



# 云计算在物联网中的应用模式浅析

王 艺

(中国电信股份有限公司上海研究院 上海 200122)

## 摘要

物联网和云计算是目前产业界两个热点。本文就云计算在物联网中的应用模式进行了简要分析。虽然国内研究主要集中在 IaaS 模式在物联网领域中的应用,但 PaaS 模式、SaaS 模式也可以与物联网很好地结合起来。此外,从智能分布的角度出发,“边缘计算”也是物联网应用智能处理模式的一种典型特征。

关键词 物联网;云计算;IaaS;PaaS;SaaS;边缘计算;海计算

## 1 物联网和云计算结合的必然趋势

物联网(Internet of Things, IoT)具备 3 个特征:全面感知,即利用传感设备和物体识别设备在更广的范围内获取环境信息和物体信息;可靠传递,即利用 WSN 和电信广域网络将上述信息迅速可靠地传出去;智能处理,即利用各种智能计算技术,对海量信息进行分析处理,挖掘各种信息之间的关联关系,形成对所观测对象的完整认识,并进一步开放共享。云计算就是上述“智能技术”中的一种。

IBM 大力推动的“智慧地球”,有人简单地总结为:云计算+物联网。物联网连接大量的传感器,采集大量的数据,云计算技术用来处理这些数据,并为用户提供基于数据分析的系统服务。

物联网的规模大到一定程度后,和云计算结合起来是一种必然趋势,如智能电网等。对于规模小的局域的物联网应用,不一定需要结合云计算技术。

## 2 物联网和云计算结合的多种模式

物联网和云计算的结合存在多种模式, IaaS 模式、

PaaS 模式、SaaS 模式可以与物联网很好地结合起来。此外,从智能分布的角度出发,“边缘计算”也是物联网应用智能处理模式的一种典型特征。

### 2.1 IaaS 模式在物联网中的应用

物联网发展到一定规模,在物理资源层和云计算的结合是水到渠成。一部分行业物联网应用,如智能电网、地震台网监测等,终端数量的规模化对物理资源提出了比较高的需求:一方面接入终端的数量可能是海量的,另一方面采集的数据是海量的。

无论是横向的通用的支撑平台,还是纵向的特定的物联网应用平台,都可以在 IaaS 技术虚拟化的基础上实现物理资源的共享,实现业务处理能力的动态弹性扩展。IaaS 技术为解决物联网应用的海量终端接入和数据处理问题提供了有效途径;同时,对各类内部异构的物理资源环境提供了统一的服务界面,为资源定制、出让和高效利用提供了统一界面;也有利于实现物联网应用的软系统和硬系统之间的松耦合。

目前国内建设的一些和物联网相关的云计算中心、云计算平台,首先切入的点主要集中在 IaaS 模式的应用。

## 2.2 SaaS 模式在物联网中的应用

SaaS 模式被云计算概念重新包装后,除了可以利用云计算的其他技术(如 IaaS 技术)外,并没有本质上的变化。SaaS 模式实现的仍然是物联网应用提供的服务被多个客户共享使用,这为各类行业应用资源和信息共享提供了有效途径,也为高效利用基础设施资源、实现高性价比的海量数据处理提供了可能。

笔者认为,在物联网范畴内,出现的一些变化是 SaaS 应用在感知延伸层进行了拓展,依赖感知延伸层的各种信息采集设备,采集了大量的数据,并以这些数据为基础,进行关联分析和处理,向最终用户提供最终的业务功能和服务。在 ITU-T Y.2221 中提及的 USN Weather Information Service 就是一个类似的案例。

在这个案例中,多个 USN SP(传感网服务提供商)在不同地域布放传感节点,提供各个地域的气象环境基础信息。其他提供综合服务的 USN SP 可以将多个这样的 USN SP 提供的信息聚合起来,开放给公众,为公众提供出行指南。同时,这些信息也被送到政府的监控中心,一旦有突发的气象事件,政府的公共服务机构就可以迅速展开行动。

## 2.3 PaaS 模式在物联网中的应用

Gartner 把 PaaS 分成两类:APaaS(application platform as a service)和 IPaaS(integration platform as a service)。APaaS 主要为应用提供运行环境和数据存储;IPaaS 主要用于集成和构建复合应用。人们经常说的 PaaS 平台大都是指 APaaS,如 Force.com 和 Google App Engine。

在物联网范畴内,由于构建者本身价值取向和实现目标的不同,PaaS 模式的具体应用存在不同的应用模式和应用方向。

电信运营商一直致力于电信网络和 IT 应用的有机结合,其核心思想是“能力开放”,即将网络能力进行标准化,以统一的接口开放给 IT 应用,这种能力开放模式就是 PaaS 的一种应用模式。从早期的 Parlay 网关开始,电信运营商一直在构建类似的能力开放系统。在物联网范畴内,除了开放传统的短信通知、彩信通知、终端定位等能力外,电信运营商正在尝试向物联网应用开放终端远程管理、业务数据路由等能力。典型的电信运营商能力开放体系案例如图 1 所示。

在 Parlay 架构中,应用安装在基于任何 IT 技术的应用服务器上,通过 Parlay/OSA 的接口标准调用业务能力服务器(service capability server)提供各种业务能力。

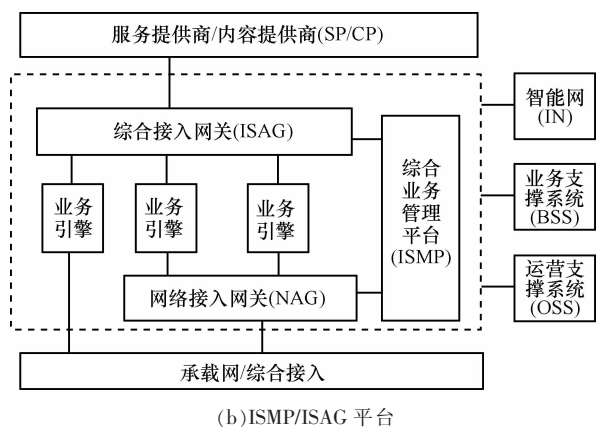
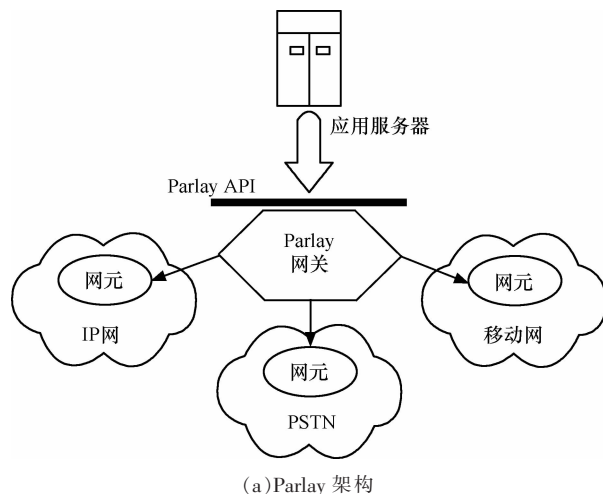


图 1 电信运营商能力开放体系案例

ISMP/ISAG 是中国电信提出的业务能力开放业务平台。SP/CP 的应用统一通过 ISAG 接入网络,使用电信网络中各个业务引擎提供的能力,通过 ISMP 完成鉴权计费和业务管理功能。通过 ISMP/ISAG,实现 SP/CP 应用的统一业务接入、统一业务门户、统一鉴权计费、统一业务管理、统一内容管理,同时屏蔽底层网络实现细节和差异。

运营商除了开发规模化的 M2M 应用,也一直在探讨建立通用的服务于 M2M 业务的平台。以 Orange 为例,M2M Connect 是 Orange 的一个标准化平台,为连接、应用和解决方案服务,是 Orange 供客户使用其 M2M 服务的平台,用户通过网页界面与其 M2M 智能设备建立安全连接,直接控制智能设备运作并实时反馈设备的运行情况等信息。只要在 Orange 的网络覆盖范围内,用户就可以随时随地通过 M2M Connect 与远程智能设备建立连接。

传统 IT 厂商在尝试另外一种思路:构建针对物联网应用的应用开发、部署和运行平台,以实现快速的业务流程定义,加速新业务部署,为各类物联网应用的快速实现、



部署和运行提供基础平台。通过云计算 PaaS 模式,架构上可以较好地满足上述需求。客户在一个具备通用应用逻辑组件和界面套件的平台上进行开发,只需要关心与自己业务相关的特定应用逻辑实现和交互界面的搭建,不需要关心通用组件的底层实现方式和运行环境的搭建,极大地简化了应用的开发、部署和运行。业务发展到一定阶段时,还可以针对一些使用面较广的应用类型,根据其所在行业的特点,将行业应用中的通用逻辑功能单元从其业务流程中剥离出来,设计针对不同行业的业务模型单元,然后包装成服务或通用组件供应用调用,进一步简化应用的开发过程。

以 Telelogic Object 平台为例,其开发的 Shepherd 是一个应用支撑和管理平台,如图 2 所示,为应用服务提供商开放 API 开发 M2M 应用,使得 M2M 应用和设备之间可以交换数据。这些 API 采用 restfull HTTP 架构,以 XML 传输数据。Telenor Object 本身还拥有一系列 M2M 的设备库(包括传感器、GPS 等),应用提供商可以基于服务平台和设备库开发各种应用,最终这些应用组成一些端到端的解决方案。

从图 2 看,Shepherd 平台实现了两个主体功能:

- 终端/传感器和应用之间的数据中心实现实时数据的传送和历史数据的存储;
- 提供 Shepherd Dashboard 作为上述“数据中心”和“终端/传感器”设备的管理门户。

综上所述,笔者对此有以下观点。

- 电信运营商提供的 M2M 平台与 IT 厂商提供的面向应用逻辑的通用平台的有机结合,将为物联网应用提供高效的中间件基础设施。
- 从长期演进看,移动互联网是互联网的子集,而互联网是物联网/泛在网的子集。上述 PaaS 模式的平台最终应发展成为综合物与物、物与人、人与人信息交互处理的通用应用开发、部署和运行平台。

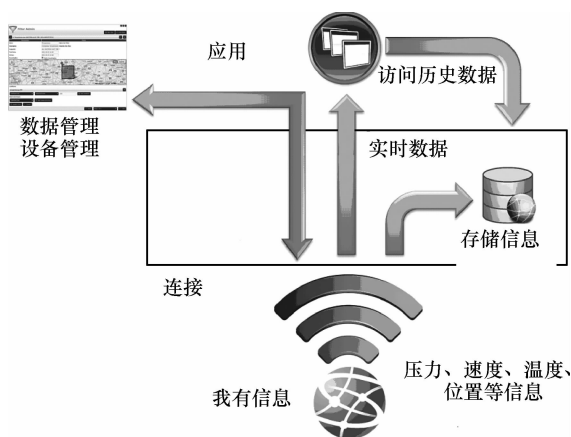


图 2 Telenor Object 平台架构

## 2.4 边缘计算/海计算在物联网中的应用

云计算和物联网的结合,能够强化后端平台实现“中核智能”的能力。但在单一集中智能模式下,如果终端和某个集中的后端平台通过广域网络连接,网络传输导致的传输时延和海量终端导致的分析处理时延都是不容忽视的。一旦终端数量越来越多,数据量越来越大,数据传送频率越来越高,后端平台的处理时间将变得更长,响应速度会更低,影响部分时延敏感的物联网应用的实施效果。此外,频繁交互的海量数据也会占用、进而竞争广域网络,尤其是无线接入网络的带宽,从而影响整个物联网应用的运行效率。

在实施基于云计算技术的集中智能的同时,也要在感知层充分依赖基于边缘计算的边缘智能。所谓边缘计算,指区别于后端集中智能的、分布于物联网边缘节点的智能计算能力,往往分布于感知延伸层的终端单元内。通过边缘计算,将部分智能处理功能分布到这些终端单元,感知到的数据首先在这些单元进行预处理,然后根据预设逻辑将结果上传到后端平台进行后续的分析处理。下面以几个案例进行说明。

### (1) 温湿度信息的采集处理

图 3 是 OGC 文献中的一个案例。图 3(a)中,直接将采

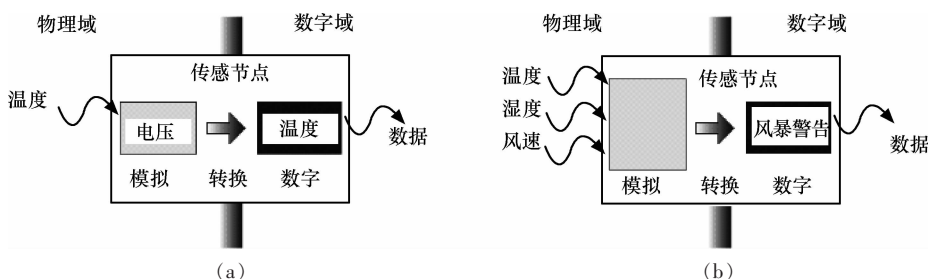


图 3 两类不同的边缘节点处理模式

集到的原始温度数据通过模数转换后,传送到后端平台进行处理;图 3(b)中,感知延伸层的终端节点采集了温度、风速和降水等多个指标后,经过本地的运算处理,在满足预先设定的某种条件后,发出“风暴”预警信号。

## (2) 全球眼客流识别系统

中国电信基于全球眼平台推出的客流密度分析系统,结合人体识别和越界分析技术,对出入口区域的人和车辆出入情况自动计数,实现对区域的出入总量和实时人和车辆数量的准确分析,这种智能分析能力是在对采集到的视频图像进行算法处理后获得的。在实现方式上,上述算法的处理功能在采集点附近的特殊终端完成,终端只需要定期把分析得到的结果传送到后端平台即可。

此外,很多应用场景下,信息的采集、处理和反馈往往在本地完成。智能家居场景下,居室内的各种设备之间的互动在本地就能够完成;车联网场景下,汽车与汽车(V2V)之间、汽车与设施之间(V2H)的信息互动,对于车辆来说,也是本地就可以完成。对于这些场景,边缘计算是一个必然的选择。

中国科学院相关专家提出了“海计算”这个概念,认为感知信息的预处理、判断和决策等往往在当前场景下的前端单元完成,需要大运算量的计算才通过“云端”的数据中心处理。只有这样,才能节省通信带宽、存储空间,满足实时性的交互处理和物联网的大规模扩展性要求。

笔者认为,物联网应用的复杂性,会导致智能分布的不同模式选择。智能处理逻辑在后端平台以及边缘的网关和终端都可能分布,如图 4 所示,这取决于物联网应用的不同类型。

- 对于以采集原始数据为目标的应用,边缘节点智能处理可能很少,绝大部分的数据都要汇总传递到集中的后端平台,智能处理主要集中于后端平台。
- 对于监控类的应用,原始信息本身往往不是关注的重点。系统关注的是原始信息的变化是否达到门限,或者多项原始信息的组合判断的结果。这种情况

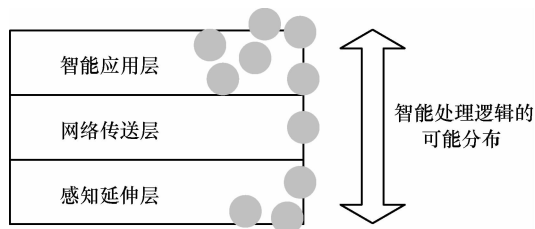


图 4 智能处理逻辑分布在物联网各层

况下,边缘节点往往会增加相应的智能处理逻辑,和后端集中平台一起协作完成全程智能处理。

- 对于本地互动控制功能较多的应用,边缘节点上用于本地互动控制的智能处理逻辑可以和后端平台无关。这种情况下,边缘节点也有大量的本地智能处理逻辑。

总的来看,物联网应用中的智能处理逻辑可以分布于从终端到后端集中平台之间的多个单元上,如何分布取决于物联网应用类型。一个极端的例子,边缘节点可以演变为“智能节点”,智能处理逻辑主要分布在这些智能节点上,透过薄薄的一层中间平台,这些智能节点提供的信息或服务供不同应用或用户进行访问。进一步说,这是另一种形式的云计算,即让很多处理能力一般的、分布于不同位置的智能节点完成主要的计算处理工作,透过一个中间平台为用户提供服务,如图 5 所示,如同 Google 的搜索服务,让很多低成本、不同位置的 PC 共同完成一个搜索任务。

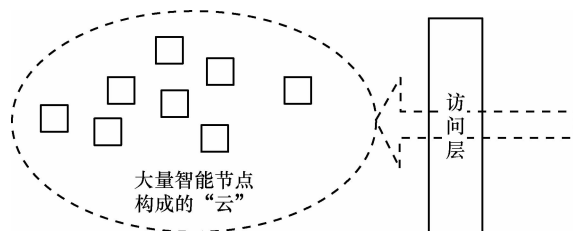


图 5 大量智能节点协同提供的“云服务”

## 3 物联网和云计算结合的相关问题

(1) 无所不在的宽带是推进物联网和云计算结合的一个重要因素

上一节谈到,物联网应用中的智能处理逻辑可以分布于从终端到后端集中平台之间的多个单元上。之所以这么处理,其中一个原因是通信带宽的不足。面对大量的物联网终端,无线接入的通信带宽仍然是不足的,总体来看,蜂窝网无线接入带宽仍然十分有限。物联网相关的机器通信和其他通信共同竞争有限的带宽。蜂窝网基站规划,主要考虑的是与人相关的语音通信和上网需求,而大量物联网终端分布在荒郊野外。如果希望进一步充分利用基于低成本的分式计算平台的中枢智能处理能力,就需要解决随时随地接入的带宽问题。

### (2) 结合云计算后的物联网安全问题

目前的物联网应用主要用于数据采集。如果对数据安全有一定要求,则采用加密机制。通过云计算的中枢智能处





理和中心数据存储,数据集中存放在各种安全等级较高的数据中心,改变大量敏感数据分散在边缘节点的格局,这对物联网安全是有益的。但前提是要解决如下2个问题。

- 数据的源头——感知延伸层的终端/节点安全:在受控环境下,安全问题容易解决,主要难点在于非受控环境下的终端/节点安全问题。
- 网络层的传输通道安全:有多种措施,如采用端到端加密机制、使用公共网络上逻辑隔离的专网、使用物理隔离的专网。

#### 4 结束语

物联网的核心价值在于建立了智能中枢到各种神经末梢的信息传输通路,而云计算的核心价值在于构建了面

向大量信息的智能处理基础设施,构建了强大的智能中枢的基础。大规模的物联网应用使用云计算技术,是一种必然趋势。无论是从 IaaS、PaaS 层面,还是 SaaS 层面,都有相应的结合点。此外,在不同类型的物联网应用中,还应通过边缘计算和云计算的结合,实现智能处理的恰当分布。

#### 参考文献

- 1 ITU-T Y.2221.Requirements for Support of Ubiquitous Sensor Network (USN) Applications and Services in NGN Environment, 2010
- 2 OGC 06-021r4.Sensor Web Enablement Architecture,2007
- 3 孙利民,沈杰,朱红松.从云计算到海计算:论物联网的体系结构.中兴通讯技术,2011(1)
- 4 www.telenorobjects.com

## Simple Analysis of Integration of Cloud Computing and Internet of Things

Wang Yi

(Shanghai Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China)

**Abstract** IoT and cloud computing are two big topics in China. This article tries to do some analysis of integration of cloud computing and IoT. Although cases in China are mainly about the application of IaaS in IoT application, PaaS and SaaS are also can play important roles in IoT application development. In addition, we also should notice that edge computing is a kind of typical characteristics of distributed computing in IoT application. Edge computing can become another kind of cloud computing.

**Key words** Internet of Things, cloud computing, IaaS, PaaS, SaaS, edge computing, sea computing (收稿日期:2011-11-25)

#### · 简讯 ·

### Broadcom 推出全球最全面的汽车以太网产品系列,开创汽车互连新时代

2011 年 12 月 14 日,全球有线和无线通信半导体创新解决方案的领导者 Broadcom(博通)公司宣布,推出全球最全面的汽车以太网产品系列,该系列产品专门为满足汽车半导体市场的严格要求而设计,可以在单对非屏蔽双绞线上实现 100 Mbit/s 速率。

Broadcom 公司高级产品市场总监 Ali Abaye 博士指出:“汽车中使用的电子产品数量日益增多,情况堪比消费电子产品市场。Broadcom 处于创新性工程技术的前沿,可帮助人们将家中、手中和基础设施中的几乎所有

东西连到一起。汽车互连非常适合用以太网技术来实现,也是以太网技术发展的下一个必然阶段,我们打算引领行业实现车内互连的简化,同时极大地降低汽车制造商的成本。”

消费者对车内互连的需求持续增长,在市场驱动力作用下,Broadcom 推出的以太网汽车互连方案系列可以为车内网络应用(驾驶员辅助、诊断、信息娱乐应用等)提供大带宽互连,实现从多种封闭式应用系统向单个开放、可扩展的以太网的迁移,该汽车解决方案系列中的 5 款器件均为满足车内 EMC 以及极端汽车温度环境而设计。Broadcom 符合 TS16949 的要求,目前正在进行 AEC-Q100 认证以取得 AEC-Q100 资格。