示器是基于盲文触点的平凸变化来设计的, 作者考虑到这种设计往往机械装置复杂且对材料形变强度要求较高, 导致成本较高, 利用盲人对电脉冲刺激的敏感性, 并广泛应用于中医中的电子针灸, 设计并实现了基于电极的盲文点显器, 并申请了专利。

1 电极式盲文点显器工作原理

针灸在中国的发展已经有几千年的历史, 它具有疏通经络、调和阴阳、扶正祛邪等作用。由于传统的针灸技术涉及到穴位识别、下针手法诸多专业医学知识, 只能被医生等少数人士掌握, 因此不易被大范围地推广到家庭使用^[6]。电子针灸则可以适时解决这一问题, 它继承了传统针灸的所有优点而抛弃了传统针灸的缺点。电子针灸就是通过一定的音频脉冲对穴位进行刺激, 从而达到针灸的目的。传统的针灸是一种机械刺激, 要刺破皮肤, 而电子针灸是一种电脉冲刺激, 不需刺破皮肤^[7]。

本文设计的电极式盲文点显器就是借用了电子针灸技

收稿日期: 2013-08-12; 修回日期: 2013-09-30。

作者简介: 蒋小艳(1981-), 女, 江苏涟水人, 讲师, 硕士, 主要研究方向: 信息处理; 胡作进(1965-), 男, 安徽铜陵人, 教授, 博士, 主要研究方向: 数据处理。

术, 采用电极表示盲文点位, 通过脉冲发生器在盲文点位所对应的电极上产生相应的电子脉冲, 盲人通过手指触摸电极是否有电刺激感觉来识别盲文。

电极的形状和质量直接决定了盲文点显器的使用效果, 是确保点显器质量的一个重要部件。设计盲文点显器选用对人无污染的导电橡胶及高分子导电材料制成的电极。高分子导电材料可以通过掺杂分子和控制加电方式、电刺激强度以及作用时间提供局域定向电刺激, 获得不同的表面特性。导电橡胶采用加压性导电橡胶, 是只有在加压时才出现导电性, 而且仅在加压部位显示导电性, 未加压部位仍保持绝缘性^[8]。

由于盲文点显器电极的电流要在人体内部形成回路, 这就要求在盲人手指上至少得接上两个电极^[9], 因此对现行的盲文进行了改变, 用 8 个电极单元构成一个方块, 其中电极 1、2、3、4、5、6 与盲符结构相对应用来显示一方盲文信息; 电极 7 作为公共电极, 用于与该方的其他电极构成回路; 电极 8 用于指示当前手指触摸读的位置。电极式盲文点字显示示意图如图 1 所示。GB/T 15720—1995 中国盲文标准规定了盲符的相关位置, 如图 2 所示, 点径是指盲符凸点底面圆的直径; 点距是指一方盲符内相邻两个点位上凸点底面圆心间的距离; 方距是指左右相邻两方盲符邻近两个点位上凸点底面圆心间的距离。行距是指上下相邻两行盲符邻近点位上凸点底面圆心间的距离。根据 GB/T 15720—1995 中国盲文标准, 设计盲文点显器电极的点径为 1.5 mm, 点距为 2.5 mm, 方距为 3.8 mm, 行距为 5 mm。

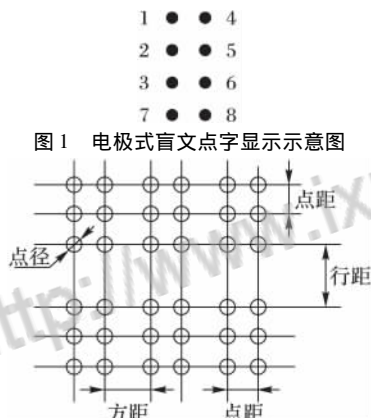


图 2 盲符的相关位置

2 电极式盲文点显器电路设计

根据上述电极式盲文点显器的工作原理, 设计电极式盲文点显器电路包括盲文信息显示控制和终端显示两个模块, 其原理如图 3 所示。

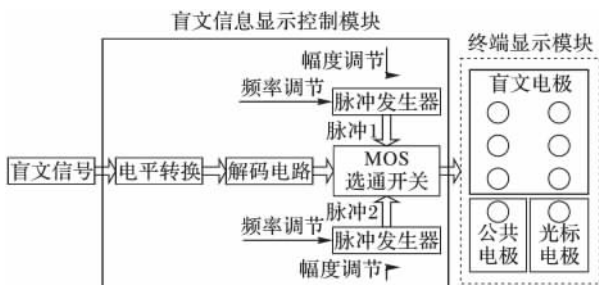


图 3 电极式盲文点显器电路原理

2.1 盲文信息显示控制模块

盲文信息显示控制模块负责接收来自计算机通过串口输出的盲文并生成与之相对应的脉冲信号。本模块包括电平转换、解码电路、脉冲发生器和 MOS 选通开关四个部分。

1) 计算机串口输出用正负电压来表示逻辑状态: $-3 \sim -15 \text{ V}$ 表示逻辑 1, $+3 \sim +15 \text{ V}$ 表示逻辑 0, 而解码电路板的串口通信是单极性电压表示。为了实现解码电路与计算机之间的通信, 采用电平转换电路实现计算机与解码电路板串口信号电平的转换。

2) 解码电路负责接收来自计算机的盲文信息并解码成 I/O 信号。I/O 信号的高低电平分别表示盲文的凸点和平点。本设计中, 由 MCU 控制 I/O 扩展芯片产生各自独立的 I/O 信号去控制每个电极的脉冲信号的通断, 当某个电极有脉冲信号触发时, 盲人的手指触摸该电极会感觉到刺激感, 识别为盲符中的凸点; 否则识别为平点。

3) MOS 选通开关是在解码电路 I/O 信号的控制下实现对脉冲信号到达触发终端显示电极通断的控制。

4) 脉冲发生器产生两个不同的脉冲信号, 表示 6 个盲文信息和光标信息的电极是如图 2 中的脉冲 1, 表示公共电极是脉冲 2。通过调节相关参数可以改变输出脉冲的宽度和频率以及幅度, 一方面产生两个不同频率和宽度的脉冲以满足基本功能的需要, 另一方面, 通过改变输出脉冲的宽度和频率满足不同体质的用户对不同电脉冲刺激强度的需要。

2.2 终端显示模块

终端显示模块是一个盲文电极点阵。将 8 个针灸电极构成一个电极单元, 每个电极单元对应一方盲文字符, 因此, 包含多个电极单元就构成了盲文电极点阵。用针灸电极是否有脉冲触发生成刺激感觉来分别表示盲文触点的凸点和平点, 其中 6 个电极用于显示盲文信息, 另外 2 个电极分别表示光标位置和公共电极。

2.3 工作过程

电极式盲文点显器主要工作过程是: 盲文信号由计算机串口输出, 通过电平转换电路输入至解码电路。在解码电路中, 微控制单元 (Micro Control Unit, MCU) 根据串口输入的盲文信号, 通过 I2C 总线设置 I/O 扩展芯片的 I/O 引脚。这些 I/O 引脚信号直接控制了 MOS 选通开关的通断, 从而实现对每个触发电极的脉冲信号的通断控制。最终, 盲人手指直接触摸这些电极, 感受到触点的“凸”和“平”, 从而获得盲文信息。

3 电路实现

按照上述电路设计方案, 对 24 方电极式盲文点显器进行了电路实现。将 24 个电极单元排成一行同步显示计算机输出的盲文信号。

3.1 电平转换电路

本系统采用 MAX3232CSE 芯片将计算机 RS232 串口输出电平转换成 $0 \sim +5 \text{ V}$ 电平, 电路如图 4 所示。MAX3232CSE 配备专有的低漏失电压发射器输出状态, 通过双电荷泵, 在 $3.0 \sim 5.5 \text{ V}$ 供电电压下, 表现出真正的 RS-232 协议器件性能。MAX3232 在保持 RS-232 协议输出电平的前提下, 可确保 120 kb/s 的数据传输速率。MAX3232 具有 2 路接收器和 2 路驱动器, 其中, 10 号、12 号引脚是与单片机相连, 7 号、13 号引脚与 PC 串口相连。在 $C1+$ 、 $C1-$ 之间, $C2+$ 、 $C2-$ 之间, VCC 端与电源之间, $V-$ 端与地之间分别接 $0.1 \mu\text{F}$ 电容从而产生电荷泵。MAX3232 只要输入电压 (VCC) 在 3.0 V 至 5.5 V 范围以内, 即可提供 $+5.5 \text{ V}$ (倍压电荷泵) 和 -5.5 V (反相电荷泵) 输出电压。电荷泵工作在非连续模式, 一旦输出电压低于 5.5 V 将开启电荷泵; 输出电压超过 5.5 V 时,

3.3 脉冲发生器

设计脉冲发生器以 555 时基电路为基础,配以相应的外围电路产生连续脉冲振荡电路。555 时基电路内部含有分压器、比较器、基本 R-S 触发器、场效应管以及缓冲器等,电路比较复杂,它是模拟电路和数字电路的混合体。目前 555 时基电路的芯片种类很多,分为双极型和 CMOS 型两种。本系统选用芯片 LM555CM 与其外围电路组成的占空比可调的连续脉冲振荡电路,如图 7 所示。LM555CM 属于双极型,可调整占空比,输出电压与 TTL 电平兼容。其优点是输出功率大,负载能力强,使用灵活,适用范围宽,输出电流可达 200 mA^[13]。

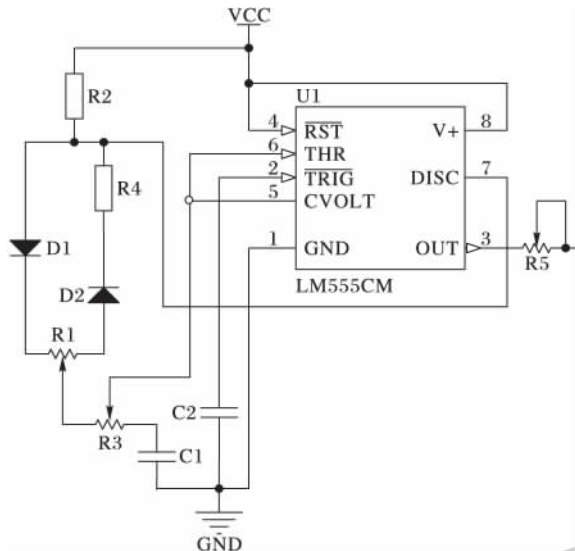


图 7 脉冲发生器原理

在图 7 中, D1、D2 用来决定电容充、放电电流流经电阻的途径(充电时 D1 导通, D2 截止; 放电时 D2 导通, D1 截止)^[14]。在图中, 充电回路是电源→R2→D1→R1 的左半部分→R3→C1→地, 放电回路是 C1→R3→R1 的右半部分→R4。

设电容 C_1 充放电时间分别为 T_1 、 T_2 , 有:

$$\begin{cases} T_1 = \ln 2(R_2 + R_{1左} + R_3) C_1 \\ T_2 = \ln 2(R_4 + R_{1右} + R_3) C_1 \end{cases} \quad (1)$$

振荡周期 T 为:

$$\begin{aligned} T &= T_1 + T_2 = \\ &= \ln 2(R_1 + R_2 + 2R_3 + R_4) C_1 \approx \\ &= 0.7(R_1 + R_2 + 2R_3 + R_4) C_1 \end{aligned} \quad (2)$$

占空比 q 为:

$$q = T_1/T = \frac{R_2 + R_{1左} + R_3}{R_1 + R_2 + 2R_3 + R_4} \quad (3)$$

设定 R_2 、 R_4 的值后, 调节电位器 R_1 的大小, 仅改变占空比, 对频率无影响。当 $R_2 = R_4$, R_1 调至中心点, 因充放电时间基本相等, 占空比约为 50%, 此时调节 R_3 仅改变频率, 占空比不变。如果调节 R_1 偏离中心点, 再调节 R_3 , 不仅振荡频率改变, 对占空比也有影响。因此, 当接通电源后, 应首先调节 R_3 得到合适的频率, 再调节 R_1 以获得需要的占空比。

本电路设计两种不同频率的脉冲, 分别作用于盲文、光标电极和公共电极。盲人将手指放在盲文电极和公共电极上, 便可感觉到脉冲刺激感觉。脉冲发生器的 3 号引脚是输出端, 3 号引脚接上电位器 R_5 后与 MOS 选通开关连接, 调节 R_5

的值可改变脉冲的幅度, 从而减少或增加刺激强度以满足不同用户对电极刺激程度的需求。

3.4 MOS 选通开关

脉冲信号是否触发终端显示电极, 由 I/O 信号控制 MOS 选通开关来实现。本电路设计中, MOS 选通开关采用 NMOS 场效应管。由于 NMOS 管是电压控制元件, 所以主要由 NMOS 管的栅源电压决定其工作状态。NMOS 管的漏极接脉冲发生器的输出, 栅极接 I/O 输出信号, 源极与终端显示电极连接。当 I/O 为高电平时, MOS 开关的栅源电压大于开启电压, MOS 开关导通, 脉冲即可触发相应点字; 当 I/O 为低电平时, MOS 开关的栅源电压小于开启电压, 此时 MOS 开关截止, 盲文点显器终端相应的点字电极无脉冲触发。

4 结语

本文提出了一种基于电极式的盲文点字显示器的工作原理, 采取 8 个电极为一方, 利用盲人手指摸读的便利性、敏感性来识别相应的盲文。本文参考我国盲文规范进行电极的大小和位置设计, 还描述了电极式点显系统的电路设计方法, 并以 24 方电极式盲文点显器为例进行了电路实现。该设计方法制造成本低、转换效率高, 盲文显示过程具有较好的稳定性, 便于大屏幕盲文显示的实现。在实际应用中, 只需扩展 I/O 端口以及相对应的 MOS 选通开关就可以实现更多方的盲文点字。

参考文献:

- [1] 梁晓龙, 郝鑫岐. 数字技术: 打开盲人阅读的视野[EB/OL]. [2013-05-10]. <http://data.chinaxweb.com/epaper2012/epaper/d5290/d6b/201205/21817.html>.
- [2] 邓卫斌, 周莉莉. 触觉设计在盲人产品开发中的应用[J]. 湖北工业大学学报, 2009(6): 90-91.
- [3] 赵宇, 茅于杭. 盲人人机交互系统的特点和现状[J]. 计算机应用, 2005, 25(10): 2224-2225.
- [4] 滕伟民, 李伟洪. 中国盲文[M]. 北京: 华夏出版社, 2005.
- [5] 中国残疾人联合会. GB/T 15720—1995 中国盲文[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.
- [6] 胡杰. 便携式数字电子针灸仪的研制[J]. 重庆科技学院学报: 自然科学版, 2011, 13(4): 139-141.
- [7] 郑明德. 人体凸出部位全息论与电子针灸[J]. 前沿科学, 2008(1): 48-55.
- [8] 田乃林. 导电高分子材料的研究与应用现状[J]. 承德石油高等专科学校学报, 2003, 5(3): 19-22.
- [9] 刘堂义, 杨华元, 蒯乐, 等. 单穴电针仪的研制及其意义[J]. 辽宁中医杂志, 2010, 37(2): 241-243.
- [10] MAXIM. MAX3232CSE datasheet[EB/OL]. [2013-05-18]. <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX3222-MAX3241.pdf>
- [11] ATMEL. Atmega16 datasheet[EB/OL]. [2013-05-18]. http://www.waveshare.net/datasheet/ATMEL_PDF/ATmega16.PDF.
- [12] TI. TCA6424 datasheet[EB/OL]. [2013-05-18]. <http://pdf1.all-datasheet.com/datasheet-pdf/view/230877/TI/TCA6424.html>.
- [13] National Semiconductor. LM555 datasheet[EB/OL]. [2013-05-18]. <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/53587/FAIRCHILD/LM555.html>.
- [14] 刘志朋, 殷涛, 关晓光. 中医针灸仪电针治疗电路的设计[J]. 中国医疗器械杂志, 2002, 26(3): 185-186.



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
