

# 物联网之 感知社会论

刘海涛 著



ECNUP

上海市  
著名商  
标

华东师范大学出版社

全国百佳图书出版单位

# 物联网之 感知社会论

刘海涛 著



华东师范大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

物联网之感知社会论/刘海涛著. —上海:华东师范大学出版社, 2011. 9

ISBN 978-7-5617-6069-7

I. ①物… II. ①刘… III. ①互联网—应用—研究  
②智能技术—应用—研究 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 192268 号

## 物联网之感知社会论

著 者 刘海涛  
策划编辑 朱文秋  
组稿编辑 张继红  
审读编辑 吕 钊  
责任校对 王丽平  
装帧设计 黄惠敏

出版发行 华东师范大学出版社  
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062  
网 址 [www.ecnupress.com.cn](http://www.ecnupress.com.cn)  
电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105  
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887  
地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口  
网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com>

印 刷 者 上海当纳利印刷有限公司  
开 本 787×960 16 开  
印 张 10.5  
字 数 116 千字  
版 次 2011 年 10 月第一版  
印 次 2011 年 10 月第一次  
印 数 6100  
书 号 ISBN 978-7-5617-6069-7/TP·046  
定 价 49.80 元

出 版 人 朱杰人

## 感谢的话

今夜，书稿终于完成了。

这段日子，又苦又甜。苦，是因为总是在白天忙碌的工作后，逼迫自己继续进行书稿的案头工作；甜，是由于能藉此回顾、梳理十二年来探究物联网累积的心得并呈现在大家面前，深感欣慰。

屏幕上滚过的一行行字，在我眼前化作从1999年开始专注物联网研究以来的四千多个白天和夜晚。

一路走来，我一直获得领导、同事及各界朋友的倾力帮助与热诚相助。往事回首间，历历在目，心存感激。

“感知社会论”构想的源泉有二：科学精神的凝炼；产业实践的沃土。

感谢中学物理老师周德国，他悉心培养我探究大千世界原理和机理的好奇心；感谢硕士生导师许祖润和已故博士生导师杨衍明两位物理学家，他们的言传身教给了我现代物理学的思维方法。正是师长们薪火相传的教导，使我从一个无知少年成为一个物理学博士。

让我充满感念之情的还有，科研生涯伊始我有幸进入中国科学院这座中国科学的最高殿堂。“感知社会论”思想最初的科学“火花”是在这里“点燃”的。

感谢中科院上海冶金所已故副所长林心如，是他在我的脑际间仅仅有物联网想法之时，特批了我40万元的创新课题经费，让我

得以带领团队开始独立研发。感谢杨根庆老师,给了我踏进中科院的机会,并在大脑仅有物联网火花闪现时给了我足够的勇气,让我奋力前行。萌动之初的鼓励何其珍贵。

感谢时任中科院上海冶金所所长江绵恒,在物联网起步阶段,他不仅亲自指导,还经常把国外有关研究进展的材料复印给我。感谢时任中科院上海微系统所所长封松林,我在中科院的物联网技术攻关的主要阶段,是在他的启发、指导和领导下进行的,我们若干次地工作到天亮。感谢王曦、齐鸣等所领导班子对我们物联网研究的领导和支持。

感谢田静、叶甜春、周也方、戴博伟、李居平等科学家领导的指导和推动,让我开始全面研究物联网。

感谢上海市科委,它是中国第一个支持物联网,也是第一个支持我的科研团队的地方政府,是他们让我从实验室走出来开始探索物联网的现实应用。

感谢科技部,给了我很高的荣誉与信任:国家973“物联网理论与实践”的首席科学家、国家传感网工程中心主任。

感谢时任宁波北仑区区长俞雷,给予当时仅仅有物联网理念的我巨大的信任,放手让我做了或许是中国第一个物联网的应用项目,为我开启了物联网产业实践的大门。

感谢上海浦东机场、上海市公安局、嘉兴市等诸多用户,在早期对团队边学习边探究边实践的物联网项目的理解和包容。

正是诸如以上这些无法在此一一列举的机会,才使得我们能从社会及产业需求实践中,为不断凝练并构建“感知社会论”的理论体系奠定坚实的基础。

特别感谢江苏省和无锡市,以省委书记罗志军为代表的省委省政府领导,以时任无锡市委书记的杨卫泽为代表的市委市政府领导,给予我们团队重要的支持与鼓励,在无锡新区这块创业者的沃土上,让我们在规模应用和产业化的道路上,搭建发挥我



们一技之长的平台,进一步验证感知社会论体系。也正是在这个平台上,政府的高度重视又恰逢总理视察的历史机遇,从而使物联网上升为国家新兴产业战略。而后江苏省和无锡市再次给了我从科学家向企业家转型及企业发展的沃土。

感谢四川、天津、广西、成都政府的支持,感谢公安、交通、安监、环保、水利、电网等行业部门的支持,使“感知社会论”理论建构指导下的政府及行业物联网获得初步规模应用。

感谢和我一起拼搏的团队,感知社会论虽然是我的原创思想,但是团队的共同努力和实践探求,才完成了体系化的理论架构。

感谢与我一路探索、研究、实践感知社会论并为之付出心血的团队。

要感谢的人,还有很多很多。

由于本书编写过程仓促,其中有诸多疏漏,在此向读者致歉。

首先,物联网发展方兴未艾,物联网产业征程伊始,尚有许多新的课题不断被提出并需要我们去求解。物联网的长远发展需要廓清思路,我们团队同样是探索在途,研究在途,思考在途,“物联网感知社会论”及其相关理论体系,都有待不断地丰富及完善。有鉴于此,仅给大家提供我们的研究所得,期待专家、学者、各界人士沟通探讨,尽快完备物联网的理论体系。

其次,书中的图表、文字一定有很多不妥之处,敬请大家谅解。

相信有众多关注者、参与者的集思广益,日臻完善的物联网理论书籍问世为时不远。并且我们将相继提出感知社会论的物理模型和数学模型,以推动该理论体系的建构。希望感兴趣的读者与我们共同研究,共同谱就物联网时代的中国篇章。

刘海涛

2011年9月2日凌晨

## 序

### (一)

人类的力量是思想的力量,生命的力量是成长的力量。

一直相信人的心里有无边的疆域,可以任思想和创造力飞翔。

学术著作纵贯多学科横跨多领域,本属常情。面前的《物联网之感知社会论》是著者本着对科学的热诚,自1999年始一路执著探求的凝结,令人尊重。

时下,中央政府已将物联网提升为国家的新兴战略产业,地方各级政府也都出台了属地物联网发展规划;同时,产业界膨胀着的热情,仿佛已经预料到如同互联网时代井喷般的巨大利益正在走来。的确,毋庸置疑的是物联网将会渗透到国计民生的众多领域之中,生活中的物联网应用场景轮廓正渐渐显现。

所罗门在耶和華答应满足其任何要求时,只提出了一个请求:“求你赐给我敏于感受的心。”倘若换作著者刘海涛先生,他一定会说:“请赐给我一颗敏于感知的心。”

著者的物联网研究之路正是以思考为起点向着感知目的地进发的。

一如目的肯定位列技巧与方法的前面,一个人倘若一开始就不知道要去的目的地在哪里,那他可能永远也到不了想抵达的地方。

如著者所言,物联网是以感知客观物理世界为目的,物物互联的综合信息系统,是建立在人类信息技术的智能化和网络化基础之上的全新社会化体系。因此,物联网是信息技术的又一次颠覆性创新,将引发新一轮的信息技术革命。

## (二)

十二年,生命的一个年轮;

十二年,物联网迎来创世纪。

1998年著者从中国科技大学物理学博士毕业,来到中科院上海冶金研究所,即现在的中科院上海微系统与信息技术研究所。这个所是1928年创建的一个历史悠久的老所,设备庞杂,门类众多。首次接触到传感器的工作,看到单个传感器能够获取现实世界中的信息,他的脑海间就闪现出一个“小火花”:如果把单一的传感器连成一个网络体系,肯定比单个的厉害,就好比一个团队有组织有分工协调地干事一定比单打独斗厉害一样。

已经凌晨三点了,著者还在为自己的“小火花”激动不已。直觉告诉他,随着芯片、传感器、嵌入式系统等技术的日益成熟,一种全新的集信息采集、传输、处理于一体的微型信息设备与系统将成为信息技术的下一个发展方向。

他当即将此构想喻之为“微系统信息网”并申报了所里创新前沿课题,很快,获得了微系统与信息技术研究所40万元的创新课题经费。现在看来,发轫于十二年前的这一创新探索,激励与支持是何等珍贵!于是,在所里一间僻静的办公室,著者带领的课题组一头扎进探究物联网能“干什么”与“有什么用”的问题中,被“感知”牵引,一路追逐。2000年,著者课题组研制成功了第一套演示系统,留下了中国物联网最初的足迹。

那时,在美国也有一批信息技术领域的学者们在对这一新的领域进行探索,并称之为“Sensor Networks”。2000年,在美国召开的移动计算和网络国际会议提出:“无线传感器网络是下一个



世纪面临的重大发展机遇。”这时著者才知道原来在国际上也有一批人与他们同时在从事着同样的研究。国际学术界把它叫作“传感网”，为了与国际上一致，于是将微系统信息网改名为“传感网”，即现在公众传播中的物联网。

“虽然当时我并不知道，现在回想起来，这个过程记录并证明我们和国际研究同步，而且是独立研发的历史。”著者回首间感慨。

在开展研究工作的过程中，有个问题一直伴随研究人员，即与互联网、移动通信网相比，物联网即传感网究竟有着怎样本质上的不同？直到今天持有“物联网就是互联网加上传感器，是互联网的延伸”或“物与物通过互联网相连就是物联网”之类观点的还大有人在。

众所周知，通信网，关注的是连通和传输，实现的是传输服务，是网络空间；互联网，关注的是信息共享、存储在系统内的内容，实现的是信息内容的服务，被称为“共享帝国”，是信息空间。而物联网，关注的是客观物理世界、存在系统外的目标和事件，实现的是感知的服务，是物理空间。

计算机技术推动信息技术体系进入智能化时代（第一次信息产业浪潮），通信技术推动信息技术体系进入网络化时代（第二次信息产业浪潮），而物联网将推动信息技术体系进入全新的社会化时代（第三次信息产业浪潮）。

2009年8月，温家宝总理在无锡视察著者所率领的团队时听取了团队科研工作汇报，著者提出的建设“感知中国”的理念、凝炼的“物物互联，感知世界”的概念，受到了总理的高度肯定，总理当即表示要建立“感知中国中心”。

同年11月3日温总理在向首都科技界发表《让科技引领中国可持续发展》重要讲话及12月27日接受新华社记者采访时，再次表示“我相信他们一定能够创造出‘感知中国’，在传感世界

中拥有中国人自己的一席之地”。温总理对团队提出了殷切的期望。

人生包含两部分：一部分是往事，是梦想；一部分是未来，是希望。“让人与万物沟通无障碍”，这是著者描绘的物联网的理想世界。这又何尝不是人类社会的生活更加理想的世界呢？

对于中国产业发展的理想，著者有着生动的诠释。他认为中国结应该我国物联网产业发展所需要的形象符号：“我特别喜欢中国结，紧密相连，有序交织，很像物联网。为了中国物联网的发展，我们要像中国结一样紧密团结在一起，共同推进物联网产业链条、产业集群的设计，编织最美好的中国结，高高悬挂在国际物联网发展的天空。”

只看见一个人走过的一两步路，就说了解了他整个人生道路是不可能的。但是，如果看见了一个人走过的十二年的道路，而说这些奠定了他整个人生路，应该是符合客观事实的推断。

著者曾如是说：“我觉得我已经为我的生命找到了终极意义，我想用一生告诉世界——物联网是物理，是哲学，是社会。我这样理解物联网，并将为之奋斗一生。”

### （三）

物联网是继计算机、互联网与移动通信网之后的第三次信息产业浪潮，它将引发人类社会运转与生活方式的深刻变革——攸关国家安全和经济命脉，极大提高资源与环境的利用率，构建超乎想象的人与物理世界的互动关系，拓展出较前两次信息产业浪潮更广阔的产业前景。

或许，现阶段公众会认为物联网离我们的生活还挺遥远，就像多年前互联网刚出现时，收发邮件只是学究和新锐潮人的事情，而现在基于互联网的普通人交流的新的方式还在不断衍生，商业模式屡屡出新。所以，也许在不远的将来，物联网也将成为我们生活中不可缺少的一部分。

人类技术革命的历史不断证明,新的技术体系一旦生发,影响与改变社会生活的进程就不会停歇。相信在不远的未来,我们每个人都将成为物联网让生活更加美好的见证者。

不同于互联网和移动通信网所代表的传统信息科技领域,物联网代表的是全新的科学技术领域和研究方向,需要全新的基础理论提供支持。

物联网是为了实现对现实世界的感知,“我们的研发和产业化一刻都没有离开现实生活的需求,我们一直走在以感知为核心的自主创新路线上”。及至《物联网之感知社会论》,是著者及其团队所走过的研发及实践道路的理论呈现。

人类社会的组织、分工、管理,构成一个有序的社会化系统。著者研究表明,物理世界纷繁复杂、千姿百态,物联网要实现人对物理世界的感知,就要求物联网自身建构需要像人类社会一样,形成有组织、有分工、有协同的感知体系,由物联网终端组成另一个“人类社会”。

因此,物联网的感知具有社会属性,比如它的组织形态、协作行为,带有人类社会的特征——社会行为和社会化。

就好比我国有十几亿人构成的庞大的社会体系,而其有序有效的运行是依靠社会管理来实现的。对于上万个节点的物联网体系,同样需要划分区域来管理,这样的物联网区域叫作簇区,好比我国要划省、市、县这样的带有等级性的行政区域一样。每个簇区需要一个管理者,这样的管理者节点叫作簇头,好比在省市都要推选出省长、市长来对每个区域进行领导一样。领导有更换、调任、退休等情况,一旦卸任,该区域就要推选出新的领导,而物联网的簇头也一样,当有些簇头坏了或者能源耗尽而失效的时候,就要从簇区内选择一个新的节点作为簇头。这就形成了一个基本的行政管理体系,也是物联网的一个基本的网络组织形态,带有等级的社会属性。

大家知道,社会管理光有等级是不够的,还要有分工、协作。同样,物联网在工作的时候也会根据随机的目标采用不同的分工协作策略来完成一次对于物理世界的感知。好比企业启动一个项目会抽调合适的人力组成项目团队,并进行分工协作来完成项目一样,物联网在针对特定的目标和特定的行为的时候,将有针对性地选取并激活周边部分节点,形成一个不同于原有簇区行政组织架构的新的项目架构来完成针对性任务的感知,这是物联网的协同组织形态。

这十二年来,著者不停地思考:人类社会的组织体系是怎样的?全面的感知是怎样达到的?著者认为,物联网的研究和探索应当建立在不同学科交叉和融合的基础之上。“社会化”这个人文的概念,可以精确、形象地概括出物联网的特质与灵魂。人类社会的组织结构、行为模式,将对物联网的发展与应用提供重要的启示。

全书内容分为五章。第一章讨论物联网与互联网、移动通信网的本质区别,总结物联网的四大特征;第二章分别以网络社会化、协同社会化和服务社会化为主要讨论内容,分析物联网感知社会论的主要内涵;第三章以理论表征方法对第二章的内容进行了诠释;第四章解读了物联网中标识和安全这两个技术要素所具有的新内涵;第五章通过对防入侵应用系统、感知战场应用系统和感知城市等代表性的物联网综合应用系统进行实例分析,探讨物联网社会化理论应用的实践方法。

著者出版本书的目的在于,既呈现其对物联网探究认识之概貌;亦抛砖引玉,以期更多的专家、学者、有识之士为物联网研究和发展建言献策。

因为,中国物联网产业发展之路尚在伊始,前路尚长。

感知物联网集团副总裁 李 玲

感谢的话 / 1

序 / 1

## 第 1 章 新浪潮、新挑战 / 1

- 1.1 物联网顺应人类社会发展的新需求 / 5
- 1.2 物联网推动信息技术的第三次产业浪潮 / 6
- 1.3 全新的物联网体系 / 8
- 1.4 探索物联网的特征 / 11
  - 1.4.1 物联网特征之一:关注外部 / 11
  - 1.4.2 物联网特征之二:不确定性 / 11
  - 1.4.3 物联网特征之三:不可重现 / 12
  - 1.4.4 物联网特征之四:外部驱动 / 12
- 1.5 物联网为什么需要社会化? / 13

## 第 2 章 物联网感知社会论的内涵 / 19

- 2.1 网络社会化 / 22
  - 2.1.1 组织架构网络 / 23
  - 2.1.2 目标驱动网络 / 27
  - 2.1.3 任务驱动网络 / 30
  - 2.1.4 环境驱动网络 / 33
- 2.2 协同社会化 / 37
  - 2.2.1 社会化的协同分工 / 38
  - 2.2.2 社会化的协同处理 / 42



- 2.2.3 社会化的自学习机制 / 48
  - 2.3 服务社会化 / 53
    - 2.3.1 物联网服务需要社会化 / 53
    - 2.3.2 物联网服务社会化的表现形式 / 58
- 第3章 物联网感知社会论的理论描述 / 69
  - 3.1 物联网网络社会化的理论描述 / 71
    - 3.1.1 组织架构网络 / 71
    - 3.1.2 目标驱动网络 / 73
    - 3.1.3 任务驱动网络 / 74
    - 3.1.4 环境驱动网络 / 76
  - 3.2 物联网协同社会化的理论描述 / 77
    - 3.2.1 社会化的协同分工 / 78
    - 3.2.2 社会化的协同处理 / 80
    - 3.2.3 社会化的自学习机制 / 82
  - 3.3 物联网服务社会化的理论描述 / 83
    - 3.3.1 协同有序的服务组织形式 / 83
    - 3.3.2 基于需求的服务社会化发布模式 / 86
    - 3.3.3 具有社会属性的服务更新 / 87
- 第4章 物联网感知社会论相关的技术要素 / 91
  - 4.1 物联网的标识 / 93
    - 4.1.1 物联网的标识体系 / 94
    - 4.1.2 结合感知社会论解读物联网标识新内涵 / 95
  - 4.2 物联网的安全 / 99
    - 4.2.1 物联网安全是基于感知安全的全新体系 / 99
    - 4.2.2 物联网安全体系相关方法探讨 / 103

## 第 5 章 物联网应用系统实例 / 109

### 5.1 防入侵应用系统 / 111

#### 5.1.1 防入侵应用系统及用途简介 / 111

#### 5.1.2 从防入侵应用系统需求谈物联网的特征 / 112

#### 5.1.3 从物联网社会化理论谈防入侵应用系统设计 / 114

#### 5.1.4 防入侵应用系统展望 / 120

### 5.2 感知战场系统 / 120

#### 5.2.1 战争迷局需要智慧的感知 / 120

#### 5.2.2 感知战场系统的特征 / 124

#### 5.2.3 感知战场系统设计的社会化考虑 / 126

### 5.3 感知城市 / 130

#### 5.3.1 有感觉、有思想的城市 / 131

#### 5.3.2 感知城市建设面临诸多挑战 / 134

#### 5.3.3 社会化的感知城市框架 / 139

## 结束语 / 144

## 参考文献 / 148



## 第 1 章 新浪潮、新挑战

