

The Open Group 指南

物联网的微服务架构 (MSA-IOT)



作者: Ovace A. Mamnoon
Peter Maloney
Somasundram Balakrushnan
John T. Bell
Anurag Choudhry
Chris Harding

Leszek Jaskierny
John Knoepfle
Satyajit Malavde
Kumar Avishek Singh
Michelle Supper

译者: 任 钢 审校: 陈文智

物联网的微服务架构 (MSA-IOT)

版权所有© 2020, The Open Group

The Open Group特此授权您可以将此文档用于任何目的,前提是您对此文档全文或其任何部分的复制,必须在复制内容上保留此文档包含的所有版权信息及其他所有权声明。

此文档可能包含其他所有权声明及版权信息。

此文档中任何内容均不可被理解为以暗示、禁止反言或其他方式涉及到The Open Group 或任何第三方组织的任何专利或商标相关的许可或权利的授予。除了以上明确申明,此文档中任何内容均不可被理解为涉及到The Open Group所属版权的许可或权利的授予。

请注意此文档中提及的任何产品、流程或技术均有可能为The Open Group所保有知识产权的主体,不得依据此文档而被授予许可。

此文档是“按现状”提供,没有任何形式的(不论是明示的,还是默示的)保证,包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的默示保证。某些司法辖区不允许排除默示保证,故以上排除规定可能对您不适用。

The Open Group的任何出版物均可能有不精当之处或刊误,故本组织可能对出版物进行定期修订并将更正内容发布于出版物的新版本中。The Open Group可能在不另行通知的情况下,随时对其出版物中涉及的产品或程序进行完善或修改。

如读者就本文档内容提出问题、评论、建议等反馈信息,此类信息将被视为非保密信息。The Open Group对上述信息不承担任何保密义务,并可以不受任何限制地复制、使用此类信息或向他人披露或分发此类信息。此外,The Open Group可自由将此类信息中包含的任何观点、理念、知识技能或技术方法用于各种用途,包括但不限于开发、制造及营销包含此类信息的产品。

如您不是通过The Open Group获得此文档复本,您所持之文档可能并非最新版本。为方便起见,请访问www.opengroup.org/library 或www.opengroup.org.cn/resources 下载最新版本。

ArchiMate, DirecNet, Making Standards Work, Open O logo, Open O and Check Certification logo, OpenPegasus, Platform 3.0, The Open Group, TOGAF, UNIX, UNIXWARE, and the Open Brand X logo are registered trademarks and Boundaryless Information Flow, Build with Integrity Buy with Confidence, Commercial Aviation Reference Architecture, Dependability Through Assuredness, Digital Practitioner Body of Knowledge, DPBoK, EMMM, FACE, the FACE logo, FHIM Profile Builder, the FHIM logo, FPB, Future Airborne Capability Environment, IT4IT, the IT4IT logo, O-AA, O-DEF, O-HERA, O-PAS, Open Agile Architecture, Open FAIR, Open Footprint, Open Process Automation, Open Subsurface Data Universe, Open Trusted Technology Provider, O-SDU, OSDU, Sensor Integration Simplified, SOSA, and the SOSA logo are trademarks of The Open Group。所有其他品牌, 公司和产品名称仅用于识别, 可能是其各自所有者的唯一财产的商标。

物联网的微服务架构 (MSA-IOT)

文档编号: G187C

The Open Group于2020年10月出版。

与本文档所含材料相关的意见可提交至:

The Open Group, Apex Plaza, Forbury Road, Reading, Berkshire, RG1 1AX, United Kingdom

中国上海浦东新区花木路1388号商务中心三楼20室

或通过电子邮件发送至:

ogspecs@opengroup.org

apac@opengroup.org

目录

1 介绍	5
2 微服务和微服务架构概述	6
2.1 物联网概述	7
2.2 微服务架构(MAS)对物联网的协同作用和好处	8
3 应用模式	14
3.1 模式1: 插值	14
3.2 模式2: 传感器门户	15
3.3 模式 3: 缓存	16
3.4 模式 4: 网关	18
3.5 模式 5: 传感器聚合器	19
3.6 模式 6: 控制聚合器	21
3.7 模式 7: 多播	22
4 案例研究	24
4.1 案例研究 1: 大规模农业——实现智能农业	24
4.2 案例研究 2: 区域电力管理	28
4.3 案例研究 3: 利用物联网网络对水质进行准确深入的了解	30
4.4 案例研究 4: 利用微服务架构 (MSA) 创建多用途物联网设备	31
4.5 案例研究 5: 简易温室监测解决方案	32

目录

5 建议和结论	35
词汇	36
索引	38
关于作者、译者及审校	40
致谢	44
参考文献	45
关于The Open Group	47

1 介绍

微服务架构 (MSA) 由大规模并行化、分布式、原子性功能的应用集合而成。这些应用共同构成了一种具有复原力且可扩展的灵活解决方案。在物联网解决方案中也可以找到这些特性，物联网解决方案通常就是由大量分布广泛的单功能设备或传感器所组成。

本指南中，我们将探讨这两种不断发展的解决方案之间的协同作用，并确定微服务架构 (MSA) 如何成为物联网解决方案的最适合方案和促成因素。我们还会考虑与安全和架构相关的模式和关键决策因素，并在一系列案例研究中进一步强调微服务架构 (MSA) 方法的好处。

本指南基于The Open Group出版的基础“微服务架构”白皮书(见参考文献)，识别出在物联网解决方案中微服务架构 (MSA) 的实际应用。虽然它不能全面覆盖有关主题，我们希望本指南能成为开发最佳解决方案的颠覆者和创新催化剂，展示如何将微服务架构 (MSA) 和物联网进行结合，从而形成一个灵活、可扩展、具高度复原力且能够满足需求不断变化的现代数字企业就绪的解决方案。

微服务架构 (MSA) 与物联网结合，使物联网设备和传感器之间的边界具有渗透性，讯息在物理世界和资讯科技(IT)之间无缝流动。基于此，微服务架构 (MSA) 风格的架构使得The Open Group所追求的无边界讯息流愿景成为可能。

2 微服务和微服务架构概述

微服务架构 (MSA) 是一种架构的风格。微服务架构 (MSA) 通过使用与业务活动密切相关的细小独立且具有自包含能力的微型服务来定义和创建系统。这些“微服务”是微服务架构 (MSA) 的主要架构构建块。

微服务架构 (MSA) 具有以下三个关键特征：

1. **服务独立**：一个微服务独立于其它微服务或其他服务。每个服务都是独立开发、部署和演化。
2. **单一责任**：每个微服务都是映射并负责一个原子业务活动。
3. **自包含**：每个微服务都是一个自包含的、独立的可部署单元。微服务包含支持独立的业务活动所需的所有外部资讯科技(IT)资源(如数据源、业务规则)。

关于微服务和微服务架构 (MSA) 的特点、特征和治理原则等更多详细讯息，请参阅The Open Group微服务架构白皮书(请参阅参考文献)。

微服务是：

- **技术独立**：每个微服务可以基于自己的技术来构建，整体解决方案可以包括多个技术平台；这使得微服务拥有在任何时间选用任何技术的灵活性
- **可重复使用**：微服务可以很容易地应用在不同的场景，并且与多种设备使用
- **可独立部署**：每个微服务有其自己的生命周期，可以独自构建、更改、测试和部署；这使得以微服务为基础的解决方案具有高度灵活性和适应性。
- **横向弹性伸缩**：通过独立实例化(或关闭)额外的微服务实例，很容易把微服务架构(MSA) 伸缩
- **去耦**：耦合性是指服务之间的相互依赖程度

◆ 2.1 物联网概述

物联网 (Internet of Things, IoT) 和许多其他行业的缩写一样, 有多种解释。让我们从建立一个基线定义开始, 该定义可以在本指南中得到一致性的应用。我们将使用 The Open Group 白皮书中的物联网定义: 物联网的参考架构和 The Open Group 标准 (见参考文献)。The Open Group 基本概念的定义与国际标准化组织 (ISO) 的定义是一致的:

“物联网被定义为一个由相互连接的物理实体、系统和讯息资源以及智能服务组成的基础设施。该智能服务能够处理和响应物理世界和虚拟世界的讯息并能够影响物理世界中的活动。”

物联网的ISO/IEC物联网参考架构 (截至2016年) 定义草稿。



图1: 基于ISO/IEC定义的物联网堆栈

物联网解决方案的本质是讯息服务的交流和快速反应的能力。这也是微服务的优势所在; 微服务专注于执行单个 (原子) 功能, 并可以对事件作出反应。微服务占用的资源也很小, 这特别适合部署在传感器设备上, 而且微服务是高度分布 (并行) 的实例, 可以很好地映射到高度分布式的网状传感器网络。在下一节以及本指南的其余部分中, 我们将探讨这些协同作用。

◆ 2.2 微服务架构(MAS)对物联网的协同作用和好处

很多物联网设备通过传感器收集大量数据,并将这些数据发送到云端或自订数据湖/存储区,这是物联网架构的本质。我们希望收集所有这些数据的原因可能是为了提取知识、决策、提供实时可视化和数据源,或者执行历史和预测性分析,以便快速推动业务决策并提供实时的通知和状态。

微服务架构(MSA)和物联网之间在一些领域上有着明显的协同作用。在很多方面,它们两者显然是相互适合的,微服务将成为许多物联网应用的促成者。由于这种协同作用,微服务可以为物联网应用提供许多优势。当中一些领域及其相关优势是:

- **异构网络:** 物联网网络是固有的分布式,由不同的组件、传感器和连接服务组成

由于设备的添加或修改,这些网络不断增长并变化,亦因此倾向于利用可用的基础设施,而不是依赖自上而下、专门构建的网络。这些网络将由一些多样化的组件集组成,并趋向于临时性。因为微服务的独立性和去耦性允许各个微服务在不影响网络其余部分的情况下,根据需要进行部署和升级,所以微服务提供了一个理想的方式在这类型网络上运行。

- **分散治理和数据管理:** 由无数分布式设备和服务组成的异构网络,在定义上几乎需要分散治理和数据管理

组件和服务的升级、添加以及更换须按时在网络上进行,而这些升级的部署将很可能由独立的参与者来执行。对这样一个架构进行集中管理将是极其困难的,这需要密集的、持续的协调工作。相反,微服务的完全独立性使得在细致层面上进行分散管理成为可能,因为唯一的真正要求是微服务在运行时与其运行的环境互相兼容。同一架构的微服务甚至不必采用同一种编程语言来编写。

- **复原力(故障设计)：**由数百个甚至数千个个别组件组成的网络不能依赖于单个或少量组件的健康和状态

微服务架构(MSA)的主要特点是服务在部署和运行时都是独立的。正是这种独立性在发生故障时提供了稳固的架构。单个失败的服务将由这些服务的新实例来接管。故障设备可以由网络上其他的设备替换,或者根据应用程序,由网络上的其他设备仿真或推断。在任何一种情况下,应用程序所需的整体功能都不会因个别故障而削弱。此外,微服务架构(MSA)的加入可以提高物联网的可扩展性。由于微服务架构(MSA)具有天生的可扩展性,通过应用传感器缓存模式(参见第8页的适用模式),将微服务架构(MSA)层放置在物联网“网格”之上可以使网络处理更多的消费者。随着这些高复原力架构的不断发展,可能还会出现解决故障问题的新方法。

- **独立性：**服务独立性是微服务架构(MSA)的关键特性,也是区分微服务架构(MSA)与比较普遍的服务导向架构(SOA)的主要因素

物联网应用程序的典型特征,如异构网络、分散治理和复原力,将通过一个不仅允许而且要求服务独立的架构来得到满足。这种独立性将是一个首要要求去容许这些大型的、而通常是临时性的网络以有效的方式随着时间的推移而增长和演化,而不需要大量的监督来协调和管理整个网络中全新与更新了的组件的部署。微服务架构(MSA)提供了一个逻辑架构选择去开发这些新的大规模网络。

- **原子级的演化：**由许多设备、组件和服务组成的物联网架构将在不断演化的需求和快速技术进步之中不断演进

物联网网络提供了一个真实世界的接口,通过传感器收集大量数据,然后使用智能服务,可以将这些数据转变成有用的讯息,网络另一端的参与者(人或系统)可以处理、反应,作为形成决定或行动的基础。为了实现在适应业务需求方面最大的灵活性,这些物联网架构将需要设计成能够在尽可能的最原子级别上来实现这些种变化。再者,微服务架构(MSA)提供的独立性在本质上允许这种灵活性,允许独立部署、替换和添加,而不需要跨越整个应用空间去进行大量协调工作。

- **智能端点和哑管道：**微服务架构 (MSA) 的经典描述之一，强调把智能和编排的需要从网络基础设施转移到网络端点

智能网络包括用于讯息路由、编排、转换和应用业务规则等复杂的设施，这反过来也要求元素之间更紧密的耦合，令在部署新功能或新组件时会更加昂贵和复杂。将这种智能和领域逻辑放入物联网的多个端点中，可从关键路径上移除网络的属性，使网络高度去耦和具凝聚性；这容许分布式治理和数据管理，能够大大简化网络的部署和维护。

- **安全性：**最近的许多头条都强调安全性必须作为网络设计的一个组成部分，特别是像物联网应用所设想的如此庞大的网络

物联网无所不在、一直在线的特性为分布式拒绝服务 (DDoS) 攻击提供一个广阔的滋生地，DDoS使用这些设备来形成僵尸网络和其他形式的恶意软件。由于许多支持网络的设备都只有相当原始的内置安全性，而且这种安全性很少被有关设备，例如数字视频录像机 (DVR) 和支持网络的摄像机的拥有者视为紧迫的问题，因此这更加剧了以上的物联网安全问题。微服务架构 (MSA) 可以改变网络的安全模型。微服务需要能够执行安全令牌的自我验证 (身份认证和授权)，以保持独立性概念。这类型的分布式安全对于安全的物联网网络是必需的。小型、快速部署的微服务可以通过网络推送到设备层面，对新的威胁做出快速响应，并减少对存储在设备硬件中的嵌入式代码的依赖。此操作也可以不需要设备拥有者在有意识的操作的情况下进行，否则，设备拥有者将成为恶意软件的明显攻击向量。此外，可以通过纵深防御方法去聚合在各个服务级别上提供的安全性，来开发能够提供安全体系的架构。(但是，请注意单靠架构不能解决所有的安全问题；使用“原始的”，一直在线的设备可能会给恶意参与者提供攻击向量，使得安全性虽可以有所减轻，但不能完全防止。) 微服务架构 (MSA) 将赋予物联网所需的稳固的安全性，令物联网真正发挥它的潜力。

这些微服务架构 (MSA) 的关键面以及其所依赖的特性可以为物联网的实现提供很多好处。这些好处的一些例子如下：

• **设备配置和管理：**物联网设备在初始化时，通常通过其唯一标识符（如序列号）与其控制环境（可能是云端或其他数据中心）建立关系，以便通知业务部门设备处于活动状态

此外，用于供应和关联终端物件（例如，医院中的患者）的设备注册表会使用几个其他的参数，譬如物件号（例如，患者ID）、制造商产品线、型号和版本等。这需要许多管理应用程序编程接口（API）来提供新增、更新和删除操作，以及从设备上获取操作数据。

使用基于微服务的API（内置在设备中），企业可以向设备发送命令，以进行配置、提供软件更新或更新本地数据缓存等，微服务所提供的服务独立性和去耦合性可完美地适合于异构网络，网络上的设备会随时间的推移而增长和变化。此外，基于微服务的实现将提供数据交换标准化、供应商中立的接口和高度的敏捷性。微服务架构（MSA）的分散治理是管理实现物联网这类大型、分布式和时变网络的另一个好处（事实上，是一个必须）。

• **遥测摄取：**设备可能每秒发送多条讯息，而每天可能有数百万条讯息

这需要一个自动化的通讯过程，从远程设备收集数据并传输到接收平台。

云端供应商最常采用的机制是基于一种高度可扩展的“发布-订阅”，事件为本的消费者应用程序去处理和分析由连接的设备和应用所产生成的大量数据。微服务在部署时提供的独立性，将允许一个可扩展的、具复原力的架构解决方案。它也将减少在典型以集线器为基础实现的依赖性，这些依赖性经常会成为单点故障。

基于微服务的API可用来构造讯息（例如，JavaScript™ 对象表示法（JSON）讯息，包括设备的标识、设备使用者的标识、设备所在的经纬度、读取传感器数据的时间戳和传感器数据列表等），以松散耦合的方式与标准数据交换格式/协议发送到接收平台。

此外，在数据发送到集中式数据平台（使用边缘计算实现）之前，物联网的遥测摄取为数据的预处理或修改提供了灵活性。这方面的一些例子包括：

- 在高速缓存中存储/预处理几个读数并定期（预定义）发送，以减少网络流量
- 多个设备与本地网关的组合，以连接到目的地数据平台（云端或在机构内）
- 将相同的数据发送到多个通道/数据平台

• **设备状态和通知：**物联网解决方案要求能够通过表格或图形用户界面工具来实时可视化讯息池的状态

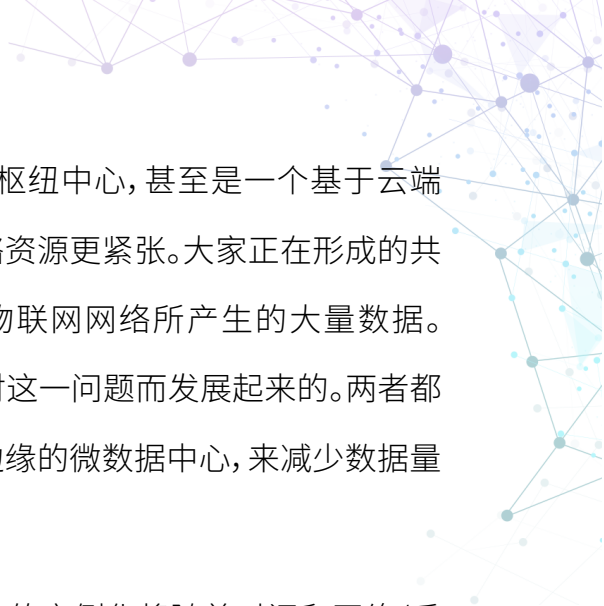
此外，一些讯息可能包含有关警报、状态等资讯，因此物联网解决方案应提供一种实时通知机制。

当讯息从源设备到达接收平台时，微服务可以从公用存储库读取与设备状态、警报及警告（基于某些预先定义参数）相关的讯息，并在传入讯息的筛选子集运行自定义的业务逻辑，以创建一组级联的通知存储库。这些自定义的通知可以进一步向移动/其他设备提供推送通知。同时，微服务可以将警报记录存储到基于结构化查询语言（SQL）的数据库中，用作报告和可视化。微服务的可独立部署性使其成为此类应用的理想选择，而在任何负责传递警告或警报的服务中，安全的考虑都是最重要的。

• **数据转换：**在物联网上使用微服务架构（MSA），可将原始数据无缝转换为可用讯息，用作日后分析

微服务架构（MSA）提供可靠和可用的存储，同时消除单点故障。当传入的讯息流到达的时候，对讯息流进行分析以取得对消费者有用的数据是非常重要的。根据预先配置的属性和时间属性（如到达时间），微服务可被利用于连接和使用数据存储库中的事件。我们可以使用特定的微服务来选择和处理特定的讯息，然后将这些讯息派发到一个或多个数据存储位置，如NoSQL及SQL数据库，或者将这些讯息发送到另一个存储库作进一步处理。因为原始数据有点令人费解，所以利用能提供上下文背景和业务逻辑（如果需要）的API去包裹数据，令到数据可以有意义地提供给下游的分析和数据可视化应用程序是明智的。

用独立的微服务集来管理不同且唯一的数据集，这些数据集可以进一步用在响应性Web应用程序中实现数据可视化。例如，一个聚合传感器位置数据的服务，可被可视化工具用于创建用户仪表板界面，以显示设备位置于班加罗尔、孟买和纽约的地图上。



大规模物联网网络的实现, 将数据发送到一个集中的枢纽中心, 甚至是一个基于云端的枢纽中心, 将使任何类型的中心服务器的带宽限制和网络资源更紧张。大家正在形成的共识是, 即使是云架构最终也可能会发现自己难以处理由物联网网络所产生的大量数据。OpenFog™ 联盟和渗透计算的概念 (见参考文献) 都是针对这一问题而发展起来的。两者都依赖将讯息处理推送到网络边缘的概念, 用某种位于网络边缘的微数据中心, 来减少数据量回流到集中的云端位置。

独立部署的微服务是实现这种灵活架构的理想选择, 它的实例化将随着时间和网络/系统性能的变化而转变。这种实现还得益于“智能端点、哑管道”的特性, 当然, 随着数据在如此广泛分布的区域中进行处理, 对安全的需求将会更大。

3 应用模式

◆ 3.1 模式1: 插值

一个函数可以用来找出一组已知值点之间的近似值。

3.1.1 问题描述

在已启用网络的传感器网格中,个别传感器被读取时可能会失败,导致讯息丢失。

3.1.2 解决方案

可以用插值找出附近传感器提供的数据的近似值来替换丢失的讯息。这种模式要求传感器的位置与被测值之间存在着关系。这在许多传感器类型中很常见。

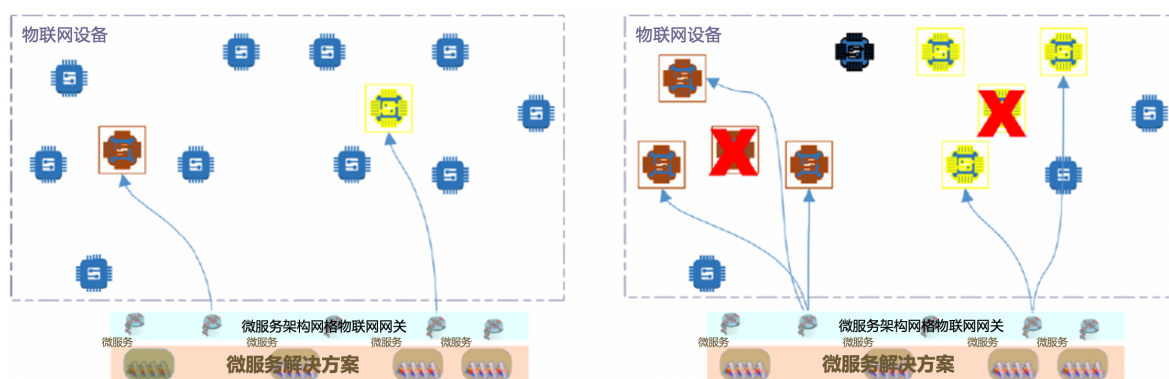


图2: 插值模式

3.1.3 用例

如果温度传感器分布在整个设施中,可以合理地期望两个或多个传感器之间的数值将与其周围传感器的数值相关。

3.1.4 含义

在物联网设备的微服务架构 (MSA) 中,可以对来自周围节点的数据进行插值,暂时替换丢失的节点,从而提供预期在传统微服务架构 (MSA) 环境中的部分相同的复原力。

3.1.5 相关性

此模式解决了在或需时替换故障节点的情况之下的微服务架构 (MSA) 复原力问题。

◆ 3.2 模式2: 传感器门户

可以在现有接口之前放置新接口,使现有接口的运作与所需接口相类似。

3.2.1 问题描述

物联网传感器的设备没有执行与所需消费者兼容的服务。例如,从模拟设备读取温度的模数转换器可以返回0到4095之间的数值,而该数值对应于-50oC到125oC的温度范围。服务需要提供温度读数。

3.2.2 解决方案

在物联网设备前面提供一个门户(Facade)服务,在原始0到4095之数值与所需温度值之间进行转换。

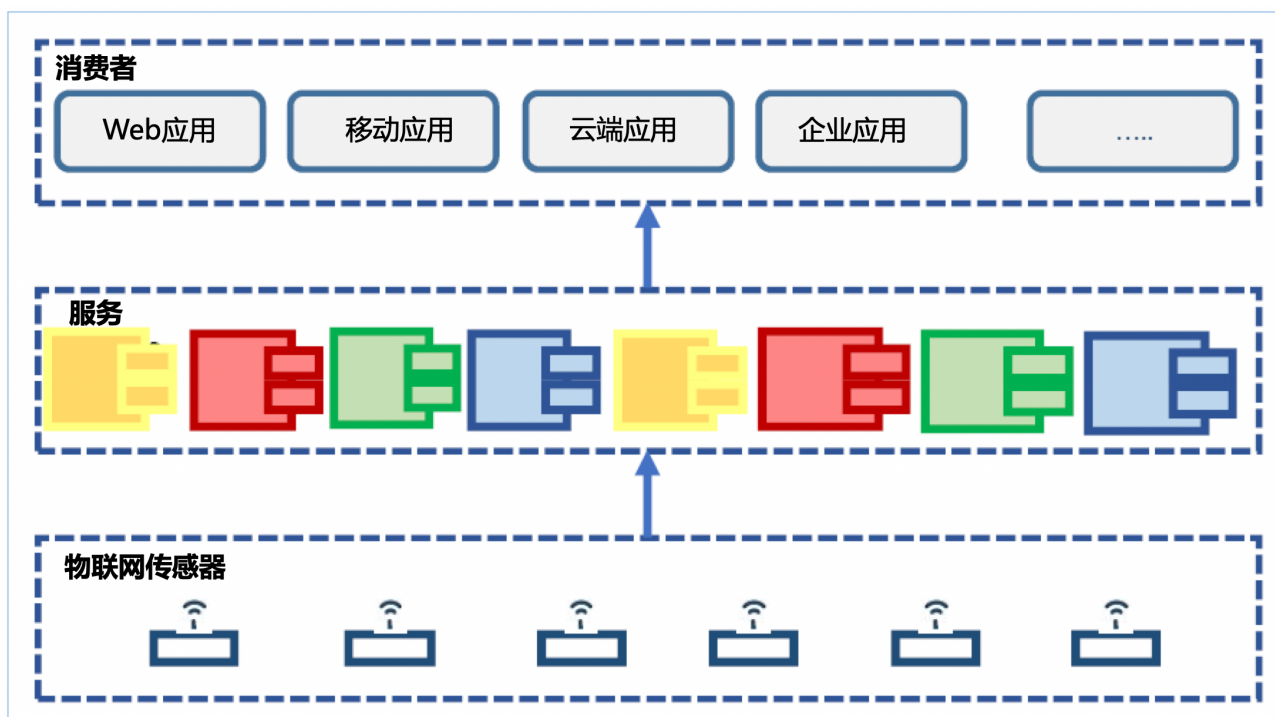


图3: 传感器门户模式

3.2.3 用例

许多通用传感器提供原始二进制值读数，其范围可满足应用需求。除非能够转换成有意义的测量单位，否则这些原始值一般没有用处。

3.2.4 含义

该服务或允许对返回值使用不同的计量单位，例如摄氏度和华氏度。

3.2.5 相关性

这是一种常见的物联网模式，不特定于微服务架构 (MSA)，但却与微服务物联网的环境相关。

◆ 3.3 模式3: 缓存

在微服务架构 (MSA) 中，缓存是分布在多个服务节点上的网格缓存。缓存存储了数据结果，这样就不用重复地重新生成或读取同一数据结果。缓存存储的数据项通常在一段时间后过期，并需要刷新。

3.3.1 问题描述

消费者对传感器数据的需求或经常超过一个传感器所能处理。

3.3.2 解决方案

假设传感器在同步模型中被访问，传感器会读取缓存，返回最新的传感器值，直至缓存里的数据项过期。数据项过期会导致单个传感器直接读取刷新缓存数据项。在异步模型中，每个传感器周期性地直接更新缓存数据项，允许同步读取最近更新的缓存数据项。如果需要异步通知，则应采用多播模式。

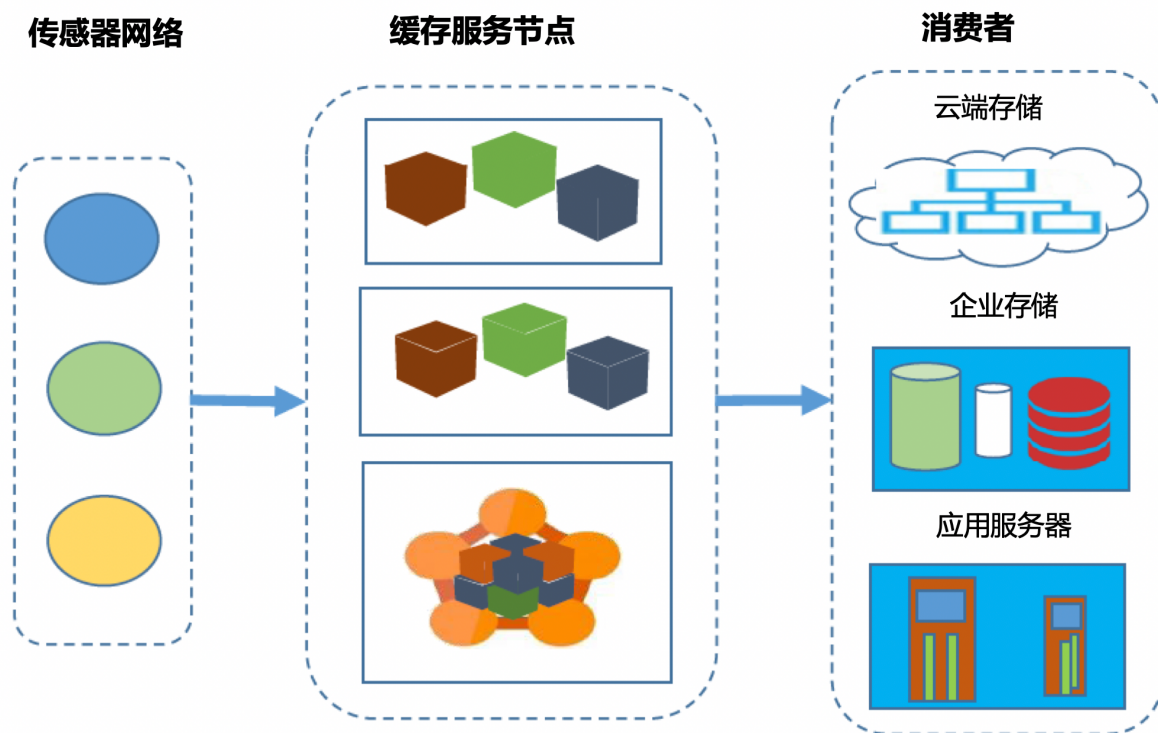


图4:缓存模式

3.3.3 用例

在传感器网络中, 每个传感器需要500毫秒来读取数据, 但微服务架构 (MSA) 中的多个服务节点实例的读取请求达每秒10次。

3.3.4 含义

由于缓存的关系, 读取服务节点的数据与传感器的能力是没有关联的。缓存还可以令访问异步传感器如同同步传感器。

3.3.5 相关性

缓存可以改善物联网微服务架构 (MSA) 的扩展性和复原力。

◆ 3.4 模式4: 网关

网关位于服务的前方,为位于网关后方的服务提供共用接口和服务支持。这些网关服务可以包括譬如安全实施、监视和转换。在物联网世界中,网关位于物联网设备网络之上。

如果要使网关模式成为微服务架构(MSA)的组成部分,网关本身必须通过微服务架构(MSA)来实现,而网关上的任何单个节点与其后方的微服务架构(MSA)的任何单个节点之间没有依赖关系。

3.4.1 问题描述

物联网设备网络存在,但由于物联网设备的限制,外部必须通过网关才能访问这些设备。这些限制可能包括例如安全实施、协议转换或通过插值或门户(Facade)模式来增强服务。

3.4.2 解决方案

解决方案是创建一个基于微服务的网关,每个微服务节点可以相互连接并与物联网节点通讯。我们应该使用微服务架构(MSA)网关模式,因为标准网关模式不能提供所需的复原力去确保可一致性地去访问物联网设备网络。网关节点在物联网网络之上层提供一层网络。这隐藏了下层的物联网网络,却为网关模式带来了微服务架构(MSA)的复原力。每个网关节点可以处理物联网总讯息集的子集,并协同工作以返回期望的服务结果。

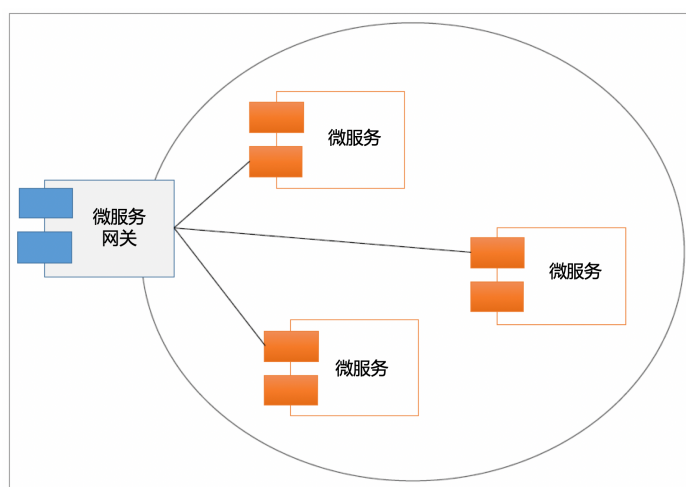


图5:网关模式

3.4.3 用例

要监测运行在世界各地设施的近似实时能源成本，需要一个全球能源使用监测应用程序。每个设施都有传感器，负责监测设施里不同方面的能源消耗。这个应用程序必须具广泛的可访问性及高可用性。

3.4.4 含义

如果物联网的网关模式可以实现为微服务，那么网关也有潜力用于实现内插和门户模式。

3.4.5 相关性

物联网的网关模式是一种常见的物联网模式。利用微服务架构 (MSA) 去实现有助于在微服务架构 (MSA) 环境中使用许多其他物联网模式。

◆ 3.5 模式5: 传感器聚合器

物联网设备通常表示单个讯息点或数据。聚合器模式识别出讯息值通常不在单个传感器的数据里，而是存在于多个传感器的组合读数的数据里。

3.5.1 问题描述

收集来自大量传感器的数据，须要对其进行分析，并将分析结果透过微服务操作公开调用。

3.5.2 解决方案

在这种情境下，大量传感器读取读数，并根据传感器值进行分析。分析结果透过微服务操作公开调用。

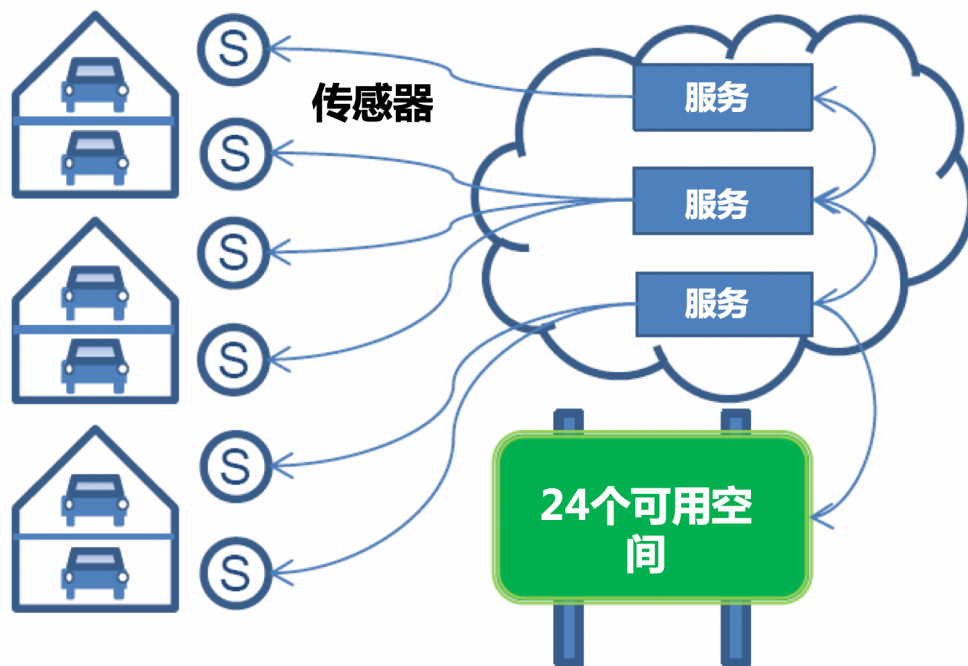


图6:传感器聚合器模式

3.5.3 用例

大型停车库设施内的传感器用于确定每个停车位是空的还是满的。状态讯息保存在微服务架构 (MSA) 中, 然后进行分析, 并确定整个设施和每层楼有多少停车位可用。这些讯息会显示在数字标志上, 展示给驶进入设施时的驾驶员, 这样可以帮助驾驶员确定最有可能找到可用停车空间的楼层或停车位。

其他用例可能包括:

- 分析多个路边速度检测器, 以检测交通减速
- 分析多个手机中的GPS系统, 以检测交通模式

3.5.4 含义

个别传感器的丢失通常对结果影响不大。

3.5.5 相关性

此模式适用于一大组别的微服务架构 (MSA) 物联网问题。

◆ 3.6 模式6: 控制聚合器

控制聚合器模式使用由多个传感器收集的讯息,经分析后去创建可能在多个控制点上发生的操作,以实现所需要的结果。

3.6.1 问题描述

需要收集和分析来自大量传感器的数据,可能对多个设备采取控制措施。

3.6.2 解决方案

在这种场境下,大量传感器读取读数,并根据获取的传感器数值进行分析。分析结果透过微服务操作公开调用。然后,分析的结果可用于生成对控制点集合的操作命令。这些命令是对分析的反应。

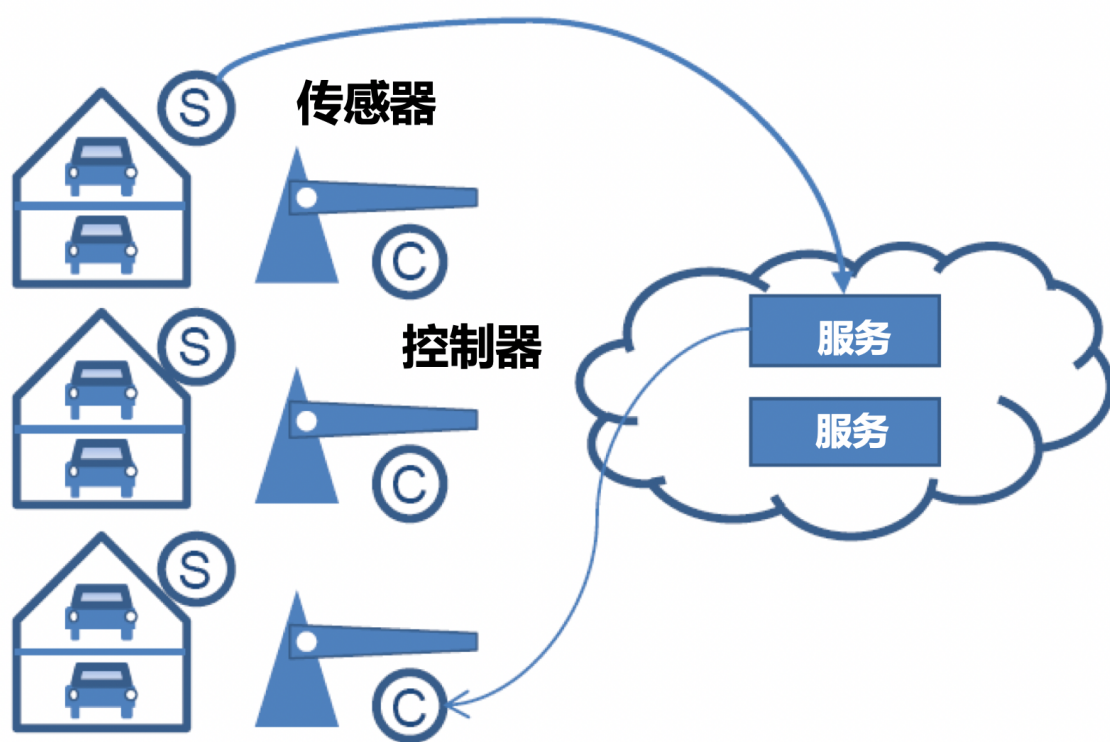


图7:控制聚合器模式

3.6.3 用例

大型停车场设施里的传感器用于确定每个停车位是空的还是满的。状态讯息保存在微服务架构 (MSA) 中并进行分析, 以确定整个停车场设施和每层楼有多少停车位可用。如果某个停车场已满, 其入口的闸门会关闭, 标牌将引导司机前往空旷的停车场或有可用空间的楼层。当车辆驶离出车位, 而可用车位达到一定门槛时, 入口的闸门将允许新车进入, 标牌标志也将更改为引导驾驶员至新可用的车位或楼层。

3.6.4 含义

此模式允许问题的测量或传感器面与问题的控制或操作面之间存在松耦合。

3.6.5 相关性

此模式适用于很多的微服务架构 (MSA) 物联网问题。

◆ 3.7 模式7: 多播

多播模式接收传入讯息并将其发送到多个端点, 通常用于将事件通知分发给几个独立的监听器。一般来说, 每个监听器会透过订阅方式注册接收通知的兴趣。

从物联网设备接收讯息通常有两种方式: 同步和异步。同步设备等待请求并作出适当的响应。异步设备在事件发生时发送通知。在微服务架构物联网 (MSA IoT) 环境中, 通知讯息会被送到微服务的节点实例, 然后再被分发到订阅列表上的各个订户。

3.7.1 问题描述

当物联网设备上有事件发生时, 消费者希望能得到通知。

3.7.2 解决方案

希望接收通知的消费者以订户或监听器身份注册其关注点时, 应使用多播模式。设备的通知讯息会被发送到代理服务, 该代理服务会再广播给所有订阅者。

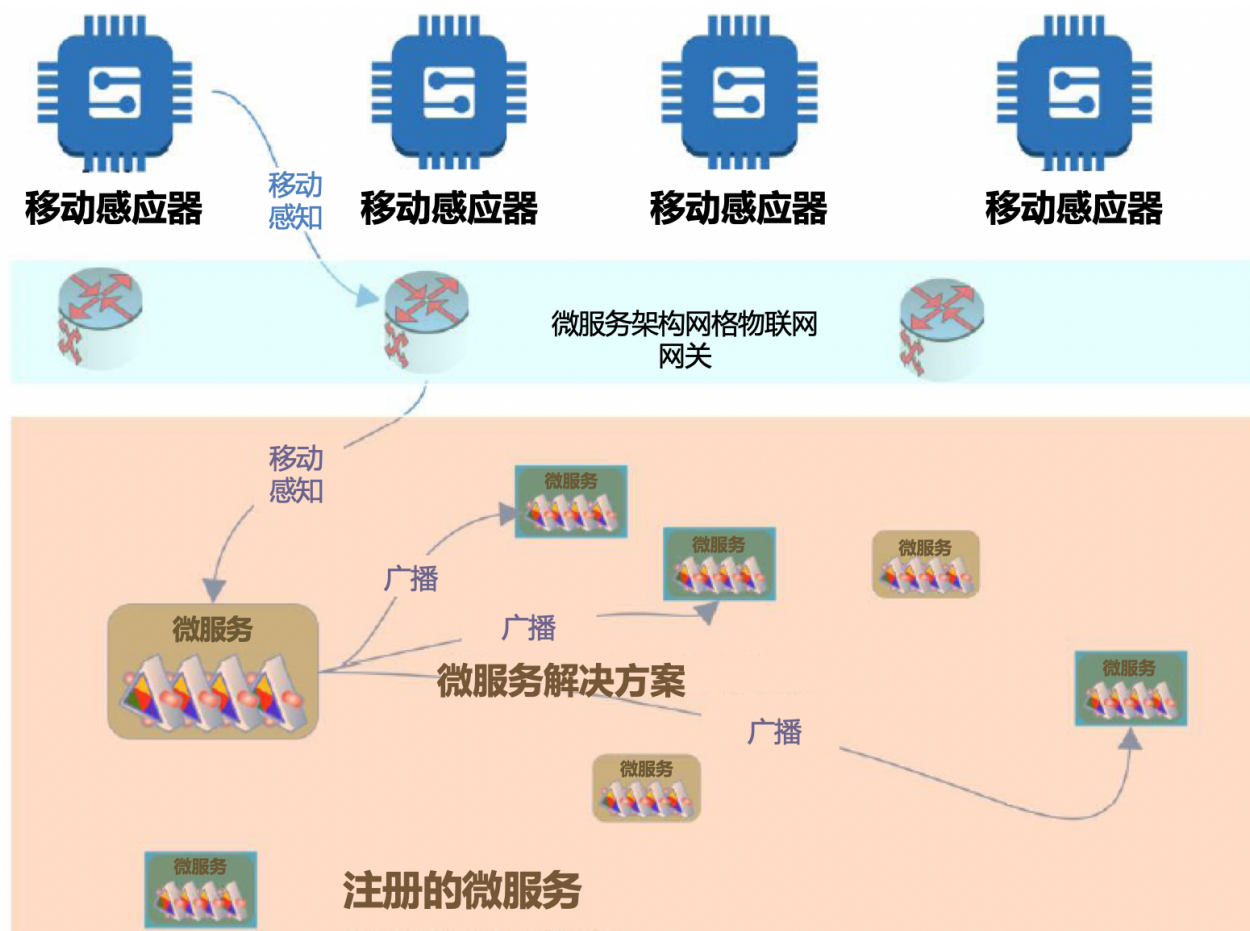


图8:多播模式

3.7.3 用例

当运动检测器设备检测到某个位置的运动时,空间占用监测服务希望得到运动检测器的通知。

3.7.4 含义

此服务让多个监听器共享异步通知,并通常需要有订阅、取消订阅和订阅状态的操作。

3.7.5 相关性

这种模式对于以事件为基础的物联网设备非常重要。

4 案例研究

◆ 4.1 案例研究1: 大规模农业——实现智能农业

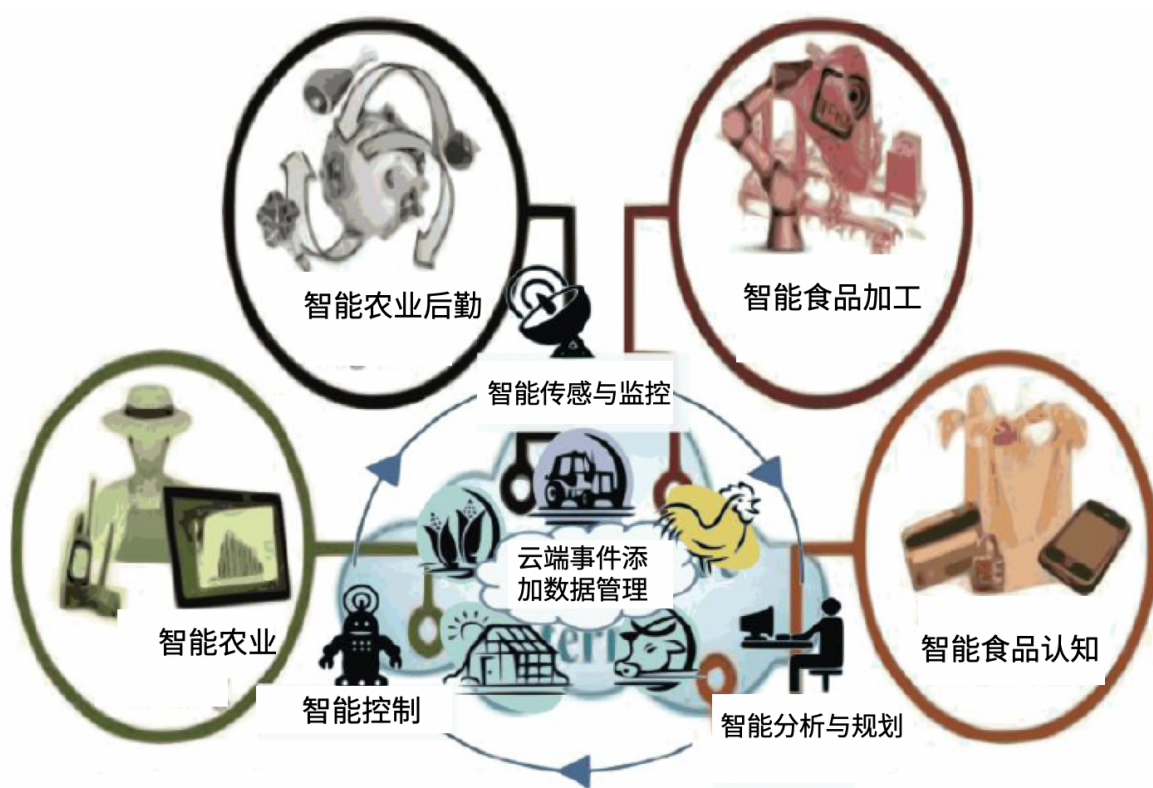
(假设性研究, 以证明微服务架构 (MSA) 对物联网的价值)

由于物联网已经开始在这一领域稳定发展了, 这是一个很好的时机来探索微服务架构 (MSA) 对物联网解决方案的协同作用和优势。

4.1.1 今天栽种未来

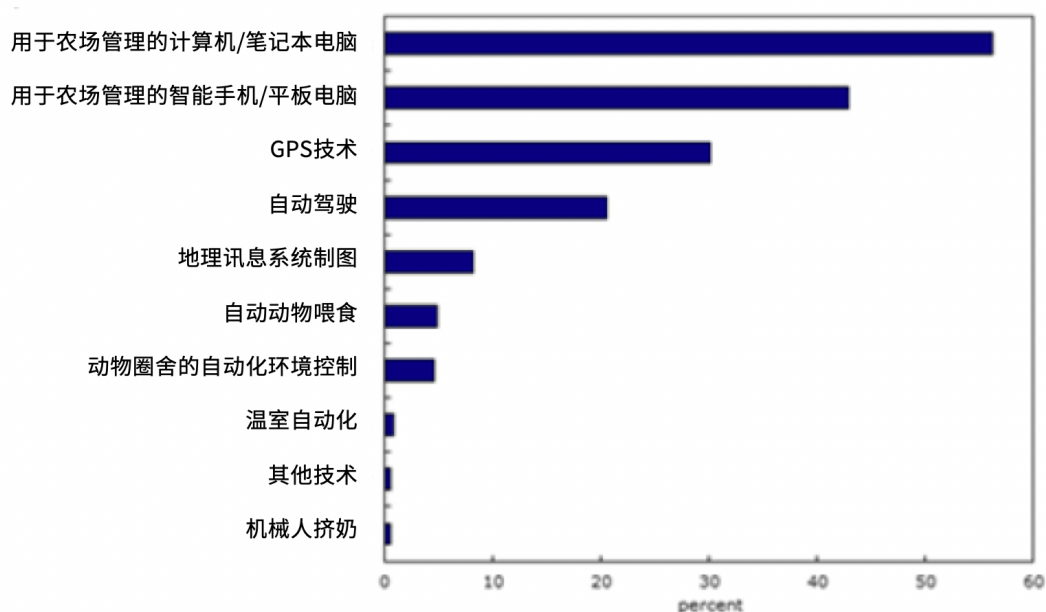
生产者继续将技术、机械和改进的流程整合到他们的运作中。这使得农场能够创造效率, 实现规模化, 将盈利最大化。农场正在使用数据驱动的技术, 如GPS和GIS土壤制图, 以提高播种、农收和输入使用的精度和准确性。温室和畜牧业的技术正轻易地推动农场自动化。

加拿大統計局 (www.statcan.gc.ca)¹



¹ 表004-0243: 农业普查, 农场报告普查前一年在经营中使用的技术。

2015年加拿大农业营运报告使用的技术类型的百分比



资料来源：农业普查 (3438)

图9:使用物联网的未来智能农业状况

4.1.2 问题陈述

如图9所示,大规模农业运作由多个彼此非常不同,并且都高度自动化的流程组成。本案例研究强调微服务的包容将如何优化和增强智能农业物联网解决方案。它不会定义使用物联网的自动化解决方案;其中许多已经存在,而且相当普遍。物联网能解决的未来智能农业有以下一些方面:

- 需要持续监控、修正和反馈
- 许多非常动态的气候状况变化(天气、土壤、水分、热量、日照长短和昆虫等)在每个阶段的影响
- 长的农作物生命周期,超过几个月
- 需要预测性和主动性的行动——在大多数情况下,不可能迅速做出改变
- 系统安全的要求
- 系统须有广大的物理和地理分布,包括许多远程场地

4.1.3 解决方案

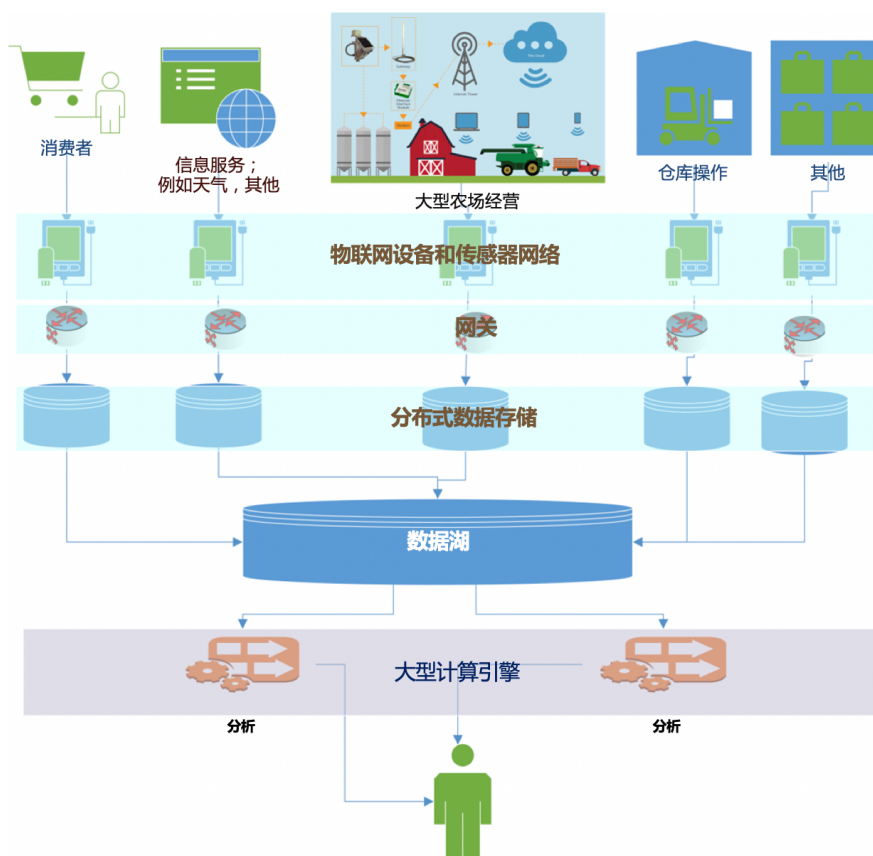


图10: 农业物联网解决方案的典型架构

今天的大型及小型农业运营已经存在着很多的物联网解决方案, 这些解决方案收集了大量的数据。这是有用的, 可以利用当前的数据分析能力, 为农民提供讯息, 让他们能够做出决策。

下一个挑战是促使这个物联网系统更智能化, 以便它能主动、自动地执行并且在可能的情况下提出建议。微服务架构 (MSA) 很适合实现这一目标。

4.1.4 微服务架构 (MSAs) 的角色

在物联网解决方案中引入微服务, 使其成为一个更加主动、反应灵敏的智能农业解决方案。这包括在协同领域, 以及在微服务架构 (MSA) 对物联网的好处这个议题中讨论过的许多优势 (第3页):

- 异构网络
- 遥测摄取
- 设备配置和管理
- 状态和通知
- 复原力(故障设计)
- 原子层级的演化
- 分散治理和数据管理

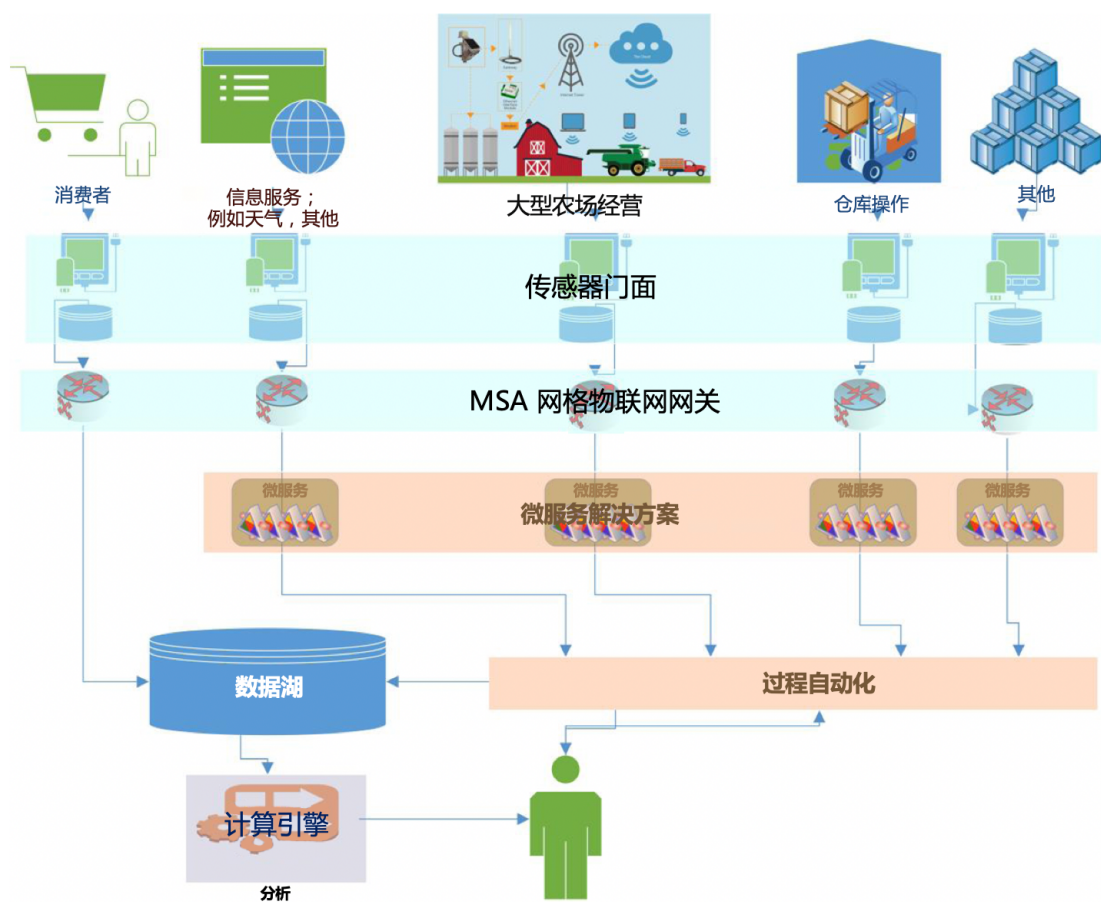


图11: 引入微服务架构 (MSA) 以创建智能农业解决方案

微服务是一组高度并行和分布的应用程序，每个应用程序执行一个原子功能。这是物联网门户的代名词，它是由大量的传感器和设备组成，而每个传感器和设备通常执行单一功能。因此，将这两种东西结合起来，可以得到一个高度分布的整体解决方案，该解决方案可以处理大量的输入以及细小的数据包，并且在功能和性能上具有高度的可扩展性，能够近乎实时地处理接近物联网设备的原子讯息。

4.1.5 建议

虽然物联网和微服务之间存在着巨大的协同效应，但是我们建议在确定合适的匹配度时，要保持适度的质疑和谨慎。如果需要处理来自各个物联网设备的数据和事件，那么微服务是实现这一目标的最佳途径。如果这些设备只是收集数据，不需要立即采取行动或作出反应，那么使用微服务简单地收集和传播数据可能不会是最佳选择，如图11所示。

◆ 4.2 案例研究 2: 区域电力管理

4.2.1 问题陈述

运营商要为分布在全国各地的大量设施支付每个地区的电费。计费金额是基于每个设施在每月内任何时候的用电量和峰值。运营商有能力通过减少照明、将加热系统调节几度、减少空气处理量或关闭其他可选系统等操作在短时间内降低设施的功耗。每个设施都有多个传感器，监测各种系统的功耗，包括整个设施的温度和湿度，以及影响用电的其他因素。如果运营商在区域内各设施的峰值降幅能够与电力公司的使用峰值相协调，一些区域性的电力公司已提供了降费给这些运营商。

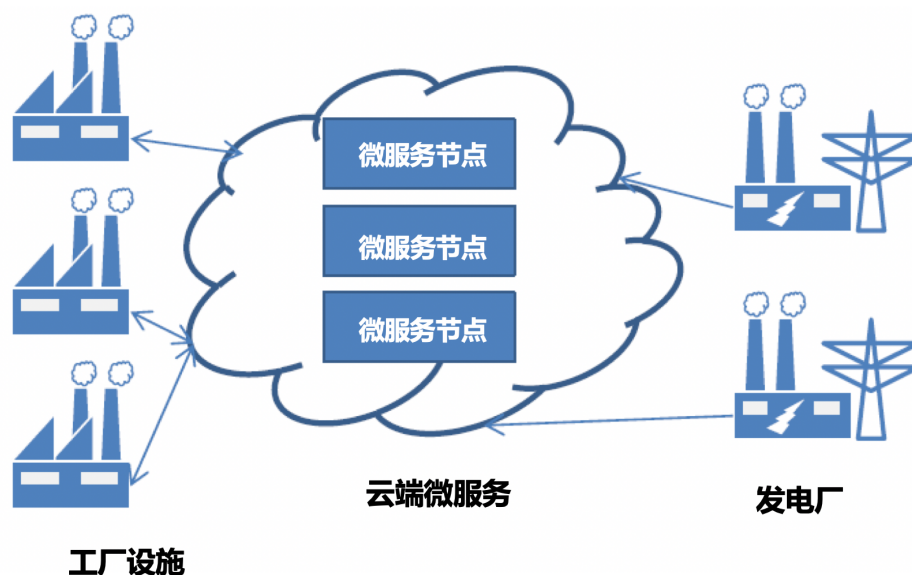


图12:使用微服务架构 (MSA) 监测区域电力管理的电力需求和供应

4.2.2 任务

这工作是创建服务和运营,在全球监测电力公司提供予一个区域内的用电量峰值以及设施的用电量,然后在区域峰值得到确认时,开始对设施施予电力减载策略。

4.2.3 行动

由于成本敏感性和对稳健性的需求,故决定采用微服务架构 (MSA) 来实现有关的解决方案。把各项设施中的单个传感器的读数聚合,区域内各项设施的读数聚合(聚合模式),因此来自任何单个传感器或设施的数据丢失对计算结果或微服务的影响会非常小。电力公司将其区域用电通知发送给微服务端点节点上,然后分发给所有微服务节点(多播模式),这在区域用电需要减少时提供一个可靠的跟踪手段。当地区电力公司的用电量出现高峰时,即使该地区的任何设施可能未接近峰值,设施也可开始减少负荷(控制聚合器模式)。

4.2.4 结果

能够与电力公司合作,通过减少该地区所有设施的需求,帮助他们管理用电消费峰值,这对电力公司和设施运营商来说都是一个巨大的胜利,每年可节省超过100万美元的能源开支。将微服务架构 (MSA) 与现有的物联网监控框架相结合,实施起来既稳健又具经济效益。

◆ 4.3 案例研究3: 利用物联网网络对水质进行准确深入的了解

(假设性研究, 以证明微服务架构 (MSA) 对物联网的价值)

有许多基于传感器的物联网解决方案的实现, 是用于监测各种决定水质的特性。其中包括废水处理厂、饮用水处理厂、工业水处理厂以及政府机构用于维持湖泊和河流水质的系统。目前正在通过更有效用和高效率的方式去利用物联网传感器数据, 优化维持水质的总体成本。

4.3.1 问题陈述

在这种情况下:

- 我们如何将传感器数据提供给多个通道和平台?
- 我们如何对水质 (例如, PH值、有害化学物质、固体颗粒物、矿物百分比等) 进行特定的复杂分析, 并提供已经验证过的数据作纠正?

解决方案应将过滤后的数据提供给专门的数据分析平台, 最终应有助于优化维持水质的总体成本并确保合规。

4.3.2 微服务架构 (MSAs) 的角色

微服务可以用于消费事件, 或根据数据使用者预先配置的规则, 如预测分析平台、模式识别工具、时间序列分析平台、决策和可视化平台等, 直接从存储库中检索已筛选的数据。专用于每个分析平台的微服务可以从数据池中获取基于上下文的数据, 将非结构化数据处理成所需的数据格式, 然后将其发送到一个或多个分析平台。每个专用平台进行所需的复杂分析, 生成各种视觉效果、报告和建议, 并将它们反馈给下游系统作进一步行动。微服务架构 (MSA) 提供了一个可扩展的解决方案, 可提供更精确的预处理数据。通过告知化学品、能源、机械和劳动力等资源的使用, 最终把维持水质的整体成本降至最低。

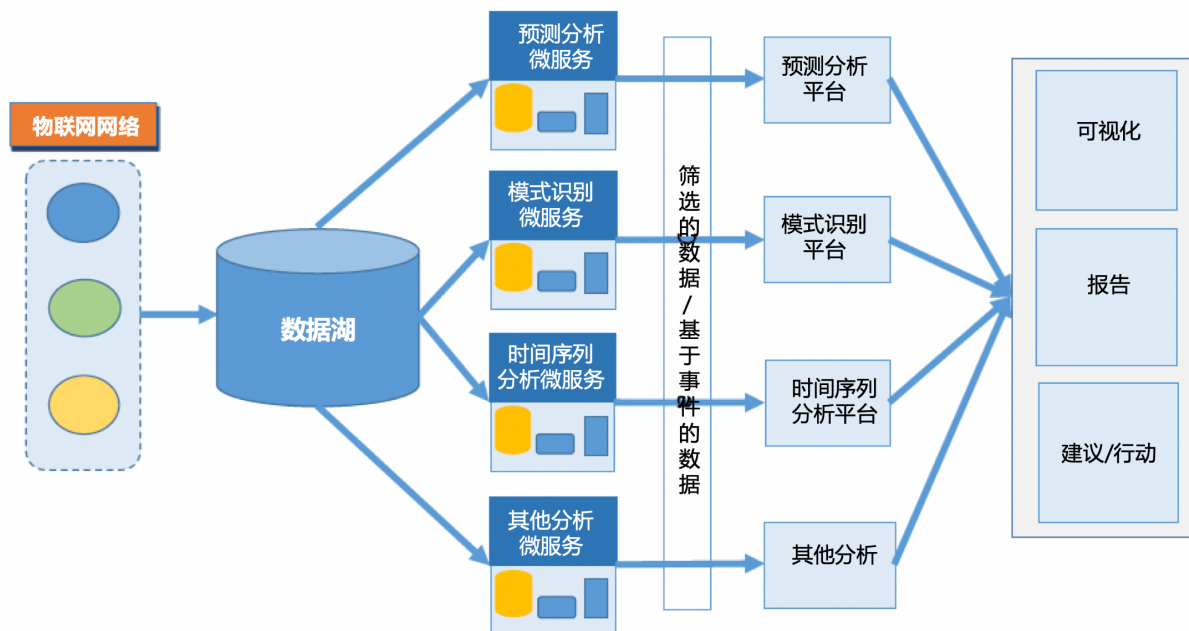


图13:使用微服务架构 (MSAs) 监测和管理水质

◆ 4.4 案例研究4: 利用微服务架构 (MSA) 创建多用途物联网设备

传统的类物联网设备利用高度优化的硬件和软件组件来支持预定义的功能集合, 这些组件的设计能支持特定功能, 例如视频处理或传感器数据处理。这种装置由于其高性能和高能效, 因此仍然是最受欢迎的。相比之下, 现代物联网设备配备了高速处理器和足够的内存, 可以在没有专用硬件加速器的情况下执行大部分计算。现代物联网设备所提供的灵活性使得设备的实际功能可在后期甚至是设备使用时才决定或改变。

4.4.1 问题陈述

连接在本地网络上的物联网设备所具有的分布式计算能力应能够提供负载平衡以及在单个设备发生故障时的故障转移能力。

4.4.2 微服务架构 (MSAs) 的角色

如图14所示, 现代物联网设备正在运行平台管理软件, 去处理设备之间的通讯以及设备正在运行的应用程序。平台管理软件还负责基于多主复制模型的设备之间的数据复制。复制的数据主要包含配置讯息, 也包含由设备收集的选定数据。

在这里,被称为“视频网关”的微服务应用程序从损坏的设备2迁移到仍在工作且可用的设备3。平台管理软件根据从设备收集到的统计数据决定在何处创建“视频网关”的新实例;使用率最低的设备会被选作为新实例的目标。

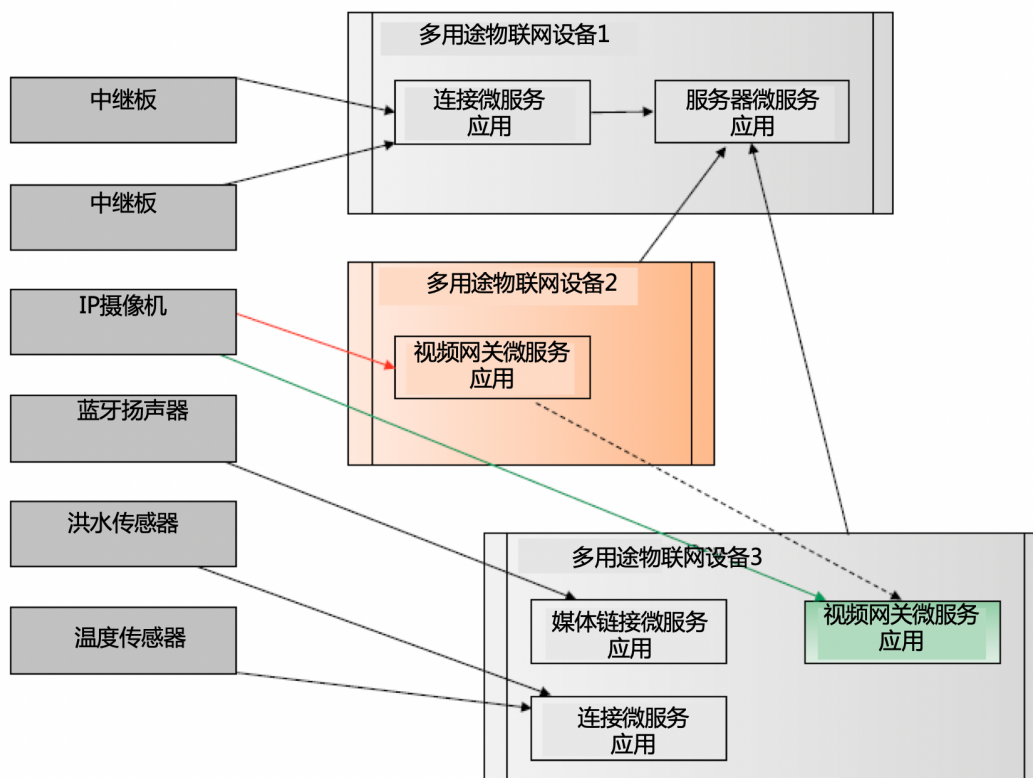


图14:使用微服务架构 (MSA) 管理多用途设备的路由编排

4.4.3 结论

微服务架构 (MSA) 创建了一个在本地网络上优化使用物联网设备的框架,支持设备之间微服务应用的负载平衡和故障转移。

◆ 4.5 案例研究5: 简易温室监测解决方案

温室里的温度昼夜变化很大,夏天和冬天也不一样。如果可避免极端的高温和低温,植物的生长条件就会得到改善。这可以通过地下供暖和制冷系统 (SHCS) 来实现,其中温室内的空气通过地下管道泵入,在非常热的时候进行冷却,在很冷的时候就加热。冷却和加热主要是通过空气中水汽的冷凝和蒸发来实现的。通过监测通过地下管道的气流以及进出管道空气的温度和相对湿度来评估系统性能。这需要一个简单的物联网数据收集系统。

4.5.1 问题陈述

SHCS温室还不是很普遍，因此廉价的监测系统可以作为消费品使用。为家用温室创建这样一个系统需要使用廉价和免费的组件，而不应包括广泛的软件开发。尽管如此，该系统仍应具有相当的稳健性，理想情况下应易于扩展至可处理其他温室监测和控制功能。

4.5.2 微服务架构 (MSAs) 的角色

微服务架构 (MSA) 提供了有效的软件组织原则，可以在不需要对软件基础设施进行大量投资的情况下实现稳健性和灵活性。

图15显示该解决方案的一个实现，它包括大多数必需的组件。仍有待实现的是湿度读取器微服务，其原理将类似于温度读取器微服务。The Open Group SOA参考结构中显示这些组件。

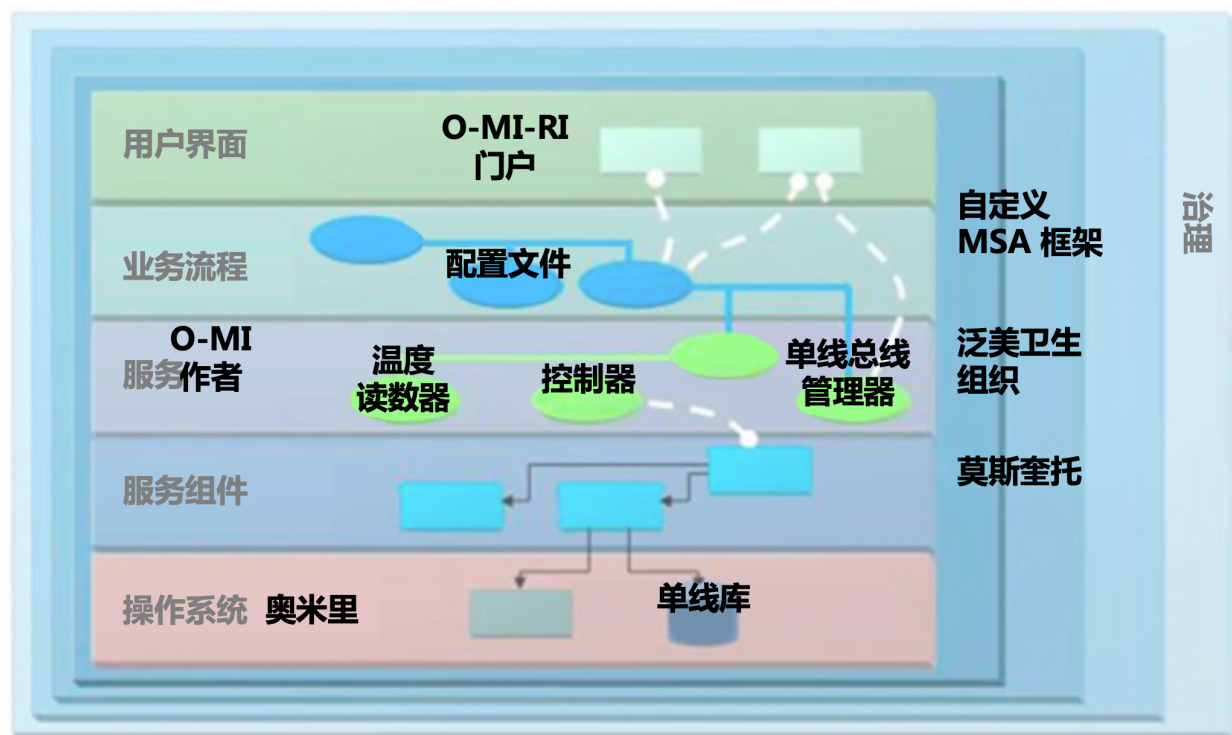


图15: 用于温室监测的微服务架构 (MSA) 物联网解决方案架构

传感器使用单线接口读取温度和湿度值。单线 (1-W) 是一种广泛使用的专有接口, 可以通过串行总线的数字值来提供读数。(其他接口也可用; 例如, I2C, 一个具有类似功能的开放协议, 可以用来代替单线 (1-W)) 该串行总线通过适配器连接到Raspberry Pi™中的USB接口, 运行如图15所示软件组件。

单线 (1-W) 库是一个免费软件库。单线 (1-W) 总线管理器微服务使用单线 (1-W) 库来驱动单线 (1-W) 总线以读取连接到总线的设备的数值。控制器微服务请求单线 (1W) 总线管理器初始化总线。温度读取器微服务定期请求单线 (1-W) 总线管理器获取温度的读数。一个湿度读取器微服务将被添加, 定期请求单线 (1-W) 总线管理器获取相对湿度的读数。

单线 (1-W) 总线管理器将读数发送到O-MI Writer微服务。这将读数写入O-MI参考实现 (O-MI RI) 设备中, O-MI RI是The Open Group开放讯息接口 (O-MI) 标准的一个实现并且是免费可用。O-MI RI存储读数, 并使用O-MI协议支持外部通过Web来检索。

微服务之间的通讯使用由开源Mosquitto服务器支持的MQ遥测传输 (MQTT) 协议。微服务采用Eclipse®Paho MQTT接口来实现。

微服务由一个简单的定制框架支持, 该框架根据一个文本格式的配置当案来部署和配置微服务。框架监视微服务, 并把任何停止工作的微服务重新启动。

4.5.3 结论

微服务方法可开发简单、可维护和可扩展的物联网应用解决方案。

15 建议和结论

本指南概述了如何将微服务架构 (MSA) 与物联网 (IoT) 网络相结合, 以最大限度地发挥其潜在优势, 为网络用户提供最大的价值。我们描述了微服务架构 (MSA) 和物联网之间的许多协同领域, 并试图列举出应用微服务架构 (MSA) 于物联网网络的好处。部分的领域是相当明显的。物联网将趋向于:

- 异构
- 由许多低层次的传感器组成
- 分布广泛
- 在原子水平上不断演化

由于微服务架构 (MSA) 固有的独立性、分布式治理和复原力与物联网网络的要求很好地结合, 因此微服务架构 (MSA) 的应用亦很好地满足了这些特点。

需要注意的是, 与任何其他架构解决方案一样, 微服务架构 (MSA) 并不是所有物联网应用的一刀切似的解决方案。决定微服务架构 (MSA) 适用性的关键因素是网络的大小。

应用若果因丢失一个 (或少量) 硬件传感器而导致严重或完全丧失网络功能, 使用微服务架构 (MSA) 不一定会比一些其他架构方法 (例如使用简单服务而不是微服务的实现) 提供更显著的优势。事实上, 本案例所介绍的依赖项可能违反了微服务架构 (MSA) 的核心独立性特征。

然而, 如案例研究所示, 应用若果因单个传感器的丢失而不影响网络整体生存能力, 通过使用本指南所述的模式可令微服务架构 (MSA) 的固有特性, 与应用变得十分匹配, 提供了高复原力, 易于升级与维护的架构, 最好地利用物联网网络扩展能力所提供的独特特性。这将允许新颖应用程序的开发, 为无处不在、分布式计算和传感器的新时代提供新的能力。

I 词汇

应用程序编程接口 (API)

应用程序编程接口 (API) 是一组函数、方法和协议, 定义一个计算机程序如何请求另一个计算机程序的服务。

架构 (Architecture)

系统的基本组织, 体现在系统的组成部分、各个组成部分之间的相互关系和与环境的关系, 以及指导系统设计和演化的原则。

物联网 (Internet of Things)

由相互连接的物件、人员、系统和讯息资源以及智能服务组成的基础设施, 这种基础设施能够处理物理和虚拟世界的讯息并做出反应。

微服务 (Microservice)

单个microservice是一种服务, 它的实现有一个单一目的, 与特定的业务能力密切相关、自包含的、并独立于其他实例和服务。微服务是微服务架构的主要构建块。

微服务架构 (Microservices Architecture)

一种架构风格, 将应用程序或系统构造为一组松散耦合、独立和自包含的服务, 与业务能力紧密结合。

单体应用 (Monolithic Application)

一种自包含的软件应用程序, 由功能不同的组件组成, 这些组件往往是紧密耦合和相互依赖的。

复原力 (Resiliency)

应用程序或系统对其组成的某个组件出现问题时做出反应并持续运行及提供其定义功能的能力。

可扩展性 (Scalability)

一个系统、网络或程序能处理持续增加的工作量的特性。

服务导向架构 (Service-Oriented Architecture)

服务导向架构 (Service-Oriented Architecture, SOA) 是软件设计中的一种架构风格，其中应用程序组件通过通讯协议 (通常是通过网络) 向其他组件提供服务。服务导向的原则是独立于任何供应商、产品或技术。

Web导向架构 (Web-Oriented Architecture)

Web导向架构 (WOA) 是一种将SOA扩展到基于Web的应用程序的一种软件架构风格。

索引

API	41
authentication and authorization 认证和授权.	10
Cache pattern 缓存模式	9
case studies 案例研究	24
Control Aggregator pattern 控制聚合器模式	29
data lake 数据湖	41
data management 数据管理	41
data transformation 数据转换	12
DDoS	10
decentralized governance 分散治理	11
decoupling 去耦	6
device provisioning 设备配置	11
device status and notifications 设备状态和通知	12
Distributed Denial of Service 分布式拒绝服务	10
evolution 演化	27
Gateway pattern 网关模式	18
greenhouse monitoring 温室监测	32
heterogeneous networks 异构网络.....	8
independence 独立性.....	8
independently deployable 独立部署.....	9
Internet of Things 物联网.....	9
Interpolation pattern 插值模式.....	14
IoT	22
IoT solutions 物联网解决方案	25

ISO	7
Microservices Architecture 微服务架构	8
monolithic application 单体应用.....	36
Multicast pattern 多播模式.....	16
multi-purpose IoT devices 多用途物联网设备.....	31
network infrastructure 网络基础设施.....	10
patterns 模式.....	14
predictive analytics 预测性分析.....	8
regional power management 区域电力管理.....	28
resiliency 弹性.....	6
reusable 可重复使用.....	6
scalability 可扩展性.....	9
security 安全性.....	10
self-containment 自包含.....	36
Sensor Aggregator pattern 传感器聚合器模式.....	20
Sensor Facade pattern 传感器门户模式.....	15
service-independence 服务独立性.....	9
single responsibility 单一责任.....	6
smart farming 智能农业.....	24
SOA	33
synergy 协同.....	35
synergy, benefits of 协同, 好处.....	8
technology-independent 技术独立.....	6
telemetry ingestion 遥测摄取.....	11
water quality 水质.....	30
WOA	37

I 关于作者、译者及审校

作者

Ovace A. Mamnoon, DXC技术(微服务架构(MSA)项目联席主席)

Ovace Mamnoon是DXC技术的首席顾问。他有近20年的架构和工程经验,涵盖了对微服务架构(MSA)有重大影响的领域,包括开发嵌入式系统、智能网格设计和实现、服务导向架构(SOA)、物联网(IoT)、云原生解决方案、数字企业和其他领域。以上所有都非常侧重企业架构。Ovace A. Mamnoon是The Open Group的积极参与者,也是The Open Group 微服务架构(MSA)项目的联席主席。

Peter Maloney, 雷神公司

Peter Maloney 是雷神公司的高级工程研究员。他对企业架构,尤其是服务导向架构(SOA)感到兴趣,这是因为有不断扩大的需要向不同组别的最终用户提供对愈益复杂的数据产品访问,以及由此对协作、吞吐量管理和安全所产生的的需求。他是雷神公司的注册架构师 - 一个由The Open Group认证的架构师认证,三次获得雷神公司技术卓越奖。他拥有一项专利,曾撰写十多篇论文。

Somasundram Balakrushnan, Salesforce.com(微服务架构(MSA)项目联席主席)

Somasundram Balakrushnan是Salesforce.com的高级项目架构师,及TOGAF®9认证的企业架构从业员。他是一位经验丰富的企业架构师,以及基于服务导向架构(SOA)架构开发的领导者。他带领多个团队使用微服务来开发概念验证架构。他与The Open Group的联系包括:服务导向架构(SOA)工作组、微服务架构(MSA)项目、TOGAF标准的演化以及Open Platform 3.0™。Somasundram Balakrushnan正以联席主席的身份领导微服务架构(MSA)项目。

John T. Bell, Ajontech LLC

John T. Bell在科技行业工作了40年,在酒店业工作了15年。他是Hospitality Technology Next Generation (HTNG)、The Open Group SOA工作组和IEEE标准协会的积极成员。他是Ajontech LLC的创始人和主要顾问,为酒店相关公司提供IT安全、隐私和企业架构方面的服务。他是几本关于软件开发书籍的作者,曾在托森大学应用信息技术中心任副教授14年。

Anurag Choudhry, 塔塔咨询服务有限公司

Anurag Choudhry是TOGAF®8认证解决方案架构师。他拥有超过17年的资讯科技(IT)经验,目前是塔塔咨询服务(TCS)的银行和金融服务(BFS)业务部门架构重点小组的一员。他的重点领域包括数字架构咨询、云原生架构、微服务架构、API管理和开放银行业务。他在著名的国际期刊上发表了许多论文。

Chris Harding, Lacibus有限公司

Chris Harding在资讯科技(IT)和电信行业工作了40多年。直到最近,他还是The Open Group的互操作性主管,其职责包括支持服务导向架构(SOA)工作组及其微服务架构(MSA)项目,并担任开放平台3.0的论坛主管™,该论坛的使命是帮助企业从云计算、移动和社交计算、大数据和物联网等新兴技术中获得商业优势。 he现在是Lacibus有限公司的创始人和首席执行官,该公司提供与虚拟数据湖和数据中心架构相关的服务。

Leszek Jaskierny, DXC技术

Leszek Jaskierny是资讯科技(IT)架构师中的大师,在软件开发和交付的所有阶段都有广泛的经验。自2002年起,他在Compaq、HP、HPE、DXC技术工作,主要为金融服务行业的客户设计复杂的软件解决方案并交付项目。他获得了编程、解决方案开发和项目领导的经验,建立了IVR系统,交付了数据管理项目和前端应用程序。他目前专注于微服务架构、物联网和企业级分布式跨国系统。

John Knoepfle, 甲骨文公司

John Knoepfle是甲骨文公司的企业云架构师。凭借在软件开发、应用和企业架构以及云计算方面的经验,他为迁移应用程序到云端的客户提供思想领导。他还拥有为前雇主建立服务导向架构(SOA)和成功将关键任务系统转换为该架构的丰富经验。John Knoepfle目前的重点领域包括架构咨询、云迁移、微服务和服务导向架构(SOA)。

Satyajit Malavde, DXC技术

Satyajit Malavde是DXC 技术(前身为HP Enterprise)的高级技术顾问。他在数字转型、企业架构、应用程序开发和应用程序集成解决方案方面拥有超过18年的经验。他曾经成功将大型业务关键型的应用程序转换到云端。他目前的重点领域包括数字转型咨询、云迁移、微服务、物联网和服务导向架构(SOA)。

Kumar Avishek Singh, 塔塔咨询服务有限公司

Kumar Avishek Singh 是一位在资讯科技(IT)行业拥有超过19年经验的企业架构师从业员。他是The Open Group的认证资讯科技(IT)架构师 (Open CA), 目前在塔塔咨询服务有限公司 (Tata Consultancy Services Ltd.) 担任HiTech业务部门的数字和企业转型实践的企业架构师。他拥有TOGAF® 8、MCP、MCTS、PMP和 CSM等认证, 而且发表了许多关于架构和技术的论文和文章。他的核心重点领域包括企业架构咨询、数字企业转型、服务导向架构(SOA)、集成架构、微服务、API和云应用。

Michelle Supper, The Open Group

Michelle Supper是The Open Group Open Platform 3.0™的新主管。Michelle是一位经验丰富的管理顾问、业务、系统和企业架构师, 曾协助国防、政府及公共部门的许多客户开发新的解决方案并改造其运营。除了拥有X射线天体物理学博士学位, Michelle Supper还获得TOGAF-9认证、ArchiMate-2认证和Open FAIR™ 认证。

译者

任钢

教授级高工，国家认证架构师和系统分析师。二十余年架构经验，承担过上百个IT项目的管理。精通微服务，现正研究新一代物联网架构。

审校

陈文智

陈文智拥有二十年在国际金融机构的工作经验，负责信息系统管理及项目管理。他专长于系统架构、计算机网络及保安、计算机、储存器等技术。

致谢

The Open Group感谢所有作者对本指南编写所作的贡献,并感谢Gillian Hughes (Capgemini SA) 的审阅。

The Open Group也感谢下列人士对本指南编写所作的贡献:

- The Open Group物联网工作组, 与The Open Group Open Platform 3.0™论坛联同所属The Open Group 服务导向架构(SOA)工作组的成员

- The Open Group架构论坛成员

- 微服务架构(MSA)项目组成员:

- Ovace A. Mamnoon, DXC技术 (微服务架构(MSA)项目联席主席)

- Peter Maloney, 雷神公司

- Somasundram Balakrushnan, Salesforce.com (微服务架构(MSA)项目联席主席)

- John Bell, Ajontech有限责任公司

- Anurag Choudhry, 塔塔咨询服务服务有限公司

- Chris Harding, 拉齐布斯有限公司。

- Leszek Jaskierny, DXC技术

- John Knoepfle, 甲骨文公司

- Satyajit Malavde, DXC技术

- Kumar Avishek Singh, 塔塔咨询服务服务有限公司

- Michelle Supper, The Open Group

参考文献

(请注意, 以下链接在撰写本文时有效, 但不能保证将来仍然有效。)

- Big Data Analysis for Smart Farming, C. Kempenaar, C. Lokhorst, E.J.B. Bleumer, R.F. Veerkamp, Th. Been, F.K. van Evert, M.J. Boogaardt, L. Ge, J. Wolfert, C.N. Verdouw, M. van Bakkum, L. Feldbrugge, J.P.C. Verhoosel, B.D. Waaij, M. van Persie; H. Noorbergen, Wageningen University & Research; refer to: www.wur.nl/en/Publicationdetails.htm?publicationId=publication-way-353037373634
- Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions, Gregor Hohpe, Bobby Woolf, Addison-Wesley Professional, 2003
- Internet of Food and Farm 2020, Harald Sundmaeker, Cor Verdouw, Sjaak Wolfert, Luis Pérez-Freire (2016), pp.129-151
- ISO/IEC CD 30141: Information Technology – Internet of Things Reference Architecture (IoT RA) (under development)
- Microservices Architecture, White Paper (W169), published by The Open Group, July 2016; refer to: www.opengroup.org/library/w169
- Open Messaging Interface (O-MI), an Open Group Internet of Things (IoT) Standard (C14B), published by The Open Group, September 2017; refer to: www.opengroup.org/library/c14b
- Osmotic Computing: A New Paradigm for Edge/Cloud Integration, M. Villari, M. Fazio, S. Dustdar, O. Rana, R. Ranjan, IEEE Cloud Computing, Volume 3, Issue 6, November/December 2016; refer to: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/tocresult.jsp?isnumber=7802493>

- Reference Architectures and Open Group Standards for the Internet of Things, White Paper (W16D), published by The Open Group, December 2016; refer to: www.opengroup.org/library/w16d
- Service-Oriented Architecture (SOA), White Paper (W074), published by The Open Group, July 2007; refer to: www.opengroup.org/library/w074
- SOA Reference Architecture, an Open Group Standard (C119), published by The Open Group, December 2011; refer to: www.opengroup.org/library/c119
- The OpenFog™ Reference Architecture for Fog Computing, The OpenFog Consortium; Refer to: www.openfogconsortium.org/wpcontent/uploads/OpenFog_Reference_Architecture_2_09_17-FINAL.pdf

| 关于 The Open Group

领导厂商中立的开放的技术标准和认证的开发

The Open Group 是一个全球性联合机构, 旨在帮助企业通过技术标准实现业务目标。

The Open Group 与客户、供应商、联盟及其他标准组织紧密合作, 致力于:

- 捕捉、了解和满足当前及未来的需求, 制定策略并分享最佳实践;
- 促进互操作性, 达成共识, 发展和整合规范及开源技术
- 提供行业一流的专业认证服务

| 关于开放流程自动化论坛

专注于开发基于标准、安全、可互操作的流程控制架构

开放流程自动化 (The Open Process Automation™) 论坛致力于通过全球流程工业领军企业、系统集成商、集成DCS厂商、学术界和其他标准组织的协作, 打造一个基于标准、安全并可互操作的流程控制架构。论坛涵盖了流程自动化技术业务层面的内容。



扫描查看开放流程自动化论坛详细信息



扫描进入图书馆获取电子版

关于The Open Group更多信息可在www.opengroup.org.cn 查阅。