A-PDF Split DEMO : Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

基于 ARM 的手套机控制器设计*

郭得权,袁嫣红*,张建义
(浙江理工大学 教育部现代纺织装备技术工程研发中心,浙江 杭州 310018)

摘要:为了解决电脑手套机滚筒选针带来的弊端,并且实现手套机提花的功能,在分析了其总体架构和选针工艺原理的基础上,设计了基于 32 位 ARM 的嵌入式手套机控制系统。并对其中的界面显示模块、花样存储调用模块以及选针驱动模块做了重点介绍。实验结果表明,该控制系统能够满足手套机新型选针机构的实现,也能满足手套机对数据传输的快速性和可靠性的要求。

关键词:手套机;ARM 处理器;控制系统
中图分类号: TH39;TP273;TS183.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-4551(2012)01-0074-05

Cntrol system of glove knitting machine based on embedded ARM

GUO De-quan, YUAN Yan-hong, ZHANG Jian-yi
(Modern Textile Equipment and Technology Engineering Research Center of Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to solve the problem of needle selection using cylinder on glove knitting machine and to achieve the jacquard functions, the needle selected principle of the glove knitting machine was discussed and the overall framework and a 32 bit ARM microprocessor was presented as embedded control system of the machine. The part of interface displaying and the pattern memory called module, also the part of the needle selection driving were expounded. The results show that the control system can adapt the needle selected section smoothly, which also can satisfy the real-time response, reliability on the data transmission.

Key words: glove knitting machines; ARM processor; control system

0 引 言

随着机械电子和计算机行业的发展,手套机逐渐由机械控制向全自动电脑型转变,其功能和性能也在不断增加和完善。针织成形手套可以在横机、双反面机以及圆型纬编机、双针床经编机等多种针织机上编织。但是大多数的针织手套,尤其是分指手套,都是由横机编织生产的[1-3]。电脑横机主要包括:①生产成形衣片的电脑提花横机;②生产附件(主要是衣领)的电脑衣领机;③电脑提花手套机[4]。而第一种横机的价格远高于普通电脑手套机的价格,而且调试和维修也比较困难,因而国内外普遍采用电脑手套机作为生产手套的主要工具。

目前,欧美、日本、台湾等国家和地区均生产研发手套机,如意大利的罗纳迪(Lonati)、日本的岛精(Shima Seiki)、德国的斯托尔(Stoll)和台湾的三蕃(SANCH)等[5];国内主要生产企业有绍兴强生精机制造有限公司、绍兴金昊机械制造有限公司、浙江海森纺织机械有限公司等。纵观这几家国内外具有代表性的手套机生产企业,在选针系统的研究上还处于同样的水平,只有岛精等少数几家公司开展了基于横机技术的自动电子选针系统设计,但由于成本高昂,至今还没有被市场认可[6]。

针对市场对电子选针的要求,本研究研制一种与电脑横机选针方式完全不同的手套机电子选针系统。

收稿日期:2011-08-02
基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(Z1110750);浙江省科技厅计划资助项目(2011R09018-06)
作者简介:郭得权(1983-),男,山东莘县人,主要从事嵌入式控制系统方面的研究. E-mail:gdq2325@163.com
通信联系人:袁嫣红,女,教授,硕士生导师. E-mail: yyh@zstu.edu.cn

该系统利用电磁选针和推力放大机构在代替滚筒的选针功能的同时,增加了选针的灵活性,实现了手套机选针。编织各种手套时,只需在人机界面上或者远程上位机的 CAD 层面上或者利用 U 盘更换各种花型图案,即可实现手套样式的更换,减轻了工人的劳动强度,同时使得手套机提花功能得以实现。该项目完成的选针系统将可以直接用于现有机械式选针手套机机型的改造。由于成本增加不多,售价远远低于国外相同性能的机器。该研究将填补国内手套机电子选针系统研究的空白。

由于目前的手套机工作过程中很大部分的控制是由机械实现的,对控制器的要求不高,普遍采用 8 位或者 16 位单片机作为其主控制器,然而随着电子选针出现,手套机功能日趋复杂,简单的控制器已经难以满足全自动电脑提花手套机的要求。目前,包括电脑手套机在内的自动针织机械的核心控制系统生产商主要集中在欧洲、日本和台湾,国内的手套机生产厂商大多数引进国外的控制器。为了赶超这些发达国家和地区的手套机控制器的发展并节省成本,本研究设计基于 32 位 ARM 微处理器的手套机控制系统。低成本、低功率的 32 位 ARM 控制器不仅拥有较高的性能和丰富的 I/O 口,而且比 8/16 位的单片机的集成度更高,稳定性也更好;加上本研究讨论的手套机需要用到 UART、SPI、USB 等接口,需要较多的通用 I/O 口,因此这里选择拥有丰富功能接口的 ARM 单片机作为该手套机的控制中枢。

1　手套的编织过程与工艺

手套编织过程中,分指手套的各指是分别编织的,手套编织各部分示意图如图 1 所示。五指手套各部分编织顺序为:小拇指、无名指、中指、食指、四指对下手掌部位、大拇指、五指对下手掌部位、罗纹部分、热熔纱编织,最后也可以进行自动封口[7]。在手套交叉处,前后拇指有几枚针的线圈交迭,可以避免手指在交叉处出现漏洞;利用密度调节机构,在编织指尖线圈密度时调节稍紧,改善手指张力;调节添纱衬纬纱线的数量,能够控制罗口弹性;在最后编织横列中衬入热熔纱实现收口。由于该选针机构能够随意选择织针,还能实现提花的功能。

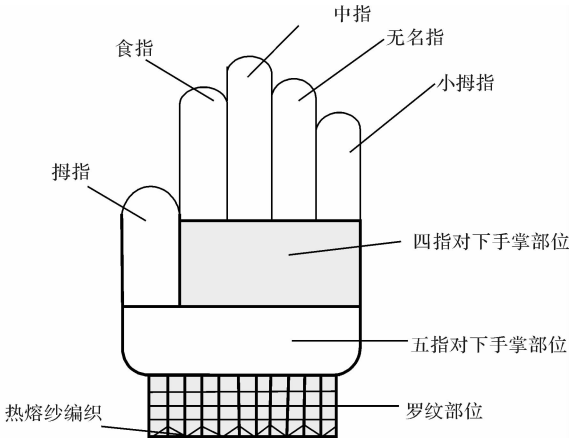

图 1　手套编织各部分示意图

全自动电脑手套机主要是通过金属挡光板上的上下霍尔传感器检测转盘上永久磁铁的 N/S 极是否到来为基准,当磁铁的 N 极到来时,下传感器无信号,上传感器返回高电平,离去时,上传感器返回低电平;当磁铁的 S 极到来时,上传感器无信号,下传感器返回高电平,离去时,下传感器返回低电平。将检测到的信号转换为机头往复运动的信号,从而控制各个电磁铁的动作,完成手套的编织。通过 TLA5000B 逻辑分析仪测得的,编织手套时在上下霍尔传感信号作用下各电磁铁输入信号的波形图如图 2 所示。

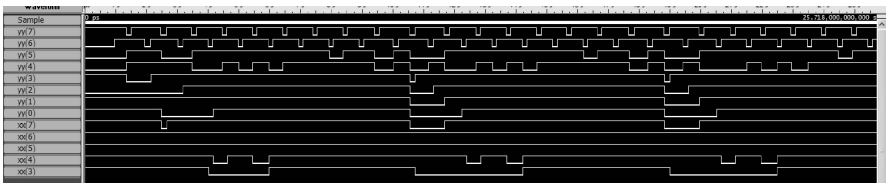

图 2　手套编织过程中电磁铁部分波形图

由图 2 可看出,首先刹车电磁铁(YY(2))在编织小拇指之前是吸住的,控制机头移动的长滑块被固定,然后小凸轮轴电磁铁(YY(0))吸住,在转轴的作用下带动小凸轮转动,进而控制钩针和剪刀固定纱线。最后在选针电磁铁动作下,控制选针模块移动实现选针;开始编织小拇指的指尖部分,同时在编织小拇指的过程中主控鼓电磁铁(YY(5))动作,使得主控鼓转动,顶起对应的传动脚,从而控制机头中各三角的动作,使

得织针沿着机头三角的轨迹运动,进而做成圈运动。在小拇指即将编织完成时,大凸轮轴电磁铁(YY(3))动作,带动五档定位轴的移动,从而控制机头移动到无名指的位置,进行无名指的编织。

2　手套机控制系统总体介绍

现有的手套机一般由机械装置(基础设备)、电器装置和控制装置等 3 个部分组成。控制装置主要包括电路板、液晶显示器和键盘等[8]。为了实现手套机的自动化编织,手套机采用了 11 个直流推拉式电磁铁,来控制各种执行元件的动作,如大滚筒原点电磁铁、选针电磁铁、橡筋选择电磁铁等。由于采用了电子选针,本研究的手套机还需要 92 路电磁铁实现选针功能。同时采用了两个光电传感器和 7 个微动开关用于检测手套编织过程中的机械各部位的位置和状态信息,具体包括断纱检测、手柄位置状态、离合器位置、手套落下脉冲、支点移动、电磁铁装配板原点位置等输入信号。手套机可以根据这些信息来实现手套的自动编织或中止编织。手套机控制系统硬件设计框图如图 3 所示。

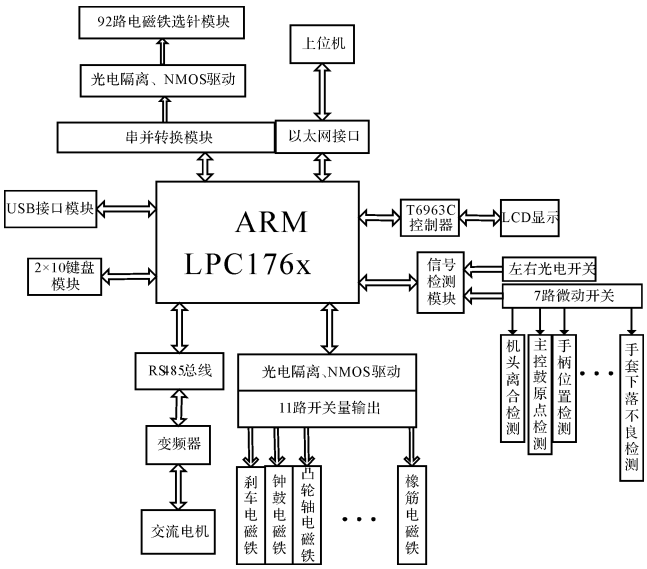

图 3　手套机控制系统硬件设计框图

按照手套编织工艺要求,控制器输出 11 路电磁铁动作信号,通过电磁铁驱动模块,驱动电磁铁配合凸轮、连杆、机头等机械机构的动作,实现全自动提花手套机的运转。为了保证手套口有足够的弹性,本研究在编织手套口时要添加橡筋线,此时就需要橡筋线电磁铁吸合,让机头带动橡筋纱嘴移动,当橡筋线添加完成之后,橡筋剪刀电磁铁动作,推动橡筋剪刀上移,将橡筋线剪断,从而自动完成橡筋线的添加工作。

信号检测模块能够实时接收手套机运转的位置和状态信息。如机头离合微动开关,能够检测到机头是否在连杆的的作用下左右移动;当纱线断掉时,断纱微动开关能够检测到这一故障信号,从而报警出错,故障指示灯闪烁。花样存储模块能够获取 U 盘上的 FAT 格式的花型数据来更改手套的样式。该手套机采用的是 0.36 kW 交流异步电机进行传动,采用变频器控制交流电机的转速。由于机头往复运动时,电机频繁地正、反转动,这里需要采用直接转矩控制变频器。

3　控制系统的模块化设计与功能分析

控制系统以机头的左右移动为基准,通过接收各种微动开关输入信号,同时控制多个电磁铁协调动作来完成手套的编织[9]。10 ×2 键盘操作能够实现手套各部位长度、编织速度、复位等参数的设定和更换手套的花型;基于 T6963C 控制器的 HG2401281 液晶显示模块能够显示其他故障信号、手套编织参数及编织进度。

3.1　液晶显示模块

液晶模块的引入使得手套机的使用变得越来越人性化,本研究的手套机采用了基于 T6963C 液晶控制器的 HG2401281 模块作为手套机编织进度和运行状态的显示窗口,同时还能够实时模拟手套的动态编织过程。HG2401281 模块已经实现了 T6963C 与行、列驱动器及显示缓冲区 RAM 的接口。显示屏上有 30 720(240 × 128 = 30 720)个点,按 240 列和 128 行排成点阵,每个点的显示用一位二进制来控制,当这位信息为“1”时,显示屏上对应的点就显示,否则不显示。因此这个显示屏的显示缓冲区的大小至少为 3.8 KB(30 720/8 = 3 840)的空间。由于每个存储单元存放一行 8 点列(8 ×1)的信息,如想显示字符、汉字或者图形,只需将它们的点阵状态信息写入相应的显示缓冲区即可。该液晶显示模块的硬件结构框图如图 4 所示。

为了匹配 LPC176x 和 HG2401281 模块的电压以及信号线的数据流向,本研究采用了 2 个 SN74LVC425 控制器件。SN74LVC425 是 3.3 V ~ 5 V 的双向数据传输控制器件,有 3 种输出状态。根据该器件的使能信号控制命令或者数据是否输入液晶模块,防止给液晶显示模块造成信号干扰,同时根据方向信号决定数据是由控制器传输到液晶模块,还是向相

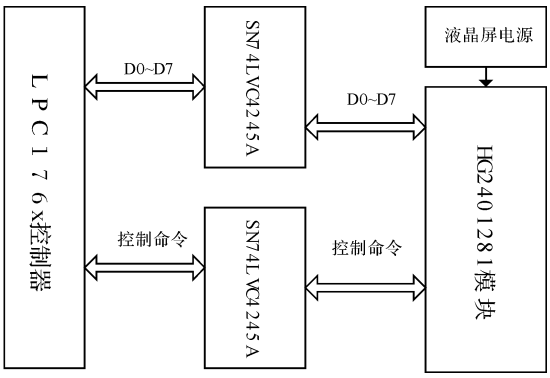

图 4　液晶显示模块硬件框图

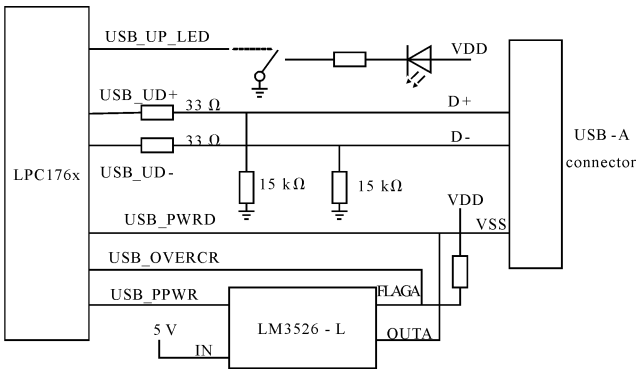

图 5　基于 LPC176X 的 USB 接口电路示意图

反方向传输。由于液晶模块对电压的要求较高,这里采用了 SSP9435 作为液晶屏的稳压控制器件。SSP9435 是一种高度集成的 P 沟道增强型 MOS 管,能够承受较大的直流电,易于实现电压的快速切换而不至于导致对器件的过大电流冲击。

该系统采用 240 × 128 点阵型 LCD 实时显示手套机的编织进度和编织状态,将显示区域划分为两个区域。左边的区域用于显示所编织手套的图案和编织进度情况,具有图形模拟功能;右边的区域显示要设置的手套机的参数信息。

3.2　花样存储调用模块

为了适应手套样式多样化的需求,本研究采用了组织手套花型的花型打版软件,该软件在基于 Windows 操作系统的 PC 上使用,将 PC 上制作的花型文件通过 U 盘存储到手套机控制板上的 Flash 中,以便织造时可以随时更换手套的花样。这里的 Flash 芯片采用的是意法半导体公司的容量为 16 Mbit 的 M25PE16,兼容 SPI 总线,能够满足手套更换花样的实时性要求,为手套机选针技术提供了新的技术和方法。由于 LPC176x[10] 自带 USB 收发器,本研究在 USB 读写接口中将 USB 端口作为主机进行连接。该 USB 接口支持设备的热插拔,能够对 FAT16 格式花型文件进行读、复制、删除等操作。其连接的电路示意图如图 5 所示。

3.3　选针驱动模块

由于本研究设计的电磁铁选针模块可实现在线编程,随时更换需要编织手套的样式,也不用专业人员更换选针筒上的滚筒销,方便易用;并且改进的选针机构实现了提花的功能,使得手套机的电子自动化水平进一步提高。

选针模块处于控制系统的末端,在手套编织过程中控制选针电磁铁的动作,使得电磁铁在经过选针位时控制选针片处于选针或非选针状态。本研究采用改进型电磁铁选针模块,替代了旧有的滚筒式选针机械机构,在原来装有滚筒的位置,更换上了电磁铁装配板,在这些装配板上间隔排布着安装孔。每个安装孔装有对应着相应织针的电磁铁。电磁铁与摆杆相连。通过电磁铁的分时吸合带动摆杆,进而可顶起对应的织针,使针锤露出针槽,在三角作用下进行编织运动;而未被顶起的织针,针锤没入针槽,不参加编织。本研究采用电磁铁式选针方式,选针变换不受机械针鼓的横槽数量的限制,可以实现各类复杂手套的编制工艺,提高了选针速度,从而提高了生产效率。

选针驱动程序流程图如图 6 所示。

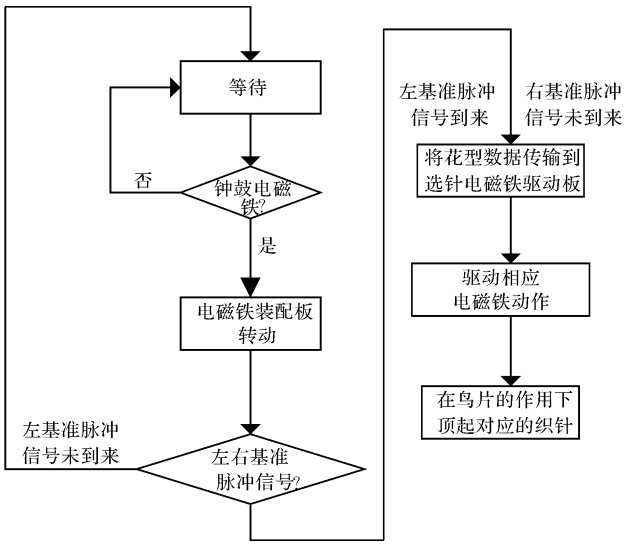

图 6　选针驱动模块程序流程图

因此,简单来说选针控制模块实际上是控制与手套机针数相对应的电磁铁的分时吸合来完成手套机的选针控制,只需通过微控制器来完成花型数据分析后,将数据经过差分数据线输出到选针驱动板,再将串行数据转换为并行数据实现对各个选针电磁铁的动作控

制。由于选针电磁铁的电阻只有 24 Ω,当采用 12 V 电压源时,电磁铁上的输出电流大约为 0.5 A 左右,该手套机上共需要前后两侧共 92 个选针电磁铁,而每侧的电磁铁数为 46 个,故该选针电磁铁驱动板需要输出的电流比较大,这里每路电磁铁需要一个 NMOS 管进行驱动;由于主控制器和选针驱动的电压不匹配,并且为了防止共地干扰,这里采用了光电隔离模块。

由于选针模块是针织机的关键部件,对电磁铁的要求较高。作用在铁磁物体上的电磁吸力,其大小与磁力线穿过磁极的总面积及气隙中磁感应强度的平方成正比,与空气导磁系数成反比,当气隙较大时还要加入修正系数。由于磁极表面的面积由选针的间距决定,当加在电磁铁安匝数越大时,电磁铁的吸力也越大,并且衔铁的行程和重量也影响电磁铁的吸力大小。电磁铁的种类有螺管式、盘式、拍合式、Π 形等,由于螺管式电磁铁的行程最长,吸力也最大,综合考虑以上因素及安装,本研究选用了直流螺管式电磁铁来达到选针的功能。

4 结束语

基于 ARM 的全自动电脑提花手套机是新一代的手套机,不仅实现了手套机的全部功能,简化了手套机控制系统的结构,而且有效解决了手套机高效性和稳定性的问题。同时由于该手套机采用了电磁选针技术,有效解决了滚筒选针带来的弊端,能够在线更换编织手套的花型样式,而且实现了提花的功能,使全自动电脑手套机的自动化水平进一步提高。

参考文献(References):

[1] 夏风林,陈展云. 针织机械的发展动向[J]. 纺织导报, 2005 (8): 81-82.

[2] 陈国芬. 针织产品与设计[M]. 上海:东华大学出版社, 2010.

[3] LAGA M B, PENCIUC M, DAN D. knitted gloves as accessories[J]. **Knitting International**,2010,38(8):47-50.

[4] 宋广礼. 中国国际纺织机械展览会暨 ITMA 亚洲展览会(ITMAASIA + CITME 2008)针织机械述评[J]. 针织工业,2005(9):10-16.

[5] 詹建潮,王庆九,陈宗农,等. 面向网络的全自动手套机控制系统研制[J]. 纺织学报, 2004,25(4):110-112.

[6] HUNTER B. Glove knitting machine technology [J]. **Knitting International**,2004,111(1320): 22-23.

[7] TAKUYA M. Gloves and Method of Knitting the Same: US6981392B2[P]. 2006 - 01 - 03.

[8] 朱 昊,汪木兰,左键民,等. 电脑全自动手套机控制系统设计[J]. 机电产品开发与创新,2006(9):31.

[9] 张宇,韩强,宋玉顺. 基于 ARM 和 DSP 的嵌入式手套机控制系统[J]. 针织工业, 2009,3 (3): 16-19.

[10] NXP. LPC17XX data sheet[M]. Eindhoven:NXP,2009.

[编辑:张 翔]

(上接第 69 页)

参考文献(References):

[1] FOX L G. Electrodynamic shaker fundamentals[J]. **Sound and Vibration**,1997,31(4):14-20.

[2] VAES D, SMOLDERS K, SWEVERS J, et al. Multivariable Control for Reference Tracking on Half Car Test rig [C]//Proceedings of the 44th IEEE Conference on Ldecision and control, Seville, Spain: [s. n.], 2005: 6498-6503.

[3] 韩意斌,俞浙青,阮 健. 新型高频电液激振器[J]. 液压与气动, 2007(6):67-69.

[4] 苏奎峰, 吕 强, 常天庆,等. DSP 原理及 C 程序开发[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.

[5] 杜志强,黄桂琴,艾 武,等. 基于 DSP 的直线直流电机数字控制器设计[J]. 计算机工程与应用,2008, 44(27):98-101.

[6] 阮 健. 电液(气)直接数字控制技术[M]. 杭州:浙江大学出版社,1999.

[7] 骆涵秀,李世伦,朱 捷,等. 机电控制[M]. 杭州:浙江大学出版社,1994.

[8] 马国伟,孙汉旭,贾庆轩,等. 无刷直流电动机的 DSP 控制器设计与实现[J]. 北京邮电大学学报,2005,28(3): 96-99.

[9] MASKREY R H, THAYER W J. A brief history of electro hydraulic servomech- anism [J]. **ASME Journal of Dynamic Systems Measurement and Control**, 1978,100(2) 110-116.

[10] RUAN Jian, BUTON R, UKRAINETZ P. An investigation into the characteristic of a two dimensional "2D" flow control valve [J]. **ASME, Journal of Dynamic Systems Measurement and Control**,2002,124(1):214-220.

[编辑:张 翔]