

开发无线测量系统

概述

无线通信为测量应用提供了许多技术优势,其中包括更低的布线成本和远程监测功能。然而,如果不了解每项无线标准的技术优势和不足,选择一项技术及其实现方法都会非常困难。

该文档讨论了市场上可用的各项无线技术,并展示了如何利用 NI 测量硬件和 NI LabVIEW 发挥无线技术的技术优势。

面向测量与自动化的无线技术

在过去的数年中,无线通信技术已经遍及各个领域,这在相当程度上要归功于消费类电子产品。现在有数百家无线设备制造商,就有同样多的技术标准。理解每一项技术的优势和不足可以使得技术选择过程更为简便。这一点在不能损害测量数据的测量与自动化中尤为重要,即使在借助射频波形时亦是如此。您可以利用下列无线技术改善测量系统。每项技术具有不同的技术优势与特性。

Wi-Fi 与 802.11 b/g: IEEE 802.11 标准包含了一系列的无线局域网技术规范。该标准涉及无线终端与基站间的空中接口以及两个无线终端间的通信。最初的 IEEE 802.11 标准在 2.4 GHz 频带定义了 1 Mb/s 或 2 Mb/s 的通信速率。传输方法包括跳频扩频通信 (FHSS) 和直接序列扩频通信 (DSSS)。

作为该标准的拓展,802.11b(被称为 Wi-Fi),使得无线网络在家庭和办公场所广为应用。这一变化在 2.4 GHz 频带提供了 11 Mb/s 的传输速率。

802.11g 标准依据环境与噪声条件的不同提供了 20 Mb/s 或者更高的带宽。由于该标准的可靠性、安全性和已为市场验证的良好记录,它被 NI 应用于无线数据采集。。您可以在该文档的后续部分发现关于 NI 无线数据采集 (DAQ) 产品的更多信息。

IEEE 802.11 的关键特性:

- 工作频率: b/g – 2.4 GHz
- 数据速率: B/g – 11 Mb/s、g – 54 Mb/s
- 传输距离: b/g – 100 米
- 联网: 点对多点
- 功耗: 高

蓝牙 (802.1a): 一个由爱立信、IBM、英特尔、诺基亚和东芝等公司组成的企业联盟定义了这一标准。该无线通信标准的主要目的在于使得设备间的短距离(通常低于 10 米)通信更为

方便。然而，这一标准并没有像 802.11 那样一举成功，这主要是因为距离限制和射频芯片的价格。PC 外设连接、电话与头戴式耳机的连接和 PDA 经常使用这一标准。该无线标准工作于 2.4 GHz 频段，并使用高斯频移键控 (GFSK) 进行数据调制。该频谱划分为 79 个频道，相邻频道间距为 1 MHz。与 802.11 标准相似，蓝牙基于安全考虑采用跳频技术，频道改变高达 1600 次/秒。

蓝牙技术在测量应用中的挑战在于受限的数据速率和传输范围。其配置与安全性也不及 802.11g 标准广泛。

蓝牙 (802.1a) 的关键特性：

- 工作频率：2.4 GHz
- 数据速率：1 Mb/s
- 传输距离：10-100 米
- 联网：临时特设
- 功耗：适中

GPRS、GSM：通用分组无线业务 (GPRS) 是一项面向跨移动电话网络发送和接收信息的非语音业务。利用 GPRS，您可以在数据生成的同时即时发送和接收数据，只要射频信号可用。不同于传统的地面线路，该系统不要求建立连接——因为它总是处于连接状态。对于时间和对事件的快速反应都很关键的应用，这便是优势所在。GPRS 在现有的电路交换的全球移动通信系统 (GSM) 网络上叠加了一个基于分组的空中接口。理论上的最大数据传输速率为 172.2 kB/s，但是，它假定只有一个用户在所分配的时隙上进行通信并没有采用差错保护。然而，实际速率往往低于固定网络，并在很大程度上依赖于外周结构、射频信号强度和用户数。

GSM 的关键特性：

- 工作频率：GSM-850 采用 824-849 MHz 从移动终端到基站收发器(上行链路)发送信息，采用 869-894 MHz 从反向方向(下行链路)发送信息。GSM-1900 采用 1850-1910 MHz 从移动终端到基站收发器(上行链路)发送信息，采用 1930-1990 MHz 从反向方向(下行链路)发送信息。GSM-900 采用 890-915 MHz 从移动终端到基站收发器(上行链路)发送信息，采用 935-960 MHz 从反向方向(下行链路)发送信息，提供了 124 条相邻间隔为 200 kHz 的 RF 通道。双工间隔为 45 MHz。GSM-1800 采用 1710-1785 MHz 从移动终端到基站收发器(上行链路)发送信息，采用 1805-1880 MHz 从反向方向(下行链路)发送信息，提供了 299 个通道。双工间隔为 95 MHz。
- 数据速率：172.2 kb/s
- 传输距离：b35 km
- 联网：点对点
- 功耗：低~高，取决于发射器的复杂度

无线调制解调器与专有网络：许多厂商提供了专为各种恶劣环境(如极端的温度范围、高冲击和高振动条件)设计的工业级调制解调器。可供使用的产品的频率范围覆盖了从窄带 (UHF、VHF) 到无需许可的宽频。典型情况下，窄带需要获得许可，提供更长的传播范围和优异的传播性能，即使在超出视距的情况下也能支持信号传输，适合需要低带宽的应用。扩频特性意味着不必需要许可，提供短程、中程和长程传输能力，一般要求在视距范围内，适合中等带宽和高带宽的应用。

无线的技术优势

面向测量应用的无线技术的主要技术优势在于，能够最小化或者避免电线和电缆的使用。根据应用与环境的不同实际状况，物理布线可能会相当昂贵、不便，或者甚至无法实现。其应用范例包括平台的移动/旋转、移动应用(如车辆和起重机)和使布线工作复杂化的结构。

无线通信还拓展了数据采集与 I/O 的距离或范围，使其超越了布线方式下的实际性能。因此，大规模操作，如水处理和储罐区，广泛使用了无线技术。虽然无线联网硬件所需的初始投资或许会高于传统的有线网络的硬件，但是包括系统安装开销和运营成本在内的整个系统的成本通常会有显著的下降。

在选择一个无线网络的实现方式时，您应当考虑多个因素：

- 性能
- 范围
- 安全性

性能

在考虑性能时，考虑频谱的大小、距离、数据速率、功率、用户数和技术的兼容性都很重要。

即使不同的无线标准定义了具体的数据速率，实际上，您在实际应用中所能期望看到的数据速率只是理论上最大吞吐量的约 30% 或者更少。RF 干扰与用户数目等因素影响着无线网络的性能。此外，如果您正在使用多个兼容的标准，典型情况下，较慢的标准制约着较快的标准。例如，当在同一个网络中使用 802.11b 组件和 802.11g 组件时，802.11g 组件的数据速率会降至 802.11b 的数据速率。

范围与吞吐量之间存在一个不变的平衡。您的硬件应当自动感知信号的强度(除非您能够以别的方式辨别)，并在您的信号减弱时倒退选用合适的传输速率。例如，如果您正在使用 802.11b，速率从 11Mb/s 自动降低为 5.5 Mb/s、2 Mb/s，甚至为 1 Mb/s。对于绝大多数互联网连接，这样的带宽已经是足够了。

范围

通常，一台无线设备的范围随频率的升高而下降，但并非总是如此。测试表明，802.11g 与 802.11b 相比，具有相同的范围，或者可能少许占优，即使他们使用相同的频率。市场上提供专为扩大笔记本电脑的无线范围(通过提高板卡的功率使其超过 Wi-Fi 的认证极限 100 mW)而设计的设备。在为您的系统购买额外的接入点前，考虑添置一个范围拓展卡，如果您所在地的监管机构允许如此。

方向天线通常在点对点应用中最为有意义。它们将信号聚焦于一个窄束，而不是任其像您基站中的等向性天线那样向各个方向辐射。您将发现的是，天线的增益越高，信号束的聚焦越窄。因而，当增益提高时，恰当地对准天线的必要性也在加大。这样加大了接收者如果没有恰当布置而丢失所传送的数据的风险。典型情况下，方向性天线按其增益评级销售。您可以在每个天线的“信号束宽”的描述中观察到增益的影响。

安全性

在安装无线网络时一个主要的考虑便是安全性。无线网络同时在商用市场和家居市场的快速成长和普及，催生了许多不同应用的实现，其中包括隐私信息的传送。对隐私保护的渴求推动了无线安全协议的发展，并继续激励人们为使无线技术更为安全付出更多努力。

最初的 802.11 标准包含了一个被称为有线等效私密 (WEP) 的安全协议，它以足够的强度加密数据分组阻止了绝大多数的窃听者，但仍存在着一些不足。业界需要一个强度更高的加密/认证系统，这促成了 IEEE 802.11i (通常称为 WPA2) 的实现。WPA2 提供了可扩展的认证协议 (EAP) 和高级加密标准 (AES)——一种由 NIST 认可并要求在所有美国政府设施中采用的 128-位加密算法。

另一个安全措施便是最小化无线电波在一个设施的物理控制区域的外部的传播。这使得无线网络变得更为安全，因为这样降低了窃听和拒绝服务攻击的可能性。

将无线功能添加至测量系统

Wi-Fi 与 802.11 b/g: NI 无线数据采集 (DAQ) 设备，依靠标准的、可信赖的技术，提供简单、安全的测量，以及高性能的数据流功能。您可以实时查看数据，将动态波形测量结果转化为高达每通道 51.2 kS/s 的数据流。此外，内置的信号调理提供了与各种传感器的连接，其中包括热电偶、加速计和负载元件等。这些设备利用了 NI C 系列测量与控制模块，它们还可以用于 USB 数据采集和 NI CompactRIO 可编程自动化控制器 (PAC)。



利用 WPA2——商业可用的最高等级网络安全，无线数据采集设备保护您的系统免遭不希望的访问。认证确保只有通过授权的设备可以通过网络进行访问，加密防止了数据分组被中途截取。无线数据采集设备支持多种可拓展的认证协议 (EAP) 方法，它们为 DAQ 设备和无线接入

点之间提供相互认证。它们还支持 128-位 AES 加密，这种加密方法已被 NIST 认可并且要求在所有美国政府的设施中采用这一方法。利用强大的安全协议，您可以将无线连接安全地吸纳到现有的企业网络中。

无线数据采集设备包含 NI-DAQmx 驱动程序和测量服务软件，后者包括直观的应用编程接口、配置例程、I/O 助手以及专为减少系统搭建、配置和开发所需时间的工具。

根据您所使用的 NI 测量与控制硬件的不同，您可以有其他不同的选择。所有的 NI PAC 具有以太网端口的特性。您可以将一个 NI PAC (如 NI 紧凑 FieldPoint、CompactRIO、紧凑视觉系统或 PXI 系统) 与一个 Wi-Fi 接入点 (如 NI WAP-3701) 相连接。这一操作使您的系统通过无线网络即刻可用，而且通信也是透明的，就如同该系统与有线网络相连一样工作。

对于带有 NI 数据采集设备的台式机 PC 或笔记本电脑，您可以使用计算机的以太网端口与 Wi-Fi 接入点以及商业可用的 PCMCIA 和 PCI Wi-Fi 适配器相连。几乎所有的新推出膝上计算机和笔记本电脑都具有内置 Wi-Fi 功能的特性。

当使用 LabVIEW 和 TCP/IP 等标准通信协议时，您的应用可以在设备间正向或反向发送数据，而且无论是采用物理上的以太网线缆还是空中无线电波作为传输媒介，它都可以透明地传输数据。

例如，LabVIEW 为 TCP 通信提供了许多内置函数 (参见图 1)。无论测量系统是通过线缆还是无线调制解调器与网络相连，这些函数都以同样的方式工作。

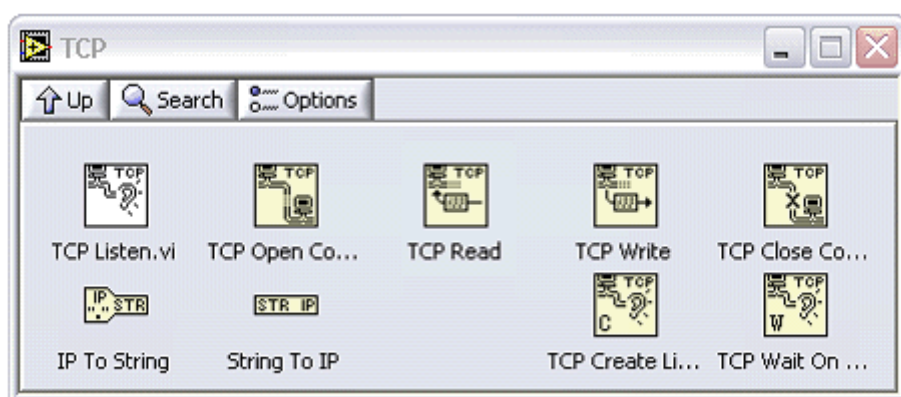


图 1. LabVIEW 中关于 TCP 的 VI

蓝牙或 802.1a: 当前版本的蓝牙技术 (甚至包括新拓展的范围 1 类规范) 最适合基于通用操作系统 (如 Windows) 的系统。当使用 PC 作为测量系统的主机系统时，您可以利用 LabVIEW 的内置蓝牙函数库 (参见图 2)。有多个串口至蓝牙和 USB 至蓝牙的适配器可用于在台式机或膝上计算机上添加蓝牙功能。许多新推出的膝上计算机已经具备内置蓝牙收发器的特性。许多 PDA 也包含了蓝牙通信的功能，通过 LabVIEW PDA 模块，您也可以编程访问该蓝牙通信功能。

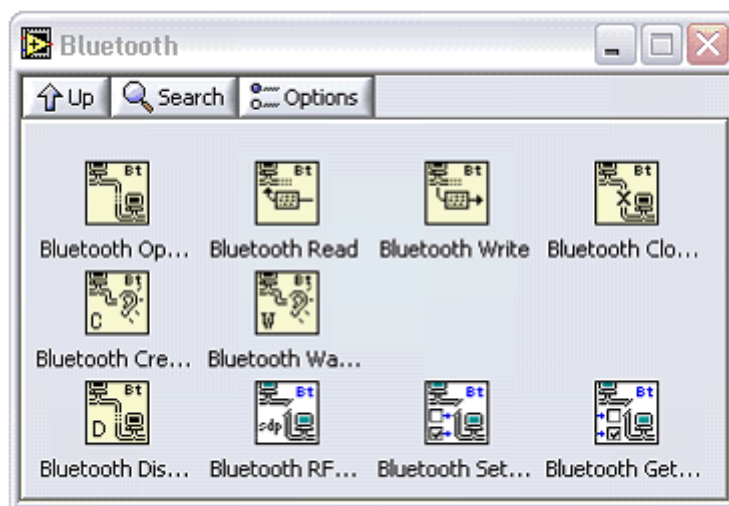


图 2 .LabVIEW 蓝牙函数

GPRS、GSM：通过配置使您的测量系统利用 GPRS 网络无线发送数据，可能比利用其他技术更为复杂。下面列出了是一些启动所需的事项：

1. 一个支持 GPRS 的终端
2. 订阅支持 GPRS 的移动电话网络的服务(注意：使用 GPRS 必须针对具体用户进行配置。一些移动服务提供商允许自动访问 GPRS 网络，而其他移动服务提供商或许会要求一个明确的功能订阅。)
3. 发送和/或接受 GPRS 数据所需的一些技术细节，取决于您所使用的具体硬件，也包括软硬件的配置
4. 通过 GPRS 发送或接收信息的目的端(注意：目的端可以是一个 URL、另一个支持 GPRS 的设备(或者接受数据的软件应用)或者一只移动电话。)

一些选项是专为 NI 硬件设计的(参见图 3)，如由 S. E. A. 科学与工程应用数据技术股份有限公司 (SAE) 开发的面向 CompactRIO 的 GPRS/GSM 模块。利用该模块，您可以通过移动电话网络远程控制和监测无法访问的、移动测量系统。一个额外的 GPS 模块可用于精确的位置定位。分布式系统可以通过 RCC 模块实现时间同步。面向这些测量数据采集应用的平台是 CompactRIO 系统。该平台与 cRIO Gxxx 移动模块相结合，为汽车、船舶、航空和远程服务等应用的移动系统提供了颇具吸引力的解决方案。cRIO Gxxx 移动组合模块提供了 GPRS、GPS 和射频时钟等功能特性。该模块支持位置定位和测量数据或事件信息的传输。此外，小尺寸数据分组或参数可以作为文本信息(SMS)双向交换。



图 3. cRIO Gxxx 模块与 NI CompactRIO 系统(感谢 S. E. A 提供)

该技术的典型应用有器具、ATM 终端、汽车、远程数据收集、气泵、工业与医疗远程监测系统、远程诊断学、远程测量、安全系统和自动售货机/游戏机等。

无线调制解调器与专有网络：许多公司提供了可以工作于自由频段或私有许可频段的工业级设备。一个专有的 RF 网络的优势在于您拥有这个系统和数据传输所采用的频率。它支持实时数据交换，在典型情况下，您不再需要重新订阅或支付使用花费。根据您的测量设备、距离、安全性和成本等不同的要求，您可以从多种类型的调制解调器中进行选择，其中，大多数的调制解调器都使得无线连接对于软件透明。

总结

通过在您的现有或新的测量系统中添加无线通信功能，您可以显著地增强其适用范围与灵活性，甚至可以降低成本。无论您是在使用 NI 无线数据采集设备、配有数据采集设备的 PC 或膝上计算机还是 NI PAC，支持系统进行无线通信所需的必要连接都已就绪可用。随着无线技术的演进和成本与复杂度的降低，您仅需将它们集成到您的测量系统中，您的系统也会取得相同的改进。