



中国社会科学院研究生院

MBA 教育中心

管理信息系统课程作业

窄带物联网在医疗行业的应用研究

姓 名： XX

班 级： XX

学 号： XX

授课教师： 吴俊

2018 年 06 月



窄带物联网在医疗行业的应用研究

姓名：XX 班级：XX 学号：XX

摘要：窄带物联网（Narrow Band Internet of Things，简称 NB-IOT）是物联网中的一项新技术，在医疗行业有着广泛的应用发展前景。由于 NB-IOT 能够与 LTE 等蜂窝平台完美兼容且具有低功耗、广覆盖等特点，近年来，已成为发展医疗相关应用的重要技术手段。首先，对 NB-IOT 技术进行简单介绍；然后，分析医疗行业的国内外发展现状，并探讨将 NB-IOT 技术应用于医疗行业所面临的问题和挑战；接着，分析了几种基于 NB-IOT 技术的医疗代表性解决方案；最后，对全文进行总结。

关键词：窄带物联网；医疗行业；NB-IOT；智能医疗



1. 绪论

1.1 窄带物联网相关概念

窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things, 简称 NB-IoT) 是实现万物互通互联的一个重要组成部分。窄带物联网构建于蜂窝网络, 只消耗大约 180KHz 的带宽, 可直接用于 GSM 网络、UMTS 网络或者 LTE 网络的部署, 其优点是能够降低部署成本, 实现平滑升级¹。NB-IoT 是物联网 (IoT) 领域的一个新兴技术, 由于其支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接, 它也被称为低功耗广域网 (LPWAN)。

窄带物联网 (NB-IoT) 有四个特点: 一是覆盖范围广, 并且可以改善室内覆盖。在同一频段内, NB-IoT 比现有网络增益大 20dB 以上并且覆盖范围扩大 100 倍以上; 二是支持大量设备连接, NB-IoT 的一个扇区可以支持 10 万个连接, 能够用来支持低延迟灵敏度设备, 同时仅需要超低的设备成本及极低的设备功耗; 三是更低的功耗, NB-IoT 终端模块的待机时间可长达 10 年; 四是较低的模块成本, 企业预期的单一连接模块不超过 5 美元。NB-IoT 关注的是低功耗 (LPWA) 物联网 (IoT) 市场, 它是一种可以在世界范围内广泛应用的新技术, 具有覆盖范围广、连接速度快、成本低、功耗低、结构优良等特点²。

1.2 医疗行业分析

医疗行业是现代社会最重要的服务行业之一, 因为它是每个人的基本生活需求。不管在哪个国家, 政府每年都需要大笔花费来维护公民的医疗服务。美国 2017 年健康医疗支出达 3 万亿美元, 占全部 GDP 的 17% 以上, 美国一个四口之家的医疗费用每年平均增加 1000 美元, 在 2016 年便已经达到近 27000 美元³。美国是唯一一个未向全民提供医疗保障的发达国家。

无论是上一任美国总统奥巴马的医保计划, 还是现任总统特朗普上台后, 坐在白宫椭圆形办公桌前签署第一道行政命令, 叫停“奥巴马医保”计划, 美国政府、保险公司、企业都希望通过让患者更合理地消费医疗服务去降低成本。

作为发展中国家的中国, 随着老龄化社会的到来, 同样面临医疗成本高昂的问题。除了政府通过不断的完善医疗保障体系, 通过医疗卫生系统改革, 优化资源配置, 提高资源利用率, 解决人民看病难、看病贵的问题, 物联网技术的接入, 从效率和成本两个方面可以带来实质性的改善。

目前, 所有可用的新技术特别是信息和通信技术都以某种形式在医疗部门进行着尝试⁴。物联网是一种适合发展医疗的技术, 它可以提供基本的医疗服务, 例如感知温度、湿度等某些重要参数, 并在一段时间内连续监测它们而无需人为干预, 根据传感器的设置和获取的

¹ 戴国华, 余骏华. NB-IoT 的产生背景、标准发展以及特性和业务研究[J]. 移动通信, 2016, 40(07):31-36.

² 钱小聪, 穆明鑫. NB-IoT 的标准化、技术特点和产业发展[J]. 信息化研究, 2016, 42(05):23-26.

³ 李莹. 美国医疗支出约 3 万亿美元从这份报告看企业制胜法门.

<https://www.cn-healthcare.com/article/20180327/content-501717.html>. 2018.03.07

⁴ S.M.R.Islam, D.KWak, and M.H.Kabir. The Internet of Things for Health Care-A Comprehensive Survey[J]. 2015, 3(05): 678-708.



信息，医生可以在患者需要时将注意力集中到需要帮助的患者身上。

1.3 基于窄带物联网发展医疗行业的意义和挑战

物联网可应用于不同的领域，根据目标领域的环境需求和适用性，可选择适当的方式进行部署。NB-IoT 是医疗行业的理想选择，与其他形式的物联网相比，它需要非常少量的功能损耗，并且所需带宽也非常小。使用 LPWA 对于健康监测有着很大的好处，但由于其高辐射并不适用于密切监测重要参数，并且这些辐射对人体有着潜在的危害，因此在这种情况下，NB-IoT 是一个理想选择，因为其运营所需的功率非常低，其蜂窝形式的 NB-IoT 是现有 GSM 和 LTE 服务的一部分，这表明了 NB-IoT 的广泛存在。NB-IoT 使用的频段也与 GSM 和 LTE 频段相同，甚至可以为它分配更低的频带，这对于医疗行业应用而言优于高频带⁵。GSM 和 LTE 现有的安全和隐私功能也可以扩展到 NB-IoT。总体而言，使用 NB-IoT 进行医疗有多种好处⁶。

物联网应用与医疗行业过程中也有一些问题和挑战：

(1) 不同制造商生产具有不同标准的相同设备

各种制造商生产具有不同标准的相同设备，这对公众来说更具挑战性。随着标准的变化，在速度和带宽方面保持平稳过渡是很困难的。当带宽变化时，系统所消耗的功率会受到不利影响，效率将会丧失。成本和灵活性是必须考虑的因素，因为它们也随给定的标准而变化。当存在不同标准的设备时，接口的使用会增加，因此为了克服这个问题，可以使用具有可靠标准和具有优良竞争性能的设备来降低成本。

(2) 网络安全问题

隐私安全是发展医疗行业必须重视并需要解决的一个问题，当用户需要访问数据信息资源时，可能会出现一些不同的情况，比如服务器需要拒绝给用户授权，避免用户访问获取到自己的所有资源，这被称为网络中的资源黑客行为。由于这个因素，信息的保密性显得尤为重要，所以信息认证和信息访问被主要利用在控制用户的访问数据权限。使用加密技术保护用户和机器或服务器之间的数据至关重要，换句话说，它们维持着数据的机密性，通过将身份验证数据转发给指定的用户，而不会对数据中包含的信息进行任何扭曲或调整，但是授予用户访问查看数据和使用资源的权限是由黑客控制，因此可能会造成他们篡改信息，并且拒绝授权用户访问数据的问题。

远程医疗在一定程度上可以解决传统医疗面临问题，但目前的远程医疗有一定的发展，但国内发展还存在很多限制，这主要是由于数据传输技术的缺陷和硬件的发展。发展远程医疗，需要得到网络设备和数据传输技术的大力支持。另一方面，网络中没有绝对的安全，远程医疗也不能放松警惕，有必要经常检查和维护远程医疗和入侵检测设备，以确保数据的完整性，可用性和真实性。

(3) 设备中存在的系统资源有限

⁵ S.M.R.Islam, D.KWak, and M.H.Kabir. The Internet of Things for Health Care-A Comprehensive Survey[J]. 2015, 3(05): 678-708.

⁶ R. Anand. and K. Routary. Issues and Challenges in Healthcare Narrow Band IOT[J]. 2017, 10(07): 486-489.

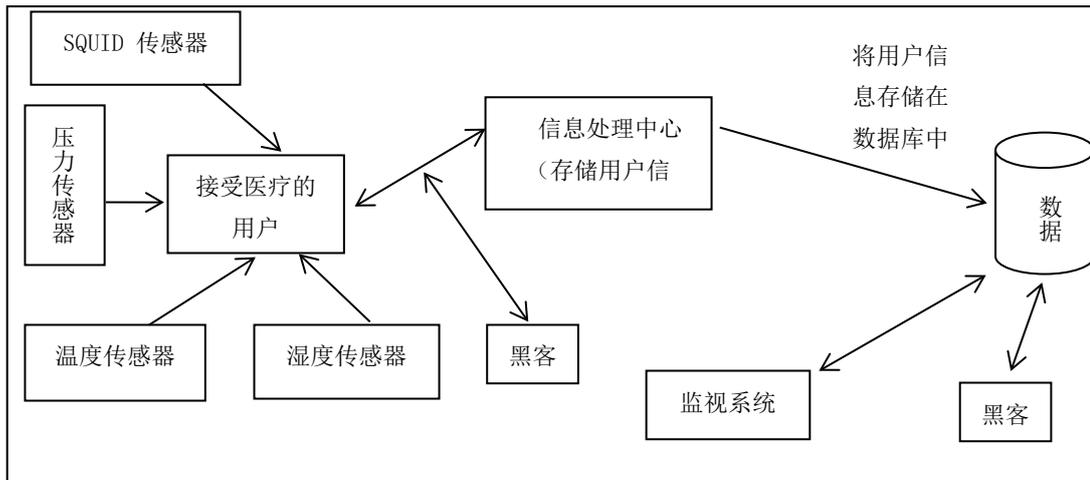


设备中存在的系统资源非常有限，通常是一个 8 位微控制器，其存储空间非常小，没有足够的空间来使用复杂的安全程序进行编程，所以不能确保系统更好地防止黑客攻击，这就意味着黑客可以瞄准系统的软区域进行操作，而固定的组件无法随着不断发展和改进的安全算法定期更新自身，因此在安全性方面可能会成为问题。同时很少有客户能够坚持使用具有自动更新选项的设备，因为此设备将很容易被黑客入侵，并可能被损坏。

(4) 某些地区不能配备健康监测系统

医疗行业的物联网接入受限性是农村地区的医院没有配备可以使用物联网等不断发展的技术进行升级的健康监测系统。以心理保健为例，目前需要获得精神医疗服务仍然需求较高，这就需要测量磁场波动并将其传送给医疗行业提供者，因此缺乏 SQUID 传感器仍然是农村地区的主要问题，缺乏可以容纳物联网传感器的健康监测子系统也是一个缺点。另一个重要因素是某些医院在数据传输方面仍然需要不断提高安全性，患者的数据如扫描报告，医生报告和其他重要报告都需要进行加密处理。云存储是用于保护数据信息的安全技术之一，但由于其安全漏洞，这种技术并不适合数据信息的保护。

窄带物联网对许多行业来说都是一项有吸引力的技术，然而，在医疗行业，它同样有一些具有挑战性的问题。如：缺乏强大的实时服务供应；带宽不足；目前在 NBIOT 平台上提供的服务不适合实时应用，其主要原因是延迟缺乏控制。截至目前，延迟容忍方法尚未纳入 NBIOT 框架。与此相反，医疗行业有几种应用需要实时通信和信息交换。当然，在这种情况下，我们不能依靠 NBIOT。除此之外，一些医疗行业应用需要更高的带宽以更好的通信和感知测量。在这种情况下，所需带宽比现在分配给 NBIOT 的带宽要多。在 180 kHz 的情况下，这些服务将无法按照客户和服务器之间交换的高清晰度图像和更高质量的信息来实现。服务质量和体验质量是物联网相关服务中的两个重要参数，在这两条战线上，NBIOT 尚不能与当今最好的 ICT 服务相提并论。当然，目前 NBIOT 标准也在随着技术的发展进行着改变，以适应多个应用领域的新需求。还有其他几种缺点，比如其中提出的 NBIOT 医疗行业的解决方案大部分来自可穿戴电子产品，然而这些可穿戴设备并不总是安全的，而且这些设备穿戴起来也有不舒服的感觉，而且医生必须进行物联网实践活动进行培训，因为他们不了解这些技术，而培训所有医务人员需要很多费用。尽管 NBIOT 是医疗行业广泛部署的经济选择，但仍存在一些挑战。图 1 展示了基于 NB IOT 的医疗行业中的常见情况以及潜在的威胁。



. 图 1 基于 NB-IoT 的医疗行业中的常见情况以及潜在的威胁

2. 窄带物联网应用在医疗行业的代表性方案分析

2.1 基于窄带物联网的远程医疗方案分析

2.1.1 远程医疗应用中所面临的问题和挑战

虽然远程医疗有很多的优点，但是以目前的发展来看，远程医疗还有许多难关要攻克。为了创造一个有效的远程医疗环境，我们不仅需要各种技术，还需要其他社会环境的发展和支持，更要解决在远程医疗发展过程中出现的问题和挑战。

(1) 没有权威的、统一的远程医疗标准。目前远程医疗尚未建立一个比较完善的标准化体系，缺乏统一的医疗规范和技术标准，各个医院开发的软件不能与系统兼容，信息传输的通讯信道不一致且应用的软硬件不同，使得医疗信息不能得到有效的共享，因此要实现全国远程医疗单位的开放性交互式联网比较困难。另外，远程医疗的收费方式与传统方法也有差别，现在国家对远程医疗项目还没有统一的收费标准和劳务补偿规定，主要是有开展远程医疗的单位自主定价，缺乏合理的定价依据，而且医疗机构调整变动价格较为随意，导致患者就诊时对远程医疗的收费存在疑虑，这将不利于远程医疗的普及与发展。另一方面，远程医疗服务的大部分费用由电信运营商作为通信费用收取，开展远程医疗的医疗机构只收取很少一部分会诊咨询费用，使被咨询的医学专家的劳务技术价值得不到公平合理的体现，从而难以调动专家参与的积极性。

(2) 远程医疗投资回报问题。在市场经济条件下的医疗体系应着重于双重效益，在医疗机构需要生存的前提下其经营管理者则更重视经济效益，要求较少的投入获得更多的产出。建设远程医疗设施非常昂贵，一套远程医疗系统常常需要大量资金的投入，同时要使系统能正常运转，软硬件的维护和升级费用、网络的使用费及专职技术人员的报酬等都将是一笔不小的费用。目前来看，远程医疗的成本投入较高，但经济效益并不明显，这已经引起了医院



管理部门的高度重视。

(3) 远程医疗法规和责任认定。我国远程医疗服务能否长期顺利开展决定于是否具备健全、配套的法律法规。在现阶段，进行数据信息传输的远程医疗服务和电信运营商之间还没有任何法律约束手段，一旦出现问题如数据信息传输的失误、资料不完整或者资料本身出现错误，咨询诊断的失误导致误诊，计算机病毒或黑客入侵攻击等造成患者病情及病历隐私泄露时，并没有具体的人来承担相应的责任，而这种由于网络的不确定性带来的远程医疗事故将比传统的医疗纠纷更加难以处理，因此远程医疗的深入开展需要相应配套的法律和法规。

2.1.2 物联网中解决远程医疗问题的常用通信技术

远程医疗不是一门独立的学科，它需要将通信技术，信息技术，生物医学工程，医学科学结合起来，利用通信技术，信息技术在病患之间进行信息传递和交流，结合生物医学工程和医学科学为其提供专家的意见。一般来说，远程医疗是通信技术，信息技术，生物医学工程和医学科学的融合体⁷。如图 2 所示。

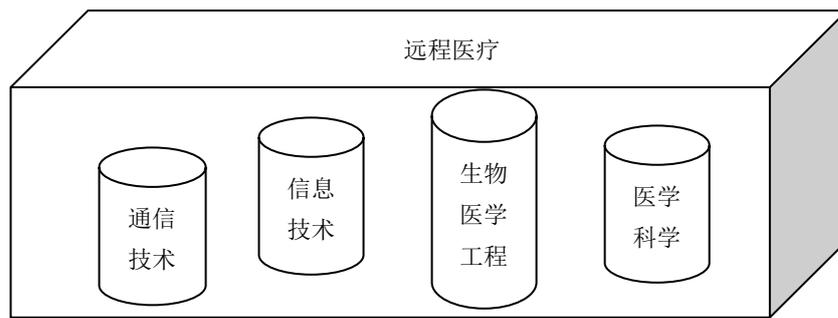


图 2 远程医疗涉及的主要技术领域

目前物联网技术的发展已不再局限于小范围、小数量的物物相连，而是逐渐建立以互联网数据为基础的万物互联。在远程医疗中，通信的多方需要实时处理大量的数据，并且还要求网络的安全性和稳定性达到一定的水平。可穿戴设备需要进行高精度检测，还需要穿戴舒适和低功耗。特殊的医疗监护环境要求设备之间的通信主要是无线，摆脱线缆的束缚，电磁兼容达标，并且抗环境干扰能力强。显而易见，与传统的物联网通信需求相比，远程医疗要求更为苛刻。NB-IOT（窄带物联网）、ZigBee、蓝牙和 HaLow 等技术是物联网领域中的主流通信方式。表 1 为几种关键物联网通信技术的对比⁸。

表 1 物联网中几种关键通信技术对比

	NBIOT	ZigBee	蓝牙	HaLow
流数据速率	250kbps	250kbps	2Mbps	100kbps
带宽	180kHz	3MHz	1MHz	/

⁷ I. Gremyr, A. Hellström, and D. Sporraeus. A Value-based Taxonomy of Improvement Approaches in Healthcare[J]. 2017, 31(4):445-458.

⁸ 胡磊, 罗天友, 王友俊. 远程医疗系统的设计与应用[J]. 重庆医学, 2014, 43(31):4145-4147.



频率	波段 13	2.4GHz	2.4GHz	900MHz
范围	15km	75m	240m	1km

在远程医疗领域，NB-IoT 将会成为一项适应于医疗行业发展的主流技术，NB-IoT 的优势在于能够为医疗设备之间及医生和患者之间的通信和信息交换提供良好的广域网数据连接支持，并且设备的供应具有完整的产业链同时设备所需的芯片价格低廉。

2.1.3 基于窄带物联网的远程医疗方案

使用远程医疗进行非面对面诊断和治疗必须有统一的技术标准和协议，这使得不同医疗机构之间更容易进行沟通和观察。远程医疗的需求包括硬件和软件两个方面⁹。硬件包括远程医疗平台，服务，医疗设备，视频会议系统，通信硬件和其他支持设备。软件包括操作系统，远程医疗软件，远程医疗服务软件等。

针对远程医疗发展中出现的法律和责任问题，可从现有条件入手，邀请电脑、网络、医学及法律方面的专家共同参与，有前瞻性地做好有关法律问题的研究和法规的规定，明确医疗责任，保护患者的信息隐私，为处理远程医疗纠纷提供强大有力的法律依据，将出现医疗风险的概率降到最低。同时，从提高从业人员的素质出发，培养和配备既懂医疗知识又熟悉计算机知识和操作技术的人员，以保证远程医疗服务的顺利实施。

借助 NB-IoT 网络的低延迟，大容量，低功耗，高效率的服务和医疗设备开发的准确性，远程会诊，生理参数数据的采集和传输将变得非常简单。

在远程医疗系统中，医生能够通过 Wi-Fi、NB-IoT、ZigBee 等网络实时地获取到病患人员的生理参数数据并对病患人员的实时医疗数据进行分析、诊断。在底层传感器（主要包括 RFID、摄像头、手持扫描仪等设备）采集到病人的生理参数数据后，在近端使用蓝牙、ZigBee 等将采集到的数据实时传输到数据处理中心进行分析处理，远程通信则通过接入医疗服务接口后使用 NB-IoT 等蜂窝网络将采集到的数据实时传输到数据处理中心。数据处理中心接收到数据后，对数据进行管理与存储，并对患者的信息进行分类处理。一般地，远程医疗系统的架构包含有医疗资源层、采集感知层、网络通信层及数据应用层 4 个层次¹⁰，如图 3 所示。

⁹ B. Vejlgard, M. Lauridsen, and H. Nguyen. Coverage and Capacity Analysis of Sigfox, LoRa, GPRS, and NB-IoT[J]. 2017, 2(05):2-6.

¹⁰ B. Vejlgard, M. Lauridsen, and H. Nguyen. Coverage and Capacity Analysis of Sigfox, LoRa, GPRS, and NB-IoT[J]. 2017, 2(05):2-6.

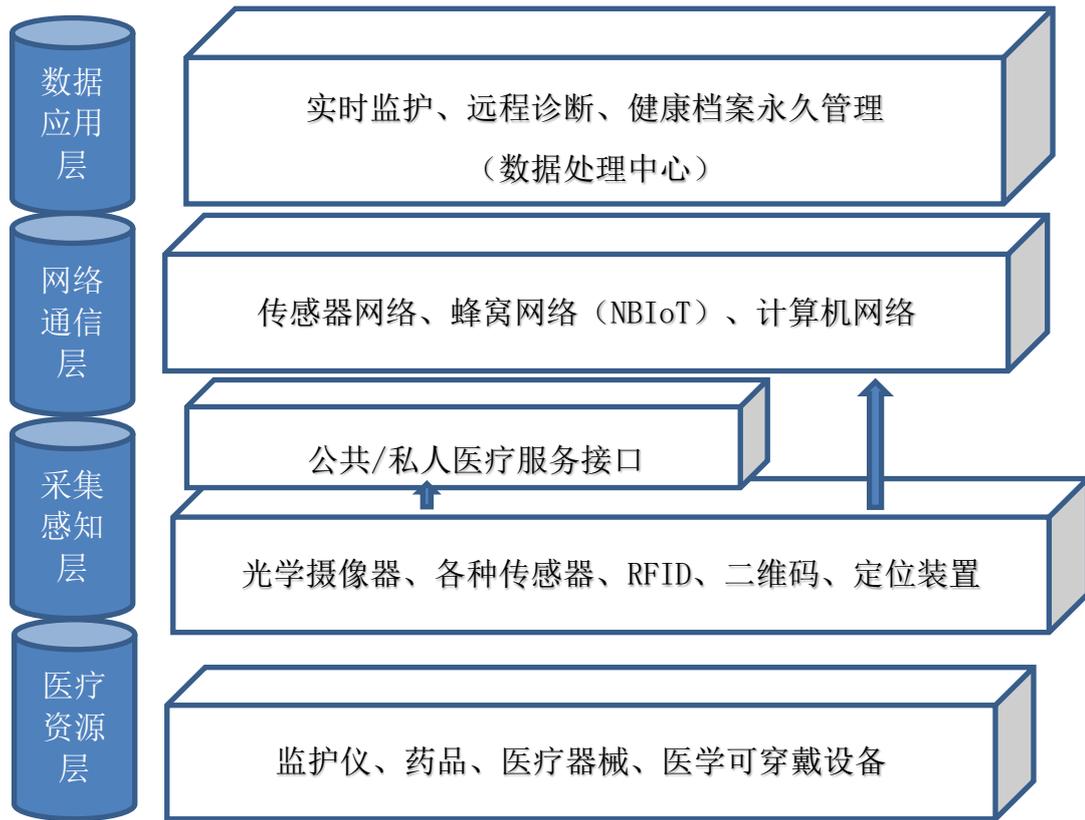


图 3 远程医疗系统架构图

医疗资源层是医疗卫生硬件和软件资源的集合，具有数据化和能统一管理特性。一般指各种监测仪器、医疗器械等仪器，广义上还包括医生。

采集感知层采用生理参数传感器，医疗仪器，射频识别器，光学扫描仪等医疗资源进行患者信息的收集和管理，采用中间件处理数据，对采集到的数据进行实时传输。在此基础上，建立具有自适应、自组织特征的网络通信系统。数据信息的收集不受限于具体的时间和地点，这也是远程医疗的发展趋势。

网络通信层采用传感器网络和 NB-IoT 蜂窝网络实时传输采集到的数据，高速数据传输采用 LTE-A / Wi-Fi 网络。传感器网络通常使用近端数据传输；基于 NB-IoT，GPRS 蜂窝网络或 Wi-Fi 连接的医疗传感器设备可以直接进行远程通信。

数据应用层主要是人机交互界面。使用医疗软件分析和存储患者的相关数据，并以 PaaS / SaaS 方式向用户和单位提供软件服务¹¹。它是实现远程诊断和数据分析的平台，可以在应用层完成挂号，诊断，治疗，支付和消息提示的所有业务流程以及将数据互联，对医疗资源的远程部署。用户可利用手持智能终端通过 OTT 应用绑定个人信息，接入系统后就可以接收到相关信息。

安全是医疗行业 IT 中最突出的问题之一。在 NB-IoT 中，其应用的安全性可以通过提供的相关规定来处理。NB-IoT 体系结构具有 6 个不同的层：物理层，媒体访问控制（MAC）层，

¹¹ B. Vejlgard, M. Lauridsen, and H. Nguyen. Coverage and Capacity Analysis of Sigfox, LoRa, GPRS, and NB-IoT[J]. 2017, 2(05):2-6.



无线电链路控制 (RLC) 层, 分组数据汇聚协议 (PDCP) 层, 无线电资源控制 (RRC) 层和非接入层 (NAS)。在 NB-IoT 体系结构中基于 LTE 的安全性通过上层 (主要是 NAS 层) 提供。当然, PDCP 和 MAC 层也提供了几个访问控制和与资源分配相关的措施来提高安全性。移动性方面由 RLC 层负责, 并提供与 LTE 网络几乎相同的措施来提高安全性。NB-IoT 的 RRC 也和 LTE 一样。像 WPAN (6LoWPAN) 上的 IPv6 和受限应用协议 (CoAP) 等协议对医疗等服务极为重要。这两种协议可以更好地处理 NB-IoT 的实时应用限制。除此之外, 使用有效的资源共享算法能够合理处理实时问题。如果 NB-IoT 部署在带内频率上, 则可以使用高效的跳频机制避免争用。因为, guardband 和 setand 单独部署没有这种 complications。事实上, 在 LTE 技术的不断发展和完善中, 提出的几个新标准将纳入 NB-IoT 技术。当然, 目前的 NB-IoT 技术比其他可用的 LPWA 技术要好, 因为它使 NB-IoT 成为医疗和其他普遍领域大规模部署的合适选择, 随着技术的不断完善和改进, 新标准将会降低设备复杂性和减少与资源有关的制约因素。

随着窄带物联网的逐步发展, 可穿戴设备的成熟度不断增加, 智能高精度检测仪器的广泛应用, 以及国家对医疗行业的重视, 远程医疗系统会对偏远落后地区的医疗服务水平和医疗资源的公平分配起到明显的改善作用。

随着人们生活水平的提高, 社会和病人的需求也在不断增加。经验丰富的医学专家是有限的, 并且大多数集中在大城市。他们不太可能经常离开自己的职位去满足人们对医疗服务的更高要求。远程医疗服务的开展解决了偏远地区广大患者的医疗需求以及疑难危重患者特别是急诊危重患者到外地看病难的矛盾。

远程医疗系统能够有效地节省卫生资源, 并且为患者的救治赢得时间, 同时为参加会诊的专家对异地患者的医学影像以及各种检查数据与异地医生进行交互式讨论提供了便利, 实施远程医疗是医学专家能够为异地医生准确实时地提供诊断结果和医学指导, 帮助异地医生得到正确的诊断, 减少对重症患者的不必要检查和治疗, 节省患者往返奔波时间, 为患者及时准确的抢救和治疗赢得时间。远程医疗的开展使一些高水平的医学专家能更多地为社会服务, 充分利用了卫生资源以及节省了患者的费用开支¹²。远程医疗不仅指治疗患者的生理疾病, 还包括维护患者的心理健康, 范围更加广泛。远程医疗的实施可以使患者处于自己熟悉的环境中, 这不仅可以节省大量的时间和费用开支, 同时还可以得到专家的医疗服务, 这样的好处是: 一方面患者不需要到处奔波求医, 另一方面是病情不会延误的同时也降低了医疗成本。发展远程医疗不仅可以带来更高的经济效益, 还可以带来很高的社会效益。

2.2 基于窄带物联网的智能医疗案例分析

2.2.1 智能医疗应用中面临的问题和挑战

智能医疗是通过建立人们的健康信息平台, 利用先进的物联网技术, 实现患者与医生、医疗机构及医疗器械之间的信息交流, 逐步实现信息化¹³。同时智能医疗也是一项以快捷、

¹² B. Vejlgard, M. Lauridsen, and H. Nguyen. Coverage and Capacity Analysis of Sigfox, LoRa, GPRS, and NB-IoT[J]. 2017, 2(05):2-6.

¹³ L. Catarinucci, D. deDonno, and L. Mainetti. Smart-oriented Healthcare System Architecture[J].



经济、协作、普及大众、预防疾病及可靠为实现目标的新兴技术，它具有数字化、网络化和智能化的特点。目前，智能医疗面临的主要问题和挑战有：

(1) 我国的智能医疗领域还处于“碎片化”的局面，智能医疗应用软件、便携式设备、医联平台、网上就诊等不同智能医疗部分之间几乎没有融合或是处于刚起步阶段，没有形成一个完整的产业链。

(2) 信息及服务平台得不到整合。数据信息的收集和整合是智能医疗的重要功能之一，也是实现智能医疗的一个重要条件，只有获取到患者的以往病史及检查结果，才能进行较为全面准确的诊断和治疗。但是目前我国各大医疗机构的数据信息几乎处于隔断层面，患者的数据信息几乎没有实现云共享，市场上各种可穿戴设备也没有统一的规范标准，其接口及传输条件也不相同。同时，我国智能医疗技术也还只停留在数据收集阶段，对后端服务进行数据的处理与功能还有待开发。病人通过一些便携式设备积极收集其生理参数数据，但在数据和诊断治疗之间没有形成共通，因此医生难以根据患者的相关数据进行诊断及提出建议。

2.2.2 智能医疗实施方案

现阶段物联网在医院服务中的应用场景主要集中在病室病人日常管理、患者安全管理、医疗物资管理、精准化护理这几个方面，具体涉及的技术有

(1) 医患信息系统

医院医务人员在治疗之前对患者的身份信息核实、核对，确保治疗方式与患者对应的过程就是医患信息确认，这是医疗的首个环节也是医疗安全保障的前提。在物联网技术接入之前，医务人员需要通过口头、笔头的方式对患者的姓名、年龄、血型、过往病史等进行询问记录，费时费力且错误率高，特别是在危重病患抢救过程中，这些信息确认与争分夺秒挽救生命之间存在着矛盾。RFID 标签应用后，解决了这些矛盾，也解决了就诊过程中患者身份识别的问题。RFID 无线射频识别是一种非接触式的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，识别工作无须人工干预，可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个电子标签，操作快捷方便。

RFID 标签支持快速读写，体积小、容量大、寿命长、可重复使用。医疗人员只需要扫描标签，就能从医院中心服务器上调阅患者的医疗档案，无论是在普通疾病护理还是在危重患者抢救环节，都为患者节约了时间，为医护人员提供了便利，提高了准确性。

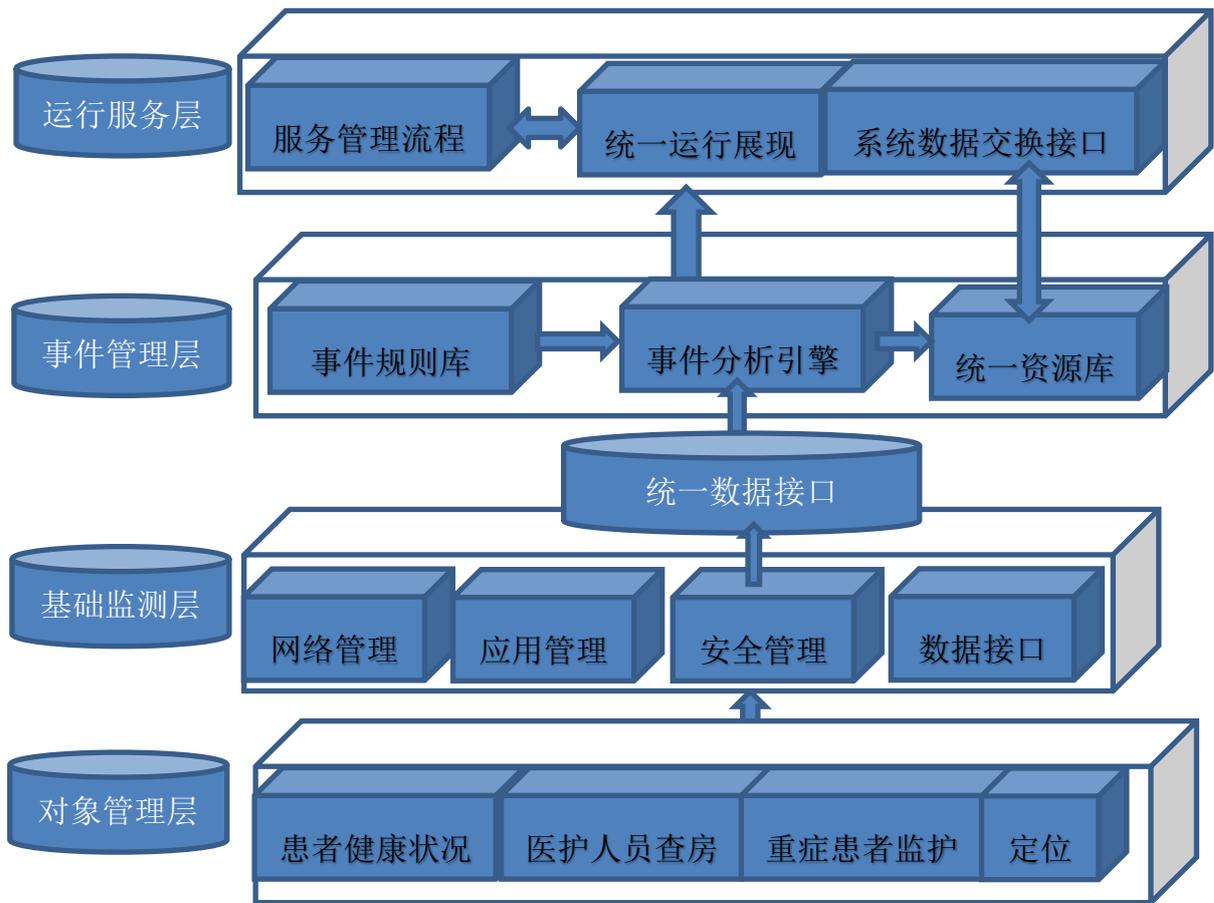


图 4 医患信息系统

(2) 婴儿防盗系统

由婴儿标签、出入口监视器、物联网 AP、物联网交互终端等设备构成的婴儿防盗系统，为医院提供对在院期间婴儿的实时监控。佩戴在婴儿手腕上的有源电子标签，就是一个持续发出信号的小型射频发射器，低辐射低功耗，符合人体工程学设计。如标签发出异常信号，警报信息会发送到护士站、医院保卫部，同时门禁系统启动关闭程序，发出警报，基本上能够杜绝婴儿调包、盗劫等时间。此项技术的应用，有效的解决了医护人员的需要时刻防范此类非医疗事件的压力，把精力都放在疾病的治疗和护理之上。

(3) 床边血糖、血压、心率等监测系统

即时检验 (POCT) 是指在患者旁边进行临床检测，实在采样现场即可进行分析，省去标本在实验室检验时的复杂处理程序，采用可携带分析仪器并快速得到检验结果的一类新方法。主要特点是快速、使用简单，节约成本。例如，血糖仪带有物联网连接功能，可直接链接 HIS，仅需扫描患者手腕上的标签可直接读取患者信息，采集样本检验结果后则会自动上传，无需其他操作。系统自带三大模块：检测数据管理模块，POCT 检测结果自动记录，患者数据分析，病区数据分析，全院对比，历史患者结果查询等。¹⁴

¹⁴ 徐剑,周敏.物联网在医院服务及医疗领域中的应用[J].医疗装备,2018(10): 63.



(4) 医疗设备质量状态跟踪监测系统

将物联网技术应用于医疗设备质量状态的跟踪监测系统,利用感知节点连续在线监测设备的各项运行技术指标级环境信息,并通过无线网络技术及时传递设备的状态数据,实现了基于状态维修的维修方式,使医疗设备质量控制的网络化、智能化、自动化水平得到新的提升。¹⁵

(5) 其他医疗应用

医疗物资管理系统、输液管理系统、药品管理、麻醉科医生监控手术患者血压等。

2.2.3 智能医疗实施效果

智医疗的实施使患者不再需要排队等候诊断,打破了空间的限制,减少了患者排队等候的时间。医院工作人员也可以轻松调阅患者以往的诊治报告,快速了解患者的以往病史、家族病史、饮食习惯及健康状况等。对于重症患者,根据传感器传输的信息,医护人员可以实时监测患者的健康状态以避免出现救治不及时的情况,降低了患者出现突发情况的风险。

3. 窄带物联网的发展前景和趋势分析

物联网(IOT)是计算机和互联网技术发展的重要产物,其在各行各业的应用意味着新的信息产业革命的到来¹⁶。无论是企业还是个人,只有掌握物联网的核心技术,才可以在实际开发中取得更大的突破。从窄带物联网的发展前景和趋势来看,主要体现在物联网商业模式和技术发展两个方面¹⁷。首先,在物联网的商业模式中,将会出现垂直型应用模式,运营商和用户联合模式,免费模式,运营模式,政府主导模式和行业共性平台模式。以垂直型应用模式为例,它具有业务门槛高,专业性强的特点,需要与企业业务流程紧密结合。一般适用于铁路,教育,电力,石油等行业;如果它是运营商和用户联合模式,它将强调用户的需求,要求基于用户进行软件开发和系统集成,如智能城市 and 智能交通。免费模式在目前的物联网商业模式中很受欢迎,如百度和谷歌等互联网公司都是采用的这种模式。其次,在行业共性平台模式中,我们需要依靠物联网,使同行业分散的企业可以能够整合到一起,从而带来规模化优势。

从技术发展层面来看,物联网技术发展将更多地注重将大数据技术和云技术等技术融合在一起,并要求实现与信息网络的无缝整合及提供能相互操作的通信协议¹⁸,可以使用于企业互联网,服务互联网和媒体互联网等各个领域。例如,NB-IOT 低速窄带物联网通信技术作为一种低速率窄带技术,将在通信市场中得到广泛应用,并将朝着万物共联方向发展。同时,窄带物联网技术在不断发展中,其相关标准也越来越完善,这将对物联网的发展起到推动作用。这种推动作用将侧重于物联网产业以扁平化发展,在发展过程中,我国市场将与国际产业链同步,真正实现万物互联的目标¹⁹。由此可以看出,无论是从物联网商业运营模式

¹⁵ 田颖,全青英.物联网在医疗设备质量状态跟踪监测系统中的应用研究[J].医疗卫生装备, 2017(1): 68.

¹⁶ Xiao-rong WANG. "Three-Level, Four-Integration" Internet-based Smart Medical Platform[J]. 2017, 4(01):1-4.

¹⁷ 张晖, 杨旻. 窄带物联网技术及行业发展趋势分析[J]. 经济研究导刊, 2017(32):37-38.

¹⁸ 张晖, 杨旻. 窄带物联网技术及行业发展趋势分析[J]. 经济研究导刊, 2017(32):37-38.

¹⁹ Xiao-guo WANG. The Research on the Design of Medical Data Exchange and Sharing Platform for Smart



还是技术发展，窄带物联网的发展前景广阔。

4. 总结

当前，随着人们生活水平的不断提高，人们越来越关注自身的健康问题，对医疗服务的需求和服务质量也会逐步增长；随着老龄化社会的推进，青年劳动力的短缺，医患、医护配比差距会进一步失衡，物联网技术、人工智能技术在医疗领域将发挥重要作用。再者，由于人与人之间也存在个体差异，随着医学的发展，精准医疗、个性化医疗、私家医疗等医疗服务已经开始投放市场。NB-IoT 技术以其低功耗、低成本、广覆盖等特点，非常适合应用于医疗行业。本论文对 NB-IoT 技术以及其他物联网相关技术（如蓝牙、Zigbee 等）在覆盖范围等方面进行了对比分析，结果显示 NB-IoT 更具优势；同时，以远程医疗和智能医疗为案例分析了 NB-IoT 技术在医疗行业的应用情况，通过分析实际案例说明，将 NB-IoT 技术应用于医疗行业不仅能提高医疗服务的个性化和智能化，还能够带来显著的社会效益。然而，分析结果还表明，将 NB-IoT 技术应用于医疗行业仍面临许多问题和挑战，如何解决这些问题将是未来几年科研工作人员的重要研究方向。



参考文献

- [1]戴国华, 余骏华. NB-IOT 的产生背景、标准发展以及特性和业务研究[J]. 移动通信, 2016, 40(07):31-36.
- [2]钱小聪, 穆明鑫. NB-IOT 的标准化、技术特点和产业发展[J]. 信息化研究, 2016, 42(05):23-26.
- [3]S. M. R. Islam, D. Kwak, and M. H. Kabir. The Internet of Things for Health Care-A Comprehensive Survey[J]. 2015, 3(05): 678-708.
- [4]R. Anand. and K. Routary. Issues and Challenges in Healthcare Narrow Band IOT[J]. 2017, 10(07): 486-489.
- [5]I. Gremyr, A. Hellström, and D. Sporraeus. A Value-based Taxonomy of Improvement Approaches in Healthcare[J]. 2017, 31(4):445-458.
- [6]胡磊, 罗天友, 王友俊. 远程医疗系统的设计与应用[J]. 重庆医学, 2014, 43(31):4145-4147.
- [7]B. Vejlgaard, M. Lauridsen, and H. Nguyen. Coverage and Capacity Analysis of Sigfox, LoRa, GPRS, and NB-IOT[J]. 2017, 2(05):2-6.
- [8]L. Catarinucci, D. deDonno, and L. Mainetti. Smart-oriented Healthcare System Architecture[J]. 2015, 2(4):515-526.
- [9]荀锦锦, 张奎, 王建南. 基于物联网的智能医疗的应用研究[J]. 物联网技术, 2017, 7(11):51-52.
- [10]Oscar Wager Fong. Values of medical-grade smart wearable device on improvement of individual health Taking philips health watch as an example[J]. 2016, 2(10):1-5.
- [11]Xiao-rong WANG. “Three-Level, Four-Integration” Internet-based Smart Medical Platform[J]. 2017, 4(01):1-4.
- [12]张晖, 杨旻. 窄带物联网技术及行业发展趋势分析[J]. 经济研究导刊, 2017(32):37-38.
- [13]Xiao-guo WANG. The Research on the Design of Medical Data Exchange and Sharing Platform for Smart Healthcare[J]. 2015:6(10):40-43.
- [14]徐剑. 周敏. 物联网在医院服务及医疗领域中的应用[J]. 医疗装备, 2018(10): 63.
- [15]田颖, 全青英. 物联网在医疗设备质量状态跟踪监测系统中的应用研究. [J]. 医疗卫生装备, 2017(1): 68.