

无线传感器网络在医疗中的应用

摘要：首先简介无线传感器网络的体系结构以及无线传感器网络在医疗中的应用情况，接着对无线传感器网络医疗监护系统的体系结构以及监护节点的设计进行阐述，最后，阐述无线传感器网络应用到医疗监护时存在的挑战。

0 引言

无线传感器网络(Wireless Sensor Network)是一项综合了传感器技术、嵌入式计算技术、现代网络及无线通信技术、分布式信息处理技术等多种领域技术的新兴技术，该技术具有广泛的应用场景。

随着技术的发展，WSN(Wireless Sensor Network)将会在医疗实践的许多方面产生深远影响。本文主要阐述无线传感器网络医疗监护系统的体系结构以及监护节点设计的一般原则。

1 无线传感器网络的体系结构

典型的无线传感器网络结构如图 1。在监测区域内布置大量传感器节点，节点间采用自组织方式进行组网以及利用无线通信技术进行数据转发，每个节点都具有数据采集与数据融合转发双重功能。节点对本身采集到的信息和其它节点转发给它的信息进行初步的数据处理和信息融合之后以相邻节点接力传送的方式传送到基站，然后通过基站以互联网、卫星等方式传送给最终用户。

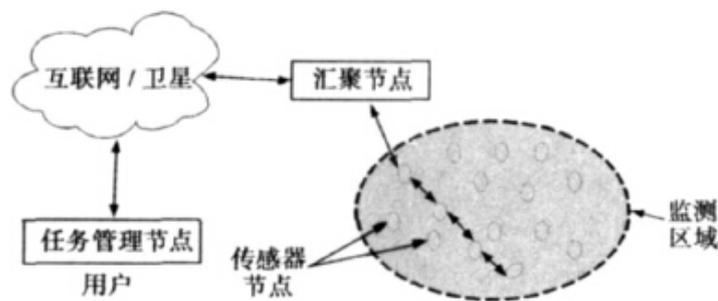


图 1 无线传感器网络结构

节点是无线传感器网络的基本功能单元，具体应用不同，节点的设计也不尽相同。传感器节点的基本组成模块有：传感单元、处理单元、通信单元以及电源部分，节点的结构见图 2。此外，根据具体应用要求可以添加功能单元，如：定位系统、移动系统以及电源自供电系统等。

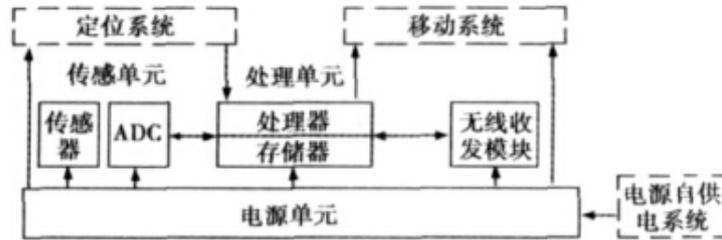


图 2 传感器节点结构

2 无线传感器网络在医疗中的应用情况

无线传感器网络利用其自身的优点(如低费用、简便、快速、实时无创的采集患者的各种生理参数等等)，使其在医疗研究、医院普通/ICU 病房或者家庭日常监护等领域中有很大的发展潜力，是目前研究领域的热点。

在病人身上放置用于检测人体参数的微型传感器节点，可对病人的心率、血压、心电、心音等生理参数进行远程实时监测，并将信息汇总传送给监护中心，进行及时处理与反馈；利用 WSN 长期收集被观察者的人体生理数据，对了解人体健康状况以及研究人体疾病都很有帮助。此外，在药物管理和研制新药品、血液管理等诸多方面，也有其独特的应用。总之，无线传感器网络为未来的远程医疗监护系统提供了更加简便、低费用的实现手段。

3 基于无线传感器网络的医疗体系结构

基于无线传感器网络的医疗监护系统主要由医疗传感器节点、医疗监护基站(医疗 SINK 节点)以及社区/医院监护中心这几个部分组成。其监护体系如图 3 所示。

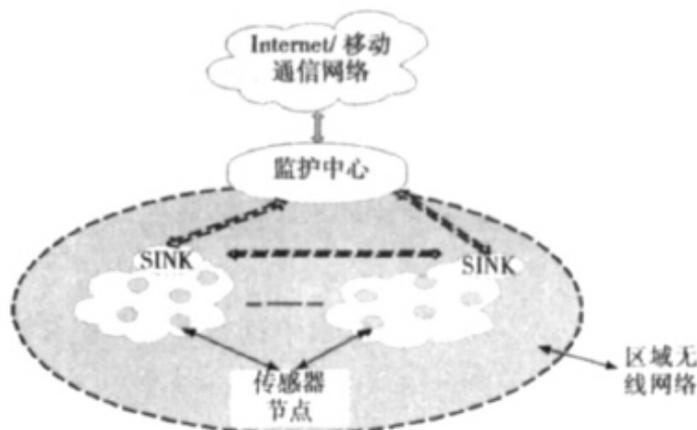


图 3 一种基于无线传感器网络的远程医疗监护系统结构

医疗传感器节点与监护基站组成个人/家庭或者病房无线传感器网络，多个这样的网络可以组成社区或整个医院监护网络，甚至更大范围的远程医疗监护系统。首先，医疗传感器节点采集人体生理参数，并对采集到参数简单处理后，通过无线通信的方式直接或者间接逐跳方式把数据传输到基站上。监护基站对数据进行进一步处理后转发给监护中心，监护中心进行分析处理，并及时对病人进行信息反馈。监护中心还可以采用多种方式(Internet，移动通信网络等)进行远程数据传输，与其它监护中心共享信息。

4 医疗传感器节点的设计

医疗传感器节点的基本结构如图 2 所示，包括处理模块、传感器模块和无线收发模块以及电源供电模块。传感器模块用来进行外部传感器信号的感知、采集、转换。是整个节点真正与外部信号量接触的模块。

然而，医用传感器是以生命体为测量对象。尤其是人体，可以说是世界上最复杂的系统，各生理变量间存在着高度的相关性而且不易接近。所以医用传感器要从众多的现象中取出预测生理量，得出可靠而有意义的测量数据，同时又要确保被测对象的安全。

由于人体参数大多是微弱信号，一般只有几 mV 级别，甚至更低，并且存在多种噪声(测量环境噪声、仪器与人体摩擦噪声以及仪器本身噪声等)、工频干扰(由测量环境周围存在 50 Hz 的电磁场引起的)以及各种杂音等不利因素。因此，在具体医疗传感器节点设计中，加入模拟电路处理模块，该模块一般包括以下几个部分：放大电路、滤波电路、陷波电路以及模数(A/D)转换电路等。在节点设计中放大电路一般采用多级放大(三级或四级)，末级放大电路除了有放大功能外一般还具有电平提升功能；滤波电路：应满足电路简洁、合理的截止频率、灵活方便的调节高低通截止频率等要求，合理的滤掉信号中的高频与低频干扰；陷波电路：目前广泛采用对称性双 T 阻容有源陷波器或用集成开关电容器件以及非对称阻容网络陷波器等。总之，模拟电路处理模块主要对采集到的信号进行放大、滤波、陷波等处理，去除信号中的噪音、干扰，提取出有用信号。

处理器模块是传感器节点的核心，负责整个节点的设备控制、任务分配与调度、数据整合与传输等。目前处理器模块中使用较多的是 Atmel 公司的 AVR 系列单片机、TI 公司的 MSP430 超低功耗处理器、Motorola 公司和 Renesas 公司的处理器以及作为 32 位嵌入式处理器的 ARM 单片机。在节点设计中，必须编程实现处理器模块对传感模块采集控制、A/D 转换的实现以及控制无线通信模块的收发。

无线收发模块用于节点之间的数据通信。在无线领域应用较多的无线收发模块为 Chipcon 公司的 CC1000、CC2420、CC2430。常用的无线通信技术有：IEEE 802.11b、IEEE 802.15.4(ZigBee)、Bluetooth、UWB、RFID、IrDA(红

外线)等。监护系统大多采用 IEEE

802.15.4(ZigBee)、蓝牙来实现节点以及节点与基站之间的数据通信。

电源模块为节点提供能量,是整个无线传感器节点的基础模块。然而,受节点体积限制,传感器节点的能量非常有限。因此,在整个节点设计中,以低功耗、高精度为主要要求,采取一系列有效的措施来节省能量。另外,医疗传感器节点不能频繁更换电池,影响人的正常生活。所以,所设计的医疗节点应该具有较长的生命周期。

5 医疗无线传感器网络监护系统存在的挑战

尽管无线传感器网络在组建医疗监护系统方面有其独有优势,但应用到实际医疗中还存在以下挑战:

(1) 动态组网与大规模网络中节点移动性管理:当监护系统扩展到社区、城市甚至全国时,其网络规模巨大,并且监护节点与基站都具有一定的移动性。因此,必须设计一种合适的网络拓扑管理结构以及节点移动性管理方法。

(2) 数据完整性与数据压缩:节点有时需要长达 24 小时的监测人体参数,节点所采集到的数据量大,而节点的存储容量小,常采用压缩算法来减少数据的存储与传输量。然而,传统数据的压缩算法开销太大不适合传感器节点。另外,压缩算法不能损坏原始数据,否则会造成对病人的错误诊断。

(3) 数据安全性:无线传感器网络节点采用自组织方式组网,容易受到攻击,此外,病人的信息需要保密。然而,传感器节点计算能力相当有限,传统的安全和加密技术都不适用。因此,必须设计一种适合传感器节点的加解密算法。

6 总结与展望

随着技术的发展,无线医疗传感器节点逐渐向多参数、智能化、微型化、低功耗等方向发展,无线传感器网络也将逐渐被实际应用于医疗领域。发展与组建具有智能化的病房与社区监护系统是当今国内外医疗发展的趋势。