

基于北斗卫星系统的物联网网络层体系架构设想^①

赵 凯, 张 峰

(山东建筑大学 计算机科学与技术学院, 济南 250001)

摘 要: 结合物联网的特点, 利用蜂窝移动通信网络和中国北斗卫星系统的通信功能, 提出了一种新的物联网网络层体系架构。新架构不但扩大了物联网的覆盖范围, 而且也提高了整个物联网体系的可靠性和经济性, 从而为物联网领域带来更多新的应用。

关键词: 物联网; 北斗卫星系统; 体系架构

Assumption of System Architecture for the Internet of Things Based on BeiDou Satellite System

ZHAO Kai, ZHANG Feng

(School of Computer Science and Technology, Shandong Jianzhu University, Jinan 250001, China)

Abstract: Combined the features of the Internet of things, this paper utilizes the communication of cellular mobile communication network and the Chinese BeiDou Satellite System to design a new system architecture of network layer for The Internet of things. This architecture does not only expand the scope of network but also enhances the reliability and economy of whole network system, thus brings more new applications for the field of The Internet of things.

Keywords: the Internet of things; BeiDou satellite system; system architecture

1 引言

物联网(The Internet of things)是“传感器网”在国际上的通称, 是传感器网在概念上的一次拓展。通俗地讲, 物联网就是万物接入到互联网, 物体通过装入射频识别设备、红外感应器或其他方式进行连接, 然后通过移动通信网络或其他方式接入到互联网, 最终形成智能网络, 通过电脑或手机实现对物体的智能化管理和信息采集分析^[1]。

北斗卫星系统是我国自行研制的一种全天候提供定位、通信、授时的卫星系统, 该系统由 5 颗静止轨道卫星和 30 颗非静止轨道卫星组成。北斗卫星系统具有双向通讯功能, 可以一次传送 40~60 个汉字的短报文信息, 这是 GPS 所不具备的。

在业界, 物联网大致被公认为有三个层次, 即用来感知数据的感知层、传输数据的网络层和最上面的内容应用层。三个层次中, 物联网网络层属于新生物, 存在大量技术空白, 而且国际化标准体系尚未形成,

预埋专利的空间巨大。

解决不同的数据量传输, 将短距离至长距离无线网络全部囊括其中以建立一个完整的物联网, 是构建物联网网络层体系所面临的首要课题^[2]。

2 物联网网络层结构研究

无所不在的无线传感器网是实现物联网必不可少的基础设施, 安置在实物上的电子介质产生的数字信号可随时随地通过它传送出去。而无线传感器网之所以会在未来有广阔的前景, 在于它很好地解决了最后一公里、最后一百米、最后十米或者是最后一米的问题, 但如果将无线传感器网所采集的信息传输到数千公里之外, 仅仅依靠其本身的传输能力显然已经无法满足需要了, 因此结合蜂窝移动通信网络和我国自行研制的北斗卫星系统, 提出物联网网络层的三层体系架构。图 1 就是具有三层网络架构的物联网体系结构图。

① 收稿时间:2010-08-19;收到修改稿时间:2010-10-17

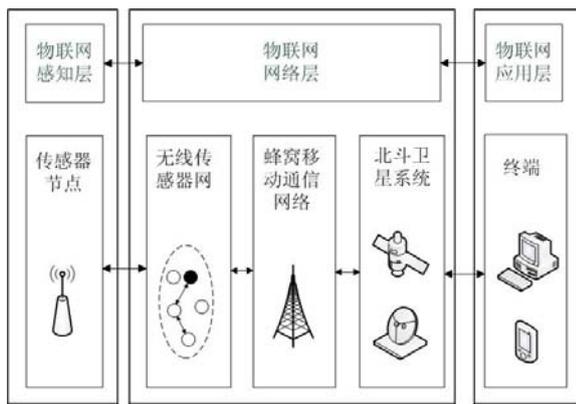


图 1 物联网体系结构图

2.1 无线传感器网

无线传感器网是一种无中心节点的全分布系统。通过随机投放的方式，众多传感器节点被密集部署于监控区域。这些传感器节点集成有传感器、数据处理单元和通信模块，他们通过无线信道相连，自组织的构成网络系统，测量所在周边环境中的热、红外、声纳、雷达和地震波信号，探测包括温度、湿度、噪声、光强度、压力、土壤成分、移动物体的大小、速度和方向等众多人们感兴趣的物理现象。其中 ZigBee 技术被广泛应用于无线传感器网的构建。

ZigBee 技术是一种面向自动化和无线控制的低速度、低功耗、低价格的无线网络方案，具有省电、可靠、廉价、短时延、大网络容量和安全的特点，但传输距离仅为 10~75m，具体数值还要取决于射频环境以及特定应用条件下的输出功耗，同时通信速率在 2.4GHz 时仅为 250kbps，传输速率较低^[3]。

2.2 蜂窝移动通信网络

移动通信是指通信的双方或至少有一方是在移动中进行信息交换，例如运动中的人、汽车、轮船、飞机等移动体间的通信。由于移动通信用户是在运动中进行通信联系的，信号的传输只能依靠无线电波，因此，无线电通信是移动通信的基础。目前，应用最广泛的是公用蜂窝移动通信系统，它具有涉及领域广、网络能力强、技术新等特点。

就目前运营的第三代数字蜂窝移动通信系统(3G)

而言，快速移动环境下最高速率达 144kb/s；室外到室内或步行环境下最高速率达 384kb/s；室外环境下最高速率达 2Mb/s^[4,5]。3G 网络传输骨干资源已经较为完善，带宽资源也较为丰富。同时 2G 网络占据了很好位置最佳的基站机房，在 3G 的基站建设中能很好的重复利用，降低了建设成本。

2.3 北斗卫星系统

卫星系统是利用人造地球卫星作为中继站，转发或反射无线电波，在两个或多个地球站之间进行通信。

已经在轨使用的“北斗一号”系统采用的是主动式双向测距二维导航，首先由地面中心站向卫星发送询问信号，经卫星转发器向服务区内的用户广播。用户响应其中一颗卫星的询问信号，并同时向两颗卫星发送响应信号，经卫星转发回地面中心站。地面中心站接收并解释用户发来的信号，然后根据用户的申请服务内容进行相应的数据处理，计算出用户所在点的三维坐标后，经加密由出站信号发送给用户，其定位精度约十米，授时精度约 10~20ns^[6]。当“北斗二号”系统完整建成后，其全球定位与通信的特点将发挥更大作用。图 2 就是“北斗一号”系统的工作原理示意图。

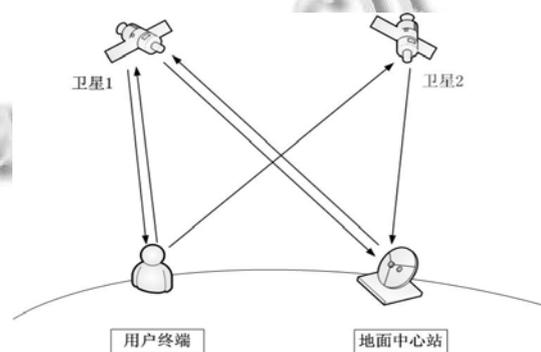


图 2 北斗卫星系统工作原理

北斗卫星系统具有卫星数量少、投资小、用户设备简单价廉的特点，能实现导航定位、通讯、授时等诸多功能，可满足当前我国陆、海、空运输导航定位的需求。但更重要的是，北斗导航系统是我国自主建立的卫星导航系统，它的研制成功标志着

我国打破了美、俄在此领域的垄断地位，解决了中国自主卫星导航系统的有无问题，其政治、经济和军事意义不言而喻。

3 物联网网络层三层体系架构分析

由无线传感器网络、蜂窝移动通信网络和北斗卫星系统构成的物联网网络层是一个完整的体系架构，其目标是实现物联网信息在世界范围内的可靠共享。

首先，传统的物联网网络层以无线传感器网络为主，受节点体积、价格和能源供应等因素限制，其通信距离有限，被限定在了某一特定区域内，如果这一区域距离用户终端较远，那么采集到的原始数据就失去了价值。同时，随着数据采集量的爆炸式增长，单纯的依靠无线传感器网来完成大规模数据的采集和传输显然捉襟见肘。目前，各国的蜂窝移动通信网络以 2~3G 为主，技术成熟，基础设施完善，传输速率完全能够满足无线传感器网络实时、大规模数据采集的需要，特定区域的传感器网完全可以接入本地蜂窝移动通信网络实施数据传输。但是受政治、经济和知识产权等利益的制约，蜂窝移动通信网络的适用范围还仅仅限于国家级，也就是说，将无线传感器网采集的信息传输至数千公里之外，仅靠蜂窝移动通信网络还无法实现。作为弥补，卫星系统最大的优势就是可以覆盖全球，地面基站将采集到的数据信息发射给卫星，由卫星转发给数千公里之外的用户终端。这种三层的网络层体系架构，保证了某一区域的实时数据信息可以到达世界的任何一个角落。图 3 就是三类网络的覆盖范围及带宽比较。

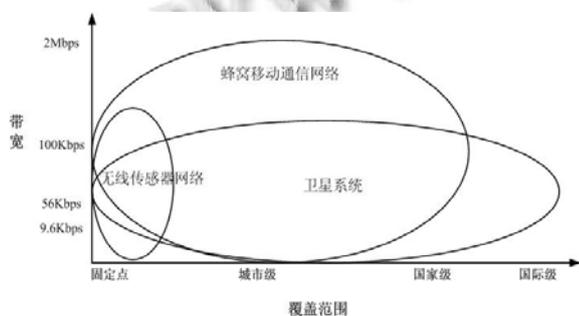


图 3 无线传感器网、蜂窝移动通信网和卫星系统覆盖范围及带宽比较

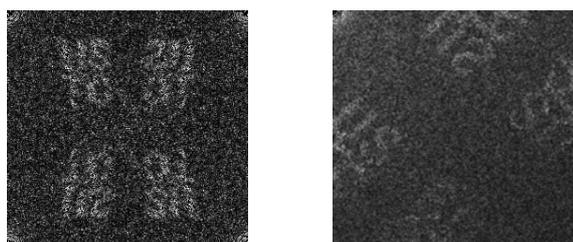
其次，三层网络体系架构增加了数据传输的可靠性。无线传感器网络节点数目庞大，而且以集群方式存在，因此在数据传播时由于大量节点的数据发送致使网络拥塞，产生拒绝服务攻击。攻击发生时，部分节点可以选择发送到蜂窝移动网络，免受攻击影响。同时也应考虑到，蜂窝移动网络是靠移动台和地面基站建立联系实现通信功能，受人为、自然灾害等因素的影响，地面基站可能遭到破坏。对于关系国民经济的重要物联网应用领域，短暂的数据中断都有可能引起严重后果。而卫星系统的主要通信设备处于外太空，受人为、自然灾害影响小，能够实现全天候不间断的实时传输。在蜂窝移动通信网中断工作后，无线传感器网自发的越过蜂窝通信网络连接到卫星系统，与用户终端之间形成一条链路，实施可靠的传输。

表 1 无线传感器网、蜂窝移动通信网和卫星系统主要特征比较

	无线传感器网	蜂窝移动通信网络	卫星网络
频带	无需许可	需要许可	需要许可
适用范围	特定区域	国家级	国际级
带宽	速度较低	最高达 2Mbps	上限为 144Kb/s
业务能力	数据	语音/数据	主要为数据
系统费用	较低	一般	较高
产品价格	产品一次性价	基于使用，统一	基于使用，统一
	格	费率	费率

第三，三层网络体系架构可以实现经济性的最优化。传统的物联网被限定在一定区域内应用，若要长距离传输则要以牺牲节点数量为代价，成本大大增加。蜂窝移动通信网络已经运营了几十年，各运营商基础设施完善，自动化程度高，不断更新核心技术，使得数据通信的成本大为降低。而卫星通信系统是以卫星作为中继站转发微波信号，在多个地面站之间通信，由于卫星工作在几千甚至上万公里的轨道上，系统构成和控制复杂、技术风险大、前期建设成本也相对较高，导致了卫星通信的费用较高。三层网络体系架构

(下转第 46 页)



(e)缩小 1/2 (f)旋转 45 度

图9 攻击后恢复的水印图像

图9即为使用本算法嵌入的水印在受到各种攻击后恢复出的水印图像,其中:(a)为质量因子为85的JPEG压缩,(b)为质量因子为85的JPEG2000压缩,(c)为高斯滤波,参数为 $(5 \times 5, \sigma = 0.3)$, (d)为中心剪切1/2攻击,(e)为缩小50%攻击,(f)为旋转45度攻击后恢复出来的水印图像。

5 结论

本文提出的水印算法,在计算出二值水印图像数字全息图的基础上,进一步对全息图进行了二值化;接着将原始载体图像进行离散傅立叶变换;随后将部分二值化的数字全息图对应地嵌入载体图像中频区域的幅度系数中,再通过傅立叶逆变换得到含水印图像;

(上接第8页)

提供了最优化的经济解决方案,可把无线传感器网采集的数据根据数据量大小、传输距离和优先级分成若干数据分组,针对每一数据分组制定传输方案,实现整体经济性最优化。

通过分析,与传统的物联网网络层相比,三层网络体系架构增加了蜂窝移动通信网络和卫星网络,通过比较其各自的主要特征(见表1),新的架构不但扩大了物联网的覆盖范围,而且也提高了整个物联网体系的可靠性和经济性。

4 结语

本文针对物联网的特点,提出了一种新的物联网网络层三层架构,来解决物联网实际应用问题。该架构采用分层数据传递的方法,一方面利用蜂窝移动通信网络实现实时、大规模数据的低成本传输,另一方面利用北斗卫星系统的通信功能实现远距离通信,从而增大了远程监控的能力,减小了物联网运营的成本

水印提取是水印嵌入的逆过程。实验结果表明,该算法对水印图像的嵌入和提取简单有效,加水印图像的保真度高,同时对常见的图像处理,如JPEG压缩, JPEG2000压缩,一般的滤波攻击、旋转攻击、缩放攻击及剪切攻击等,都具有良好的稳健性。

参考文献

- 1 Takai N, Mifune Y. Digital watermarking by a holographic technique. *Applied Optics*, 2002,41(5):865-873.
- 2 Chang HT, Tsan CL. Image watermarking by use of digital holography embedded in the discrete cosine transform domain. *Applied Optics*, 2005,44(29):6211-6219.
- 3 尉迟亮,顾济华,刘薇,陶智.基于数字全息及离散余弦变换的图像数字水印技术. *光学学报*, 2006,26(3):355-361.
- 4 陈木生.基于数字全息与小波变换的图像数字水印技术. *光学技术*, 2009,35(5):678-681.
- 5 Goodman JW. 傅里叶光学导论.第3版.北京:电子工业出版社,2006.
- 6 苏显渝,李继陶.信息光学.北京:科学出版社,1999.
- 7 Solachidis V, Pitas I. Circularly symmetric watermark embedding in 2-D DFT domain. *IEEEIC on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. Phoenix: IEEE Computer Society, 1999,6:3469-3472.

支出。在下一步的研究中,我们将继续完善该体系架构,以提高体系架构对网络拓扑变化的适应能力,并力图应用于实际。

参考文献

- 1 International Telecommunication Union. *Internet Reports 2005: The Internet of Things*. Geneva: ITU, 2005.
- 2 通信产业网.2010年物联网发展研究报告.[2010-1-12]. <http://www.ccidcom.com/html/xingyebaogao/baipishu/201001/12-91179.html>
- 3 宋文,王兵,周应宾,等.无线传感器网络技术与应用.北京:电子工业出版社,2007.269-275.
- 4 伍疆,罗常青,晋艳伟.无线网络传输系统设计.北京:电子工业出版社,2003:85-94.
- 5 书惠民,李白萍.蜂窝移动通信技术.西安:西安电子科技大学出版社,2002.9-11.
- 6 潘巍,常江,张北江.“北斗一号”定位系统介绍及其应用分析. *数字通信世界*, 2009,(9):25-28.