

# 物联网技术与应用综述

薛秀琴<sup>1</sup>,许方曲<sup>2</sup>,郝秀兰<sup>2</sup>

(1.山西经贸职业学院,太原 030024;2.湖州师范学院,浙江 湖州 313000)

**摘要:** 物联网涉及众多领域,首先介绍了物联网的体系结构;其次归纳了物联网涉及的关键技术;然后总结了物联网的应用;最后给出了物联网面临的挑战,为未来物联网的研究指出方向。

**关键词:** 物联网,构成,关键技术,应用,挑战

**中图分类号:** TP311.5 **文献标识码:** A

## Survey of Technologies and Applications for Internet of Things

XUE Xiu-qin<sup>1</sup>, XU Fang-qu<sup>2</sup>, HAO Xiu-lan<sup>2</sup>

(1. Shanxi Institute of Economics and Business, Taiyuan 030024, China; 2. Huzhou Teachers College, Huzhou 313000, China)

**Abstract:** A variety of domains are involved in internet of things. Firstly, architecture of IoT is introduced. Secondly, key technologies used in IoT are discussed. Then some important applications of IoT are listed. Finally, some challenges in IoT are pointed out, from which future research areas can be deduced.

**Key words:** Internet of Things (IoT), architecture, key technologies, applications, challenges

“物联网”(Internet of Things, IoT)概念是2005年在突尼斯举行的信息社会世界峰会上正式确立的<sup>[1]</sup>。不同领域的研究者对物联网的定义各不相同,至今没有一个权威、完整和精确的定义。狭义的物联网只是物与物互联,不包括人在内;广义的物联网则是物与物之间、物与人之间、人与环境之间可以实现交互,将信息技术融入社会行为之中,达到人类社会综合应用信息技术的更高境界<sup>[2-3]</sup>。本文中采用广义的物联网定义,认为物联网是在互联网的基础上,借助各种信息传感设备,通过各种接入网络,实现物体与互联网连接,形成人与物、物与物互联的巨大智能网络。从物联网的构成、关键技术、应用、影响物联网发展的因素等角度出发,对物联网的现状 & 关键问题进行论述,进一步对物联网的未来进行了展望。

### 1 物联网的构成

研究人员在描述物联网的体系框架时,多采用

USN 体系架构(如图1所示)作为基础,自下而上分为底层传感器网络(边缘技术层)、接入网络、基础骨干网络、网络中间件、应用平台5个层次<sup>[4]</sup>。中国通信标准化协会(CCSA)泛在网工作委员会(TCIO)给出了物联网的3层结构<sup>[2-5]</sup>:第1层是感知延伸系统,第2层是异构融合的泛在通信网络,第3层是应用和服务。

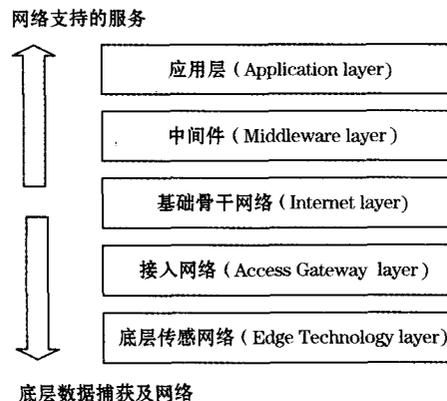


图1 USN 体系架构

\* 收稿日期:2013-12-22,修回日期:2014-02-15

\*\* 基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(LY12F02012);国家级大学生创新创业训练计划资助项目(201310347007)

\*\*\* 作者简介:薛秀琴,女,1969年生,硕士,研究方向:计算机应用、人工智能。

### 1.1 底层传感网络

底层传感网络又称为边缘技术层,用于物体信息的采集,通常由传感网络、嵌入式系统、RFID标识、阅读器或其他不同形式的软传感器组成。其中,使用最多的是RFID(Radio Frequency Identification)射频识别技术,无线传感器网络技术(WSN)、纳米技术、智能嵌入等也是广为使用的技术。

另外,手机、红外感应器、摄像头、GPS等可以感知所需各种信息的终端都可能被连接到网络上,帮助随时随地采集物联网中所需物体的各类信息。

### 1.2 接入网络

传感系统采集到的物体数据需要处理,接入层负责信息的路由、发布与分发,如果需要的话,还要执行跨平台通讯,是数据处理的第1阶段。常用的接入网络有WWMI(宽带无线移动互联网)、WIFI、WIMAX、GSM、CDMA、WCDMA等。WWMI用户能通过各种无线移动终端,如Iphone、Gphone、PDA等其他终端以无线移动方式通过各种网络接入互联网。

### 1.3 互联网

互联网是物联网的基础与平台,物联网是互联网的延伸与发展。物联网中通过各种传感设备采集到的物体信息,都要汇集于互联网并进行信息的加工处理与反馈操作。例如,环境监测中依据感知的温度、湿度、洁净度等数据,通过计算分析评估,其结果再作为合理调节环境的科学依据。互联网发展的成熟、应用的广泛、系统的安全与稳健,是促进物联网快速发展的基础与前提。

## 2 物联网关键技术

类似于信息处理的5个环节:采集→存储→传递→加工→输出,物联网中也有物体信息感知系统(采集),海量分散数据云存储系统(存储),借助互联网进行数据传输系统(传递),实现海量数值计算、数据分析的云计算系统(加工),以及将计算结果反作用于物体的输出系统(输出)。主要涉及到物联网体系结构、标识技术、电力与能源存储、硬件技术、数据及信号处理、通信、网络、网络发现、软件及算法、发现与搜索引擎、关系网络管理、安全与隐私、标准化等关键技术<sup>[6-8]</sup>。这些技术可以进一步归类<sup>[9]</sup>:感知与标识技术、网络与通信技术、计算与服务技术、管理与支撑技术、标准化技术。国内,物联网技术的研究热点是传感器、射频识别技术RFID(Radio Frequency Identification)、云计算及普适服务等领域<sup>[9]</sup>。

### 2.1 感知与标识

感知与标识技术用在信息采集系统中,可分为传

感器技术、RFID、图像采集技术和语音识别技术4类。常用的感知设备有各种传感器、二维码、条形码、摄像头、智能卡、全球定位系统GPS等。

#### 2.1.1 射频识别

RFID<sup>[9-11]</sup>电子标签是物联网中重要的感知节点,涵盖众多技术,面向多个领域应用,通过标准对其技术及应用进行规范,如规定电子标签与读写器之间的物理接口、协议等。

RFID无须人工干预,可以工作于各种恶劣的环境。每个RFID标签都具有唯一的电子编码,在物品流通、自动配送等领域有着重要的应用。RFID标准化、规范化是物体信息识别的支撑,关系着物联网的安全。电子代码EPC(electronic product code)有可能成为物联网中的物体识别代码<sup>[2-3]</sup>。

#### 2.1.2 传感技术

传感器(Transducer/Sensor)能感觉到被测量物体,并能将感受到的信息,按一定规律变换成为电信号或其他所需的信息形式后输出,是物联网中物体感知的首要环节。传感器发展的微型化、数字化、智能化、系统化、网络化等特点大大推动了产业的发展与转型,对物联网的发展起着支撑与促进作用。目前,传感器在测量类型和精度、可靠性、低功耗、低成本方面尚有待提高<sup>[9]</sup>。

物联网中常用的物体信息采集技术还有图像识别和语音识别等技术。如指纹识别、头像识别等技术。各种感知与识别系统共同组成物联网系统的感觉系统。

## 2.2 网络与通信

### 2.2.1 网络技术

物联网中的“物物通过Internet相连”需要合适的网络技术来实现<sup>[9]</sup>。RFID、短距离无线通讯及传感网络都可以实现网络连接,而扩展了地址空间的IPv6可以用来对物进行编址、连接及跟踪。在物联网中,不同网络系统间的安全性、可伸缩性、跨平台兼容是必需的。无处不在的网络接入又会改变信息处理的方式。现在,IP技术不需要中间协议转换网关就可以提供设备之间的端到端通信。

泛在(无处不在,ubiquitous)传感网络的伸缩体系结构允许数十亿个设备连入网络进行通信。而通过改进无线通讯协议的安全及可靠性,使得基于无线设备的泛在网络的关键任务应用成为可能。

### 2.2.2 网络发现机制

物联网中,网络是动态变化并连续进化的,而物也具有不同程度的自治。新“物”加入,网络拓扑会迅速改变。在此情况下,自动发现机制及映射能力对于

高效网络及通信管理是必需的。例如,在局域网自动发现的协议有 WSDD 的 WS-Discovery, Bonjour<sup>[13]</sup> 及 UPnP 的 SSDP。

现在,被动及动态发现机制已经存在,正在研发网络数据的实时、动态发现机制。所有的发现服务必须基于认证机制以解决隐私或安全问题。

### 2.3 计算与服务

在应用层需要对海量感知信息进行存储和智能分析,生成用户所需要的结果。在智能分析中,云计算<sup>[17-19]</sup>是核心,涉及海量数据分布存储、海量数据管理、虚拟化、云计算平台管理、信息安全管理等技术。借助云计算,以按需、易扩展的方式来获得所需服务器、网络存储、应用软件等资源以及所需服务。云计算部署依赖于计算机集群,吸收了自主计算和效用计算的特点。

需要面向物联网在典型行业中的应用需求,提炼行业普遍存在或要求的核心共性支撑技术,研究针对不同应用需求的规范化、通用化服务体系结构以及应用支撑环境、面向服务的计算技术等<sup>[9]</sup>,以适应未来应用环境变化和服务模式变化。

### 2.4 管理与支撑

物联网需要管理由数十亿个物组成的异构网络,网络中有多种软件、中间件、硬件存在,需要解决安全性、性能及可靠性等问题。

#### 2.4.1 网络管理

网络管理涉及到管理分布式数据库、网络设备自动投票及网络拜年变化和流量的实时图形化显示。网络管理服务使用了许多工具、应用程序和设备来监控和维护参与物联网应用的网络。与今天 web 上广为盛行的社会网络类似,物联网中的物也需要相关建立关系。

#### 2.4.2 安全与隐私

在物联网中,安全与隐私有两个主要问题:个人隐私及商业机密<sup>[6]</sup>。为了确保机密,有许多现存的标准加密技术可以使用。主要挑战是如何使得加密算法更快、更节能。在使用加密方案时,还需要一个有效的密钥分配方案。隐私问题更为严峻,原因之一是忽略了公众的隐私,而且隐私保护技术仍在发展初期,不是为资源受限的设备设计的。物联网中物的异构性及流动性使得形势更为复杂。与隐私保护一样,设备的认证及信任管理也需要解决。因而,需要系统性地为物联网研究安全保护机制<sup>[2]</sup>。

### 2.5 标准化

物联网涉及技术较多,应用形式多样,其标准化工作也分散在不同的标准组织,工作侧重点不同,也有少量重叠和交叉。例如,ITU-T 的标准化集中在泛

在总体框架、标识、应用方面;国际标准化组织(ISO)、美国电气及电子工程师学会(IEEE)主要侧重于传感器网的标准化工作;RFID 的标准化工作主要由 EPCGlobal 进行。

2010年3月9日,中国物联网标准联合工作组筹备工作启动,目标是整合国内物联网相关标准化资源,联合产业各方共同开展物联网技术的研究,积极推进物联网标准化工作,加快符合中国发展需求的物联网技术标准<sup>[9]</sup>。

## 3 物联网的应用

物联网的潜力巨大,可以部署在影响国计民生的诸多领域,但目前已部署的应用非常有限。在未来,将会有智能家居、智能办公、智能运输、智能医院、智能企业、智能工厂。下面介绍几个比较重要的应用<sup>[6]</sup>。

### 3.1 航空航天

通过识别伪造的产品/部件来提高产品及服务的安全性。通过引入特定类别的航空部件的电子身份信息,来识别伪造产品/部件。在产品/部件的生命周期中,电子身份信息记录其来源、安全关键事件。可以将电子身份信息存储在一个分布式的数据库及 RFID 标签上,这些可以安全地连接到航空部件上,在将部件安装到航空器之前进行认证。这样,航空器的安全及运行可靠性会显著提高。

### 3.2 智能交通

实时采集车辆信息,驾驶员信息、道路拥堵信息,然后综合分析,合理调度;物联网也为收费系统、商业运输中旅客及物品的筛查、支持不同政府安全政策的国际货物运输系统运送的物品的筛查,提供解决方案,以满足全球日益增长的安全需求;在机场使用物联网技术管理用户行李,可以实现跟踪、分拣的自动化,增加每包的阅读速度,提高安全性。

### 3.3 智能农业

可依据物联网采集到的农作物信息,实时调节采光、施肥、浇水、消除病虫害等,确保农作物环境适宜,高效生长;在传染病暴发期间,依据物联网采集到的动物运动信息,对动物进行实时监控,控制并阻止病情的蔓延;依据牧群的动物数目下发补贴时,根据物联网采集到的信息,防止可能发生的动物数目诈骗。

### 3.4 智能物流

发货方对货物的拣选、装运,运输环节中物体的跟踪、分流、转移,物体到达收货方地区的仓储、派送与签收,发货方与收货方均可实时查询物品状态信息。

### 3.5 智能医疗

用带有 RFID 传感能力的移动电话作为平台来监控医疗参数及药物运送过程,一旦有意外发生可以提供及时的医疗监护;可移植的、可编址的无线设备可用来存储健康记录,在紧急情况下可挽救病人的生命,特别是具有糖尿病、癌症、冠心病、中风、阻塞性肺病、认知障碍、癫痫病、老年痴呆症的病人;可食用的生物降解芯片可植入人体起保护作用;为恢复运动功能,截瘫病人可通过植入的智能体控制的电子刺激系统来传递肌肉刺激。

### 3.6 制药业

对于药品来说,安全和保障是最为重要的。在物联网中,给药品贴上智能标签、在供应链中跟踪药品、通过传感品监控药品的状态,有许多潜在的好处:例如,对于需要特殊保存条件的药品,在运输过程中可以连续进行监控,一旦发现违反了保存条件,马上将其丢弃;药品跟踪及电子身份信息允许检测假药、并使供应链免受欺骗;药品上的智能标签也可以使病人直接获益,例如,通知消费者剂量及过期日期、确保药品的真实性,可以提醒病人在适当的间隔内用药,也可以监控病人的用药情况。

另外,在汽车工业、电信、制造、处理工、环境监控、媒体、娱乐、保险、回收等行业也可以利用物联网,从中受益。

## 4 技术挑战

通过对企业环境、家居、办公等智能空间的分析,未来的工作将以跨组织交互为特征,需要处理高度动态变化的、临时的关系。物联网所遇到的技术挑战<sup>[6]</sup>主要有如下。

### 4.1 网络基础设施

现在的 Internet 架构在移动性、可用性、可管理性、可伸缩性方面的限制,对 IoT 的发展造成了障碍。

### 4.2 安全、隐私及信任

#### 4.2.1 安全

必须在设计及运行阶段确保互联网架构的安全;主动识别及保护物联网,使其免受任意攻击(如 DOS 和 DDoS 攻击)和滥用;主动识别及保护物联网使其免受恶意软件的攻击<sup>[6]</sup>。

#### 4.2.2 隐私

控制个人信息(资料隐私)及个人的物理位置和行踪(位置隐私);需要提高隐私技术及相关的法律保护;对人和物进行身份管理的标准、方法及工具。

#### 4.2.3 信任

关键的、受保护的、敏感的资料需要轻松、自然地

交换,例如,智能体将代替人/组织与可信任的服务进行通信;信任必须是物联网设计的一部分且必须内置。

### 4.3 异构

管理异构的应用服务、环境及设备也构成了一个主要挑战。

### 4.4 传感数据

设计传感数据发现机制;设计传感数据通信协议——传感数据查询、发布/分布机制;开发传感数据流处理机制;传感数据挖掘——相关性、聚类过滤技术设计。

此外,还有一些其他的挑战:管理海量信息、挖掘海量信息以提供有用的服务;设计有效的传感网络体系结构<sup>[2]</sup>及存储体系结构;异构技术、设备、应用接口等的标准化。

## 5 未来研究领域

为了使物联网可靠、健壮、有效,有几个领域必须进一步研究<sup>[6]</sup>。

### 5.1 识别技术

物联网应用有可能使用不同的标识方案,需要使用新的识别、认证、编址方案技术,创建全局目录查找服务及发现服务来解决全局 ID 规划、身份管理、身份编码/加密、化名、可撤销匿名、存储管理等问题。

### 5.2 架构设计

具有端到端特点的分布式开放架构,异构系统的互操作性,独立访问,清晰的分层,物理网络中断的恢复,基于点对点的分布式自治架构的设计。

### 5.3 通信协议

通过多频协议、通信频谱及频率分配来设计节能通信,使用软件定义无线通信的方法来解决新协议对硬件更新的需要,设计高性能、可伸缩的算法及协议。

### 5.4 网络技术

重要的研究问题有:片上网络(Network on Chip, NoC)技术,考虑了片上通信的架构,用动态路由方案对设计时参数化的架构进行动态配置,每次输出时允许有不同数目的虚拟连接;节能网络,可根据所需流量的突发及骤降进行网络的接入及关闭;可伸缩的片上通信架构,以支持基于不同工作负载和/或改变约束条件的电路模块间的动态通信。

## 6 结束语

对物联网的技术及应用进行了综述,对已有技术进行了总结,并指出了需要进一步研究的问题。尽管

系统过程分析:将红外传感器装置布置到门口处,当人走向门口穿越红外传感器发射的红外信号时候,红外传感器捕获到信息,将信息传递给计算机,计算机计算具体时间,如果当时时间在早上7点-9点之间,则进行一系列的事件反应。计算机联网查询到当天的天气状况、pm2.5的污染情况、当前的路况情况等等,然后通过语音播报软件,将信息播放出来,对用户是否加减衣服、是否需要带pm2.5口罩,是否减少户外活动,绕开拥堵路段等等进行提示。具体流程图如图4所示。

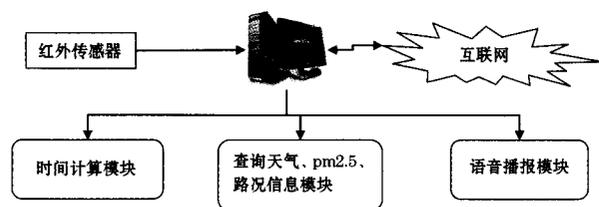


图4 红外传感器提醒主人注意天气变化、天气污染和路况信息系统图

该智能提醒系统,还可以不断完善,增加其他功能,如检测到主人回来之后,播报“欢迎主人回家”、“工作一天辛苦了”等温馨提示功能,还可以完善时间计算模块,根据是否为周末提醒主人周末多出去运动等等。

## 4 结束语

想象一下,当你早上出门上班,门口的传感器检测到你将要出门时,将此信息传到电脑上,电脑会通过互联网进行一系列的事件,声音播报当天天气情况,提醒你今天应该注意的事项,并自动播报目前道路拥堵情

况,提供最佳路线;家用电器如冰箱会提醒冰箱内食物的储存情况及其过期情况,甚至取出存放的酒品时,它可以智能提醒“多喝酒对健康不利”等反应;当夜晚推开卧室门,传感器会自动检测到这一举动,将灯打开,离开后,自动将灯熄灭等等。当周围的物体通过传感器检测到人们活动的意图时,自动智能化地作出某些反应,生活和工作会发生翻天覆地的变化,物联网的发展将会是非常让人期待的。相信不久的将来,随着物联网技术的不断进步,这些设想将逐渐普及到日常生活中,给出行、工作和生活带来巨大的便利。

### 参考文献:

- [1] 李霞.浅谈物流信息技术与物联网[J].商场现代化,2010(15):48-49.
- [2] 梅方权.智慧地球与感知中国——物联网的发展分析[J].农业网络信息,2009(12):5-7.
- [3] 孔晓波.物联网概念和演进路径[J].电信工程技术与标准化,2009(12):12-14.
- [4] 程钰杰.我国物联网产业发展研究[D].合肥:安徽大学,2012.
- [5] 金海,刘文超,韩建亭,等.家庭物联网应用研究[J].电信科学,2010(2):10-13.
- [6] 郎为民,杨宗凯,吴世忠,等.无线传感器网络安全研究[J].计算机科学,2005(5):20-23.
- [7] 蹇兆文.基于无线传感网的展馆监控系统数据平台设计与实现[D].南京:南京信息工程大学,2012.
- [8] 张俊.浅谈无线传感器网络在物联网中的应用[J].物流技术(装备版),2010(10):15-17.
- [9] 朱仲英.传感网与物联网的进展与趋势[J].微型电脑应用,2010(1):1-3.

(上接第13页)

现有技术使得物联网的设想成为可能,在现实中,大规模地部署物联网应用还是面临许多挑战。在未来,应对这些挑战是工业界和学术界对网络与通信进行研究的强大动力。

### 参考文献:

- [1] 朱洪波,杨龙祥,于全,等.物联网的技术思想与应用策略研究[J].通信学报,2010,31(11):2-9.
- [2] 孙其博,刘杰,黎彝,等.物联网:概念、架构与关键技术研究综述[J].北京邮电大学学报,2010,33(3):1-9.
- [3] Atzori L, Iera A, Morabito G. The internet of things: A survey [J]. Computer Networks, 2010, 54(15): 2787-2805.
- [4] Internet of Things in 2020: Roadmap for the Future[R].EPOSS.
- [5] Bandyopadhyay D, Sen J. Internet of things: Applications and

challenges in technology and standardization [J]. Wireless Personal Communications, 2011, 58(1): 49-69.

- [6] 刘强,崔莉,陈海明,等.物联网关键技术与应用[J].计算机科学,2010,37(6):1-10.
- [7] Puliafito A, Mitton N, Papavassiliou S, et al. Editorial: Special issue on Internet of Things: convergence of sensing, networking, and web technologies [J]. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2012(1): 1-2.
- [8] 黄玉兰.基于物联网的RFID电子标签研究进展[J].电讯技术,2013(4):522-529.
- [9] 厉剑.物联网技术之RFID识别[J].物联网技术,2013(5):14-17.
- [10] Wu T Y, Liaw G H, Huang S W, et al. A GA-based mobile RFID localization scheme for internet of things [J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2012, 16(3): 245-258.