

应用于现代医疗电子设备中的蓝牙技术

摘要：简要介绍蓝牙技术，介绍其在现代医疗电子设备中的应用，阐述蓝牙在医疗电子设备中的实现条件和实现目标等，并讨论了使用安全性问题。

蓝牙 (bluetooth) 技术是一种个人无线网络的通信协议，它起源于是 1998 年由爱立信、IBM、英特尔、诺基亚、东芝等 5 家公司联合推出的一项先进的近距离无线通信技术。1998 年 2 月，以爱立信为首，联合东芝、IBM、Intel 和诺基亚成立了特别兴趣小组 (Special Interest Group)，共同发布了蓝牙无线电接入技术，即在全球范围内建立和运用通用、先进的无线接口技术标准。到目前为止有数千家的企业参与支持和开发蓝牙技术及其相关产品。蓝牙技术的最终目标就是要建立一种全球统一的无线连接标准，使不同厂家生产的各种移动、便携设备和固定终端，在近距离内用无线电自动连接，实现互操作与资料共享。

蓝牙系统一般由天线单元、链路控制(固件)单元、链路管理(软件)单元和蓝牙软件(协议栈)单元四个功能单元组成，如图 1 所示。



图 1

蓝牙技术以其独特、实用的魅力，从开始诞生就吸引了众多的关注，它通过一个 9mm}9mm 的微芯片和蓝牙无线收发器嵌入各种便携式设备，传输距离为 10 米，取代所有数字设备上的有线接口。例如计算机、主机、键盘、打印机和显示器之间通过蓝牙技术的连接，可以省去纷乱的连接线；手机应用蓝牙技术，可以使手机和耳机分离，方便开车和商务活动。由此可见蓝牙技术可以随着人们的需要不断在扩大使用范围，日益进入了各行各业之中，同样在医疗设备中也在逐渐引进该技术。

随着现代社会不断发展，现代医疗事业也取得蓬勃发展。医院病房监护系统和医疗会诊系统的出现为现代医疗事业的发展做出突出贡献。但其最大的弊端就是病人身上的线缆，不但给病人的行动带来很大的不便，而且在病人需要大面积活动时不得不中断对病人病情的监控或需要人力监控。

一、蓝牙技术在现代医疗电子设备中的应用

蓝牙系统在医疗领域应用的主要模式图如图 2 所示：

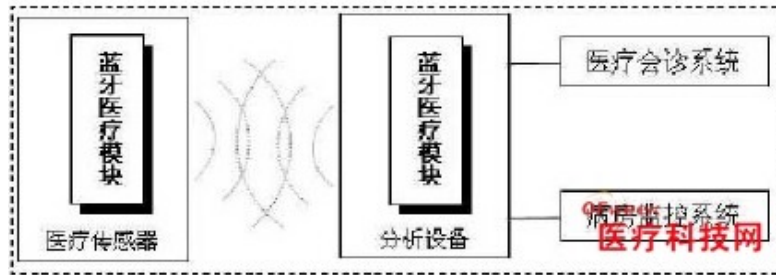


图 2

1. 蓝牙最初考虑的多数应用都是用于取代有线连接。医疗设备在医院每台设备基本都是独立的系统，因此各种设备，都配有自己的计算机系统和打印机等外设系统，都是数据线独立连接，因此，读取机器状态、重新配置设备、传感器数据、病人资料、病人监护、安全}问数据、资产追踪等为了安全性考虑，都是独立的系统，最常见的现象如手术室，故鱿科室，可以看见到处是电缆线连接，交错地散在地上，一旦出了仪器故障，要花费医生很大的功夫顺着电线检查每个接口是否连接好，整理线就很费事，这样浪费很多时间，时间对抢救病人而语言是十分宝贵的。在有蓝牙技术联接后的各个设备，就解决了医疗设备使用者的麻烦。

2. 有些医疗仪器，如脑电图、心电图等电生理仪器，是从患者的体表接受电信号，将生物电信号，通过电缆传输到医疗设备中，进行分析。其间，因为电缆的连接，限制了患者的位置和运动，只能在卧位接受体检，于是不能了解到在其他体位，甚至是运动状态下患者在一定范围活动的生物电信号的情况。

3. 有些医疗的禁区，如层流病房、手术室、放射摄片室、放疗室、抢救室等，不是适宜所有医务人员的进出，必须要有严格的隔离制度，蓝牙在这些地方就能发挥很到的作用，医生可以使有些检查和治疗无线遥控进行，减少了工作人员直接进出的机率，同时不妨碍医生的治疗 and 会诊的工作。

二、蓝牙在电子医疗设备中的实现条件

1 多机通信中必须保证主机与所选择的从机进行可靠的通信，而且通信接口必须具有较强的识别能力，对于蓝牙多机通信更容易受到干扰，因此除了要求外界的干扰尽可能少外还需要有比较可靠的通信协议。

2. 蓝牙协议的组成: 蓝牙协议作为开放性的近距离高速通信标准，主要包括以下 4 个方面内容: 蓝牙核心协议 (BB, LMP, L2CAP, SDP)、电缆替代协议 (RFCOMM)、电话控制协议 (TSC Binary, AT 命令集) 以及选用协议 (PPP, TCP/IP, DUP/IP, OBEX, WAP, ……)。根据具体的应用，蓝牙协议可以

进行灵活的配置，并鼓励尽可能利用各种高层协议，保证现有网络技术与蓝牙技术的融合。因此除了蓝牙核心协议是必需的，其他三方面协议根据应用的具体需要而定。

3. 生理电信号传输的要求和实现:生理电信号是由生物体在生命活动中由机体、组织、器官、细胞等各级系统产生的特定表征转化成的电信号，反映特定的生命活动细节。这里主要指的是针对一维生理电信的蓝牙数据传输，如:心音、心电、脑电、肌电、胃电，以及转为电信号的血压、脉搏、呼吸等生理参数。按照信号的频率围可以分成三类:(1)低频信号，即最高频率小250Hz，以心电为代表;(2)中高频信号，主要是心音;(3)宽带高频信号，指肌电。由于蓝牙在 ACL 数据分组共有 7 种，其中适合生理信号的带有 2 种校验机制的是 DMI, DM3, DM5 分组，在 8 位或 12 位采样系统中，心电等低频信号应采用 DM1 据分组，心音信号应采用 DM3 数据分组，肌电信号应采 DM5 数据分组。

三、蓝牙在医疗电子设备中的实现目标

1. 抑制无线电电磁干扰:蓝牙工作在全球通用的 2.4GHz ISM(即工业、科学、医学)频段。蓝牙的数据速率为 1Mb/s 跳频技术是把频带分成若干个跳频信道(Hop channel)，在一次连接中，无线电收发器按一定的码序列(伪随机码)不断地从一个信道到另一个通信信道，蓝牙系统内地收发双方是按这个规律进

行通信地，而其他无线电设备不可能按同样地规律进行工作。所以从很大程度上抑止了无线电。

2. 建立“个人微型网”(Personal areanet):蓝牙采用了扩频技术，使整个蓝牙频段内噪声影响变得最低。与其他工作在相同频段地系统相比，蓝牙调频更快，蓝牙设备与其他无线通信设备相比是低功耗地，蓝牙技术地无线电收发器地链接距离可达 10 米，使用高增益天线可以将有效通信范围扩展到 100 米。不限制在直线范围内，甚至设备不在同一个房间内也能相互链接，并且可以链接多个设备，活动最多可达 7 个，在线设备可达 200 个，这样就可以把用户身边地设备都链接起来，形成一个“个人微型网”。

3. 不使生物电信号受影响:蓝牙技术具有传输信号稳定、不易受干扰和不受物体阻碍等优点，一般情况下通过蓝牙技术，能有效取代传统病房监护系统中病人身上的医疗传感器与分析仪、PDA 和电脑等分析设备之间的线缆。

对人体生命参数的无线实时监控是广大医患的共同愿望，但基于传统电子技术实现起来有无法避免的缺点。蓝牙不仅可以取代个人电脑周边的数据线缆，也能够满足监护病区中的患者周边无线化的需求。通过病区蓝牙网关，

可以实现蓝牙监护网与有线局域网的无缝连接，从而结合多种不同网络的优点，带给患者简洁舒适的环境。

四、蓝牙的使用安全性问题

任何医疗设备的使用，首先要保证对人的绝对安全性，才有可能投入临床使用，才能被被医患双方接受使用。安全性包括信息安全和生态安全。

1. 信息安全

有实验证明，微波炉的使用，会使数据传送的速度减慢 300k/s，除此之外，扩频设备、跳频设备、无线 LAN 等均会使数据传送速度减慢。但是国际 SIG 在各种环境中做过实验，低功率蓝牙产品对其他同类产品干扰微乎其微，相反，其他产品对蓝牙的干扰可通过软件或硬件方法解决。所以信息安全问题更多地是在软件协议栈中加以强调，由软件工程师去主要解决。

2. 生态安全

生态安全问题是指当蓝牙设备靠近人体时是否带来危，主要是否有电离辐射等，这是使用的医患双方都十分敏感的问题。由世界卫生组织、工 EEE 等专家组成的小组表示，检测中并未发现蓝牙产品的辐射对人体有影响。蓝牙的问题主要是由于蓝牙使用和微波炉一样的频率范围，是否会带来不良的后果目虽然尚无定论，但是一些组织分析认为蓝牙输出功率很小，只有 1mW，是微波炉使用功率的百万分之一，也仅是移动电话的辐射的几分之一，而在这些输出中仅仅只有一小部分被物体吸收，基本检测不到局部有温度增加。由于蓝牙理想的连接范围为 5 厘米—5 米，但是可以通过增大发送电平可以将距离延长至 100 米，因此可以根据需要进一步减小蓝牙输出功率，缩短其连接范围，这样就更为安全了。

长期来看，蓝牙取代现有有线系统的机会不断增加，短期内发展速度将会比较快。通过无线连接来增加产能速度虽然较慢，但长期潜力较大，有很好的发展前景。

作者

解放军理工大学 刘景夏 胡澄 陈姝

江苏省中医院 王钰