

Application Analysis of Wireless Sensor Network in Medical Field

Meng Li¹, Yuntao Ge²

¹School of Control and Mechanical Engineering, Tianjin Chengjian University, TCU, Tianjin

²Kentuo (Tianjin) Industrial Automation Technology Co., Ltd., Tianjin

Email: limeng@tcu.edu.cn

Received: Dec. 3rd, 2019; accepted: Dec. 18th, 2019; published: Dec. 25th, 2019

Abstract

With the increasing demand for health, the utilization of medical resources has increasingly become a public concern. The continuous development of Wireless Sensor Networks (WSN) technology provides technical support for the integration and utilization of medical resources, and its application in the medical field has become a research hotspot. This paper analyzes the medical architecture based on WSN and the current situation of medical monitoring research based on WSN, summarizes the problems faced by the medical monitoring system based on WSN in terms of energy consumption and security, and analyzes the feasibility of the application of medical wireless sensor network.

Keywords

Wireless Sensor Network, WSN, Medical Care, Long-Range

无线传感器网络在医疗领域中的应用分析

李 盟¹, 葛云涛²

¹天津城建大学控制与机械工程学院, 天津

²肯拓(天津)工业自动化技术有限公司, 天津

Email: limeng@tcu.edu.cn

收稿日期: 2019年12月3日; 录用日期: 2019年12月18日; 发布日期: 2019年12月25日

摘 要

随着人们健康意识和理念的增强, 如何更有效地提高医疗资源利用率成为社会大众关注的问题。无线传

文章引用: 李盟, 葛云涛. 无线传感器网络在医疗领域中的应用分析[J]. 无线通信, 2019, 9(6): 180-184.

DOI: 10.12677/hjwc.2019.96023

系统的应用场景主要包括医院和家庭。在医院场景中, 医疗无线传感器系统分为院级信息平台 and 病房监护系统两个层级(在必要时也可根据需要增加中间层级)。在病房监护系统中, 医疗设备节点采集人体生理参数, 对采集到参数进行预处理后, 通过 Zigbee 通信直接或者间接逐跳方式把数据传输到病房监护系统基站上。多个这样的网络之间通过无线局域网(WLAN)进行通信, 可以组成覆盖整个医院的监护网络。院级信息平台对数据进行进一步和分析后转发给医生处理, 及时对病人进行信息反馈, 并对诊疗处理情况进行备案。在家庭场景中, 专用的个人医疗终端采集患者生理信息并作出反馈。与基于 4G、5G 技术的医疗云平台结合, 还可以扩大至更大范围的远程医疗监护系统, 与其它监护中心共享信息。

目前有多种主流无线通信协议(见表 1), 这些传输协议都有各自的优势和特点, 但就总体而言, 目前应用范围最广、开发成熟度最高的是 ZigBee 协议。

Table 1. Mainstream wireless communication protocol

表 1. 主流无线通信协议

通信协议	ZigBee	UWB	WiFi	Bluetooth
标准	IEEE802.15.4	IEEE802.15.3a	IEEE802.11a,b	SIG
功耗	很低	特别低	较高	较低
速率(b/s)	250 k	100 M~1 G	11 M	500 k~1 M
传输距离(m)	200	100 左右	50 (室内)	10
频段(Hz)	2.4 G	3.1~10.6 G	2.4 G	2.4 G
组网特点	节点多, 功耗低, 支持树状、网状网络	Ad-hoc 或 mesh 组网	Ad-hoc 网络	Ad-hoc 网络, 节点数少(<7)
成本(\$)	<3	20	15	3.8

ZigBee 协议最大的优势在于功耗很低, 因此传感节点可以采用电池供电, 而保证足够的工作时长。虽然有传输距离短、传输速率的缺陷, 但在医疗环境(如病房)内使用可以满足传输距离需要, 同时医疗设备数据传输量有限, 对传输速率要求不高, ZigBee 协议完全可以满足要求。

3. 无线传感网络在医疗监护中的应用

由于 WSN 的特点, 在医疗监护领域得到了广泛的应用。典型的系统由无线体域网、本地网关、远程监护中心三级结构组成[4]。徐玉炎等人设计了一套基于 WSN 的医疗监护系统, 该系统采用了 Web 应用技术, 实现监测数据的多终端和跨平台访问[5]。曹靖华等设计了一种基于 WSN 的可扩展的远程医疗系统应用平台, 可根据不同用户的需求设计不同的解决方案[6]。另外, LabView 软件也被应用于医疗无线传感网络的设计, 宋爱娟等设计的远程医疗系统可实时显示监控对象的生理参数[7]。在医疗系统决策方面, 王鹏提出了一种基于云计算和 WSN 的现代医疗系统架构, 采用由系统管理员定义的决策列表来进行决策[8]。国际上也有许多企业和科研院所进行了相关研究。Intel 公司医疗小组研发的基于 WSN 的医疗系统, 利用患者家中安置的微型传感器节点监测并收集患者的生理数据, 可以对患者的健康状况进行远距离的监控和护理。目前该系统已经投入实际医疗过程中, 哈佛大学与波士顿医疗中心将其应用于急救、处理灾难现场以及瘫痪病人的康复治疗等。麻省理工大学 Auto-ID 中心开发的基于互联网的医疗系统, 实现了不同的物理实体间的异构连接。该系统除 24 小时不间断监测患者生理数据外, 还可以实现病历安全共享、准确分析医疗设备的位置、对患者进行简单的对症处理等功能, 并且通过不断更新显示的数据, 维护通信的畅通[9]。

国内外的研究表明, WSN 在医疗中应用的主要技术问题已基本得到解决, 在医疗保健领域的具有很大的发展潜能。但考虑到安全性、实用性等因素, 在产品化推广过程中还存在一定的障碍。

4. 无线传感网络在医疗应用中面临的问题

4.1. 能耗问题

由于传感器节点需要频繁移动, 不宜采用有源设计, 尽管 Zigbee 协议在功耗方面有着明显的优势, 但考虑到医疗设备的重量、体积限制, 单个医疗传感器设备节点所能存储的电量是有限的, 而无线传感器节点能量一旦耗尽, 对整个网络的性能会产生很大的影响, 严重时甚至会造成整个医疗监护系统的功能瘫痪, 进而威胁患者的生命安全[10]。因此, 尽可能降低系统的能耗, 优化网络的能量均衡问题时无线传感网络应用的一个关键问题。

针对这一问题, 周又玲等对基于 LEACH 协议的 WSN 进行了能耗计算与分析, 对簇头数目与网络能耗的关系进行了研究[11]。吴春春设计了一种基于能耗均衡路由算法(EOMCR), 降低了数据传输中的能量损耗[12]。杨银堂等提出了一种基于最小生成树(MST)的改进分簇多跳路由算法, 改善路由选择对能耗的影响。该算法在开销容忍前提下有较好的性能, 但对节点分布拓扑对路由和分簇的影响未做进一步研究[13]。宋子超等基于能耗和剩余能量的符合权值 Dijkstra 算法, 提出了一种全局均衡策略的路由算法(GBSR), 优化了网络的能量均衡问题[14]。张健提出了一种改进的能耗多跳路由算法, 根据节点自身能源消耗的大小和位置信息进行动态调整以实现网络负载均衡, 适合节点位置固定的网络[15]。

目前应用的方法主要针对剩余能量监测, 通过算法对能量负载进行优化, 从实验结果看, 虽然在具体的网络中能在一定程度上延长网络的生存周期, 但并没有从本质上解决系统能耗的问题。同时, 各种算法针对具体网络进行设计, 泛化能力有限, 在进行设计时还需要针对具体问题进行分析。随着无线通信技术日趋成熟, 将该技术应用于无线传感网络, 对于解决能耗问题将具有重要的意义。

4.2. 安全性问题

安全性问题是影响医疗无线传感系统应用的关键性因素。医学领域的数据具有敏感性, 患者的生理信息在传输过程中必须保证不出现丢失或更改, 否则有可能影响医生的判断而造成误诊[16]。

目前关于 WSN 路由协议安全性的研究很多, 大多数都是在原有的经典协议上加入安全机制进行改进。密钥管理是 WSN 安全管理研究中最基本的内容之一。邓淑华对安全通信的要求和设计原则进行了分析, 分别分析了不同类型的密钥在 WSN 环境下的密钥管理方案[17]。侯媛元等通过在簇的行程阶段加入了节点身份认证和链路的双向验证, 提出了一种解决 LEACH 安全问题的方案[18]。禹谢华提出了一种 WSN 安全评估体系, 并使用该体系对基于分簇策略的异构无线传感器网络安全密钥管理方案进行了评估, 为 WSN 在医疗领域应用中的安全性评估提供了理论基础[19]。

目前应用的方法主要是在原有协议上加入安全机制实现的, 不同的安全机制对不同网络协议的适应性各有不同, 如何具有针对性地选择适用于 WSN 的安全机制, 或者在其他成熟协议基础上进行安全机制的改进和完善, 满足医疗环境对通信安全性的要求, 是未来医疗无线传感网络研究的一个主要方向。

5. 结论

随着无线传感网络技术的进步, 该项技术已经逐步被应用于实际医疗事业中。虽然在能耗、安全性方面尚有一些关键问题有待解决, 但其在医疗设备特别是监护设备上的应用潜力是巨大的。下一步研究的重点主要集中在节点在低功耗条件下的数据传输稳定性、安全性问题和节点的计算能力问题等。随着城镇化的逐步推进以及老龄化社会的到来, 医疗行业对无线传感网络技术的需求将不断加大, 技术问题

的矛盾也将进一步凸显。尽快推进家庭和医院间全面的分级无线传感网络覆盖, 将有利于医疗条件的整体提升。

基金项目

2019 年天津市企业科技特派员项目: 建筑环境无线移动监测与安全预警机器人关键技术研究(19JCTPJC50600)。

参考文献

- [1] 李凤保, 李凌. 无线传感器网络技术综述[J]. 仪器仪表学报, 2005, 26(z2): 559-561.
- [2] 徐颖秦. 物联网技术及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [3] 刘辉辉, 陈晓冰, 李小玲. 无线传感器网络在医疗中的应用[J]. 山西电子技术, 2009(6): 63-64.
- [4] 武秋红. 基于无线传感器网络的远程医疗监护系统[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都电子科技大学, 2009.
- [5] 徐玉炎, 明轩, 张瑞, 等. 基于 WSN 的医疗监护系统的设计[J]. 电子设计工程, 2015(2): 1-4.
- [6] 曹靖华. 基于无线传感器网络的远程医疗监护系统研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2008.
- [7] 宋爱娟. 基于无线传感器网络远程医疗监护系统研究[D]: [硕士学位论文]. 秦皇岛: 燕山大学, 2013.
- [8] 王鹏. 基于云计算和 WSN 的医疗系统架构及关键技术研究[J]. 数码世界, 2018(4): 411-411.
- [9] 邓加. 医疗行业中无线传感器网络的应用现状[J]. 科技展望, 2016, 26(23): 161.
- [10] 高凡茹, 魏德健, 张俊忠, 等. 面向远程医疗的无线传感器网络相关问题[J]. 齐鲁医学杂志, 2016(5): 119-121.
- [11] 周又玲, 黄本雄, 王芙蓉, 等. 基于 LEACH 路由协议的 WSN 能耗计算[J]. 通信技术, 2008(11): 103-105.
- [12] 吴春春. 基于 LEACH 的 WSN 能耗安全路由机制的研究[D]: [硕士学位论文]. 赣州: 江西理工大学, 2012.
- [13] 杨银堂, 高翔, 柴常春, 等. 一种 WSN 中的能耗优化动态路由算法[J]. 西安电子科技大学学报, 2010, 37(5): 777-782.
- [14] 宋子超, 刘志杰. 基于全局均衡策略的无线传感器网络路由算法[J]. 福建电脑, 2015(1): 9-12.
- [15] 张健. 医疗监护系统中的无线传感器网络能耗研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南师范大学, 2013.
- [16] 李华益. 远程医疗健康监护系统的安全通信设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2013.
- [17] 邓淑华. WSN 组密钥管理方案的研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2012.
- [18] 侯媛元. 基于分簇的无线传感器网络安全路由协议研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西大学, 2012.
- [19] 禹谢华. 无线传感器网络密钥安全及其应用研究[D]: [硕士学位论文]. 厦门: 厦门大学, 2017.