

# 智能物联网技术和应用的发展趋势

## Trends of Technologies and Applications for Intelligent IoT

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2018) 02-0043-004

**摘要:** 提出跨垂直行业的、基于智能物联网(IoT)技术和应用的“一横一纵”的系统架构和发展趋势,即基于通用处理器(GPP)的共享计算平台和基于开源软件的应用开发环境将联合构建新一代智能物联网(IoT)的系统架构和应用基础。这一通用、普适的软硬件系统架构将助力IoT技术和应用从数据收集到信息提取再到知识创造的快速演进和创新飞跃,实现未来智能IoT服务的宏大使命。

**关键词:** IoT; GPP; 软件定义一切(SDX); 系统架构

**Abstract:** In this paper, the system architecture and development trend of the “general purpose processor (GPP)-horizontal and software defined everything (SDX)-vertical” in vertical industries is proposed, which is on the basis of intelligent Internet of things (IoT). It means that the GPP-based shared computing platform and open source software-based application development environment will be jointed to establish the system architecture and application foundation of next generation intelligent IoT. This universal software and hardware architecture will facilitate IoT technology and applications to rapidly innovate from data collection, information extraction to knowledge creation, which can achieve the future mission of intelligent IoT.

**Key words:** IoT; GPP; SDX; system architecture

杨旸/YANG Yang<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院上海微系统与信息技术研究所, 上海 201899;  
2. 上海无线通信研究中心, 上海 201210)  
(1. Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201899, China;  
2. Shanghai Research Center for Wireless Communications, Shanghai 201210, China)

### 1 应用驱动促进了物联网技术的快速发展

近年来,经过国家与地方的大力推广,以及产业链的成熟,物联网(IoT)<sup>[1-2]</sup>的发展与应用已逐步进入快车道,促进了中国各行业应用的信息化与智能化。从系统工程角度来看,IoT具有将感知、控制和短距离无线通信能力的传感设备嵌入到各类器件与终端中,拓展系统自动获取物理世界信息的作用直径和能力;在传统以人类语义为核心的信息网络基

础上,引入物体贡献数据的新型信息维度,形成物理世界与人类信息领域融合的抽象数字生态系统;将对物理世界的感知引入现有的网络与信息系统,并对系统整体性能进行智能优化处理,兼容并包现有体系,共同形成对人类意义重大的信息网络体系。从技术演进角度来看,以应用驱动的物联网架构设计是物联网发展的关键,随着中国牵头制定的全球首个物联网顶层架构国际标准正式通过国际标准草案(DIS)投票<sup>[3]</sup>,NB-IoT标准化工作的完成<sup>[4-5]</sup>以及5G<sup>[6]</sup>商用的展望,将对物联网未来发展产生深远的影响。

尽管物联网产业化初见成效,取

得了不少重要的成果,但在实际部署过程中,多数垂直行业的物联网应用以封闭方案为主流,这一方面造成了系统软件与硬件的兼容性不强;另一方面,导致了不同物联网应用之间信息的交互性不佳,具体主要包含以下3个方面:

(1) 系统应用。物联网中嵌入式感知/控制设备采用不同的软/硬件平台,部署于无法自由交换信息的多种异构网络环境,专用的业务系统和管理平台难以兼容互通。

(2) 技术研发。物联网的用户参与度低,应用开发门槛高,开发周期长;平台架构的耦合度高,扩展性互通性差,基础设施的部署及维护成本高;异构网络与终端多样化;物联网各种资源缺少统一的描述模型,无法对资源进行统一的协同处理与协作调度。

(3) 架构设计。物联网系统呈现出竖井化的信息孤岛特征,仅适合需求明确的大规模垂直行业应用场景;系统基础设施架构和服务能力难以分享和重用,第三方资源也难以被低成本地集成进系统,使得物联网很难实现大规模的应用和推广。

为更好地推进物联网产业进步,

收稿日期: 2018-01-20  
网络出版日期: 2018-03-29

突破物联网发展瓶颈,顺应物联网应用驱动的需求,本文提出跨垂直行业的智能物联网技术和应用的“一横一纵”系统架构和发展趋势,联合构建兼具灵活性与普适性的新一代智能物联网的系统架构和应用基础,助力物联网未来飞跃发展。

## 2 物联网应用的过去、现在和演进态势

### 2.1 过去:数据收集

自从“感知中国”计划拉开物联网发展的帷幕以来,中国的物联网事业取得了蓬勃的发展。早期物联网应用的研发与部署,多侧重于信息的感知,其数据采集技术主要涉及传感器、射频识别(RFID)技术、多媒体信息采集、微机电系统(MEMS)、条码和实时定位等技术。感知信息的组网通信技术主要实现传感器、RFID等数据采集技术所获取数据的短距离传输、自组织组网。感知层传输技术包括有线和无线方式:有线方式有现场总线、公共交换电话网络(PSTN)等传输技术;无线方式有RFID、Wi-Fi、超宽带、短距通信(NFC)等传输技术,此外还包括多传感器对数据的协同信息处理技术。

对于感知信息的传输主要通过移动通信网、互联网、卫星网、广电网、行业专网等,而针对数据的应用基本上停留在信息的存储、统计与发布层面。在这一阶段,其技术发展以刚性需求为主,重点是感知功能、应用性能,通过机器到机器(M2M)连接,很少跨领域信息交互。

### 2.2 现在:信息提取

随着物联网应用范围的不断拓展,以及物联网系统的广泛部署,尤其是“云计算”与“大数据”等新技术的层出不穷,推动了物联网技术的不断进步。中科院上海微系统与信息技术研究所作为主要参与单位,承接并实施的“新一代宽带无线移动通信

网”重大专项“面向南水北调工程安全的传感器网络技术研发”中,针对南水北调中线干线工程“三个安全”的重大需求,通过在长达1400 km的南水北调中线干线工程上,部署10万余只各种不同类型的传感器,有效地保障了“三个安全”(工程安全、供水安全、人身安全)的重大需求<sup>[1]</sup>。同时,结合前端感知信息的提取,有效地实现了异常状态预警、防入侵监测等关键功能,进一步证实了“传感器、数据、平台”等关键技术在大规模传感器网络应用中的可行性,推动了“三位一体”模式成为物联网应用发展的现实标准。

### 2.3 演进:态势和挑战

得益于前几年的海量感知信息积累,公众应用正在慢慢起步。这种公众应用以弹性需求为主,对公众网络依赖程度高,广泛利用现有各种终端。面对日益增长的物联网应用需求,各种平台纷纷涌现出来,譬如:阿里、京东分别推出各自的物联网平台,尽管这些企业级的平台可以提供共性服务的支撑,但往往难以实现不同平台之间的融合,而且缺乏专家系统支持,从发展的角度来看,无法满足物联网未来的快速增长。实际项目和工程实践中,每一个垂直行业都希望开发和掌控自己的平台和应用,造成垂直行业的物联网应用以封闭方案为主流,系统呈现竖井化信息孤岛特征,无法实现跨行业的大规模推广,而且在这种需求下,随着行业物联网部署规模的不断扩大,将造成这种竖井化信息孤岛越来越大。

如何实现跨平台的信息融合,如何减少并消除行业竖井化信息孤岛,将是未来智能物联网需要面对的挑战。纵观物联网的发展可以看出:数据收集是基础,信息提取是重点,知识创造是核心,跨界融合是关键。可以预见:未来在海量感知终端部署与海量物联网信息存储的基础上,物联网的发展必将从信息化与智能化过

渡为知识化;构建具有灵活性与普适性的软/硬件平台实现跨行业、跨平台信息融合,已成为智能物联网未来发展的迫切需求。

## 3 智能物联网技术和应用的发展趋势

尽管目前物联网处于规模化发展阶段,需求各异且信息孤立,由于政策的推动以及利益最大化的导向,未来垂直行业内部以及行业间的信息交互将成为必然趋势。同时,未来物联网技术的发展,不是对现有技术的颠覆性革命,而是通过对现有技术的综合运用,进一步结合先进技术(如:人工智能、机器学习等),融合现有技术实现全新模式转变来实现智能物联网。只有这样,才能有效地实现智能物联网的知识创造,实现智能物联网与现有的网络系统的平滑升级态势,催生出一系列新的框架与技术。

鉴于此,我们提出基于通用处理器的共享计算平台和基于开源软件的应用开发环境的“一横一纵”系统架构和发展趋势(如图1所示),着力于解决当前物联网领域的市场碎片化、应用规模小的问题,突破垂直行业应用端到端的封闭方案占据产品主流,行业壁垒较高,整体解决方案成本高等局限。

### 3.1 GPP:基于通用处理器的共享计算平台

基于通用处理器的共享计算平台从系统应用的角度出发,提取不同物联网业务和系统的共性元素;再根据共性元素的技术特征分类,以模块化方式实现共性元素子类,并依据具体业务需求选择不同子类组合,构成物联网应用的共性计算平台,以提供各种协同计算、设备管理、数据采集交换和共享管理、用户管理、权限管理、应用数据挖掘、专家系统、应用接口等共性功能和服务;然后以统一的开放硬件计算平台结合定制化的软



图1  
跨行业应用的智能  
物联网系统架构

件,适应多样化的应用需求,实现不同底层技术方案的组合和集成,并按照统一的模式平台化管理和发布各类信息。

基于通用处理器的共享计算平台体系设计,分离了物联网不同应用的共性技术特点和差异性,为解决应用场景多样化的矛盾提供了有效的思路,有利于规范物联网从感知互动设备到网络传输再到应用服务的明确产业链发展,在统一的标准体系下推进物联网的研究、开发、集成和应用。同时,也更好地体现不同行业应用在物联网共性平台统一架构下的融合衍生、集成创新,为多种产业应用提供科学而全面的服务。

基于通用处理器的共享计算平台的技术特征如下:

(1)缩短技术研发周期,降低开发成本

该技术可以帮助科研院所与小微企业快速开发应用系统,降低开发成本,缩短产品的上市时间。采用共享计算平台提供的稳定可靠的共性功能和服务,并对应用层和感知层提供标准接口,方便进行二次开发和功能扩展。新业务开发时,用户只需按照平台的接口开发应用功能即可,无需开发共性功能和服务,工作量大大减少,有利于短时间内快速开发出满足需求的应用系统,降低开发成本。

(2)实现数据共享、运营,消除信

息孤岛

通过应用集成平台建设物联网数据中心,制订完善的数据管理、存储、交换和共享策略和规范,使得各个系统之间的数据能够融合起来,有效解决了应用系统间的数据共享问题,从而有效消除了信息孤岛现象。同时,数据的融合和共享,使得物联网的最终运营成为可能。物联网应用集成平台是物联网“共性平台”的核心组成,依托该平台和技术,来解决物联网环境下多个异构系统之间的数据交换和共享以及应用集成的难题,为上层的智慧应用构建数据和信息资源中心。

(3)资源开放与复用,减少重复建设投入

该技术实现物联网共性的功能和服务支撑,这些功能可以被所有应用业务共享和复用,无需再次开发,从而避免了重复建设。进一步地,通过结合开源软件专属应用构建广域物联网基础架构,以集约化建设思想为主导,通过融合技术屏蔽复杂的网络环境和非规范信息资源环境,形成中国创新的物联网业务模式,以科研创新提升业内影响。

### 3.2 SDX:基于开源软件的应用开发环境

郭贺铨院士等专家多次指出<sup>[8-10]</sup>:我们正在进入一个软件定义的时代,

软件定义的技术本质是把原先一体化的硬件设施打破,将基础硬件虚拟化并提供标准化的基本功能,然后通过管控软件,控制其基本功能,提供更开放、灵活、智能的管控服务。物联网发展未来的机遇就是软件定义一切(SDX),其本质就是所有的信息都是数字化的——万物数字化,其实现的两个前提条件目前已基本具备:

(1)性能优异的硬件组件。硬件尺寸越来越小,功耗越来越低,散热越来越少,可靠性越来越高,加工工艺越来越熟,成本越来越低,可以更加顺利地执行软件发出的指令。

(2)突破时空限制的通信网络。通信网络不但随时随地存在,而且带宽越来越高,可靠性越来越高,建设和运营成本越来越低。这也得益于软件,因为软件定义了频率,定义了传输交换。于是,软件不但可以指挥本地硬件实现各种功能,还可以通过通信网络指挥远处的信息系统协同实现各种功能。正是在硬件和网络的大力支持下,软件才进入了定义一切的时代。

搭建的应用子集——开源软件专属应用,将为各类物联网产品增加一个通用软件。在产品物理功能尽量简单的同时,应用范围可以无限拓展,功能可以无限丰富,能力可以不断升级。

“共性平台+应用子集”的下一代智能物联网应用架构体系,将坚持标准与应用相结合、互促进的指导思想,在遵循物联网体系架构和标准的同时,以标准化推动方案规范化,确保未来物联网体系架构的灵活性和普适性,并增强方案可复制性,有利于面向全行业的应用推广。

## 4 结束语

物联网的发展正面临着关键时期,如何解决物联网应用的碎片化问题,消除信息孤岛,实现物联网平台的融合已刻不容缓。本文提出的“一横一纵”智能物联网体系架构和发展

趋势,可以有效地指导未来物联网技术的研发与系统的部署,从而有效地助力物联网技术和应用从数据收集到信息提取,并向知识创造的快速演进发展和创新飞跃。随着5G标准化的完成,以及与商用序幕的拉开,智能物联网技术与应用必将迎来全新的发展。

#### 参考文献

- [1] ITU-T. Overview of the Internet of things[S]. Y.2060. 2012
- [2] 塞缪尔·格林加德. 物联网[M]. 第1版. 北京: 中信出版社, 2016: 19-34
- [3] ISO/IEC JTC 1/SC 41, ISO/IEC 30141 ED1 [EB/OL]. (2018-01-15)[2018-02-03].http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:38:15605361321219:::FSP\_ORG\_ID,FSP\_APEX\_PAGE,FSP\_PROJECT\_ID:20486,23,100717
- [4] Narrowband Internet of Things (NB-IoT); Technical Report for BS and UE Radio Transmission and Reception (Release 13): 3GPP TR 36.802[S]. 2016
- [5] Cellular System Support for Ultra-Low Complexity and Low throughput Internet of Things (CloT): 3GPP TR 45.820 V13.1.0[S]. 2015
- [6] YANG Y, XU J, GE X, et al. 5G Wireless Systems Simulation and Evaluation Techniques[M].Germany: Springer International Publishing, 2016
- [7] STEADTER T. 100,000 IoT Sensors Monitor a 1,400-Kilometer Canal in China [EB/OL]. (2018-01-15)[2018-02-03].https://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/internet/a-massive-iot-sensor-network-keeps-watch-over-a-1400kilometer-canal
- [8] 郭贺栓. 物联网,计算无处不在,软件定义一切,网络包容万物,连接随手可及[EB/OL]. (2017-04-28)[2018-02-03].https://www.leiphone.com/news/201710/njWSLnuUcu8EvU8Q.html
- [9] 梅宏. 软件定义的未来——万物皆可互联,一切均可编程[EB/OL]. (2017-10-26)[2018-02-03].https://www.leiphone.com/news/201710/njWSLnuUcu8EvU8Q.html
- [10] 刘韵洁. 软件定义网络将推动社会进步[EB/OL]. (2017-09-11)[2018-02-03].http://tech.sina.com.cn/d/2017-09-12/doc-ifykufzt6333091.shtml

sina.com.cn/d/2017-09-12/doc-ifykufzt6333091.shtml

#### 作者简介



杨旸,中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员、学位委员会副主任,中国科学院无线传感网与通信重点实验室主任,上海无线通信研究中心主任,上海雾计算实验室联合主任,国际雾计算产学研联盟大中华区主任,中国通信学会学术工作委员会委员等;研究领域包括无线传感器网络(物联网)、新一代移动通信系统(5G)、雾计算与网络技术、开放无线测试验证平台等;承担了国家科技重大专项(03专项)、国家“863”计划、国家自然科学基金重点等一系列前沿课题研究;获选 IEEE Fellow、中组部“万人计划”、上海市“千人计划”、中科院“百人计划”、上海市“优秀学术带头人”和“领军人才”等荣誉;发表论文150余篇,申报专利80余项。

←上接第14页

利用率。

### 3 结束语

本文中,我们简要介绍了强化学习,并研究了强化学习在无线网络中的一些应用。我们给出了两个针对复杂异构无线网络、动态网络环境下的智能接入技术。从仿真结果来看:和传统的接入控制算法相比,我们提出的智能化接入技术可在增加很小代价的情况下提升较大的网络性能。

#### 参考文献

- [1] Cisco. Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update 2014-2019[R]. 2015
- [2] GSM Association. The Mobile Economy Report[R].2015
- [3] CAO B, HE F, LI Y, et al. Software Defined Virtual Wireless Network: Framework and Challenges[J]. IEEE Network, 2015:29(4): 6-12, 2015.DOI: 10.1109/MNET.2015.7166185
- [4] SIMON P. Too Big to Ignore: The Business Case for Big Data[M].British: John Wiley & Sons, 2013
- [5] LITTMAN M L. Reinforcement Learning Improves Behavior from Evaluative Feedback [J] Nature, 2015,521(7553):445-451
- [6] SILVER D, HUANG A, MADDISON C J, et al. Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search[J].Nature, 2016, 529(1):484-489
- [7] HU J, WELLMAN M P. Nash Q-Learning for General-Sum Stochastic Games [J]. Journal of Machine Learning Research, 2003, 4(6): 1039-1069
- [8] CHEN X F, ZHAO Z F, ZHANG H G. Stochastic Power Adaptation with Multi-agent Reinforcement Learning for Cognitive Wireless Mesh Networks[J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2013, 12(11):2155-2166.DOI: 10.1109/TMC.2012.178
- [9] LI R, ZHAO Z, CHEN X, PALICOT J, et al. TACT: A Transfer Actor-Critic Learning Framework for Energy Saving in Cellular Radio Access Networks [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2014, 13(4):2000-2011.DOI: 10.1109/TWC.2014.022014.130840
- [10] SILVER D, HUANG A, MADDISON C J A, et al. Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search[J]. Nature, 2016, 529(1):484-489
- [11] ROSIN C D. Multi-Armed Bandits with Episode Context[J]. Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, 2011, 61(3):203-230
- [12] KIM H, KIM K, HAN Y, et al. A Proportional Fair Scheduling For multi-carrier Transmission Systems[C]//Vehicular Technology Conference. USA,2004,(1):409-413

#### 作者简介



严牧,电子科技大学博士生在读;主要研究方向为面向下一代移动通信的智能化的接入控制;已在IEEE期刊和国际会议发表论文2篇。



孙耀,电子科技大学博士生在读;主要研究方向为面向下一代移动通信的智能化用户接入和切换;已在IEEE期刊和国际会议发表论文4篇。



冯钢,电子科技大学通信与信息工程学院教授、博士生导师,网络空间安全研究中心移动通信网络安全研究所所长;主要研究方向为无线通信与技术;主持自然科学基金(NSFC)、“973”计划、“863”计划以及“新一代宽带无线移动通信网”重大专项课题等;已发表论文150余篇。