

光通信技术在物联网发展中的应用探讨

中国电信股份有限公司江苏分公司 企业发展部 曹青

摘要 在物联网迅速发展过程中,需要完成各种信号的汇聚、接入传输并形成全国性的物联网。物联网涉及海量的数据集合和泛在的网络要求,即要求在空间上无所不在、时间上随时随地。传感网所承载的业务状态多数是近距离通信,而通信网特别是光纤通信网络能承载更高的带宽,适合长距离传输,非常适宜物联网应用的拓展。在物联网感知层的应用中,光纤传感器与传统传感器相比还具有许多优点。从物联网需求层次出发,探讨了光通信技术在物联网发展中的应用机遇。

关键词 光通信 物联网 泛在网 光纤传感器

0 引言

2009年下半年开始,我国迎来了物联网发展的高潮。温家宝总理2009年8月7日在考察中科院无锡高新微纳传感网工程技术研发中心时提出“感知中国”;温家宝在2009年11月3日发表《让科技引领中国可持续发展》的讲话中,把物联网与新能源、新材料、生命科学、空间海洋和地球深部探索技术等列为国家5个新兴战略性新兴产业,强调着力突破传感网、物联网关键技术。2010年两会,“物联网”首次写进政府工作报告,报告指出要加快物联网的研发应用;中国物联网标准联合工作组筹备会议也于2010年3月9日召开。上述表明,物联网的发展进入国家层面的视野,物联网国家标准体系建设工作已正式启动。由于政府和领导大力推动,我国物联网得到了快速发展。

1 物联网的发展及特征

所谓物联网,是指将各种信息传感设备,如射频识别(RFID)装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等种种装

置与互联网结合起来而形成的一个巨大网络。其目的是让所有的物品都与网络连接在一起,方便识别和管理。它其实就是将原本与网络无关,但与我们的生活工作息息相关的万事万物都装上传感器,然后与现有的互联网连接,让人们可以更直接地去控制和管理这些事物,以方便我们的生活和促进生产乃至整个社会的发展。

国际上物联网提出已有一段时间,国际电联2005年11月发布《ITU 互联网报告 2005 物联网》,欧洲2005年以泛在网络(ubiquitous network)为基础提出2010计划,美国2010年1月IBM智慧地球得到奥巴马政府高度重视并列为国家发展战略之一,日本、韩国、新加坡都相应制定了一些关于宽带或信息技术发展的政策,例如日本u-Japan战略、韩国u-Korea战略、新加坡智慧国(iN2015)规划等。

物联网概念本身也在不断地演进,涵盖的范畴也比以前更加丰富。随着信息与通信技术的日益发达,物联网应用前景相当广阔,预计将广泛应用于智能交通、能源、环境保护、政府工作、公共事业、金融服务、平安家居、工业制造、医疗卫生、智能家居、现代农林业等诸多领域。

目前普遍认为,物联网的体系构架(如图1)可分为感知层、网络层、应用层3个层面,并且在每个层面上都有很多种选择。



图1 物联网的体系架构

感知层包括二维码标签和识读器、RFID 标签和读写器、传感器、摄像头、传感器网络、传感器网关、视频检测识别、GPS、M2M(machine to machine)终端等,主要完成识别物体和采集信息的功能。网络层包括各类信息通信网络,如短距无线通信网、蜂窝无线通信网、传统互联网、移动互联网、有线通信网以及物联网信息中心、物联网管理中心等,主要完成将感知层获取的信息进行传递和处理的功能。应用层是物联网与各类行业专业技术深度融合,实现各种智能化行业应用,实现广泛智能化。物联网渗透能力极强,产业规模巨大,应用前景十分广阔。

全面感知、可靠传送及智能处理是物联网的三大核心能力,泛在化与智能化则是物联网的两大基本特征。泛在化指无论覆盖连接层面还是应用服务层面均应逐步达到无处不在、无所不能。智能化则应体现情景感知、无缝连接处理及信息知识聚合三者有机结合,通过无线传感、自组织网等末端网络,将管理对象的属性、个体状况、环境等信息准确收集,及时通过接入网络传输到骨干网进行实时分析处理,进而将处理结果作为智能化服务提供给用户。

2 光通信技术在物联网网络层的应用

自 20 世纪 70 年代光纤商用化以来,光纤通信技术历经 30 多年的发展已日臻成熟。20 世纪 90 年代后,随着光纤放大器和波分复用技术的迅速发展,光纤通信的通信距离和通信容量得

到迅速拓展。目前单一波长的传输容量已从 2.5 Gb/s、10 Gb/s 发展到 40 Gb/s,单波道 160 Gb/s 传输技术的研究也已开展。DWDM 的波长间隔已从 1.6 nm、0.8 nm 缩小到 0.4 nm。全波光纤的技术突破,使 1 385 nm 波长的水峰损耗消失,使单根光纤的有效使用波段扩展为石英光纤低损耗区的全部波段,也就是说,从 1 280 nm 到 1 625 nm 的广阔的光频范围都能实现低损耗、低色散传输,使传输容量几百倍、几千倍甚至上万倍的增长。这一技术成果将带来巨大的经济效益。在一根光纤上同时传送千万路电话已从梦想变为现实。

在物联网迅速发展过程中,需要完成各种信号的会聚、接入传输并形成全国性的物联网,光纤通信将有很大的应用前景。不论是移动网还是传统固定电话网,从长远发展趋势看,最终将走向泛在网。从物联网应用的承载需求看,通信网或者说泛在网的技术发展完全能够承载物联网的需求。物联网涉及海量的数据集合和泛在的网络要求,即要求在空间上无所不在、时间上随时随地。传感网所承载的业务状态多数是近距离通信,而通信网特别是光纤通信网络能承载更高的带宽,适合长距离传输,非常适宜物联网应用的拓展。

现有通信网络核心层传送技术正在向大容量、IP 化和智能化发展,从物联网的角度来看,还应更加智能化,包括自动配置、障碍自动诊断和分析、路由自动调度适配、资源分配更智能化,等等。网络接入层传送技术的发展趋势是光接入网络。目前各大运营商都已建设 FTTx(光纤接入),它具有 QoS(服务质量)保障和更丰富的接入能力,能够满足 M2M 多种高速媒体流传送

需求。比如以视频为主的业务对带宽需求很高,像智能医疗中远程医疗高清影像数据的传送和实时在线,大量终端集中发送数据等就会产生大的数据流量。

光纤通信的优点是有巨大的容量、很高的带宽和极小的损耗,但缺点是接入不够灵活。而移动通信则接入灵活,可以随时随地把多种信号接入进来,但无线通信的带宽是有限的。所以在物联网承载方面,光网络和无线网络的融合非常重要。

3 光通信技术在物联网感知层的应用

光纤传感技术是与光纤通信技术相伴而生的又一个相当活跃的领域。它已由单点监测技术发展向分布式网络监测技术发展,由零星研究、军用为主向产业化方向发展,其应用前景之广十分令人瞩目。

与传统传感技术相比,光纤传感器的优势在于光纤本身的物理特性。光波在光纤中传播时,在外界因素如温度、压力、位移、电磁场、转动等的作用下,通过光的反射、折射和吸收效应,光学多普勒效应,声光、电光、磁光、弹光效应, Sagnac 效应和光声效应等原理,使表征光波的特征参量,如振幅、相位、偏振态、波长等,直接或间接地发生变化,因而可以将光纤作为敏感元件来探测各种物理量,这就是光纤传感器的基本原理。此外,光纤还有多种衍生传感功能,如光纤光栅周围化学物质浓度的变化通过倏逝场(evanescent field)影响光栅的布拉格波长。利用该特性,通过对光纤光栅进行特殊处理,可制成探测各种化学物质的光纤光栅化学和生物化学传感器。与普通光纤光栅相比,长周期光栅对光纤包层外材料的折射率变化更敏感,将光纤光栅涂上特殊的活性涂覆层,可测量低浓度的目标分子。此类光纤传感器可用于航天器的氢气漏泄检测、煤矿中的瓦斯检测等。

而光纤本身又是光波的传输媒质,这种“传”“感”合一的特征所带来的优势,在物联网应用中将无可匹敌。不论是基于瑞利散射、布里渊散射和拉曼散射原理的分布式光纤传感器,还是基于双光束干涉的光纤传感干涉仪,其光纤传感臂上的每一点既是敏感点又是传输介质。而基于多光束干涉的准分布式光纤 Fabry-Perot 传感器、近年来发展迅速的光纤光栅传感器,两者也均是光纤本身的一个集成部分。此类光纤传感器与常规光纤可熔接,形成低插入损耗连接,具有在线(in line)特征和优势,

与光纤传输有天然的兼容性,可以替代传统分立和薄膜型光无源器件,从而为全光通信系统和光纤传感网络提供了巨大的灵活性。

此外,在物联网感知层的应用中,光纤传感器与传统传感器相比还具有以下优点:

1) 光纤传感器是导光元件,完全不受电磁干扰、雷击和辐射影响,可在易燃易爆等恶劣环境中工作;

2) 光纤传感网不受大气候影响,不受地理环境干扰,且有良好的保密性;

3) 光纤传感器具有更高的检测灵敏度,特别是相位调制光纤传感器具有极高的灵敏度,可以达到最小相位变化 $10 \sim 7 \text{ rad}$ 的测量精度,某些波长检测型光纤传感器,当波长分辨率达到微米量级后,还可通过计算机数据处理将光波长细分到任意多的分数,进一步大大提高检测灵敏度;

4) 光纤传感器“传”“感”合一的特征,适宜形成分布式传感系统,可在长距离线路上进行连续传感检测和传输,是其他检测手段无法企及的;

5) 光纤传感网可继承地利用业已成熟的光纤通信技术成果和光学元器件。

4 结束语

光纤的这种神奇的在线传感和大容量传输的特性,可以构成全新的物联网感知传输技术,在与以光纤为高速信道的互联网的相结合后,不但能够促进网络功能更强大,网络应用更丰富,而且能更好地感知现实世界,非常迎合互联网时代的需求。把握好物联网全面感知的泛在化特征和可靠传输的需求,关注各类网络的关系及协同融合发展,光通信技术在未来的物联网应用中必将发挥巨大作用。如果把光纤传感器嵌入或装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、大坝、供水系统、油气管道等各种重大工程设施中,通过光缆连接后可以形成广域光纤传感网络,再通过与无线物联网的组合,与互联网的组合作,可以实现各种设备、机器、基础设施等物理系统的整合。在此基础上,通过物联网信息中心管理中心功能强大的云计算平台,对海量数据进行存储、分析处理与决策,完成从信息到知识,再到控制指挥的智能演化,就可使人类更加精细、更加动态地管理生产、生活的方方面面,达到“智慧”状态,进一步提高资源利用效率,提高人类生产力水平,促进人类与自然的和谐发展。 ◆