

# 物联网中的 RFID 技术及物联网的构建

张捍东, 朱 林

(安徽工业大学 电气信息学院, 安徽 马鞍山 243002)

**摘要:**近年来物联网技术受到了广泛的关注。为了更好地了解物联网技术,对物联网的发展应用和物联网的关键技术之一 RFID 技术作了详尽的介绍;为使物联网的工作原理与工作机制更容易地被理解和掌握,结合 EPC global 标准,构建了一种物联网的结构模型,并给出该模型中感知层、网络层及应用层的工作方式;为更进一步地推广应用该物联网的结构模型,指出了其中亟需解决的问题,并重点强调了感知节点优化分配问题、信息安全问题和数据处理问题等;最后给出了发展物联网的几点建议。

**关键词:**物联网;RFID;EPC global 标准;关键技术

**中图分类号:**TP393

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2011)05-0056-04

## RFID Technology and Structure of Internet of Things

ZHANG Han-dong, ZHU Lin

(School of Electrical Engineering & Information, Anhui University of Technology,  
Maanshan 243002, China)

**Abstract:** The IOT (Internet of things) has been widespread concerned in recent years. In order to gain a better understanding of the IOT technology, the development of the IOT applications and one of the key technologies "RFID technologies" was given a detailed introduction. For the IOT operation principle and working mechanism can be more easily understood and grasped, it combined with the EPC global standards, establishing a structural model of IOT, and giving the aware-layer, network-layer, and application-layer works in this model. To further promote the application of this IOT structure model, highlighting the problems to be solved, and emphasizing awareness node optimize allocation problem, information security issues and data processing problem, etc. The final conclusion points out some suggestions on the development of IOT.

**Key words:** Internet of Things; RFID; EPC global standard; key technology

### 0 引言

物联网(Internet of Things, IOT)是通过各种信息传感设备,如射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,将任何物品与互联网相连接起来形成一个巨大的网络。进而可以进行信息交换和通讯,以实现智能化识别、定位、追踪、监控和管理<sup>[1,2]</sup>。

物联网中的“物”都具有标识、物理属性和实质上

的个性,使用智能接口,实现与信息网络的无缝整合。如此的物联网,可以被广泛地应用在国防军事、生产控制、环境监测、城市管理、交通物流、教育医疗、公共安全、家居生活等领域。物联网也被称为继计算机、互联网之后,世界信息产业的第三次浪潮,是信息产业新一轮竞争中的制高点。因此,物联网的研究受到普遍关注。

### 1 物联网的发展

“物联网”这个概念最早于1999年由麻省理工学院 Auto-ID 研究中心提出,2005年国际电信联盟在突尼斯举行的信息社会世界峰会上正式确定了“物联网”的概念<sup>[1]</sup>。

世界发达国家和地区对发展物联网技术有着广泛的应用需求,如美国将“物联网”和“新能源”列为振兴本国经济的两大武器;日本的“i-Japan(智慧日本)战略2015”等。当然,世界发达国家和地区对于发展物联网技术有着较完善的基础设施和突出的技术优势,

收稿日期:2010-10-08;修回日期:2011-01-30

基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(70431003);国家自然科学基金创新群体资助项目(60521003);国家自然科学基金资助项目(50407017);国家科技支撑计划资助项目(2006BAH02A09);安徽省学术技术带头人后备人选资助项目(2005hzb07)

作者简介:张捍东(1963-),男,安徽桐城人,教授,硕导,博士,主要研究方向为机器人路径规划及相关技术、工程优化技术与应用、RFID应用等;朱林,硕士研究生,主要研究方向为RFID技术及应用。

但没有统一的物联网技术标准。

2009年8月温家宝总理考察无锡传感网研究所,提出了“感知中国”的概念,并在随后向科技界发表的讲话中,首次明确将物联网列为我国战略性新兴产业。在此背景下,我国各领域广泛地开展了“物联网”的研究、开发和应用工作。

## 2 物联网中的RFID技术

### 2.1 物联网中的关键技术

物联网实施、应用、研究与发展中涉及的关键技术主要在感知层、网络层和应用层中,感知层的主要关键技术如表1所示。

表1 物联网感知层中的关键技术

关键技术	性能描述	应用现状
RFID技术	识别和标识目标物,类似给物体上了“户口”	应用阶段
传感器技术	“感觉器官”,提供原始数据信息	探索阶段
智能嵌入式技术	使物联网中目标物具有一定的智能性	试验阶段
纳米技术	实现小体积物体的交互和连接,减小系统功耗	研究阶段

其他层的关键技术有:传感器网络通信技术、通信网络技术、物联网平台技术等<sup>[3]</sup>。文中主要结合RFID技术阐述物联网的构造及发展,因此在表1中仅突出感知层的关键技术。

物联网中不仅要做到“物物相连”,还要做到能够对物品进行识别、定位、追踪和管理。RFID就是能够让物体“开口说话”的技术,所以RFID技术在物联网感知层关键技术中的地位显得尤为突出<sup>[3,4]</sup>。RFID技术具有防水、防磁、耐高温、读取距离大、数据加密、存储数据容量大、信息更改简单等特点,还可以实现多个标签的防冲突操作,从而可以解决很多传统识别技术上的缺陷。因此,RFID技术是物联网中规模化识别技术的不二选择。

### 2.2 RFID技术在物联网中的应用

目前,国际上对物联网还没有一个广泛认同的体系架构,最具代表性是欧美支持的EPC global“物联网”体系架构和日本的Ubiquitous ID(UID)物联网系统。

RFID技术在EPC global“物联网”体系架构下的应用主要有EPC编码、EPC射频识别系统和EPC信息网络系统。其中RFID标签采用EPC编码技术,物联网中编码要做到“一物一码”,不仅能实现对每一个物品的管理,而且还能实现对物品的实时追踪,同时还具有物体的具体分类和属性信息,实现分类查询、统计应用、电子商务等。EPC编码技术能够很好地实现这些要求<sup>[5]</sup>。EPC射频识别系统是实现EPC代码自动采集的模块,EPC信息网络系统由本地网络和全球互联网组成,是实现信息管理、信息流通的功能模块。

## 3 物联网系统的构建

以EPC global物联网体系架构为基础,结合物联网的相关知识,给出了物联网系统模型的结构框图,如图1所示。

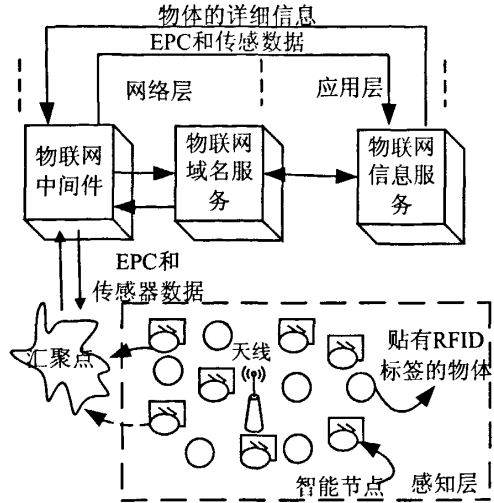


图1 物联网的结构

该模型包括物联网的感知层(EPC传感网络)、网络层、应用层(信息服务系统)等三部分<sup>[6,7]</sup>。

### 3.1 物联网的感知层

感知层主要完成信息的采集与识别工作,采用RFID系统和无线传感网(Wireless Sensing Network, WSN)融合而成的EPC传感网络,该融合技术有着自身突出的优势,不仅可以获取所需要的环境信息,而且能精确识别出每个物体,同时还可扩大RFID系统的识别范围。其中智能节点由RFID阅读器和WSN节点技术融合而成<sup>[8]</sup>。

该技术在实际应用中还会涉及到很多问题,将会在存在的问题一节中展开深入的讨论。

### 3.2 物联网的网络层

网络层主要包括:物联网中间件和域名服务。物联网中间件(Internet of Things Middleware, IOT-MW)是处在物联网感知层和网络层之间的一种中间件系统。总体来说,IOT-MW起到一个中介的作用,它屏蔽前端硬件的复杂性,并把采集到的数据送到后端的IT系统<sup>[6]</sup>。

物联网中的域名服务类似于域名解析(DNS),它的目的是为IOT-MW系统指明如何由采集到给定目标物的信息码定位到存储了该目标物相关信息的数据服务器中<sup>[9]</sup>。

### 3.3 物联网的应用层

物联网应用层的主要作用是提供信息服务功能,主要包括三个部分,分别是物联网客户端、数据存储模块和数据查询模块<sup>[9]</sup>。

## 4 物联网发展中存在的主要问题

### 4.1 主要问题

物联网的实施、研究、发展和应用还存在很多问题,概括起来主要有:

1) 规模化问题。为获得完整可靠的数据,必须大量且合理地布置智能节点和 RFID 设备。对于感知层来说,要形成一个类似生物学系统的体系,当一部分器件出现故障时,有其它的可以替代,这就需要规模化来保证。在保证规模化的同时还要拥有以下的重要特征:可靠—即区域要完全覆盖;优化—即智能节点要尽量少且合理分配;容错—即可以由部分信息恢复整体信息;冗余—即可以互相替代和进行故障诊断。

2) 标准化问题。包括 RFID 技术、通信协议及应用层的标准化。推进物联网的应用必须加快 RFID 国际标准化建设;通信包括智能节点之间、智能节点和中间件之间及中间件与互联网的有效连接等方面的通信标准化建设;另外,应用层的交互界面的标准化,可使大众只需要知道一个标准化的操作流程就可以了。

3) 数据问题。首先,物联网中的数据要能够持续、稳定、安全地获取;其次,保证数据的时效性,解决网络传输信息的延迟问题,不同的信息宜采取不同的传输与验证策略;再次,数据的所有权和数据库管理以及隐私问题。在物联网的实际应用中既要保证物联网中数据及信息的安全,同时也应兼顾其便利性<sup>[10]</sup>。

上述几个问题中,数据问题是最重要的,数据问题可细分为信息采集、信息安全和数据处理等方面,下面具体讨论。

### 4.2 信息采集方面

感知层采用 EPC 传感网络技术,目前 RFID 系统和 WSN 的融合技术可分为多种类型:其他几种融合方式中或涉及到标签的制作及工艺问题或融合技术成本较高,价格比较昂贵。因此本模型中采用将 RFID 阅读器和 WSN 节点相融合而成的智能节点技术,用此种方式构造的 EPC 传感网络,技术实现比较容易,且能够很好地体现融合后系统突出的特性<sup>[11]</sup>。

实际应用中,在大规模的随机分布模式下,常投入远大于实际需要的智能节点以便获得较好的节点密度。在此情况下,网络中将存在由节点不合理分布造成的感知阴影和盲点,因此需要对智能节点进行优化处理。解决智能节点的优化问题,通常先给出节点分布的感知模型和实际应用的地域模型,并结合该模型构造目标函数,在约束条件的作用下运用适当的优化算法进行优化处理<sup>[12,13]</sup>。

目前常用的感知模型可分为两种:二元感知模型和指数感知模型。

#### 1) 二元感知模型:

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, & d(i,j) < r \\ 0, & d(i,j) \geq r \end{cases} \quad (1)$$

#### 2) 指数感知模型:

$$p_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{[1 + \alpha d(i,j)]^\beta}, & d(i,j) \leq r \\ 0, & d(i,j) > r \end{cases} \quad (2)$$

其中  $p_{ij}$  为节点  $i$  对感应区域内目标  $j$  的感知概率,  $d(i,j)$  为节点  $i$  与目标  $j$  之间的几何距离,  $r$  称为感知半径。模型(2)中  $\alpha$  和  $\beta$  为与传感器物理特性有关的类型参数。

以上给出的两种感知模型是在节点  $i$  不存在邻居节点的前提下,节点  $i$  对感应区域内目标  $j$  的感知概率。而在实际应用中智能节点周围存在邻居节点,由于邻居节点的感应区域与节点自身的感应区域存在交叠,所以如果点  $j$  落在交叠区域内,则点  $j$  的感知概率会受到邻居节点的影响。

假设节点  $i$  存在  $N$  个邻居节点,则这些感应区域的重叠区域为:

$M = R(i) \cap R(n_1) \cap R(n_2) \cap \dots \cap R(n_N)$ , 其中  $n_1, \dots, n_N$  为节点  $i$  存在的  $N$  个邻居节点,  $R(i), R(n_1), \dots, R(n_N)$  为节点  $i$  及邻居节点的感应区域。

若假设每个节点对目标的感知是独立的,根据概率计算公式,  $M$  中任一点的感知概率计算如下:

$$G_j = 1 - (1 - p_{ij}) \prod_{k=1}^N (1 - p_{kj}) \quad (3)$$

在实际优化过程中,通常将目标区域抽象成二维的平面结构,如二维平面坐标轴或平面网络结构等,再结合以下约束条件:① 目标区域 100% 覆盖;② 智能节点随机部署,算法运行前,所有节点都处于休眠状态;③ 智能节点不能自由移动,连接对称且具有相同的初始能量、相同的处理和通信能力,平等的网络地位等。再将公式(3)作为优化的目标函数,运用适当的优化算法进行优化操作。目前常使用的方法有:数学规划和优化技术的方法、信息论的方法、知识或专家系统的方法等<sup>[14,15]</sup>。

### 4.3 信息安全方面

物联网要广泛地应用在各领域,其信息安全问题的重要性不言而喻。

物联网中的信息安全主要存在四大隐患:RFID 标签信息安全、无线通讯信息安全、网络传输信息安全、信息存储及处理安全等。针对这些隐患可通过以下措施来改善:加强标签的制作,持有,防伪及标签数据的认证、销毁、屏蔽等方面的工作;使用专有通信协议和建立相关验证机制;加强访问控制策略,信息加密策略等<sup>[4]</sup>;将较先进的云计算技术应用到物联网信息存储及处理方面<sup>[16]</sup>。

#### 4.4 数据处理方面

物联网系统中数据处理主要包括:数据过滤和容错、编码和压缩、数据融合、数据库的管理及数据评估等方面<sup>[17]</sup>。由于本模型中涉及到RFID技术和无线传感网融合技术,所以在此突出的问题是数据的融合与控制问题,数据融合的核心问题是选择合适的融合算法。

常用的数据融合算法有:权系数的融合方法、参数估计的信息融合方法、D-S证据理论等,可将UPnP和SNMP等已有的协议运用到融合后的数据控制问题中。在物联网实际应用中,应选择合适的融合算法和协议,既要保证数据处理的完整性、高效性,同时又要保证数据处理的可控性。

## 5 结束语

目前各国对于物联网的研究与应用都处在积极的探索过程中,推动物联网的快速发展还需要各方面的共同努力。

(1)实现关键技术突破。加强国际合作,加大研发力度,加强产学研合作,在共性及关键技术的领域方面开展深入合作,形成相关的产业联盟。

(2)统一标准和示范推广。包括RFID标准及物联网其它相关方面的标准,同时坚持国内外标准同步推进的原则。在资金注入的情况下,整合利用相关资源,优化物联网的结构成本,示范推广物联网的相关应用,实现更多经济价值。

其它方面,在国家层面应该有一个整体战略规划,进行顶层设计。同时还需要完善立法,加大物联网信息涉及到的国家安全、企业机密和个人隐私的保护力度。

物联网代表了下一代信息技术发展的方向。随着各方面的共同努力,相信物联网技术会对中国乃至整个世界经济的发展起到积极的推动和促进作用。

#### 参考文献:

- [1] International Telecommunication Union UIT. ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things[R]. 2005.
- [2] Weber R H. Internet of things - Need for a new legal environment [J]. Computer Law and Security Report, 2009, 25 (6): 522-524.
- [3] 王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(12): 3-4.
- [4] 单承贇, 单玉峰, 姚磊. 射频识别(RFID)原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 291-308.
- [5] Thieseh F, Floerkemeier C, Harrison M, et al. Technology, standards, and real-world deployments of the EPC network [J]. IEEE Internet Computing, 2009, 13(2): 36-42.
- [6] 张丁一, 祝云龙. 基于RFID传感器网络的目标跟踪问题研究[J]. 仪器仪表学报, 2008, 29(8): 117-119.
- [7] 宁焕生, 张彦. RFID与物联网—射频, 中间件, 解析与服务[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 108-183.
- [8] Evan W, Leilani B, Garret C, et al. Building the internet of things using RFID: The RFID ecosystem experience [J]. IEEE Internet Computing, 2009, 13(3): 48-50.
- [9] Fabian B, Gunther O. Security challenges of the EPC global network [J]. Communications of the ACM, 2009, 52(7): 121-125.
- [10] Joshua C, Anne J. Challenges for database management in the internet of things [J]. IETE Technical Review (Institution of Electronics and Telecommunication Engineers, India), 2009, 26(5): 320-324.
- [11] Weber R H. Internet of Things - New security and privacy challenges [J]. Computer Law and Security Report, 2010, 26(1): 23-28.
- [12] Liu Hai, Miodrag B, Amiya N, et al. Taxonomy and challenges of the integration of RFID and wireless sensor networks [J]. IEEE Network, 2008, 22(6): 26-35.
- [13] Sung J, Lopez T S, Kim D. The EPC sensor network for RFID and WSN integration infrastructure [C]//5th Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, Per Com Workshops 2007. [s. l.]: [s. n.], 2007: 618-621.
- [14] 林祝亮, 冯远静, 俞立. 无线传感网络覆盖的粒子进化优化策略研究[J]. 传感技术学报, 2009, 22(6): 874-876.
- [15] 石为人, 袁久银, 雷璐宁. 无线传感器网络覆盖控制算法研究[J]. 自动化学报, 2009, 35(5): 541-545.
- [16] 王鹏. 走进云计算[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009: 36-40.
- [17] 杨秀珍, 何友, 鞠传文. 多传感器管理系统研究现状与发展趋势[J]. 传感器技术, 2004, 23(1): 6-8.
- [12] 刘轩, 刘佳宾. 基于对比度受限自适应直方图均衡的乳腺图像增强[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(10): 173-175.
- [13] 刘红, 沈利明, 乐建威. X光图像增强处理的研究[J]. 科学技术与工程, 2007, 7(22): 5763-5766.
- [14] 王建, 庞彦伟. 基于CLAHE的X射线行李图像增强[J]. 天津大学学报, 2010, 43(3): 194-198.

(上接第55页)