·康复工程·

一种远程康复信息采集控制系统的设计*

任郁苗[1]

摘要

目的:研制一种基于PIC16F877单片机的远程康复信息采集控制系统。

方法:将自动控制技术、电子和计算机技术相结合,通过控制小车、云台、摄像机的运动,使其能够到达合适的方位,以便远方康复专家不受时空限制、实时地观察患者的身体状况,进行远程诊断和评估。

结果:实现了远程康复信息采集控制系统的设计,能够控制承载信息采集系统的智能小车、带动摄像机的云台和摄像机移动到适当的位置,进行视频或图像信息的采集。

结论:该控制系统基本达到了设计要求,能够远程实时地进行三维视觉信息的采集,供诊断和辅助产品设计使用。

关键词 远程康复; 单片机控制系统; 视觉信息采集; 智能

中图分类号:R496 **文献标识码**:B **文章编号**:1001-1242(2014)-03-0248-05

21世纪康复的一个重要发展趋势是社区化、家庭化的康复服务[1—3]。在国外,即使是在富裕的西欧,人们也越来越意识到社区康复的重要性[4]。在我国在21世纪社区康复也将真正成为康复医疗工作的基础。过去十几年的中国社区康复试点计划,多在城市社区进行,但我国6700万残疾人中,有4000多万人生活在农村社区,而且有着更为特殊的困难。社区康复工作要提高质量,使残疾人确实受益,就需要有专业程度较高的资源中心作指导[5—6]。但我国康复治疗师的培养工作滞后,现有的康复专家也都集中在大、中城市和富裕地区。因此,要使康复服务能够更好地适应社区化、家庭化的趋势,能更好地服务于居住在农村的4000多万残疾人,传统的方法难以实现,而利用远程康复技术就可以解决这个问题。

国外有关远程康复系统的研究出发点各有不同,归纳起来,主要是将远程康复系统当作一种通信手段,来消除辅助器具评价专家与远方残疾人士间的空间障碍,对如何把远程康复系统本身作为一种辅助器具评价诊断系统,促进康复医学的发展等方面,虽有所提及,但尚未作实质性研究[7—11]。与国外相关研究相比,我国的相关研究大多都集中在以下几个方面:基于视频会议系统的远程会诊系统;远程家庭康复;基于WEB网站的医疗信息咨询;某些疾病数据库系统。从目前国内外的发展情况来看,各方的研究都有较大局限,均处在起步阶段。因此进行远程康复系统的研究具有重要的意义。

要建立远程康复系统,首先就需要确定诊断用的信息采集系统的方案。其中,视觉信息的采集是最主要和最复杂的[12—13]。目前,国内外常用的几种诊断用的视觉信息采集方案有[14—15]:①多摄像机系统。三维立体图像运动连续性提高,图像清晰度更精细、逼真,但是成本高且数据量大易造成网络传输障碍。②位置固定的摄像机系统。成本低,操作简单,但观察范围、角度受限制,不灵活。③现场医师摄像。操作简单,方便灵活,但可能由于现场医师与远程专家相互之间的沟通问题,使得现场医师不能按照远程专家的意图来进行视觉信息的采集,造成沟通效率的降低。鉴于目前用于远程诊断的信息采集系统存在的问题,本文设计了一种操作方便、沟通率高、成本较低、智能化的信息采集系统。

1 远程康复信息采集控制系统的构成

远程康复信息采集控制系统示意图见图1。该系统就是一个辅助摄像用的机器人,它可以接受指令以某条空间曲线为路径来观察患者。此控制系统主要由两个功能模块来实现,一是现场站点的PC机,通过Internet来接收远方站点的控制命令,经过模糊控制算法处理之后,再通过RS232串口传给单片机处理系统,来控制小车、云台、摄像机的运动。另外现场站点的PC机还可以将从摄像机采集到的图像信息根据要求进行处理,再通过Internet以适当的方式呈现给远方站点,供远方的康复专家和辅助设计厂商诊断、设计之用。二是单片机控制系统,主要用来控制小车、云台、摄像机的运

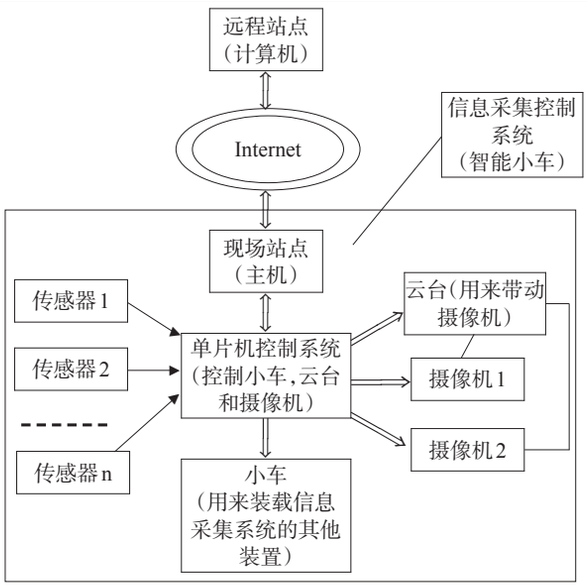
DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.03.011

*基金项目:西安工业大学校长基金资助(XAGDXJJ1313)

1 西安工业大学电子信息工程学院生物医学工程系,西安市未央区学府中路2号西安工业大学电信学院54号信箱,710021

作者简介:任郁苗,女,硕士,讲师; 收稿日期:2013-07-17

图1 远程康复信息采集模糊控制系统示意图

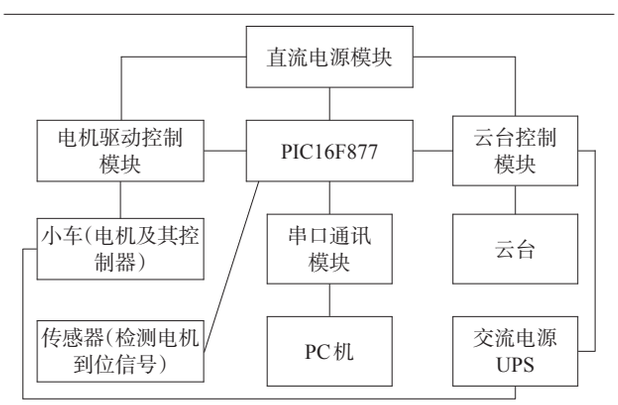


动,使其能够到达合适的方位,以便远方康复专家不受时空限制、实时地观察患者的身体状况,进行远程诊断和评估。单片机控制系统还可以对检测电机到位等传感器的信号进行处理,并将信息采集控制系统执行单元的情况反馈给远方站点。此信息采集控制系统主要实现自动控制装载信息采集装置的小车、带动摄像机的云台和摄像机的运动,根据要求采集实时视频或图像信息[16—17]。

2 基于PIC16F877的单片机控制系统的设计

图1示该系统分为模糊控制系统上位机软件设计和单片机控制系统的设计两大部分。单片机控制系统的设计是实现远程康复信息采集系统的基础。该系统以PIC16F877单片机作为中心处理器,利用片上丰富的可配置端口完成对各个功能模块的控制和数据信号的采集工作。其硬件功能框图如图2所示。

图2 单片机控制系统的硬件功能框图



2.1 电机及其驱动部分

2.1.1 硬件设计:电机和驱动均选用深圳步进科技有限公司的产品。根据需要,小车的舵电机和驱动电机及带动云台运动的电机都选择2S86Q-021B型号电机,其中的参数有:步进角1.8°,额定电流6.0A,保持扭矩为4.50Nm。根据预先的估算和实验的检验,此型号的步进电机可以满足系统的要求。

驱动器2H1060是采用美国先进技术生产的大电流高性能驱动器,由于采用较新的超大规模电路,该款驱动器具有高功率、小体积、性能稳定、成本低廉的特点。它的工作电压为交流60—100V,最大驱动电流7A,输出电流可调。其中驱动器步进脉冲信号脚的PLS-和方向脚DIR-接CPU的控制引脚,另外的信号脚PLS+和方向脚DIR+接直流+5V,脱机控制信号脚可悬空,GND引脚接系统的公共地。

在实验调试中,步进电机驱动模块留有PLS+,PLS-,DIR+,DIR-四个接口给系统控制信号用,在该系统中将PLS-,DIR-接地。由于PIC16F877作为输出时,可以提供很强的负载驱动能力,高电平输出时的拉出电流和低电平输出时的灌入电流都可以达到25mA,而驱动器2H1060的逻辑输入电流为6—20mA,PIC16F877的I/O口驱动能力足以满足驱动步进电机驱动器所需要的电流,所以将PIC16F877的I/O口与PLS+,DIR+直接相连,由程序控制I/O输出脉冲和电平控制信号。根据实际调试结果,此方案完全可以满足要求,不需要再在PIC16F877的I/O口与PLS+,DIR+之间加驱动芯片。

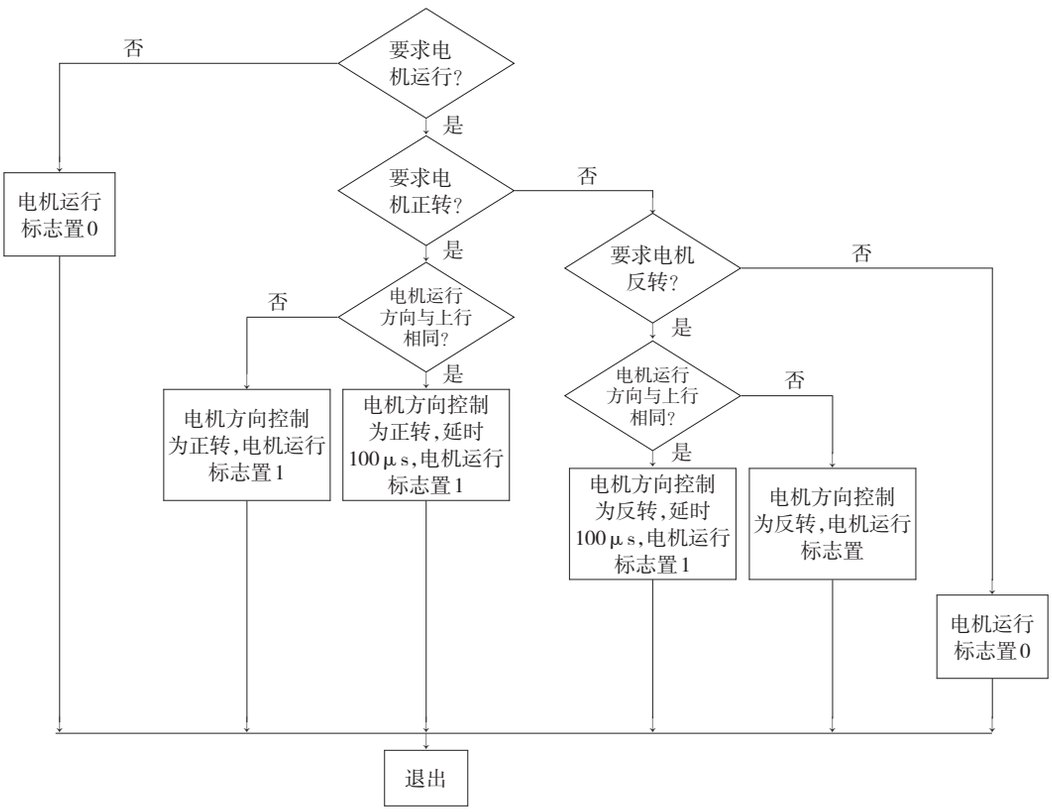
2.1.2 软件设计:远程康复信息采集系统中的小车舵电机、驱动电机和带动云台的电机都采用步进电机,该步进电机采用单脉冲控制方式。输入控制信号应提供至少6mA电流。由PLS脚控制脉冲信号,DIR脚控制电机的运行方向,均在程序中实现。但注意电机的初始运行方向与电机的接线有关,互换两相可以改变电机初始运行方向。为了可靠响应,在写软件,要使占空比保持在10%—90%之间,否则容易引入干扰。电平持续时间受程序控制,持续时间的长短决定电机转动频率。

步进电机在整个系统中的作用非常重要,它的工作正常与否,工作状态直接影响系统的正常运行。又因为步进电机受输入脉冲控制,因此,程序将显得非常重要。其工作流程图见图3。在编写电机控制程序时,要注意电机方向信号应先于脉冲信号至少50μs建立这个条件。所以当传送过来的电机控制命令的方向改变时,就要在方向信号与脉冲信号之间加一个延时,在本程序中加了100μs的延时,调试结果表示可行。

2.2 云台控制部分

远程康复信息采集系统的视觉信息的采集工具是摄像机,这就需要将摄像机装载在云台上,由云台来固定并带动

图3　电机控制命令处理流程图



摄像机来运行。而购置的云台原来的控制器需要手动来控制，为了达到采集系统的远程自动控制的系统设计要求，就需要重新设计，解决云台的自动控制问题。

为解决云台的自动控制问题，本系统设计一块用于云台控制PCB板来代替原来的云台控制器。用继电器代替原控制器中的手动控制按钮。由于PIC16F877单片机的驱动能力达不到继电器的要求，其I/O口的引脚不能直接与继电器相连，需经过开关驱动芯片ULN2004将单片机控制引脚的输出电流放大后，再分别接到四个继电器的输入控制端，以控制云台上、下、左、右四个方向的运动。

云台控制部分主要是由单片机通过引脚UP，DOWN，RIGHT，LEFT的电平变化来控制云台控制板上的四个继电器的通断，从而控制云台上、下、左、右四个方向的运动。此部分主要是利用单片机控制来代替云台原来自带的手动控制器。其软件实现的流程图如图4所示。其中，由于控制云台的单片机引脚通过驱动芯片ULN2004之后才接到继电器的控制端，有一个电平反向作用，所以单片机控制引脚置“1”时，继电器导通，控制云台运行，置“0”时，继电器断开，云台停止运行。

2.3　电脑和单片机串口通讯部分

远程康复信息采集系统的模糊控制不仅需要通过Internet将远方站点和现场站点的PC机相连来传输信息，由于PC机不能直接来驱动电机运行，还需要将现场站点的PC机与单片机控制系统通过串口连接，这样才能由单片机控制系统控制电机的运行。所以电脑与微机的串口通讯也是该控制系统重要的一部分。

在本系统中，电脑就是采用RS-232串口通讯，MAX232芯片完成电平转换功能，实现与单片机控制系统的通讯。此串口通讯主要接收上位机的控制命令来完成对信息采集系统的控制功能。

在串口初始化设置波特率时，针对异步通信波特率的计算有低速和高速两种不同的计算公式，该系统采用的是低速波特率发生方式，其计算公式为：

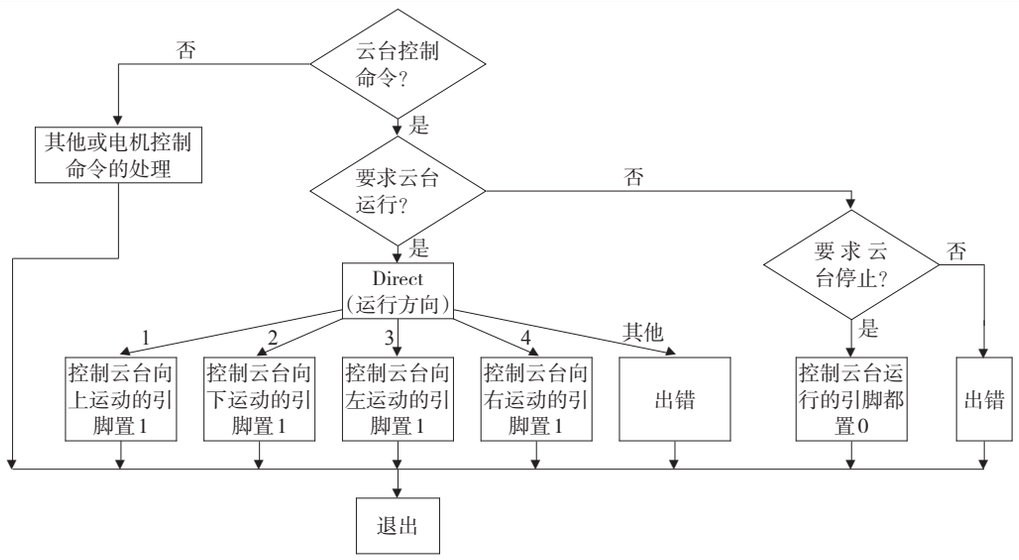
$$BPS=\frac{f_{osc}}{64(X+1)} \quad (1)$$

其中，f_{osc}为单片机的工作振荡频率，X为用来设置波特率的SPBRG寄存器的值，BPS表示要设置的波特率。

在设计过程中，一般是先确定需要得到的波特率，然后计算SPBRG的设定值X，变换式(1)，即得：

$$X=\frac{f_{osc}}{64BPS}-1 \quad (2)$$

图4 云台控制流程图



3 结果

3.1 单片机控制系统的设计结果

由于现场站点的PC机不能直接来控制信息采集系统中各电机的运行,而通过单片机就能够解决此问题.所以单片机控制系统也是信息采集控制系统中不可缺少的一部分。单片机控制系统的PCB板分为两部分制作,一部分为单片机主控制板,另一部分则为云台的控制驱动板。都已联调成功,板上的一些改动和连接错误需要在二次制板时修正。在软件设计时注意输入步进电机驱动器的PLS的脉冲的有效宽度不应小于10μs,过大的脉冲宽度和较低的信号幅度都会影响对信号的良好响应并易引入扰动,但在程序中应以实验所得的结果为主。程序中步进电机成功转动的脉宽远高于10μs,使其频率保持在200—2000Hz。如果脉冲频率过高或过低,均会引起电机不能转动。

3.2 远程康复信息采集系统的整体设计结果

该信息采集系统主要由远程站点、现场站点PC机和单片机控制系统构成。将远程站点和现场站点通过无线网卡连接,现场站点PC机和单片机通过RS-232串口来通信。在此实验中远程站点和现场站点的PC机共用同一台计算机,但其间的通讯仍然是通过Internet来进行的。

4 结论

该远程康复信息采集控制系统解决了对远程康复信息采集系统的远程智能控制,使位于远方的康复专家和辅助设计师能够通过Internet方便地遥控现场的信息采集系统以合适的方式和角度准确、实时地进行数据信息的采集,供诊断和辅助产品设计之用。

参考文献

[1] Cooper RA, Fitzgerald SG, Boninger ML, et al. Telerehabilitation: Expanding access to rehabilitation expertise[J]. Proceedings of The IEEE, 2001,89(8): 1174—1191.

[2] Winters JM, Wang Y, Winters JM. Wearable sensors and telerehabilitation[J]. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 2003: 56—65.

[3] Lynch B. Historical review of computer assisted cognitive retraining[J]. Head Trauma Rehabil, 2002, 17: 446—457.

[4] 卓大宏. 在欧洲听新世纪康复医学前进的足音[J]. 中国康复医学杂志,2001, 16(5): 262—263.

[5] 卓大宏. 进入21世纪的社区康复[J]. 中国康复医学杂志,2000, 15(6): 327—329.

[6] 李迥,吴莉青.远程家庭康复指导与脑梗死患者康复效果[J].中国康复医学杂志,2012,22(6):572—573.

[7] 文伟光,谭声辉,许云影. Learning to live independently with expert systems in memory rehabilitation[J]. Neuro Rehabilitation,2003, 18:21—29.

[8] Chang TC, Lee JD. The telemedicine and teleconsultation system application in clinical medicine[C]. In Proceedings of the 26th annual international conference of the IEEE EMBS San Francisco, USA. 2004.

[9] Jadhav C, Nair P, Krovi V. Individualized interactive home-based haptic telerehabilitation[C]. IEEE Multimedia Systems Magazine: Haptic User Interfaces in Multimedia Systems. 2006.

[10] Chapdelaine S, McFadyen BJ, Nadeau S, et al. Instrumented staircase for kinetic analyses of upper- and lower-limb

function during stair gait[J]. J Med Biol Eng Comput 2005, 43(5):552—556.

[11] Shumei Zhang,Huosheng Hu,Huiyu Zhou. An interactive Internet- based system for tracking upper limb motion in home- based rehabilitation[J]. Med Biol Eng Comput, 2008, 46:241—249.

[12] 张敬,刘世文,李贞兰,等.我国脑卒中社区康复的探讨[J].中国康复医学杂志,2006,21(10):946—949.

[13] Wang Y, Winters JM. "Implementation of multimedia conferencing and neurofuzzy expert modules in an intelligent telerehab assistant." EMBS/BMES Conf, Houston, TX, 2002.

[14] Schatz P, Browndyke J. Applications of computer- based neuropsychological assessment[J]. Head Trauma Rehabil, 2002, 17 : 395—410.

[15] Zhang Tong, Wang Jue, Ren Yumiao. A Remote Assessment System with a Vision Robot and Wearable Sensors [C]. 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. San Francisco. 2004.1—5.

[16] 张彤, 王珏, 杨玉祥,等. 远程康复系统中的多维数据采集[J]. 中国康复理论与实践, 2004, 10(7): 445—447.

[17] Ren Yumiao, Wang Jue.A remote assessment information collection system based on fuzzy logic inference[C].Advanced Materials Research, 2011 2nd International Conference on Material and Manufacturing Technology, ICMMT 2011.

中国康复医学会康复治疗专业委员会第十一届年会征文通知

中国康复医学会第十一届康复治疗学术年会将定于2014年10月22—24日在江西南昌召开，届时将邀请国内外著名康复专家进行专题讲座，并同期举办第四届物理治疗论坛、第四届作业治疗论坛、第四届康复辅助用具论坛、第三届言语治疗论坛。会议期间将进行论文交流、讨论及优秀论文评选等学术活动，热烈欢迎全国康复科、理疗科、骨科、神经科等相关学科人员参加，本次会议将授予国家Ⅰ类继续医学教育项目学分。

征文范围：康复医学基础与临床研究、骨科康复；神经康复；儿童康复；传统医学与康复研究；康复工程；康复教育与学科建设；康复护理；社区康复等

投稿要求：提交不超过1000字的摘要。摘要应按照期刊要求撰写。若参加优秀论文评选，须提交全文。论文应为未公开发表的文章，要求具有科学性、先进性、实用性、创新性，数据真实可靠，文字准确精练。如为基金项目，请在文后注明基金来源及编号。来稿请附个人简历（100字内），注明联系方式（手机、电子邮箱）。

请通过电子邮件发送论文，不接受纸质稿件，邮件主题为：（征文）论文题目。投稿邮箱：kangfu201410@163.com。截稿日期为2014年7月31日。如有疑问，请联系南昌大学附属第一医院康复科：张军、邵秀芹，邮编：330006　联系电话：0791-88692591　传真：0791-88698601

中国康复医学会康复治疗专业委员会