

# 物联网寻址关键技术分析

汪胡青<sup>1</sup>, 孙知信<sup>2,3</sup>, 徐名海<sup>1</sup>

(1. 南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏 南京 210003;

2. 南京邮电大学 物联网学院, 江苏 南京 210003;

3. 南京大学 计算机软件新技术国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

**摘要:**近几年随着物联网各项技术的快速发展,物联网应用给人们工作和生活都带来了很大便利。为了各种信息格式的物品信息能及时准确地在物联网上进行传输,物联网寻址技术已成为该领域研究的热点问题之一。为了让不同编码格式的信息能够被准确、高效且安全地定位以及查询,文中调研了物联网寻址中的关键问题、物联网标识解析技术和6LowPAN技术的最新研究进展,以及存在的问题,探讨了未来需要进一步研究的课题,为加快物联网的应用带来一定的研究意义。

**关键词:**物联网;寻址;EPC;标识;物品编码

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)12-0007-04

## Analysis on Addressing Key Technology in Internet of Things

WANG Hu-qing<sup>1</sup>, SUN Zhi-xin<sup>2,3</sup>, XU Ming-hai<sup>1</sup>

(1. College of Communication and Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;

2. School of Internet of Things, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;

3. State Key Laboratory for Novel Software Technology, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** In recent years, with the rapid development of Internet of Things technology, many applications bring convenience to people both in work and in life. In order to send all kinds of formatted information timely and accurately in the Internet of Things, addressing technique has become one of the research hotspots in this field. Based on the purpose of locating and searching several different kinds of formatted information accurately, efficiently and safely, in this paper, summary the key issues of the addressing of the Internet of Things, invest the latest research progress and the existing problems of the identifier resolution and 6LowPan. And at last, discuss some further research subjects, which will be significant to speed up the application of Internet of Things.

**Key words:** Internet of Things; addressing; EPC; identification; product coding

## 1 物联网寻址技术关键问题

随着物联网应用的广泛开展,物联网的寻址机制成为目前物联网领域研究的热点之一。物联网的寻址技术与一般互联网的寻址技术在原理上相似,两者都需要完成资源定位以及路由转发的工作。但物联网自身一些特性也带来了其资源寻址具有与互联网资源寻址的相异性。与互联网寻址系统相比,当今物联网寻址主要具有以下一些关键问题:

(1) 物联网中资源寻址冲突问题。这是由于物联

网中目前存在多种物品编码标准共存而引起的。物联网中物品编码虽然也具有一定的分级结构,但其分级结构信息不能直接从物品编码中获取,如何解决不同物品编码标准引起的资源寻址冲突问题,已经成为目前物联网资源寻址研究的关键问题之一。

(2) 物联网需要更可靠的隐私保护机制。当前互联网资源寻址在隐私保护方面并未提供更多的技术支持,但在物联网寻址中将有很多安全方面的需求,如产商、物流等敏感信息,因此,物联网寻址方案应根据相应需求,在一定限度内保证寻址过程的安全性。

(3) 如何实现感知层向网络层的无缝互联也是物联网寻址中需要解决的关键问题之一。

## 2 物联网寻址关键技术

### 2.1 物联网标识解析技术

目前物联网中标识解析方面的研究基本还处于照

收稿日期:2012-06-02;修回日期:2012-09-05

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60973140, 61170276, 60902015);江苏高校优势学科“信息与通信工程”建设工程资助项目;南京邮电大学科研项目(NY210034)

作者简介:汪胡青(1979-),女,硕士,研究方向为计算机软件和网络安全;孙知信,博士,教授,研究方向为计算机网络与安全、多媒体通信。

搬互联网资源寻址模型的阶段,主要的解析方案有以下几种:

(1) ONS(object name service,对象名字服务)<sup>[1]</sup>,由 EPCglobal 提出。其原理是利用到 DNS 协议来实现物联网的寻址需求。ONS 提供将 EPC<sup>[2]</sup> 编码解析为一个或一组 URLs 的服务,通过 URLs 可获得与 EPC 相关产品的进一步信息。ONS 运行在本地服务器中,通过 ONS 可以帮助本地服务器吸收用标签读写器检测到的 EPC 标签的全球信息,也可以将 EPC 关联到与这些物品相关的 Web 站点或者其它 Internet 资源。它同样采用分级结构,将编码用点分割并倒置,并添加根后缀,将物品编码转化为 FQDN(fully qualified domain name,全域名)格式,然后采用 DNS 协议进行寻址。图 1 所示为 EPC 网络标识解析图。

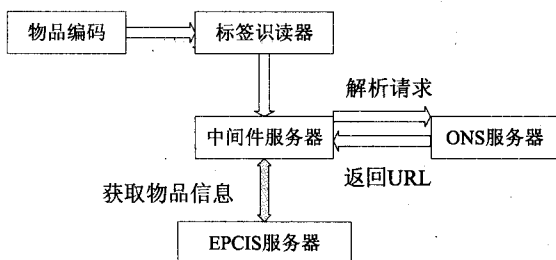


图1 EPC网络标识解析

该寻址方案仅支持单一的物品编码格式,即其EPC编码方案。

(2) ucodeRP(ucode resolution protocol,泛在编码解析协议),由 uID Cernter(ubiquitous ID center,泛在识别中心)提出。解析工作由 uCode 解析服务器完成,uCode 解析服务器通过 uCodeRP 和 eTP 协议来定位信息所在的信息系统服务器,其中 eTP 是基于 eTron(PKI)的密码认证通信协议。uCodeRP 对物联网提供分布式轻量目录寻址服务,原理上同样类似于互联网的 DNS 协议。但该方案同样只支持泛在识别码(uCode),并未考虑支持其它物品编码方案。泛在识别码(uCode)是赋予现实世界中任何物理对象的唯一识别码,可以兼容多种编码,包括 JAN、UPC、ISBN、IPv6 地址,甚至电话号码等。uID Center 的 UID 系列规范的技术细节并不对外公开<sup>[3]</sup>。

(3) 中国科学院的孔宁等人提出的支持任意物品编码标准的通用寻址系统<sup>[3-5]</sup>。

孔宁等人提出了物联网资源寻址的通用层次模型,该模型通过将互联网资源寻址的层次迭代模型进行扩展而来,并在该通用层次模型的基础上,提出了支持任意物品编码标准的通用寻址系统,如图 2 所示。

该系统在应用中除了以物品编码作为输入条件外,还必须同时输入物品标准识别码,根据这两个输入条件最终输出与该物品编码对应的资源地址信息,在

最后的性能测试实验中,孔宁等人以 OID 编码作为物品标准识别码,采用 BIND9.3.2-P2 作为物品标准寻址系统,实现了 mini-mCode 编码类型的物品编码的寻址。

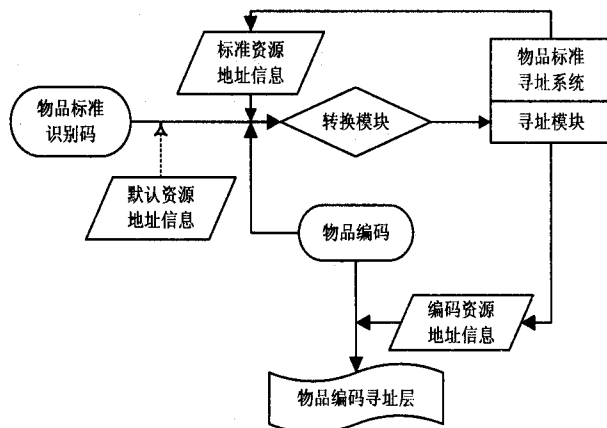


图2 支持任意物品编码标准的通用寻址系统架构图

(4) 基于信任驱动机制或者云资源管理与调度算法在寻址方面的研究<sup>[6,7]</sup>。文献[8]中提出了云信任驱动的物联网信息资源寻址模型。该模型通过设计并采用特定约束条件、信任陡度函数、云信任度评估准则以及信任约束系数来建立的,论文中以实验证明该模型对于底层资源寻址起到了一定的效果,有效地解决了物联网多域协作的动态演化、底层寻址定位标准不统一、底层信任功能定义不一致以及新的信用度时效性权值难以验证、寻址冲突、信任度低下等问题。

## 2.2 6LowPAN

经过业界的广泛讨论,IPv6 由其诸多优点当选物联网的最佳寻址技术<sup>[9]</sup>。IPv6 作为网络层的标准寻址方案,如何将多样化的传感层接入网络层是物联网寻址中不得不考虑的一个关键问题。

将 IP 协议引入无线网络一直被认为是不太可能的。因为 IP 对内存和带宽要求较高,要降低它的运行环境要求以适应微控制器及低功率无线连接是比较困难的。6LowPAN(Pv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks,基于 IPv6 的低速无线个域网标准)工作组致力于解决 IPv6 与 WSN(Wireless Sensor Network)的融合问题<sup>[10]</sup>,其目的就是要实现 WSN 与现有 IP 网络的无缝互联。6LowPAN<sup>[11]</sup>旨在将 IPv6 引入以 IEEE 802.15.4 为底层标准的无线个域网,工作重点为适配层、路由、报头压缩、分片、IPv6、网络接入和网络管理等技术,目前已提出了适配层技术草案,其他技术还在积极探索之中。IEEE 802.15.4 只规定了物理层(PHY)和媒体访问控制(MAC)两个子层的标准,并没有涉及到网络层以上规范。IP 目前仅限于有线网,因为它的地址及标题信息量过大,要将这些信息“填入”相对小很多的 802.15.4 包中进行传输是

很困难的。6LowPAN 工作组建议在网络层和 MAC 层之间增加一个网络适配层,用来完成包头压缩、分片与重组以及网状路由转发等工作。具体实现方式是:将 IP 标题进行压缩,基本上只承载有效数据信息。它采用的是一种“所见即所得”的标题压缩方式,消除了 IP 标题中多余(或者说不必要)的网络层信息,借用链路层 802.15.4 标题域信息模式。完整的 40 字节 IPv6 标题被简化成一个标题压缩字节(HC1),以及一字节“跳跃保留”值,源及目标 IP 地址(共 1 个字节)可由链路层 64 位唯一(EUID64)或 802.15.4 中采用的 16 位短地址生成;8 字节 UDP 传输标题也被压缩为 4 字节,总共为 7 字节。6LowPAN 协议栈结构如图 3 所示:

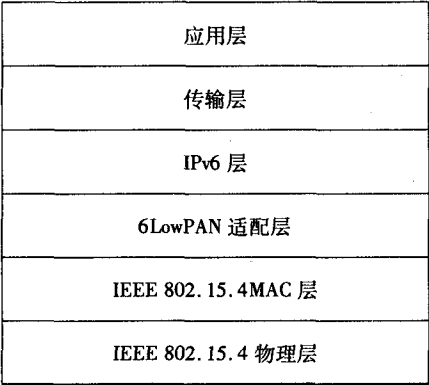


图 3 6LowPAN 协议栈结构

6LowPAN 的最大突破口在于,实现了 IP 紧凑、高效应用,消除了此前的 adhoc 标准和其他专有协议过于混杂的情形,这对相关产业协议发展意义非常重大。

3 存在问题与展望

3.1 物联网标识解析方式

目前物联网中标识解析寻址方面的研究基本还处于照搬互联网资源寻址模型的阶段,上面提到的像 EPCglobal 提出的 ONS,以及 uID Cernter 提出的 ucodeRP,基本上都是沿用 DNS 的解析方法,仅支持对单一编码格式的解析,而不允许物联网中多种物品编码格式共存的状态。而且,像 ONS-DNS 这样的两次解析工作明显增加了网络负担,降低了网络通讯率,不符合环保、低碳、绿色网络的原则,也不符合未来网络的发展潮流,这种技术体系也为垄断提供了方便,增加了不安全环节。第三种解决方案虽然可以支持任意物品编码的寻址,但是以 OID 编码作为物品标准识别码为前提,OID 编码方案已经比较完善,应该是实现物联网统一标识的首选方案,但是,它的处理和验证过程比较麻烦。并且,在该寻址系统中使用的仍然是已有的 BIND9.3.2-P2 寻址系统,并未对寻址方法做出有效改进。文献[8]中提出的云信任驱动的物联网信息资源寻址模型,虽然通过实验证明对于底层资源寻址在

很多方面有一定的优越性,但是实现起来比较繁琐,也不能适用于所有的寻址服务,对寻址服务的通信管理和评价管理方面的研究仍存在不足,难以证明能够真正有效运用在高度复杂的物联网环境中。

综合以上调研,在物联网标识解析寻址中作者总结可以在以下几个方面进一步展开研究:

- (1)加快物品编码的标准化进程,可以重点考虑 EPC 编码<sup>[12]</sup>。
- (2)参考 DNS,研究出真正属于物联网的寻址方法。
- (3)物联网标识解析中的安全问题有待加强。

3.2 6LowPAN 存在的问题

物联网是一种建立在互联网上的泛在网络,使用各种感知技术,通过有线或者无线网络与物联网融合,实现物品信息进行实时并且准确地传输。物联网中通过各种类型的传感器采集物品的信息,不同类型的传感器采集信息的内容和格式不同,为了让这些格式不同的信息都能及时正确地在物联网上传输,其寻址方式必须适应各种类型网络和协议。

6LowPAN 通过增加适配层完美实现了将无线嵌入网络<sup>[13]</sup>,但是将 6LowPAN 成熟运用在物联网寻址中还需要一定的时间,目前 6LowPAN 还存在以下一些问题:

- (1)6LowPAN 的研究重点在于报头压缩部分,报头压缩对于 6LowPAN 技术来说是非常重要的,而且也是其中的一个难点。在 6LowPAN 压缩规范中,下一个头字段压缩后只有 2bit,并未给扩展头的压缩提出预留,如何压缩 IPv6 扩展头,这还需要等待相应的规范来制定。
- (2)6LowPAN 的路由问题。由于无线传感器网络的拓扑结构是不断地动态变化,要想仿照互联网中建立一个分层的全 IP 网络和路由结构,是一个非常复杂的问题<sup>[14,15]</sup>。目前已有解决方法是在 6LowPAN 的适配层添加相关轻量化的路由协议,如 AODV 和 LOAD<sup>[16]</sup>等,为网络层构造一个透明的 MAC 层网络拓扑,屏蔽掉 MAC 层拓扑的多跳状况。这些协议虽然相对较轻量,但基本都使用广播的方式查找路由,通信量大大增加,路由开销较高。
- (3)安全问题。无线网络中的节点安全问题存在已久,IEEE 802.15.4 在链路层虽然提供了 AES 安全机制,但相对比较宽松,需要进一步加强。当前国内外有关 6LowPAN 的网络安全问题的研究不是很多,主要是针对 6LowPAN 中的密钥算法以及防止 IP 碎片的攻击<sup>[17]</sup>。文献[18]中提出了一种利用隐半马尔科夫模型建立的蜜网防御系统方案,通过在 6LowPAN 网络中部署可动态配置的蜜网收集信息,在信息分析的过程

中使用一个隐半马尔科夫模型来描述攻击行为的状态化的协议过程,对6LowPAN网络安全问题起到一定的积极意义。

除此以外,类似互联网中,物联网同样存在地址配置和管理,以及网络管理<sup>[19]</sup>等问题也需要实际解决。

#### 4 结束语

随着物联网应用的普及和无处不在,寻址和标识的唯一性问题越来越成为物联网数据交换中的核心问题,受到国内外学者的广泛关注。文中从物联网寻址概念着手,在综述物联网寻址关键问题和最新研究进展的基础上,探讨了未来需要进一步研究的课题,为加快物联网的应用带来一定的研究意义。

#### 参考文献:

- [1] EPCglobal Inc. EPCglobal Object Name Service(ONS), v 1.0. 1[EB/OL]. 2008. <http://www.gs1.org/gsm/kc/epcglobal/ons>.
- [2] 张捍东,朱林. 物联网中的RFID技术及物联网的构建[J]. 计算机技术与发展,2011,21(5):56-59.
- [3] 孔宁. 物联网资源寻址关键技术研究[D]. 北京:中国科学院,2008.
- [4] Kong Ning, Li Xiaodong, Yan Baoping. A Model Supporting Any Product Code Standard for the Resource Addressing in the Internet of Things[C]//First International Conference on Intelligent Network and Intelligent Systems. [s.l.]:[s.n.], 2008:233-238.
- [5] 孔宁,李晓东,罗万明,等. 物联网资源寻址模型[J]. 软件学报,2010,21(7):1657-1666.
- [6] Piero B, Daniel O. Driving and monitoring provisional trust negotiation with metapolicies[C]//Proceedings of the 6th IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks. Washington, DC:IEEE Computer Society, 2005:14-23.
- [7] 王守信,张莉,李鹤松. 一种基于云模型的主观信任评价方法[J]. 软件学报,2010,21(6):1341-1351.
- [8] 万年红,王雪蓉. 云信任驱动的物联网信息资源寻址模型[J]. 计算机应用,2011,31(5):1184-1188.
- [9] 王淑惠,谭清中,唐彦,等. Ipv6是物联网最佳的寻址技术[J]. 数字通信,2011(3):28-31.
- [10] Durvy M, Abeille J, Wetterwald P. Making sensor networks IPv6 ready[C]//Proceedings of the 6th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems. [s.l.]:[s.n.], 2008:421-422.
- [11] Bag G, Shams S M S, Akhbar A H. Network assisted mobility support for 6LowPAN[C]//Proceedings of the 6th IEEE Conference on Consumer Communications and Networking. [s.l.]:[s.n.], 2009:383-387.
- [12] 王忠敏. EPC与物联网[M]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [13] Shelby Z, Bormann C. 6LowPAN: The Wireless Embedded Internet[M]. [s.l.]:Wiley Publishing, 2010.
- [14] Cao Zhongyu, Lu Gang. S-AODV: Sink Routing Table over AODV Routing Protocol for 6LowPAN[C]//Proceedings of the 2010 Second International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing. [s.l.]:[s.n.], 2010:340-343.
- [15] Kim J H, Hong C S. A scheme for supporting optimal path in 6LowPAN based MANEMO networks[C]//Proceedings of the 12th Asia-Pacific network operations and management conference on management enabling the future internet for changing business and new computing services. [s.l.]:[s.n.], 2009:161-170.
- [16] Herber U, Clausen T. A comparative performance study of the routing protocols LOAD and RPL with bi-directional traffic in low-power and lossy networks (LLN)[C]//Proceedings of the 8th ACM symposium on performances evaluation of wireless and hoc, sensor, and ubiquitous networks. [s.l.]:[s.n.], 2011:73-80.
- [17] Jung W, Hong S, Ha M. SSL-based lightweight security of IP-based wireless sensor networks[C]//Proceedings of the 2009 International Conference on Advanced Information Networking and Applications. [s.l.]:[s.n.], 2009:1112-1117.
- [18] 刘外喜,唐冬,胡晓,等. 6LowPAN网络安全问题的分析[J]. 电信科学,2010(4):66-70.
- [19] Chos H, Kim N, Cha H. 6LowPAN-SNMP: Simple Network Management Protocol for 6LowPAN[C]//Proceedings of the 2009 11th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications. [s.l.]:[s.n.], 2009:305-313.

(上接第6页)

- specifying business entity lifecycles[C]//Proc. of 7th Intl. Workshop on Web Services and Formal Methods (WS-FM 2010). [s.l.]:Springer, 2010.
- [10] Hull R, Narendra N C, Nigam A. Facilitating Workflow Interoperation Using Artifact-centric Hub[C]//Proc. of ICSOC-Service Wave 09. [s.l.]:Springer-Verlag, 2009:1-18.
- [11] Zhao D, Liu G, Jiang Y, et al. The execution and detection of artifact-centric business process[C]//Proc. of CSAE'11. [s.l.]:[s.n.], 2011:491-495.
- [12] Liu G, Liu X, Qin H, et al. Automated realization of business workflow specification[C]//Proc. of ICSOC/Service Wave 2009. [s.l.]:Springer-Verlag, 2010:96-108.