

医疗物联网中无线网络的接入应用实践

【摘要】无线接入是医疗物联网连接感知层到网络层的基础性环节，本文对此提出了多功能网关、无线组网、终端分布等关键技术的解决方案。通过应用实践实现了异构无线网络与有线网络的互联互通，移动医疗设备、通信设备与手持智能终端无缝连接。医院应用实践证明无线移动技术的应用为确保医疗安全，提高医疗工作的质量与效率发挥了重要作用。

0 前言

以医院中泛在感知设备的互联互通为特点的医疗物联网实现了医疗健康信息自动化采集、智能化传输、全面化汇集、全局化决策分析和全流程辅助。随着医院计算机网络的普及和医疗信息系统应用需求的扩大，传统的固定部署计算机的方式存在点位固定、布线复杂、移动受限等问题，制约了医院信息化终端向移动性、便携性、小型化的发展。无线网络具有终端可移动性、接入灵活方便等特点，打破了传统有线部署的局限性，在越来越多的医院得到规模化的建设。大量异构无线网络、移动医疗设备、智能终端、传感器、RFID 标签等在医院中的推广应用，逐渐改变传统的信息化应用模式，进一步提高医疗服务能力与效率，改善医疗服务质量与模式，实现面向全程健康管理的智慧医疗。

1 医疗物联网的总体架构

医疗物联网的总体架构由多层组成，由下至上分别为感知层、网络层、云平台层和应用层，见图 1。感知层由各类终端设备与传感器组成，包括移动或固联网的医疗设备、健康检测设备，分别部署在家庭、社区以及医疗机构，对不同对象进行识别、定位、状态感知与采集。网络层通过有线网、移动通信网和无线网的异构互联，连接医院、社区和家庭，实现医疗健康信息的智能化传输。云平台作为医疗物联网的运行支撑平台，承担着医疗物联网的系统连接、信息处理、数据存储、网络管理，为医疗物联网应用服务提供支撑运行环境。同时，针对医疗健康领域的应用需求，在各层面提供必要的安全隐私保障。应用层直接面向使用者，紧密结合医疗业务需求，包括一系列应用服务系统与界面，应用层为医疗活动的参与者提供精确、高效、便捷、实时的应用服务。移动终端通过无线网络接入是构建物联网的基础性工程，包括了异构、多模态数据从感知层传送到网络层所涉及的平台建设、技术手段、硬件设计、数据接口等。



图1 医疗物联网架构图

2 无线组网方案

医院无线网络主要部署住院病区内，网络拓扑图，见图 2。每个医疗楼宇设有一个核心交换机向上连接医院主干网络，向下连接楼层交换机。每层设有一个 POE (Power Over Ethernet) 交换机，取独立布放无线 AP (Access Point) 的方式进行 WLAN (Wireless Local Area Network) 覆盖，平均每 4 个病房部署 1 台 AP，POE 交换机通过五类线与 AP 相连，实现数据传输和供电。AP 采取 3 个频点复用，同层之间相邻、楼层之间上下相邻的 AP 需避免相同频点，以免造成同频干扰。每个 AP 区域内，部署 1 台多功能无线物联网网关，该设备能够兼容 Bluetooth、Zigbee、RF 等无线通信方式，支持轻量级 IPv6 协议栈，将异构网络的数据转换成 TCP/IP 数据包，实现与有线局域网互通，从而实现各种无线物理设备互联互通。AP 与多功能网关的搭配使用，实现医院无线通信的全面覆盖。

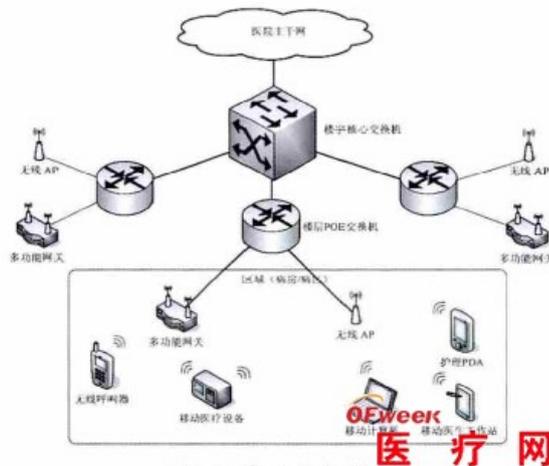


图2 无线网络拓扑图

3 移动终端设备

移动终端设备是生理信号或医疗数据采集与显示的节点，物联网数据产生的起源之一。医院中移动终端设备部署在临床环境中，借助无线通信技术，能够在移动状态下向医护人员、患者提供实时数据服务，具有其他固定式设备不具备的功能，主要特点如下：移动便携性；低功耗抗干扰；在网内实现唯一识别；可支持数据与控制信息的无线传递；便于消毒。目前医院中成功应用的移动终端包括 3 类。

(1) 生理信号采集设备包括无线体温计、无线血压计、无线血氧仪与移动心电图机。此类设备能够采集患者常规生理参数，支持 24 h 实时测量，一般由患者随身佩戴，减少了对患者活动的限制。

(2) 移动医护终端包括基于智能平板电脑的移动医生工作站以及基于手持 PDA 与移动护理车的护理工作站。此类设备能够执行数据采集，信息录入，RFID 标签扫描，设备定位等。

(3) 院内通讯设备主要是指患者佩戴各类无线呼叫器，该类设备由患者随身携带，应急情况下按动呼叫器按钮可发出预警信息，根据无线网关获得定位信息，两类信息同时通过无线网络可上传到护理工作站。

4 接入方式

医疗无线网中所涉及的主要接入方式包括 WLAN、Bluetooth、ZigBee、RFID。根据应用需求、设备功耗、传输距离、传输速度、使用环境等因素选择移动终端设备最合适的接入方式。终端主要设备的无线接入方式选择，见表 1。

表1 各类移动设备接入方式

| 移动终端设备 | 接入方式 | | | |
|---------------|------|-----------|--------|------|
| | WLAN | Bluetooth | ZigBee | RFID |
| 无线监护仪 | √ | | | |
| 移动心电图机 | √ | | | |
| 无线体温计 | | √ | | |
| 无线血压计 | | √ | | |
| 无线血氧仪 | | √ | | |
| 无线呼叫器 | | | | √ |
| 移动医用平板电脑 | √ | | | |
| PDA (配RFID扫描) | | | | √ |
| 各类RFID标签 | | | | √ |

在上述的无线传输方式中，无线医疗设备主要采用 WLAN 或者蓝牙方式，蓝牙适用于病房内小型的无线医疗终端设备，此类设备功耗低，活动区域有

限，主要适合在几个病房内部署。院内无线呼叫器主要采用 Zigbee 连接，Zigbee 的组网规模大于蓝牙网络，通过多功能物联网网关中的 Zigbee 模块在病区范围内进行无线组网。WLAN 主要通过无线 AP 实现与医院有线网之间的通信，由于其他无线接入方式在硬件接口、通信协议、数据类型均不同，多功能医疗物联网网关可实现了异构无线通信的数据统一，实现了各类医疗物联网感知设备的接入。多功能网关是医疗物联网中的一个实现多网汇一的关键设备。其主要功能如下。

(1) 实现相互独立、小规模、异构的无线通信的互联，将多个提供某种特定服务的无线传感器网络融合成一个提供全面服务的物联网，并且提供多种手段将物联网接入到传统互联网上。

(2) 传感器节点的低功耗和低能量特点导致通过节点自身来实现网络管理并不现实，直接对数量庞大的物联网节点进行控制的方式过于复杂，利用医疗物联网网关是实现医疗设备管理的最佳选择。医疗物联网网关不仅要实现异构网络互联、协议翻译以及路由聚合、地址分配和回收、数据汇聚、节点控制等功能，还将实现对设备提供的服务进行抽象和管理，为用户提供方便的访问接口。

5 应用模式

5.1 移动生理信号采集

移动与无线技术实现了病区内的床旁检测与 24 h 随身监测。通过移动无线医疗终端临床医生可以进行患者生命体征参数长期监测，包括血压、血氧、心电、体温等参数及相关波形。生理参数通过无线网络传输到医院信息系统，系统将监护设备上产生的患者数据信息实时记录到电子病历系统，确保患者生命体征数据的定时定量自动采集与存储。生理参数自动采集后电子病历系统自动完成评估与评分，为医生提供决策支持。对于手术室、监护病房等特殊环境下监护设备可直接移动在病人床旁使用，实现实时监测生命体征，从而减少患者不便，保障患者安全。

5.2 患者应急呼叫

患者在住院期间佩戴无线呼叫器，实现应急情况下紧急呼叫，无论患者在住院病房、物理治疗室、急救病房、输液室、卫生间等位置，只要属于无线覆盖范围内，应急呼叫器保持与无线网关之间的连接。患者出现意外或者紧急情况下，呼叫器通过无线网络发出预警信息，直接传导到护士站。根据给呼叫器连接的网关可实现迅速的定位，确保提醒医护人员到达现场处置。

5.3 移动医生工作站

移动医生工作站主要用于无线查房，医生在查房的过程中，手持便携式智能移动终端如平板电脑，PDA 等可直接连接到 WLAN。移动终端主要实现两个功能，一是便于医生随时调取患者的电子病历信息，二是可根据患者当时的具体病情直接在设备上医嘱。通过移动工作站的方式有助于医护人员更加准确、及时、全面的了解患者的病史详情和治疗过程。无线网络的应用，避免传统纸质病历记录本的不便与调用困难，有助于患者也能够得到及时、准确的诊治。

5.4 移动护理工作站

移动护理工作站通过 PDA 或者移动护理车上的 WiFi 网卡连接 WLAN。移动护理车实现床旁的闭环医嘱执行和给药确认功能。通过扫描患者腕带标识、药品单剂量包装标识，从而记录护士执行操作与执行时间，同时实现对医嘱执行过程的信息支持和给药时医嘱—患者—药品的计算机辅助查对，一旦出现给药错误时终端设备自动进行提醒。无线移动护理的实施实现了对医嘱实际执行的全过程跟踪，医嘱的生命周期的闭环式管理，极大程度提高医疗质量、减少医疗差错。护士还可在护理工作站上进行生命体征调取、护理文书的录入、患者健康教育、不良事件上报等操作。

5.5 医疗设备标签管理

无线物联网在设备管理中主要运用无线 PDA 与 RFID 识别技术。重点对医院内规模大或价值高的医疗设备或者基础设备进行统一的 RFID 标签管理。在进行设备盘点时，通过 PDA 扫描 RFID 可对重要设备进行自动识别，并实时采集设备的标识、定位、保养记录与运行状态。由于无线 PDA 能够在全院范围内与 WLAN 相连，管理人员手持 PDA 直接在设备应用的临床现场可调取设备管理数据库内的基本信息进行核对，同时将现场的设备维保信息直接录入到数据库。

6 结论

移动与无线技术在医疗行业中的应用已经成为行业的热点，医疗物联网的无线终端应用模式在很多方面改善我们的医疗系统，改变了传统的工作方式，创新出新的管理模式。物联网还可以在病人身份管理、移动医嘱、诊疗体征录入、移动药物管理、移动检验标本管理、移动病案管理、婴儿防盗、护理流程、临床路径等应用中发挥重要作用。无线、有线网络和各应用系统的有机结合，在医院中实现了医疗、管理信息的广泛采集、高度共享和有效利用，从而达到提高医疗服务质量、安全与效率的根本目的。