

低功率无线感测促进了IoT的发展

作者：Joy Weiss，总裁；Ross Yu，产品市场经理；Jonathan Simon，系统工程总监，Dust Networks产品组，凌力尔特公司

低功率无线技术正在大幅降低传统有线感测系统的成本，并为传感器网络提供采用导线完全无法实现的全新可能性。低功率无线传感器网络 (WSN) 标准，特别是采用时间同步通道跳频 (TSCH) 的网格架构，可使网络中的每个节点依靠电池或收集能量来运行，并不会牺牲可靠性或数据吞吐量。这使得应用开发人员能够自由地安放传感器，而不仅仅局限在可提供电源的地方，而是应用需要传感器数据的任何地方。凌力尔特公司 (其包括了 Dust Networks 产品组) 一直身处基于 TSCH 之高可靠、低功率 WSN 和能量收集技术领域创新的最前沿。这些技术紧密关联，旨在为应用开发人员部署那些要求尽量少 (如果有的话) 更换电池的系统提供更多的机会，从而进一步降低了部署无线传感器的生命周期成本并刺激了物联网 (IoT) 的发展。

ON World 最近所做的一项研究表明：对于工业客户而言，WSN 最至关重要的两个特性是可靠性和低功率 (图 1)。成本则排在第三位：如果不能解决可靠性和功率问题，那么成本还不是客户需要优先考虑的因素。

显然，精确同步的分时隙 (time slotting)、通道跳频与超低功率无线电路的组合实现了功率最低、可靠性最高的 WSN。这种对于低功率的关注使得所有的节点均可依靠低成本电池运行多年，而且为使用多种能量源 (包括能量收集电源) 开启了可能性。

低功率无线电

IEEE 802.15.4 标准的推出为 WSN 创立了一种卓越的无线电平台。IEEE 802.15.4 定义了一个 2.4GHz、16 通道扩频低功率物理 (PHY) 层，很多 IoT 技术均基于该物理层而构建，包括 ZigBee 和 WirelessHART。另外，该标准还定义了一个媒体接入控制 (MAC) 层，其一直是 ZigBee 技术的基础。然而，该 MAC 的单通道性质使其可靠性变得不可预知。为了提高可靠性，WirelessHART 协议 (也被称为 IEC62591) 定义了一个基于 15.4 MAC 的多通道链路层以实现高可靠性 (>99.9%)，这是工业 WSN 应用所

要求的。2012 年初，802.15.4 MAC 的一种新版本 (称为 802.15.4e) 正式获批，该 MAC 体现了多通道网格和分时隙。符合 802.15.4 标准之无线电装置的典型功率输出大约为 0dBm，发送和接收电流在 15mA 至 30mA 范围内。在 0dBm 时的同类最佳发送电流为 5.4mA，而同类最佳之接收电流为 4.5mA (基于凌力尔特的 LTC5800)。

时间同步可实现节能和通道跳频

原始 802.15.4 MAC 要求网格网络中负责传来自相邻节点之信息的节点始终保持接通，而那些仅发送 / 接收其自身数据的节点 (常被称为“精简功能设备”) 则可在传输操作之间处于睡眠状态。为了使网络中的每个节点均为低功率，必须安排节点之间的通信，而且在网络中必需具有一种时间的共享感。同步越严密，路由节点无线电装置必须处于“导通”状态的时间就越短，从而最大限度地降低功耗。业界最佳的 TSCH 系统能够把一个多跳网格网络中的所有节点同步至几十微秒之内。一旦在网络中拥有了准确时间的共享感，以及用于网络中节点之间成对传输的时隙明细表，即可将通道分配纳入该明细表，由此启用通道跳频。

通道跳频减轻了干扰和多径衰落

无线通道在本质上就是不可靠的，而且诸多现象会阻止已传输的数据包到达接收器；而当无线电功率下

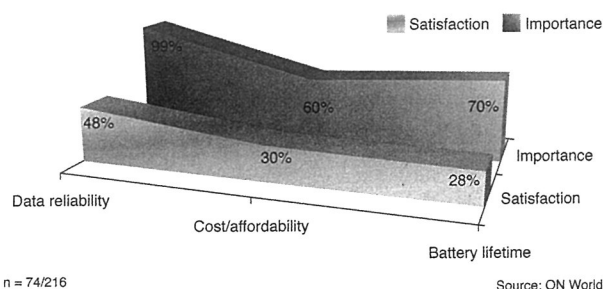


图 1：WSN 特性的感知重要度

降时此类状况会进一步恶化。当多个发送器通过相同的频率同时传送数据时,将出现干扰。假如它们彼此听不见,然而接收器却能够听见所有的发送器,这就特别成问题了(“隐性终端问题”)。后退、重传和确认机理是解决冲突所必需的。干扰可能来自网络内部、或者另一个工作在相同无线电空间中的类似网络、抑或是某种工作于同频段的不同无线电技术(这在WiFi、Bluetooth和802.15.4共用的2.4GHz频段中是常见的现象)。

第二种不可预知的现象(被称为“多径衰落”)会阻止传输的成功完成,即使在预期视线链路余量充足的情况下也不例外。当传输信号的多个“副本”被环境中的物体(天花板、门、人,等等)反弹,且每个反射副本传播的距离不同时,将发生这种现象。当产生破坏性的干扰时,20dB至30dB的衰落是司空见惯的。多径衰落取决于传输频率、设备位置、以及每一个邻近的物体;要想预知它几乎是不可能的。图2示出了26天时间里在介于两个工业传感器之间的单个无线通路上的数据包递交率(针对系统所使用的16个通道中的每一个)。

通过实施时间同步和把网络划分为时隙的时间安排,可在特定的已知通道上精确地编排传输的时间表,而且通道的选择可以随着每个传输而改变。此外,安排网络传输还解决了“隐性终端问题”,并几乎消除了网络内的冲突。这样一种机理在超过10,000个WirelessHART网络中进行了现场实地验证,通常可实现持续多年的电池使用寿命和>99.9%的可靠性。

能量收集考虑

一旦适当地尽量降低了WSN的功率要求,那么电源的选择面就变宽了。环境能量无处不在:光、振动和热量只不过是几个例子而已,它们可以大量地免费供应并被转

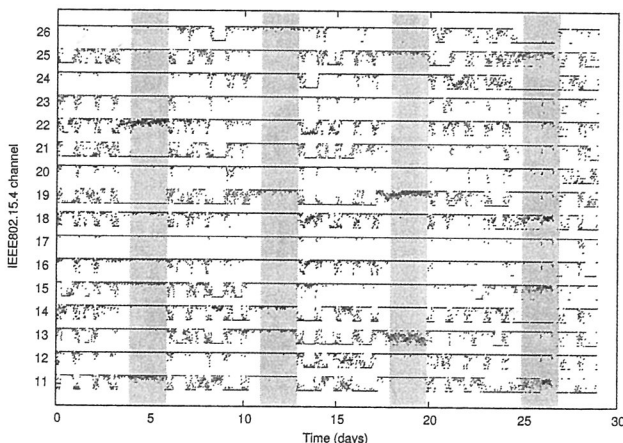


图2: 在26天时间里于16个通道上的数据包递交率

换为充足的电能以运行一个低功率TSCH WSN。下面的例子说明了一些可产生超过150 μW功率的实用型能量收集技术,这种功率级别完全足以运行802.15.4e网络(例如:Dust Networks的SmartMesh IPTM)中一个典型的IPv6路由节点。

照明

标准办公大楼的大多数区域都具备可运行一个低功率TSCH WSN的充足室内照明。根据美国联邦事务服务管理总局(其负责制定美国公共建筑的指导准则)提供的信息,诸如工作站和阅读区等亮度较高的区域拥有500 lux的照度。即使在如大堂、楼梯间以及机械和通信室等被认为是“正常照明”的区域中,照度至少也有200 lux,而大部分会议室的照度则普遍达到了300 lux。凭借200 lux至300 lux的照度,有许多室内小型光伏电池可用来说提供充足的功率以运作802.15.4e TSCH网络中的一个IPv6路由器。

热能

热发电器(TEG)利用来自炽热表面的热耗散来产生电能,比如:来自一般被认为热哄哄的常用设备(例如:计算机监视器或大电流电机)的废热。随着无线解决方案电源效率的日益提高,利用小到10°C的常见温差所产生的能量变得可用作一种能量源。供您参考:体内温度与室温之间的典型差异约为15°C。

许多能量收集换能器只产生几百毫伏输出,因此常常需要采用升压型DC/DC转换器将之转换至一个可用的电源电压范围。由凌力尔特提供的LTC3105等IC整合了最大功率点控制功能,于是换能器以峰值效率运作。另外,LTC3105还在电路中增添了电池后备功能。由于这些电路中的电池仅在环境能量源不足或缺失时使用,因此能够大幅度地延长电池寿命。

结语

物联网的实现是通过使其具有实用性并可不受地域限制地易于部署传感器而得以加速发展。对于客户和开发人员之类的群体而言,低功率的可靠无线传感器网络将转化为无导线和无担忧的设计。时间同步的分时隙多通道系统把对客户至关重要的好处赋予了WSN:可靠性及网络的低功率运作。WirelessHART和802.15.4e标准是这种网络方案的绝佳体现。低功率运作可确保电源选择的极大灵活性,并提供了实现永久供电的可能性。所有这些因素累加起来将使IoT更加简易和实用。

www.linear.com.cn