



物联网 及其军事应用

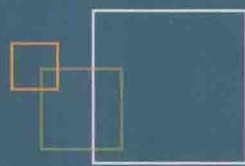
The Internet of Things
and Its Military Application

马良荔 吴清怡 苏凯 任伟 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



物联网及其军事应用

马良荔 吴清怡 苏 凯 任 伟 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书较为全面地介绍了物联网概念、关键技术及其军事应用。首先,介绍了物联网的基本概念和军事物联网的起源、应用现状和应用前景。然后详述了物联网的体系架构以及嵌入式系统、EPC、RFID、GPS、传感器、无线传感器网络、移动通信网络、M2M、中间件技术和云计算等物联网所涉及的关键技术。进而对物联网面临的安全问题进行了分析,并介绍了相应的安全防御技术。最后分析了物联网技术对于军事领域中智能作战训练和指挥以及军队信息化保障的重要意义,并且对现有的军事物联网应用涉及的体系架构和关键技术进行了全面和详实的阐述,同时也对军事物联网未来的发展前景提出了展望。

本书可以作为物联网技术相关专业的大学本科和研究生基础课教材使用,也可以作为从事物联网相关技术的科研人员的参考读本,且对于军队机关相关业务部门开展物联网工作也具有一定的指导意义。

图书在版编目(CIP)数据

物联网及其军事应用/马良荔等编著. —北京:国防工业出版社,2014.5
ISBN 978-7-118-09129-8

I. ①物... II. ①马... III. ①互联网络—军事应用②智能技术—军事应用 IV. ①E919-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 065132 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13¼ 字数 302 千字

2014 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 35.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前言

物联网作为一门新兴的交叉学科,近年来成为学术界和工业界的重要研究热点。物联网是新技术革命的产物,标志着全球信息化发展的趋势,代表了计算机和通信技术研究的未来,是继计算机和互联网之后的世界信息产业的第三次重大革命。物联网在军事、电力、工业、农业、环境监测、建筑、医疗等众多领域具有广泛的应用空间,且催生了大量的新兴产业,推动了整个社会和经济的发展,并将深刻地改变人类的生产生活方式。

目前,我国正处于推进中国特色军事变革的进程中,加快我军信息化建设步伐,努力完成军队信息化建设刻不容缓。特别是,新时期习主席对强国梦、强军梦的论述,以及对军队能打战、打胜战的根本要求的提出,对我军信息化建设提出了新的、更高的要求。信息化战争要求作战系统“看得明、反应快、打得准”,谁在信息的获取、传输、处理上占据优势,谁就能掌握战争的主动权,与之配套的信息化保障体系建设是确保战争胜利的关键因素。物联网的出现,对现有军事系统格局产生了巨大冲击,将触发重大的军事变革,使军队作战方式和保障模式发生新的巨大变化。当前,世界众多军事强国都已经开展了相关标准的制定、技术研发和推广应用等工作,以期在新一轮军事变革中占据有利地位。

军事物联网是以物联网技术为基础,构建涵盖战场感知、军事训练与指挥、后勤保障、军事物流、智慧营区、故障诊断等核心军事应用的庞大网络体系。其中涉及到军事应用需求分析、识别和感知技术、智能处理、通信协同技术等研究内容。其根本特征就是在充分分析军事应用需求的基础上,确定识别和感知设备的方式,明确编码体系,建立信息存取机制,实现各应用实体属性可感知、动作可视、变化可控,并通过制定的标准体系实现所有军事应用实体之间的通信、共享和协作,旨在实现全军范围内信息化作战和保障的效能。

本书通过对物联网的概念、内涵、工作原理、物联网安全以及物联网所涉及的关键技术等进行详细的阐述和剖析,并且对军事物联网的应用需求、研究现状和未来发展方向等进行深入介绍、探讨和分析,旨在为从事国防和军队建设事业的广大管理和技术人员提供由浅入深的军事物联网导论性教材。

本书共7章:第1章主要介绍物联网的概念、内涵以及物联网与泛在网、传感网、M2M、MEMS等概念的关系,并且对军事物联网的起源、应用现状和应用前景等进行了概述。第2章着重介绍了物联网的三大应用架构和物联网体系架构的分层方式。第3章对物联网涉及的关键技术进行了概述,包括嵌入式系统、EPC、RFID、GPS、传感器、无线传感器网络、移动通信网络、M2M、中间件技术以及云计算等。第4章分析了物联网面临的安全问题,并对相应的安全防御技术进行了介绍。第5章概述了物联网技术对于军事领域中智能作战训练和指挥的重要意义,并且对物联网技术在战场感知、目标跟踪与定位、战场态势评估、智能指挥信息化系统、环境信息智能监控系统等军事应用上的技术架构、功能设计以及涉及的关键技术进行了详细的阐述。第6章概述了基于物联网技术的军队信

息化保障方法,并详细描述了物联网技术在信息化保障中的具体应用和未来的发展前景,主要包括基于物联网的军事物流系统、智能仓储管理系统、装设备状态实时监测和故障诊断系统、车辆管理系统、医疗保障系统、智慧营区管理平台以及基于可穿戴计算机的装设备现场维修监测系统等。第7章对军事物联网的发展前景和需解决的问题进行了展望,并对我军的军事物联网建设提出了具体的意见和建议。

第1章到第3章由苏凯、杨刚、马良荔编写,第4章由任伟编写,第5章到第7章由马良荔、吴清怡编写,马良荔负责全书的审校工作。李永杰、李娟、吴俊参与了本书的部分编写工作,齐祯超、孙煜飞和郭晓明参与了本书的画图和录入工作,在此表示感谢!

鉴于作者的水平有限,书中不可避免地存在一些错误和不足,恳请广大读者批评指正。

编者

2013年7月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 物联网的内涵与外延	2
1.1.1 物联网	2
1.1.2 泛在网	2
1.1.3 传感网	4
1.1.4 M2M	4
1.1.5 MEMS	6
1.1.6 概念之间的关系	7
1.2 物联网的起源、发展和研究现状	8
1.2.1 物联网的起源和发展	8
1.2.2 物联网研究现状	9
1.3 军事物联网的提出及其应用	10
1.3.1 军事物联网的提出	10
1.3.2 军事应用现状	11
1.3.3 军事应用前景	12
第2章 物联网体系结构	15
2.1 物联网的工作原理	15
2.2 物联网要素特征	15
2.3 物联网体系架构	16
2.3.1 物联网的三大应用架构	16
2.3.2 物联网三层体系架构	19
第3章 物联网关键技术	21
3.1 嵌入式系统	21
3.1.1 嵌入式系统的概念	21
3.1.2 嵌入式系统的组成	21
3.2 概述	22
3.2.1 EPC 系统架构	23
3.2.2 EPC 标准体系	26
3.2.3 EPC 编码体系	26
3.3 RFID 技术	27
3.3.1 RFID 的概念与发展	27
3.3.2 RFID 系统特征	29

3.3.3	RFID 系统组成	29
3.3.4	RFID 系统工作流程	30
3.3.5	RFID 电子标签	30
3.3.6	RFID 读写器	38
3.4	GPS 技术	39
3.4.1	GPS 的概念	39
3.4.2	GPS 的发展历史	40
3.4.3	GPS 的组成	41
3.5	传感器基础	42
3.5.1	传感器的分类	42
3.5.2	传感器技术的概念	44
3.5.3	传感器技术的发展及应用	45
3.6	无线传感器网络	47
3.6.1	无线传感器网络概念	47
3.6.2	无线传感器网络体系结构	48
3.6.3	无线传感器网络特点	49
3.6.4	无线传感器网络拓扑结构	50
3.6.5	无线传感器网络的关键技术	51
3.6.6	无线传感器网络的应用	53
3.7	移动通信网络	53
3.7.1	移动通信概念与发展	53
3.7.2	宽带移动通信	55
3.8	M2M	56
3.8.1	M2M 的研究背景	56
3.8.2	M2M 概述	57
3.8.3	M2M 技术架构	58
3.9	中间件技术	59
3.9.1	中间件	59
3.9.2	物联网中间件	59
3.9.3	物联网中间件的特点	60
3.9.4	物联网中间件的研究与发展现状	61
3.10	云计算技术	62
3.10.1	云计算概述	62
3.10.2	云计算与物联网	64
3.10.3	云计算关键技术	65
3.10.4	云计算应用实例	68
第 4 章	物联网安全	71
4.1	物联网安全概述	71
4.1.1	网络信息安全威胁及其具体表现	71

4.1.2	物联网的安全架构	73
4.2	物联网安全中的典型问题与方法	75
4.2.1	无线传感器网络安全	75
4.2.2	RFID 系统的安全	80
4.2.3	云计算安全	82
4.2.4	M2M 的安全威胁与对策	85
第 5 章	智能作战训练和指挥	87
5.1	战场感知	87
5.1.1	智能传感器	87
5.1.2	战场传感器网络	91
5.2	目标跟踪与定位	107
5.2.1	基于无线传感器网络的目标跟踪与定位	107
5.2.2	基于 GPS 的目标跟踪与定位	115
5.2.3	基于北斗卫星导航系统的目标跟踪与定位	117
5.3	战场态势评估	122
5.3.1	战场态势信息感知	123
5.3.2	敌情侦察与监视	125
5.4	智能指挥信息化系统	126
5.4.1	C ⁴ ISRT 系统	126
5.4.2	一体化战场指挥系统	127
5.4.3	空天一体化指挥体系	127
5.4.4	智能武器系统	128
5.5	环境信息智能监控系统	130
5.5.1	基于无线传感器的环境信息监控基本原理	130
5.5.2	基于无线传感器的环境信息监控系统	131
第 6 章	基于物联网的信息化保障	134
6.1	基于物联网的军事物流系统	134
6.1.1	军事物流基本理论	134
6.1.2	基于物联网的军事物流	137
6.2	基于物联网的智能仓储管理系统	143
6.2.1	系统编码体系	144
6.2.2	射频识别系统	146
6.2.3	系统网络结构	149
6.2.4	软硬件设计	151
6.3	基于物联网的装设备状态实时监测和故障诊断系统	154
6.3.1	基本概念	154
6.3.2	系统结构	154
6.3.3	网络结构	155
6.3.4	功能设计	155

6.4	基于可穿戴计算机的装设备现场维修监测系统	161
6.4.1	基本概念	161
6.4.2	系统结构	162
6.4.3	可穿戴计算机组成结构	164
6.4.4	系统主要功能	164
6.4.5	可穿戴计算机的其他军事应用	166
6.5	基于物联网的车辆管理系统	166
6.5.1	概述	166
6.5.2	系统和网络结构	167
6.5.3	功能设计	168
6.5.4	应用展望	172
6.6	基于物联网的医疗保障系统	173
6.6.1	电子伤票系统	173
6.6.2	单兵搜救系统	175
6.6.3	医学物联网的发展	176
6.7	基于物联网的智慧营区管理平台	177
6.7.1	概述	177
6.7.2	系统结构和网络结构	178
6.7.3	功能设计	180
6.7.4	智慧城市和智慧营区建设展望	184
第7章	军事物联网展望	187
7.1	军事物联网需求分析	187
7.2	军事物联网理论	189
7.2.1	军事物联网应用架构	189
7.2.2	军事物联网标准体系	189
7.2.3	云计算在军队信息化建设中的应用	193
7.3	军事物联网需解决的问题	196
7.4	军事物联网建设	197
	参考文献	200

第1章 绪 论

物联网是新技术革命的产物,代表了计算机技术和通信技术的未来,是继互联网之后的又一重大科技创新,是建立在信息技术迅猛发展和无处不在的网络基础上的一个全新技术领域。

物联网被很多国家称为信息技术革命的第三次浪潮,是继计算机、互联网、移动通信网之后信息产业的又一重大里程碑。物联网的出现不仅可以大大地促进社会生产力的发展,而且能够改善人们的生活质量,向社会提供更多的就业机会,改变人们的社会生活方式,同时也将促进相关领域科学技术的发展,从而推动整个社会的进步。物联网的应用如图 1.1 所示。

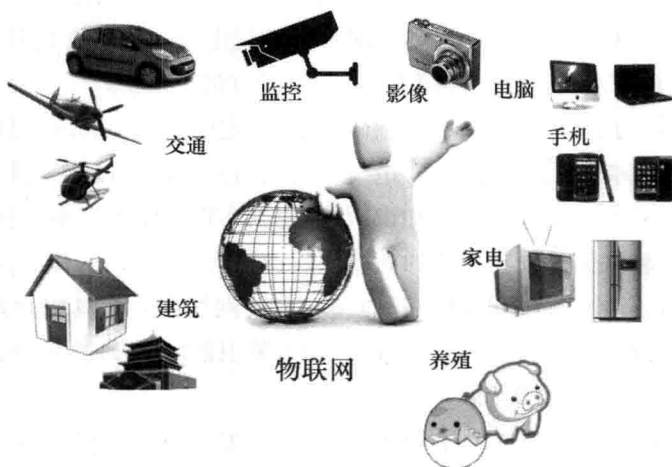


图 1.1 物联网的应用

物联网和互联网有着本质的区别。比如我们想在互联网上了解一个物品,必须通过人力去收集该物品的相关信息,并上传到互联网上供人们浏览,人在其中要完成大量的工作,且难以动态了解其变化。物联网则通过在物品上植入各种微型感应芯片,借助无线网络,与目前广泛应用的互联网相互连接,实现物品之间的连接。因此,互联网连接的是虚拟世界,即网络地址;物联网连接的则是物理的、真实的世界,是所有真实的物理对象,以实现每一个物体均可寻址,每一个物体均可通信,每一个物体均可控制。

随着物联网技术的快速发展和硬件成本的不断降低,军事上将会更加广泛地应用物联网技术,从而提高部队的训练指挥和信息化保障能力,以适应信息化战争的指挥需求,全面提升信息化战争的保障能力。开展军事装备物联网关键技术研究是物联网技术在军事平时训练、战时指挥和信息化保障工作的需要,是建立全军范围内物物互联的综合管理信息平台的重要基础。

1.1 物联网的内涵与外延

1.1.1 物联网

物联网(The Internet of Things,IOT)的概念于1999年提出。物联网是一个动态的全球网络基础设施,它具有基于标准和互操作通信协议的自组织能力,其中物理和虚拟的“物”具有身份标识、物理属性、虚拟特性和智能接口,并且可以与信息网络无缝整合。物联网将与媒体互联网、服务互联网和企业互联网一起,构成未来互联网。对于物联网可以从以下两个方面来理解。

从技术层面理解,物联网是指物体通过智能感应装置,经过传输网络,到达指定的信息处理中心,最终实现人与物、物与物之间的自动化信息交互和处理的智能网络。

从应用层面理解,物联网是指把世界上所有的物品都连接到一个网络中,形成物联网,然后物联网又与现有的互联网结合,实现人类社会与物理系统的整合,以更加精细和动态的方式管理生产和生活。物联网的应用目标就是把新一代信息技术充分运用到各行各业中,实现任何时间、任何地点、任何人、任何事物的充分互联。

总之,物联网是通过射频识别、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,以有线或无线的方式把任何物品与互联网连接起来,以计算、存储等处理方式构成相应的静态与动态信息的知识网络,用以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网是物物相连的互联网。这包含两层含义:其一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上延伸和扩展的网络;其二,其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间,进行信息交换和通信。除射频识别(RFID)技术外,更多的新技术,如传感器、纳米、嵌入式芯片等技术将得到广泛应用。

物联网中的“物”要满足一些条件才被纳入其范围:①有相应信息的接收器;②有数据传输通路;③有一定的存储功能;④有CPU;⑤有操作系统;⑥有专门的应用程序;⑦有数据发送器;⑧遵循物联网的通信协议;⑨在世界网络中有可识别的唯一编号。

智能传感器、RFID标签、传统传感器、智能家居终端等都可以成为未来物联网的传感终端。现有通信网络如2G和3G网络、互联网、HFC(混合光纤同轴电缆网,Hubrid Fiber-Coaxial)网络成为信息的传递汇总网络,相应的处理平台成为M2M运营平台的组成部分,为具体的物联网应用业务提供服务,如图1.2所示。

1.1.2 泛在网

泛在网即广泛存在的网络,它以无所不在、无所不包、无所不能为基本特征,以实现在任何时间、任何地点,任何人、任何物都能顺畅地通信为目标。泛在网络具有泛在性、异构性、环境感知性、自组织性、自愈性、开放性、透明性、移动性、宽带性、多媒体、协同性、对称性、融合性等特征。目前,随着经济发展和社会信息化水平的日益提高,构建泛在网络社会,带动信息产业的整体发展,已经成为一些发达国家和城市追求的目标。

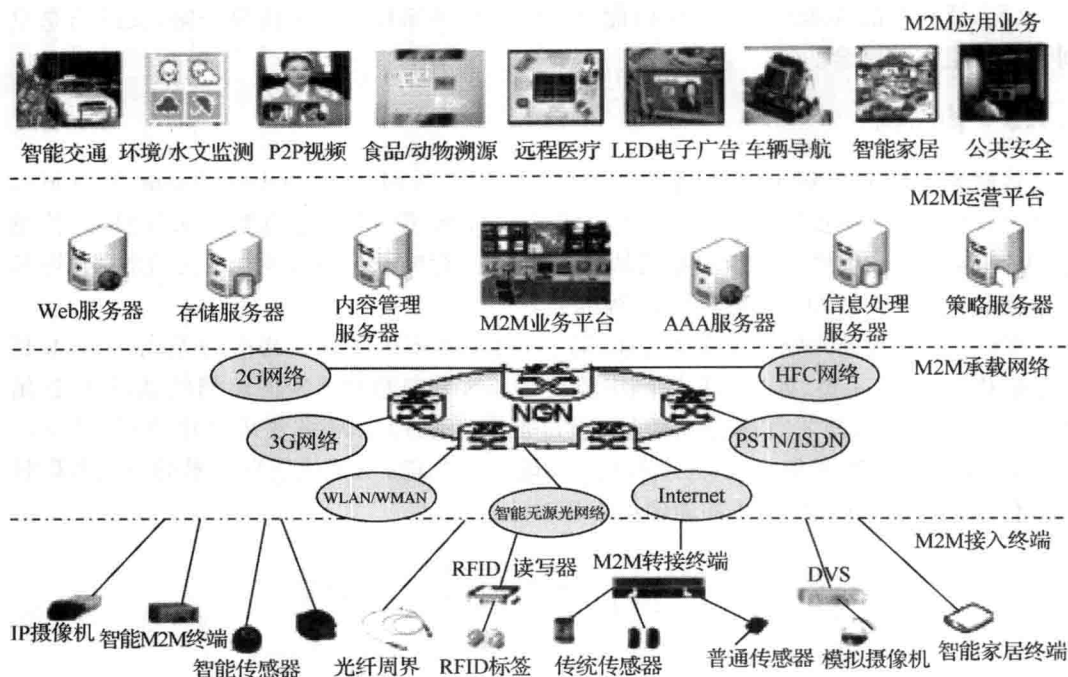


图 1.2 M2M 运营平台

在日渐成熟的通信技术、信息技术、射频识别技术等新技术的不断催生下,一种能够实现人与人、人与机器、人与物甚至物与物之间直接沟通的泛在网络架构——泛在网络社会(Ubiquitous Network Society, UNS, 简称 U 网络)正日渐清晰,并逐步走进人类的日常生活。在“第二届无处不在网络社会发展研讨会”上了解到,在由 ICT(Information Communication Technology, 信息通信技术)融合技术组成的 U 网络中,发展的焦点已经转向了具体的服务而不再停留在技术理论研究层面。泛在网络的建设目标也由此明确为用户提供更好的应用和服务。

U 网络的基本含义是以智能网络、计算技术等为基础设施,以构建无所不在、无所不包、无所不能为基本特征,实现“4A”化通信(即任何时间 Anytime、任何地点 Anywhere、任何人 Anyone、任何物 Anything)。

U 网络具有以下特点:

(1) 无论在何处使用,无论接入模式是固定的还是移动的,是有线的还是无线的,U 网络都能提供永远在线的宽带接入。

(2) U 网络不仅能够连接通用的大型计算机和个人电脑,也能连接移动电话、PDA、游戏机、汽车导航系统、数字电视机、信息家电、RFID 标签以及传感器等各种信息设备,这些设备通过 IPv6 协议连接到网络中。

(3) U 网络能实现对信息的综合利用,不仅能处理文本、数据和静态图像,还能传输动态图像和声音,进而实现安全的信息交换和商务交易,满足用户的个性化需求。

(4) 泛在业务环境是一个拥有许多机制的业务环境,通过各个异构网络的协同以支持不同的移动设备无缝连接。

(5) 泛在智能终端及传感器网络能够进行环境感知和上下文信息采集,支持信息空间与物理空间的融合。

1.1.3 传感网

传感网 (Sensor Networks) 通常是指无线传感器网络 (Wireless Sensor Networks, WSNs)。WSNs 由许多无线传感器节点组成,每一个传感器节点包含数据采集模块 (传感器、A/D 转换器)、数据处理和控制模块 (微处理器、存储器)、通信模块 (无线收发器) 和供电模块 (电池、DC/AC 能量转换器) 等部分。

WSNs 是由大量的静止或移动传感器以自组织和多跳的方式构成的无线网络,其目的是协作地感知、采集、处理和传输网络覆盖地理区域内感知对象的监测信息,并报告给用户。大量的传感器节点将监测数据,通过汇聚节点经由网络发送给用户 (图 1.3)。WSNs 主要实现数据采集、数据处理和数据传输三种功能,与现代信息技术的三大基础技术即传感器技术、计算机技术和通信技术相对应。

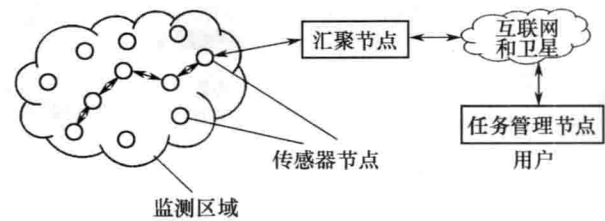


图 1.3 一个典型的无线传感器网络结构

无线传感器网络具有硬件资源有限、电源容量受限、自组织无中心、多跳路由、动态拓扑、以数据为中心、安全性要求高等特点。主要涉及网络协议、时间同步、定位、数据融合、能量管理和安全管理等关键技术。

近期微电子机械加工技术的发展为传感器的微型化提供了可能,微处理技术的发展促进了传感器的智能化,通过微电子机械系统技术和射频通信技术的融合促进了无线传感器及其网络的诞生。传统的传感器正逐步实现微型化、智能化、信息化、网络化,经历着从传统传感器 (Dumb Sensor) → 智能传感器 (Smart Sensor) → 嵌入式 Web 传感器 (Embedded Web Sensor) 的内涵不断丰富的发展过程。

无线传感器网络包含各种类型的传感器,可探测包括地震、电磁、温度、湿度、噪声、光强度、压力、土壤成分、移动物体的大小、速度和方向等周边环境多种多样的现象。无线传感器网络技术是典型的具有交叉学科的军民两用技术,可以广泛应用于国防军事、国家安全、环境科学、交通管理、灾害预测、医疗卫生、制造业、城市信息化建设等领域。

1.1.4 M2M

大多普通机器设备并不具备联网和通信的能力,例如家电、车辆、自动售货机、工厂设备等。M2M (Machine to Machine) 技术的目标就是使所有机器设备都具备联网和通信能力,其核心理念就是网络一切 (Network Everything)。

M2M 是机器对机器 (Machine to Machine) 通信的简称。广义上可以包含机器对机器

(Machine to Machine)、人对机器(Man to Machine)、机器对人(Machine to Man)、移动网络对机器(Mobile Network to Machine)。狭义上,M2M 仅代表机器对机器的通信,目前更多的是指非 IT 机器设备通过无线移动通信与各种 IT 系统的通信。

M2M 不是简单的机器和机器之间的数据传输,更是机器和机器之间的一种智能化、交互式的通信。即使人们没有实时发出信号,机器也会根据既定程序主动进行通信,并根据所得到的数据智能化地做出选择,对相关设备发出正确的指令。可以说,智能化、交互式是 M2M 有别于其他应用的典型特征,这一特征下的机器也被赋予了更多的思想和智慧。

预计未来用于人对人通信的终端可能仅占整个终端市场的 1/3,而更大数量的通信是 M2M 通信业务。事实上,目前机器的数量至少是人类数量的四倍,因此 M2M 具有巨大的市场潜力。M2M 的潜在市场不仅限于通信业。由于 M2M 是无线通信和信息技术的整合,可用于双向通信,如远距离收集信息、设置参数和发送指令等,因此 M2M 技术应用方向广泛,如安全监测、自动售货机、货物跟踪等。图 1.4 为中国电信 M2M 业务系统平台。

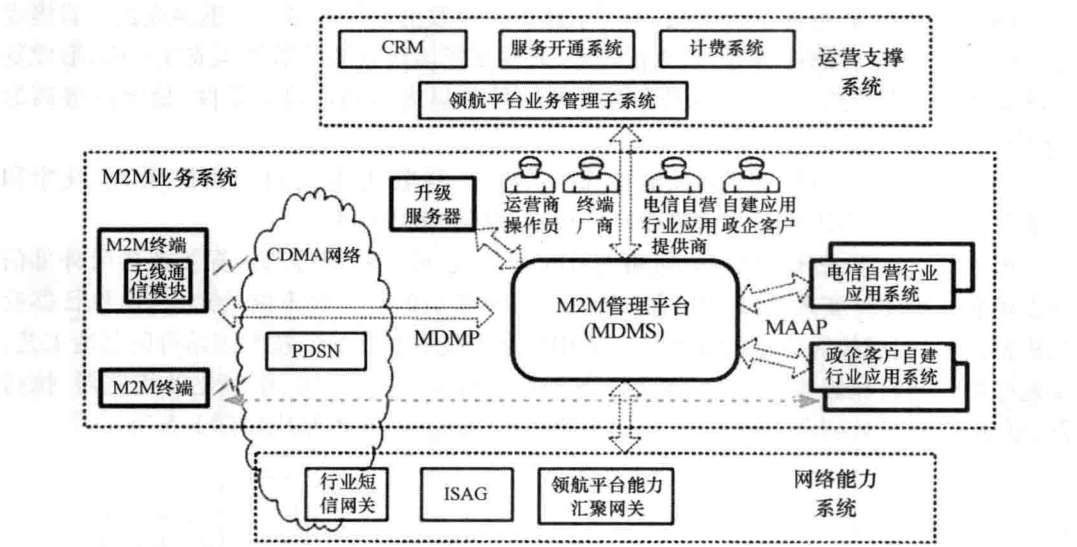


图 1.4 中国电信 M2M 业务系统

M2M 与社会的发展和人们的生活、工作密切相关,应用遍布各个领域,主要包括:交通领域(交通监控、定位导航)、电力领域(远程抄表和负载监控)、农业领域(大棚监控、动物溯源)、智慧城市(电梯监控、路灯控制)、安全领域(城市和企业安防)、环保领域(污染监控、水土检测)和智能家居(老人/小孩看护、智能安防)等。

在 M2M 中,用于远距离连接的技术包括 GSM、GPRS 和 UMTS 等,近距离连接技术主要包括 802.11b/g、Bluetooth、ZigBee、RFID 和 UWB 等。此外,还涉及到其他一些技术,如 XML、CORBA、基于 GPS、无线终端和网络的定位服务技术等。

随着科学技术的发展,越来越多的设备拥有了通信和联网能力,网络一切(Network Everything)逐步变为现实。人与人之间的通信需要更加直观、精美的界面和更丰富的多

媒体信息,而 M2M 的通信更需要建立一个统一规范的通信接口和标准化的传输内容。

1.1.5 MEMS

微电子机械系统(Micro Electro Mechanical System, MEMS)技术是 20 世纪末建立在微米/纳米技术(Micro/nano Technology)基础上的前沿技术,是指对微米/纳米材料进行设计、加工、制作、测量和控制的技术。MEMS 是微机械与集成电路集成的微系统,是一种具有智能的微系统。MEMS 就是对系统级芯片的进一步集成,如将机械构件、驱动部件、光学系统、发音系统、化学分析、无线系统、计算系统、电控系统集成成为一个整体单元的微型系统。它结合了机械可动结构和大规模、低成本、微电子加工的优点,其特点具体表现在:

- (1) 微型化:MEMS 器件体积小、重量轻、耗能低、惯性小、谐振频率高、响应时间短。
- (2) 材料优越:以硅为主要材料,机械电气性能优良,硅的强度、硬度和杨氏模量与铁相当,密度类似铝,热传导率接近钨和钨。
- (3) 成本低:用硅微加工工艺在一片硅片上可同时制造成百上千个微型机电装置或完整的 MEMS,批量生产可大大降低生产成本。
- (4) 集成度高:可将不同功能、不同敏感方向或致动方向的多个传感器或执行器集成于一体,或形成微传感器阵列、微执行器阵列,甚至把多种功能的器件集成在一起,形成复杂的微系统。微传感器、微执行器和微电子器件的集成可制造出可靠性、稳定性很高的 MEMS。
- (5) 多学科交叉:MEMS 涉及电子、机械、材料、制造、信息与自动控制、物理、化学和生物等多种学科,并汇集了许多当今科学技术发展的最新成果。

微电子机械系统既可以根据电路信号的指令,也可以利用传感器探测或接受外部信号以控制执行元件实现机械的驱动。传感器将转换后的信号经电路处理,再由执行器变为机械信号,完成执行命令的操作。它采用微电子技术和微加工技术相结合的制造工艺,实现微电子与机械装置的融合,制造出各种性能优异、价格低廉、微型化的传感器、执行器、驱动器、信号处理和电路、接口电路和微系统。其基本组成如图 1.5 所示。

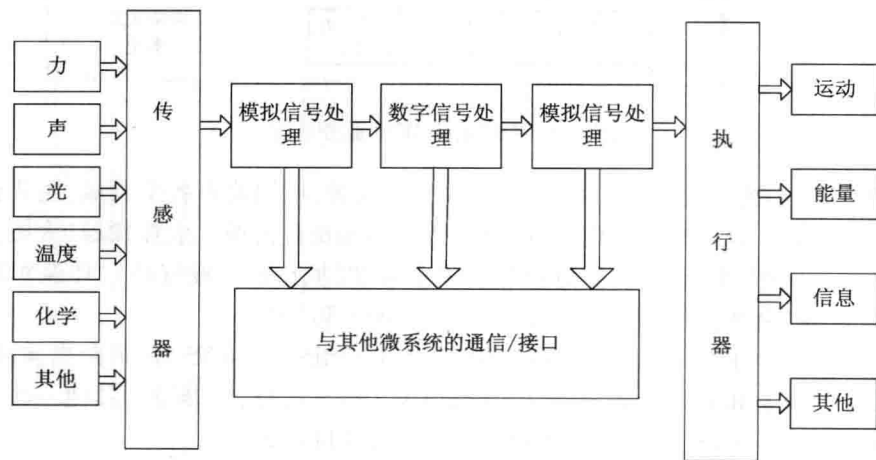


图 1.5 MEMS 基本组成示意图

完整的 MEMS 是由实体结构、微控制器、微传感器、微制动器,以及动力源等组成的复杂系统。但迄今为止,完整的 MEMS 尚处于概念研究阶段,真正形成实用化商品的微系统仅是一些微传感器、微制动器等微结构装置。这些产品广泛地应用于信息、汽车、医学、宇航和国防等领域。

1. 通信和信息领域

MEMS 技术能在一个芯片和微型系统上将信息获取、信息传输、信息处理及信息执行等功能集成起来。信息 MEMS 器件可以取代信息领域中所采取的传统器件,促进信息产品的集成化、微型化、智能化,提高器件和系统的性能,降低功耗。目前已经开发出许多用于通信系统的 MEMS 器件,如光开关、光调制器、光纤对准器和集成化光编码器等。同时,从 2010 年起,MEMS 市场开始快速增长,主要应用于通信和消费类产品,例如 MEMS 传感器已经在智能手机得到了大规模的应用,以及扬声器、导航应用、数码相机中的 OIS (Optical Image Stabilization,光学图像稳定)、屏幕旋转和手势控制等。未来,MEMS 将为手机带来更多的功能,如室内导航、实景扩展、情感传感器等。

2. 汽车领域

在汽车工业中,使用最广泛的 MEMS 器件主要是微传感器。高精度、高效率、高可靠性和低成本的传感器可以使汽车的各个系统更加智能化,安全性能更高。这些微传感器主要包括以下几种:微压力传感器,主要用于根据需要控制发动机的工作状态,以及检测轮胎压力;微加速度计,主要用于汽车的安全气囊系统检测和监控前后碰撞;微角加速度计,主要用于车轮侧滑和打滚控制,改善汽车刹车、安全性能和导航性能等。

3. 医学领域

生物细胞尺寸的数量级在微米到纳米之间,与 MEMS 器件尺寸的数量级相当。另外临床分析与基因分析仪器的制造工艺也采用了 MEMS 技术,所以 MEMS 在医学上的应用也很广泛。主要有以下几个方面:人造器官、体内显微手术、临床化验分析、基因分析、遗传诊断和实验仪器等。

1.1.6 概念之间的关系

1. 传感网与物联网的关系

传感网可以看成是传感模块与组网模块共同构成的网络。传感器仅仅实现信号的感知,并不强调对物体的标识。而物联网的概念比传感网广泛,传感网只是其感知物、标识物的手段,是实现数据信息采集的一种末端网络,除了传感网之外,还包括自组网、电子标签网、M2M 等。

假如把物联网比作人体,则电子标签就是其“眼睛”,传感网是其“皮肤”。电子标签利用应答器,实现对物体位置的标志与识别;而传感网则利用传感器,实现对物体状态的确定;“眼睛”用以识别,“皮肤”用以感觉,“眼睛”和“皮肤”相互配合,完成对物体的感知。

2. M2M 与物联网的关系

M2M 可看成是物联网的子集。物联网是一切物体连接而成的网络,而 M2M 是通过通信线路将固定的机器设备(或事物,如水温、人等)连接起来,这些固定的机器或事物均归属于物联网中定义的抽象物体,是一切物体的具体化,因此,可将 M2M 看成是物联网

的一部分。

3. 物联网与泛在网的关系

与物联网相比,国际上对泛在网的研究时间更早、范围更广。泛在网是泛指人与其所处环境的有效、智能交互,各种感知设备与无线网络仅仅只是获取交互信息的手段。从泛在网的表现形式上看,既包括互联网,也包括物联网,同时包含一部分智能系统。因此,可将物联网看成是泛在网的子集,在人与自然交互方面、人机交互方面,泛在计算应用越来越广泛。

综上所述,从通信对象及技术的覆盖范围上来看,泛在网包含物联网,物联网包含传感器网;传感器网是物联网实现数据信息采集的一种末端网络;物联网除了传感器网之外,通常还包括自组网、电子标签网和 M2M 等,是泛在网的重要组成部分;泛在网除了各种网络技术外,更强调协同性、移动性等问题。

图 1.6 说明了上述概念之间的关系。

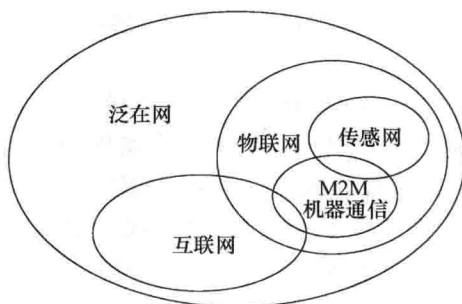


图 1.6 概念之间的关系

1.2 物联网的起源、发展和研究现状

1.2.1 物联网的起源和发展

同互联网类似,传感网最初的应用也是在军事领域。20 世纪 80 年代末及 90 年代,美国军方陆续建立了多个局域传感网,包括海军协同作战系统、水下声纳固定分布式系统和陆军的远程战场感应系统等。

物联网的实践最早可追溯到 1990 年施乐公司的网络可乐贩售机 (Networked Coke Machine)。物联网这一概念由美国麻省理工学院的 Kevin Ashton 教授于 1991 年首次提出。1995 年比尔盖茨在《未来之路》一书中也提及物联网概念,但限于当时的无线网络、硬件及传感设备的发展,并未引起广泛重视。

1999 年美国麻省理工学院建立了自动识别中心 (Auto-ID),提出“万物皆可通过网络互联”,阐明了物联网的基本含义。早期的物联网是依托射频识别技术 (RFID) 的物流网络,随着技术和应用的发展,物联网的内涵已经发生了较大变化。2003 年,美国《技术评论》提出传感网技术将是未来改变人类生活的十大技术之一。

2005 年 11 月 17 日,在突尼斯举行的信息社会世界峰会 (WSIS) 上,国际电信联盟 (ITU) 发布了《ITU 互联网报告 2005:物联网》,正式将“物联网”称为“The Internet of