

老年人睡眠感知系统*

胡杰, 胡洪波, 龙辉

(湘潭大学 信息工程学院, 湖南 湘潭 411105)

摘要: 以 ARM9 核心处理器作为处理平台, 设计了一款针对老年人的睡眠感知系统。系统通过对人体生理参数和环境参数的综合分析, 推断出老年人是否已经睡着, 通过一定的阈值设定, 触发相应的利于睡眠的控制, 并且通过睡眠, 推测出老年人的情绪, 通过 GSM 模块向子女发出关心老年人的信号, 子女通过网络能够清晰地看到家里老人的睡眠状况。

关键词: 人口老龄化; 多数据融合算法; GSM

中图分类号: TP27

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)23-0089-02

Sleep-perceptual system of the old

Hu Jie, Hu Hongbo, Long Hui

(College of Information Engineering, Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

Abstract: The sleeping-perceptual system of the old adapts ARM9 platform as its core processing hardware, all the results are strictly based on experimental dates. Through synthesized analysis of physiological parameter and environmental parameter, this system will quickly conclude whether the old have been fall asleep and infer the emotion of them by setting thresholds for the system. At the same time, in time messages will be sent to their offspring through GSM module to inform them the condition of their parents.

Key words: aging; multi-sensor fusion technology; GSM

随着中国社会的发展, 人口老龄化的趋势逐渐呈现, 老年人的问题成为整个社会的问题, 老年学也成为了一门新兴的边缘科学。很多的老人在退休后, 面对无所事事的生活, 有时会产生一种“空虚感”。特别是在老伴病逝后, 与儿女分居, 常常出现忧虑、焦虑的情况, 睡眠的质量也明显下降, 甚至有时出现严重失眠的症状, 严重影响老年人的身心健康。再者, 老年人的身体素质逐渐下降, 在夜晚特别容易突发高血压、心血管等疾病, 没有子女在身边, 很难得到及时的救治。其次, 子女虽然对父母的身体状况和心理状况也非常关心, 但是由于工作和事业等原因, 不能时刻待在父母身边, 却没有一种方式能够知道父母当前的状况, 有时甚至由于工作繁忙忘记了和父母的交流。随着物联网技术、嵌入式技术、医疗技术、老年心理学等尖端科学技术的发展, 为解决老年人问题提供了有效的理论依据和技术手段。

本系统是一款针对老年人的睡眠感知呵护系统, 主要目的就是帮助老年人提高睡眠质量, 监测老年人

的身体状况, 给子女和医生提供实时的有价值的睡眠和健康信息, 甚至通过老年人睡眠的情况为老年人指定合理的膳食, 进一步提高老年人的生活水平, 最终提高老年人的幸福指数, 从社会生活出发, 构建和谐社区。该项目具有很强的前瞻性和广阔市场价值, 是物联网的一个很有价值的应用。

老年人睡眠感知系统是基于 ARM9 开发平台的一套实时监控系, 由温度、湿度、压力、脉搏等传感器进行人体参量以及环境参量的数据采集, 通过无线传输的方式将大量的数据传送给汇聚节点, 汇聚节点通过串口协议将数据传送给 ARM9 核心处理器, 通过多数据融合算法、均值方差递推算法、模糊控制算法实现对老年人睡眠的实时监测及相应控制。通过友善的人机交互界面的设计方便了老年人这一群体对于现代高科技电子产品的使用。并且 ARM9 将采集到的数据通过以太网口, 利用 TCP/IP 协议将数据传入与之相连的客户端, 最终将整个系统连入互联网, 以到达在任何地方, 任何位置, 只要能够上网, 就能够得知家里老年人的睡眠状况, 乃

* 基金项目: 第五批教育部“大学生创新实验计划”项目(湘教通(2012)40号106)

至心情状况。

1 传感网络

本系统选用 NRF24L01+ 芯片的模式。NRF24L01+ 是一款工作在 2.45 GHz 频段的射频芯片, 引脚较少, 容易控制, 由该芯片构成的通信系统, 其通信稳定, 传输速率可达 2 Mb/s。组网协议是根据工业串口的多机通信协议 Modbus 协议改写而来^[1], 实现一个主机对应多个从机的星状拓扑网络结构, 经过测试, 这种组网方式数据传输稳定。程序设计框图如图 1 和图 2 所示。

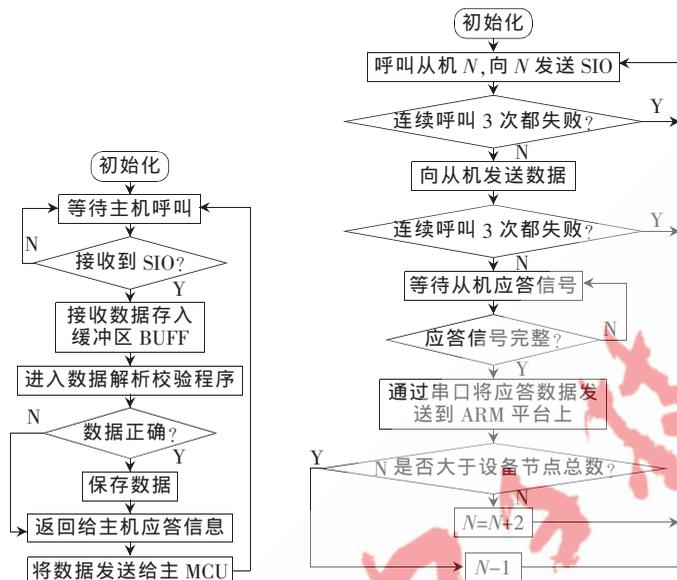


图 1 无线传感节点程序框图

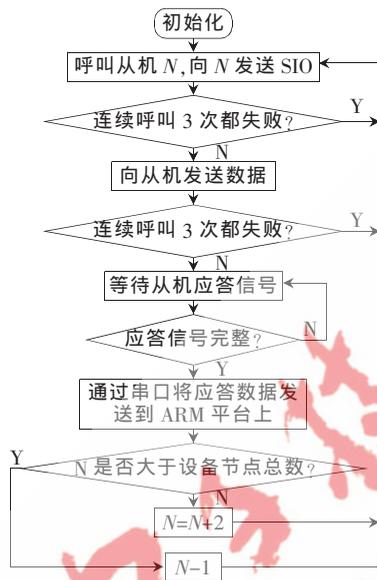


图 2 汇聚节点程序框图

该传感网络主要完成对温湿度/体动、心率等生理参数的采集, 以及完成相应的分布式控制。

2 ARM 核心处理部分

无线传感网的基站将接收的数据通过串口传输给 ARM 核心处理器, ARM 将数据解析出来, 每秒钟进行一次小的数据处理, 将获取的数据格式化, 存储到 ARM 内部的小型数据库 SQLite, 并且更新液晶显示屏上的温湿度信息^[2]。每分钟进行一次大一点的数据处理, 通过均值递推算法、方差递推算法、分析得到体动变化频率、体动强度、脉搏跳动频率、脉搏跳动强度等信息, 并且在液晶显示屏上进行数据更新、通过多数据融合算法、模糊控制算法、每 15 min 进行一次判断、分析人是否已经睡着, 并将数据在液晶显示屏上进行更新、每小时进行一次综合评测, 通过实验数据判断分析人是否失眠, 如果失眠将触发音频设备播放音乐以诱导睡眠, 并且通过 GSM 模块将数据发送给子女提示信息, 如果发生意外状况, 将触发报警控制等。为使本系统的触发条件尽量不影响人的正常睡眠, 采取了最小触发的方式。

2.1 均值和方差递推算法

均值和方差递推算法仅需对原始数据搜索一遍, 使计算机读磁盘量减少一倍; 另外在磁盘附加一些新数据

和删除一些老数据时, 无需从头算起, 使计算机工作量减少到最低限度; 同时还可以计算出其中任何一个数据对均值方差的影响大小, 从而可以辅助数据分析。这是统计均值、方差理想的快速算法, 特别是当数据量大、数据变动多时, 其优势更加显著^[3]。

2.2 多数据融合模糊控制算法

在应用于多传感器信息融合时, 将 A 看作系统可能决策的集合, B 看作传感器的集合, A 和 B 的关系矩阵 R_{A+B} 中的元素 μ_i 表示由传感器 i 推断决策为 i 的可能性, X 表示各传感器判断的可信度, 经过模糊变换得到的 Y 就是各决策的可能性。

具体地, 假设有 m 个传感器对系统进行观测, 而系统的决策可能有 n 个, 则:

$$A: \{y_1/\text{决策}, y_2/\text{决策}, \dots, y_n/\text{决策 } n\}$$

$$B: \{x_1/\text{传感器}, x_2/\text{传感器}, \dots, x_m/\text{传感器 } m\}$$

传感器对各个决策的判断用定义在 A 上的隶属函数表示, 设传感器 i 对系统的判断结果是:

$$\mu_{i1}/\text{决策}, \mu_{i2}/\text{决策}, \dots, \mu_{in}/\text{决策 } n, 0 \leq \mu_{ij} \leq 1$$

即认为结果为决策 j 的可能性为 μ_{ij} , 记作向量 $\mu_{i1}, \mu_{i2}, \mu_{i3}, \dots, \mu_{in}$, 则 m 个传感器构成 $A \times B$ 的关系矩阵为:

$$R_{A+B} = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \dots & \mu_{1n} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \dots & \mu_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \mu_{m1} & \mu_{m2} & \dots & \mu_{mn} \end{bmatrix}$$

将各传感器判断的可信度用 B 上的隶属度: $X = \{x_1/\text{传感器 } 1, x_2/\text{传感器 } 2, \dots, x_n/\text{传感器 } n\}$ 表示, 那么, 根据 $Y = X \times R, A \times B$ 进行模糊变换, 就可得出: $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ 即综合判断后的各决策的可能性为 y 。最后, 对各可能判决按照一定的准则 (比如最大隶属度方法、中心法等) 进行选择, 得出最优结果。根据运算的 y 值, 采用以下规则进行判决应注意: (1) 判决结果应有最大的隶属度。(2) 判决结果的隶属度必须大于某一阈值 (一般情况取 0.5)。(3) 判决结果的隶属度与其他判决的隶属度值的差必须大于某一阈值 (比如 0.1)。

2.3 网络通信

TCP 协议的程序使用的是客户端/服务器模式, 在 Qt 中提供了 QTcpSocket 类来编写客户端程序, 使用 QTcpServer 类编写服务器端程序。设计时曾经在服务器端进行端口的监听, 一旦发现客户端的连接请求, 就会发出 newConnection() 信号, 此时可以关联这个信号到设计者自己的槽函数, 进行数据的发送。而在客户端, 一旦有数据到来就会发出 readyRead() 信号, 此时可以关联此信号, 进行数据的接收。

3 浏览器网页访问部分

网页以图表的方式呈现出老年人的睡眠状态信息以及各个参量, 点击各个图表能够进一步详细了解老年

人近期的睡眠信息,通过网页访问,晚辈们能够随时随地地获取家里老年人的睡眠状况以及心情状况。

该系统贴近生活,关注生活热点和社会热点,打破了传统的睡眠监测模式,采用无线传输的方式,解决了复杂的布线问题,是对睡眠监测的一种创新。该系统通过模糊的处理方式,将研究的重点偏向于通过睡眠推断老年人的心理,避免了复杂繁琐的对于睡眠的精密研究,突出父母和子女间的交流以及子女对父母健康状况的实时监控这一重点,非常有现实意义。

参考文献

- [1] 石东海.单片机数据通信技术从入门到精通[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002.
- [2] 陈艳华,侯安华,刘盼盼.基于 ARM 的嵌入式系统开发与实例[M].北京:人民邮电出版社,2008.

- [3] 邓胡滨,刘觉夫,王耀南.均值方差的递推算法及其应用[J].计算机与现代化,1996(4).
- [4] 柳小军,鲍鸿.基于 ARM9 多传感器数据融合火灾报警系统的实现[J].工业控制计算机,2009(3).
- [5] Myke Predko,田玉敏.精通 8051 程序设计[M].北京:人民邮电出版社,2006.

(收稿日期:2012-08-03)

作者简介:

- 胡杰,男,1991年生,本科,主要研究方向:电子信息工程。
- 胡洪波,男,1972年生,高级实验师,主要研究方向:模式识别。
- 龙辉,男,1988年生,本科,主要研究方向:通信工程。

电子技术应用
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.ChinaAET.com