

# 物联网与云计算

韩燕波 赵卓峰 王桂玲 刘晨

中国科学院计算技术研究所

关键词：物联网，云计算，应用广泛互联与跨域集成

从大型机和分时系统，到 PC 和 Client/Server，再到互联网革命，这些的确印证了计算范型和思维模式每隔 15 左右年就会发生一次变革的断言。互联网引发的变革始于 1995 年前后。15 年过去了，物联网（Internet-of-Things）的迅猛发展及其背后蕴含的智能信息服务空间（Cyberspace and Internet-of-Services）或许正暗示着下一个变革的到来。

今天，每当人们谈及互联网，想到的不止是物理上的网，而是一个巨大的信息系统。物联网也一样。当前，物联网多被看作是互联网通过各种信息感应、探测、识别、定位、跟踪和监控等手段和设备向物理世界的延伸。这只是人类社会对物理世界实现“感、知、控”的第一个环节。基于互联网计算的涌现智能以及对物理世界的反馈和控制是另外两个环节。文中将第一个环节称为物联网“前端”，将后两个环节成为物联网“后端”。

当前，无论是学术界还是工业界，目光普遍聚焦在物联网“前端”。本文则更关心物联网“后端”，主要表达以下 3 个观点：

- 需重视物联网“后端”，并有针对性地推进其研发。实时感应、高度并发、自主协同和涌现效应等特征对物联网“后端”提出了新的挑战，需要有针对性地研究物联网特定的应用集成问题、体系结构及标准规范，特别是大量高并发事件驱动的应用自动关联和智能协作问题。在互联网计算领域，将软件的实现和运维相关部分与用法相关部分（称为服务）相剥离，并纳入到互联网级基础设施中（也是云计算、网格计算的本质所在），已是大势所趋，服务成为构建应用和进行业务演算的基石。针对物联网需求特征的优化策略、优化方法和涌现智能也将更多地以服务组合的形式体现，出现物联网服务新形态，进一步推动服务计算相关学科的发展。在“后端”，物联网会变成“务联网（Internet of Services）”；

- 云便可支撑物联网“后端”的认识存在误区。云计算起源于互联网公司特定的大规模数据处理问题解决方案，由于问题及商业模式明确、产业界大力推动以及已有网格等相关前期基础等原因，而迅速被热捧和泛化，但其本身远未成熟。即使在不考虑标准化过渡和互操作性等因素的情况下，基本实现云计算愿景恐怕也还要经过一到多个创新周期。因此，我们还不能简单地设想和推断云计算便可应对物联网“后端”需求了。
- 先从应用互联和行业云/私有云做起。物联网“后端”建设的“千里之行”，需要“抬头看路，始于远方”，也需要充分利用已有基础，“脚踏实地，始于足下”。文中建议，在研究全面和理想化的战略体系的同时，应充分利用良好的前期基础，重视价值牵引的作用，在特定领域的典型应用（Killer Application）和“行业云”上先有所突破。在此，也和读者分享一下中科院计算所从体系结构角度对云计算的一种诠释——以服务为核心的 cSI（Client-Service-Infrastructure）体系结构，以及中科院计算所自主研发的 VINCA 服务集成软件可用的一些前期基础。

## 一、从“后端”看物联网

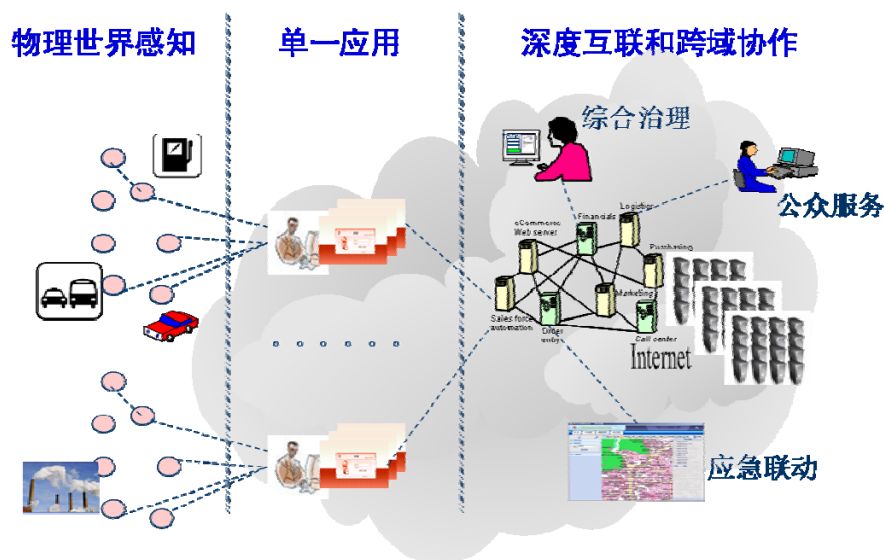


图 1. 物联网的三个概念层次

如前文所述，物联网可以看作是互联网通过传感网络向物理世界的延伸，其最终目标是实现对物理世界的智能化管理。在逻辑上，物联网包括如图 1 所示的 3 个概念层次，其中：

1) 物理世界感知是物联网的基础，其基于传感技术和网络通信技术，实现对物理世界的探测、识别、定位、跟踪和监控，可以看作是物联网的“前端”；

2) 大量独立建设的单一物联网应用是物联网建设的起点与基本元素，该类应用往往局限于对单一物品的感应与智能管理，每个物联网应用将被作为物联网上的一个逻辑节点；

3) 通过对众多单一物联网应用的深度互联和跨域协作，物联网可以形成一个多层嵌套的“网中网”，这是实现物联网智能化管理目标和价值追求的关键所在，可以看作是物联网的“后端”。

从“后端”来看，物联网可以看作是一个基于 **Internet** 的、以提高物理世界的运行、管理、资源使用效率等水平为目标的大规模信息系统。由于物联网“前端”在对物理世界感应方面具有高度并发的特性，并将产生大量引发“后端”深度互联和跨域协作需求的事件，从而使得上述大规模信息系统表现出以下性质：

- 不可预见性。对物理世界的感知具有实时性，将会产生大量不可预见的事件，从而需要应对大量即时协同的需求。
- 涌现智能。对诸多单一物联网应用的集成能够提升对物理世界综合管理的水平，物联网“后端”是产生放大效应的源泉。
- 多维度动态变化。对物理世界的感知往往具有多个维度，并且是不断动态变化的，从而要求物联网“后端”具有更高的适应能力。
- 大数据量、实效性。物联网中涉及的传感信息具有大数据量、实效性等特点，对物联网后端信息处理带来诸多新的挑战。

综上所述，实时感应、高度并发、自主协同和涌现效应等特征要求从新的角度审视物联网“后端”信息基础设施，对当前互联网计算（包括云计算、服务计算、网格等）的研究提出了新的挑战，需要有针对性地研究物联网特定的应用集成问题、体系结构及标准规范，特别是大量高并发事件驱动的应用自动关联和智能协作问题。

## 二、云是物联网“后端”吗？

当前，很多人把“泛化”后的云与物联网联系起来，把云直接看作是物联网的“后端”。然而实际上，早期的云计算技术和系统多是针对互联网公司特定的

大规模数据处理问题而提出的解决方案,仅适合于易于分割及不强调事务和关联的典型互联网应用类型,有着特定的实践基础和商业模式。虽然人们正在结合行业数据中心和资源共享平台建设开展有益的拓展和尝试。现行的云并不能完全满足上面所提到的物联网后端信息处理的需求。即使在不考虑标准化过渡和互操作能力等因素的情况下,基本实现云计算愿景恐怕也还要经过一到两个创新周期。当前所谓的软件即服务(SaaS)、平台即服务(PaaS)、和基础设施即服务(IaaS)三个层次的划分也只是对现有云计算的初级认识,并未全面体现云计算的内涵、外延和发展。

事实上,IT的发展在不断效仿人类社会的发展模式。计算机领域的很多思想和方法都直接受到人类社会的影响,例如,面向对象的编程思想、客户/服务器的体系结构等。近年来,社会基础设施的运作模式得到了IT学者和业界的广泛关注。在人类社会中,基础设施相关的社会分工专业化、生产经营集约化有利于降低成本、提高效益,是各行各业的发展规律。我们可以将人类社会基础设施概括为三个核心元素:客户(Client)、服务(Service)和基础设施(Infrastructure)。例如,电力、交通、水利等运作系统是由发电厂、公路、水利系统等基础设施,通过电力输送线路、电源插座、水管、电表、水表等一系列的“服务”工具,一般采用按需即取的商业模式来提供给客户(广大公众)使用。效用计算(Utility Computing)、网格和云都是对人类社会基础设施的某种效仿。

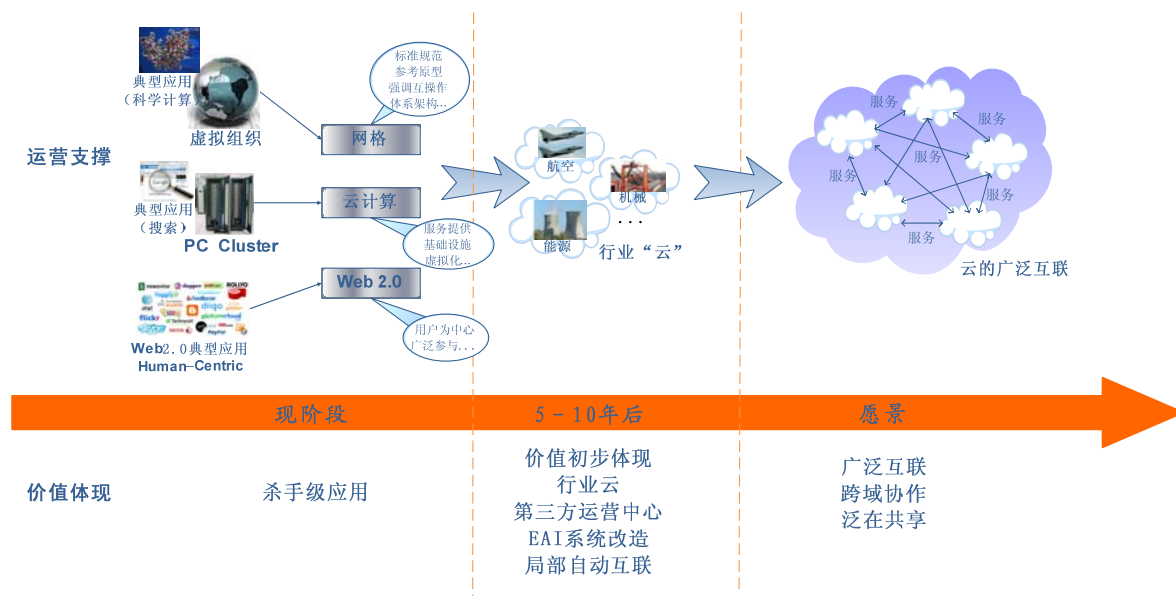


图 2. IT 基础设施的发展

图 2 将云的发展大体分为三个阶段。第一阶段，网格从科学领域需求出发、云计算从互联网特定的大规模数据处理需求出发，Web 2.0 从用户参与的角度出发，各自的应用领域不同，视角和侧重不同，但都取得了明显进步，出现了一些令人鼓舞的典型应用。第二阶段，技术体系将互相渗透，将开始出现统一运营的行业云、第三方运营中心等。第三阶段也是互联网计算的愿景：客户通过基于标准的服务交互方式以极低的成本按需从基础设施获取高质量的计算、存储、数据、平台、应用等服务，客户不需关心服务是由哪朵“云”提供的。

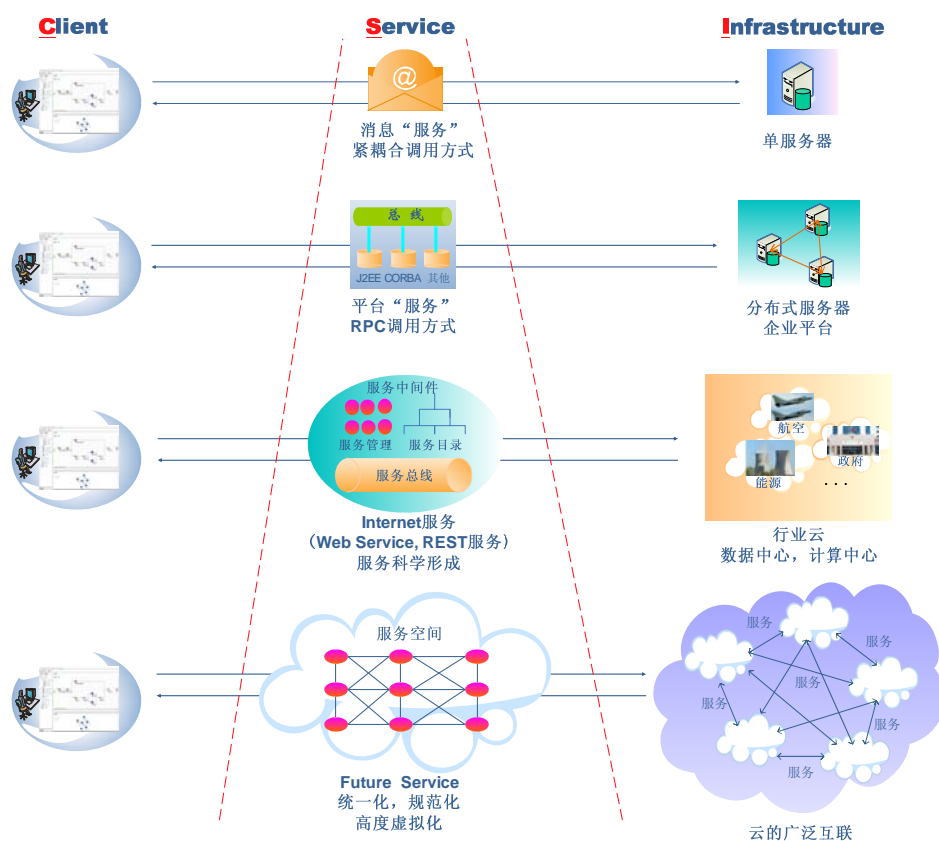


图 3. cSi 体系结构

图 3 是我们从分布式系统体系结构演化视角给出的一种云计算观：以服务为核心的 cSi (Client-Service-Infrastructure)。早期的客户/服务器模式下，应用服务器由各组织机构自行运营维护，服务体现为紧耦合的对应程序调用结果的消息；随着以 CORBA、J2EE 等分布对象系统的发展，服务也升级为分布式平台为客户端提供价值的纽带；随着互联网的发展，原来属于应用系统的共性功能逐渐下沉至基础设施，越来越多的应用服务器交给“云”上的运营者运营维护，客户端则基于服务中间件(如 ESB、Service Registry 等)享受云端提供的 Web 服务和 REST

服务形式的松耦合的服务；未来，云提供的服务将从多个层面不同视角在“服务空间”中进行一体化管理和组织，服务不再是一维的抽象，覆盖从业务牵引的角度、以用户为中心的角度、层次的角度等各个视角。cSi 将云体系结构归纳为用户端和基础设施，服务是其纽带，也是构造基于互联网的应用系统的第一元素 (first-class entity)。随着以云为标识的互联网信息处理基础设施发展，服务计算的重要性将更加凸现。尤其是，针对物联网需求特征的优化策略、优化方法和涌现智能也将更多地以服务组合的形式体现，出现物联网服务新形态，进一步推动服务计算相关学科的发展。

### 三、千里之行，始于远方，始于足下

人类基础设施的发展经过了上百年还未完善，同样，物联网“后端”的发展完善也可以断定是一个长远的事情。因此，我们不能把云计算的愿景当作现实。我们建议在考虑长期战略目标的同时，以价值和典型应用为牵引，先建立特定领域中统一运营的“行业云”、第三方运营中心，以实现资源优化利用以及跨域的资源共享和应用集成。同时，需要充分考虑到物联网上的信息具有多元、多源、多级过滤和分析、动态变化、并发事件数据量巨大等特点。

下面简介一下中科院计算所服务计算团队研发的可支持行业云建设的 VINCA 软件（详见 <http://sigsit.ict.ac.cn>）。VINCA 瞄准以下三个难点问题：

1) 服务广泛自动互联。需要能够按照不同的物联网应用领域表示和组织相关的服务资源，同时根据业务协作需求实现跨域的服务自动关联。

2) 用户“编程”。要求使能最终用户自主利用相关服务资源来应对大量的物联网信息协同处理需求，实现用户“编程”。

3) 第三方运营。要求通过集约化的第三方运营方式实现公共资源的共享利用，并支持服务资源应用过程中的在线优化。

如图 4 所示，VINCA-i 由 VINCA 服务连接件、VINCA 服务浏览器和 VINCA 服务协作引擎等核心组件构成：VINCA 服务连接件使得单个应用能“看到”其它管理域的相关资源，包括来自共享运营中心提供的基础服务和专业服务资源，实时维护一个“有序的”一体化逻辑视图；通过 VINCA 服务浏览器，可让用户直接使用、配置和组合逻辑视图中汇聚的各类服务资源，支持探索式即时组合，支持

用户主控权和隐私数据保护,还可以利用该软件升级现有系统来充分利用行业基础设施服务(云服务),同时保障主控权及私有数据留在用户端;通过VINCA服务协作引擎,对复杂逻辑(如流程)和多租户数据中心服务提供第三方运营支持,包括资源接入、集成和在线优化等,支持事件驱动的流程组装和即时协作,同时提供多引擎环境,可用于保障多租户服务性能以及高可靠和在线优化要求。



图 4. VINCA-i: 面向服务的互联网应用集成套件

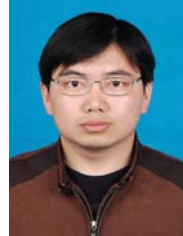
## 四. 结论

物联网与云计算作为当前的热点,受到极大的关注。然而,现有的云计算技术还不能够满足具有实时感应、高度并发、自主协同和涌现效应特征的物联网“后端”的需求。为此,需要在云、服务计算、网格、Web 2.0 等现有工作基础上,针对大量高并发事件驱动的应用自动关联和智能协作问题,对物联网后端信息处理设施的整体架构进行设计优化。不过,在具体研究过程中,还要避免过早地建立过于庞大和理想化的体系,而要重视典型应用(Killer Application)和价值牵引的作用。但这并不代表简单地大量“批发”建设众多独立的物联网应用,如此方式只会在未来形成更多“孤岛”,更难以形成全面互联互通的物联网智能应用网络。因此,文中给出了从“行业云”入手的建议。千里之行,始于远方,亦始于足下。

韩燕波，博士，中科院计算技术研究所研究员。主要研究兴趣为分布式系统、互联网服务、业务流程管理和协同以及跨管理域的行业应用集成。邮件地址：[yhan@ict.ac.cn](mailto:yhan@ict.ac.cn)。



赵卓峰，博士，中科院计算技术研究所助理研究员。主要研究兴趣为互联网服务、面向服务计算以及跨管理域的行业应用集成。邮件地址：[zhaozf@software.ict.ac.cn](mailto:zhaozf@software.ict.ac.cn)



王桂玲，博士，中科院计算技术研究所助理研究员。主要研究兴趣为分布式系统、软件集成、服务组合和 Mashup 技术等。邮件地址：[wanguiling@software.ict.ac.cn](mailto:wanguiling@software.ict.ac.cn)。



刘晨，博士，中科院计算技术研究所助理研究员。主要研究兴趣为分布式系统、互联网服务、语义网。邮件地址：[liuchen@software.ict.ac.cn](mailto:liuchen@software.ict.ac.cn)。

