

第 3 章 PaaS 云平台基础

正如马云所说，大数据时代已经到来，未来最大的资源是数据。物联网作为重要的数据来源，其发展重心正逐渐从传统的传感器等基础硬件设备向软件平台过渡。对物联网企业来讲，软件平台的开发一直是制约企业发展的重要因素之一。而云平台的出现，使得企业能够实现应用的快速开发和部署，并且能够提高产品的可靠性和可用性。因此，云平台成为云计算时代中新的增长点，阿里、腾讯、网易和华为等大企业也都纷纷推出了自己的云平台服务。

本章首先介绍云平台的基本概念及模型，然后介绍 PaaS 平台中的弹性计算平台和智能监控运维平台，最后通过一个实例介绍 PaaS 给物联网开发带来的影响。

3.1 云平台的概念及模型

本节首先介绍云平台的基本概念及模型，然后对 PaaS 的关键技术进行简单介绍，最后根据笔者的理解，阐述一下未来云平台的发展方向。

3.1.1 云平台的概念

自 2006 年 8 月 9 日 Google 提出“云计算”概念以来，云计算一直是 IT 领域最热门的话题之一。云计算提供如图 3.1 所示的 3 个层次服务：基础架构即服务（IaaS）、平台即服务（PaaS）、软件即服务（SaaS）。平台即服务（PaaS）是指在云计算基础设施上为用户提供软件开发、运行和运营环境的服务，是把平台作为一种服务提供给用户的新型商业模式。

云平台的出现是必然的。从商业角度来讲，随着互联网产业的快速发展，产品需求不断变化，对应用程序的快速开发、管理的简化和自动化，以及对应用程序的可靠性和可用性都提出了更高的要求。

从技术角度来讲，随着基础设施的建设，以及虚拟化技术和容器技术的广泛应用，使得集中式、统一的应用平台出现成为可能。另外，总结实践中的共性问题，抽象出特定的元素模型，为云平台的研发奠定了基础。

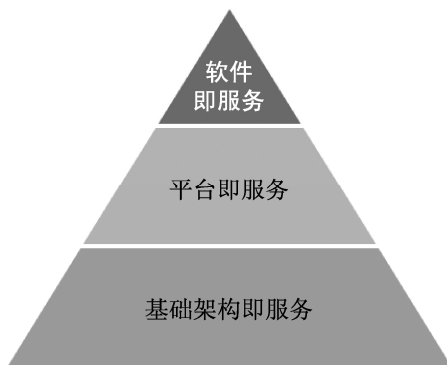


图 3.1 云计算 3 层结构（软件即服务、平台即服务、基础架构即服务）

云平台解决了什么问题呢？下面我们从不同的角度进行分析。

从开发者角度来看，云平台提供了开发全生命周期的工具，降低了对开发者知识体系的要求，极大地提高了产品开发的敏捷性，为应用的完整运行环境和管理机制提供保障，加快了产品推出的速度。

从云服务提供商角度来看，云平台吸引更多的用户（包括开发者用户），为用户提供更丰富的服务内容（不仅包含应用，也包括平台服务），而且可以利用内置的应用服务，为自身的发展提供更多的数据支撑。

PaaS 作为一个软件研发、运行和运营平台，主要具备以下 3 个特点。

- 一个基础平台：PaaS 区别于 IaaS 和 SaaS 的最主要特点是，PaaS 提供的是一个基础平台，而不是其他的服务形式。从传统意义上讲，平台是由应用提供商搭建和维护的，是应用系统部署的基础。而 PaaS 把平台包装成服务，提供给应用提供商，降低了应用提供商的开发成本。
- 技术支持服务：除基础平台之外，PaaS 服务提供商还提供了对该云平台的技术支持，甚至包括对应用系统开发、优化等服务。PaaS 提供的技术支持为之后的应用系统长期、稳定运行提供了技术保障。
- 平台级服务：PaaS 提供的服务还包括抽象出的元素模型和大量的可编程接口，为提供商的应用开发提供基础。PaaS 为用户提供弹性服务支持，真正实现了资源的动态伸缩、统一运维，提供了更好的平台服务。

3.1.2 PaaS 模型

通过对 PaaS 发展现状的调研，结合对国内外云服务厂商产品的分析，整理出 PaaS 的概念模型，如图 3.2 所示。

PaaS 的模型主要包括 PaaS 基础技术层和平台服务层两部分内容。

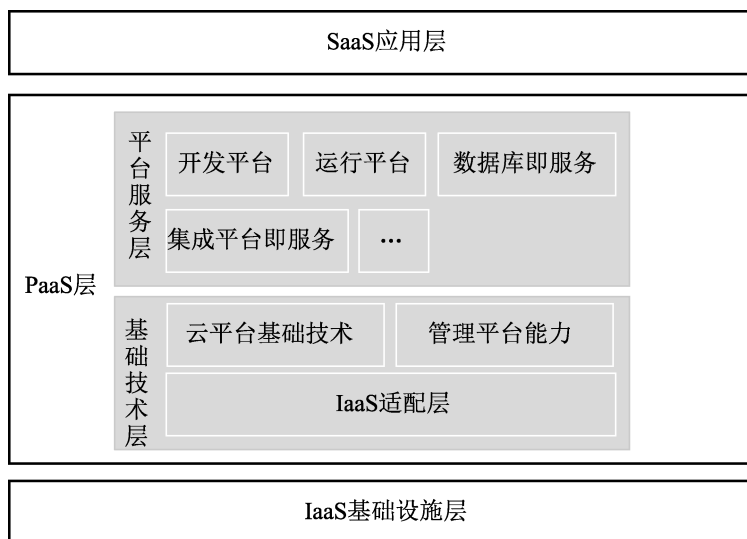


图 3.2 PaaS 概念模型

3.1.3 PaaS 基础技术层

PaaS 基础技术层主要指的是 PaaS 底层的技术架构，功能是实现 IaaS 平台资源的底层适配和 PaaS 的底层技术。IaaS 适配层主要是为了屏蔽基础设施层的技术差异性，解耦 PaaS 和 IaaS 层。PaaS 的底层技术包括云平台基础技术和管理平台能力两部分。

云平台基础技术包含云平台的基本技术实现，为 PaaS 平台开发提供基础，内容包括内存管理（缓存本地化和分布式化等）、存储管理、网格计算、弹性计算、安全管理、数据集成、调度技术、多租户、共享资源池、元素模型管理和计费运营等。

管理平台能力指的是云资源池中资源的管理、系统管理、版本管理等基本管理功能。

3.1.4 PaaS 平台服务层

平台服务层可以细分为应用的开发平台、运行平台、数据库即服务平台、集成平台即服务。

开发平台提供一套集成开发框架和环境，提供一套标准的技术服务。应用提供商可以通过 PaaS 提供的开发平台进行应用的开发和部署。

运行平台涉及两个方面，一方面是应用的中间件，另一方面是资源的管理。应用中间件为应用的设计、开发、测试和托管提供系统支撑。资源的管理包含资源弹性计算、调度和监控等。

PaaS 在数据库即服务平台的技术架构主要采用分布式的架构方式。数据库即服务平

台依赖底层的数据库，封装后把数据库作为一个独立的服务形式提供给客户。封装后的数据库服务模块屏蔽了底层数据库物理架构的技术细节，具备连接管理、模型管理等功能，提供公共的数据访问接口、数据库资源池、数据库扩展能力和数据库的多租户支持。

平台即服务，内容主要包含 ETL (Extract Transform Load) 数据集成和 ESB (Enterprise Service Bus) 服务总线。ETL 是将数据从来源经过抽取、转换、加载至目的端口的过程。ESB 是从面向服务体系架构 SOA (Service Oriented Architecture) 发展而来，作为统一的总线向应用层提供服务接口。

3.1.5 PaaS 关键技术

在 3.1.4 节讲述 PaaS 概念模型时，提到了 PaaS 平台的一些技术点。本节着重介绍其中的几个关键技术：虚拟化技术、容器技术和分布式存储。

有人说容器技术必将取代虚拟化技术，笔者不这样认为，虚拟化技术和容器技术代表两个发展方向，侧重点不同，并非完全替代关系，是可以共存的，至少短时间内容器技术不会取代虚拟化技术。那么什么是虚拟化技术？什么是容器技术？它们到底有什么区别呢？下面详细介绍。

1. 虚拟化技术

虚拟化技术是利用 KVM、Xen 等方案将硬件资源池化，实现多用户共享硬件资源。其实就是把一台硬件设备虚拟成多台具有独立系统的逻辑计算机，使得应用程序独立运行而互不干扰。虚拟化技术又分为硬件虚拟化和软件虚拟化（半虚拟化）。硬件虚拟化需要 CPU、主板芯片组、BIOS 等软硬件支持，是通过 CPU 的指令集来实现虚拟化的方法。这种虚拟化方式能够减少软件虚拟机的相关开支，支持更多种类的操作系统。软件虚拟化是指不需要硬件支持，完全靠软件实现的虚拟化技术。虚拟化技术内容包含平台虚拟化、资源虚拟化、应用程序虚拟化 3 个部分。平台虚拟化主要是针对操作系统的虚拟化。资源虚拟化是针对系统资源的虚拟化，如计算、存储、网络等。应用程序虚拟化指仿真、模拟等技术。

虚拟化技术将传统的硬件资源进行抽象，实现资源的动态分配和调度，提高了资源的利用率，解决了传统数据中心成本过高、管理复杂等问题。

支持硬件虚拟化的平台比较典型的是 Intel-VT (Intel Virtualization Technology) 和 AMD-V (AMD Virtualization)。软件虚拟化的典型代表是 VMware Workstation、Sun Virtual Box、OpenVZ、Xen 和 QEMU 等。

2. 容器技术

虚拟化技术可以为我们提供多个操作系统实例，实现资源的隔离。但是很多时候用户仅仅需要少量的资源去运行一个简单应用，虚拟出一台计算机来完成软件发布不仅浪费系

统资源，而且启动时间也很漫长。其实用户需要的仅仅是应用程序本身及依赖库的隔离。而容器技术提供更轻量级的、基于应用程序的封装和隔离，可以很好地解决这一问题。

容器技术是更轻量级的资源管理技术。Linux 容器技术已出现多年，容器镜像技术增强了容器实例的可迁移性和可复制性，使得容器技术在 PaaS 平台建设中起到了越来越重要的作用。

典型的容器技术有 Docker、Mesosphere 和 CoreOS 等。其中最有名、发展最迅速的是 Docker 技术，甚至有人把 Docker 与容器技术视为一体。Docker 利用 Linux 内核提供的控制组（Control groups, Cgroups），实现应用程序运行时资源的记录、限制和隔离等，通过命名空间 namespace 实现空间隔离，通过文件系统实现权限控制。

容器技术是在操作系统上对运行环境的再封装，每个容器有独立的运行空间但不单独拥有操作系统，而虚拟化技术是在硬件层面上的技术，每个实例都拥有独立的操作系统。容器技术创建的实例仅仅包含应用程序和必要的依赖库，而虚拟化技术除此之外还包括整个操作系统。因此，容器技术可以创建比虚拟化技术多几倍的实例，降低云服务提供商的系统总投入。

这种用于支持应用程序运行的独立空间，在虚拟化技术和容器技术中有不同的称呼，如虚拟机、容器等，在本章中我们称之为实例。

3. 分布式存储

分布式存储，顾名思义是把大量的存储设备通过网络互联，作为一个整体对外提供存储服务。分布式存储系统实现的方式多种多样，在这里我们不对实现原理进行介绍。分布式存储的分类通常按照存储的数据类型进行划分。数据类型可以分为 3 类：非结构化数据、半结构化数据和结构化数据。

- 非结构化数据：指没有规律可循的数据，主要类型有文本、图像和声音等。
- 结构化数据：指可以用二维表来表示的数据，通常存储在数据库中，数据的模式和内容是完全分开的，如关系数据库等。
- 半结构化数据：是介于结构化和半结构化之间的数据，数据的结构和内容混在一起，没有明显的区分，HTML 文档就属于这种类型。

为了满足分布式系统面临的各种需求，我们把分布式存储分为 4 类：分布式文件系统、分布式键值系统、分布式表格和分布式数据库。

- 分布式文件系统：主要用来存储非结构化数据，典型的系统有 GFS 和 HDFS 等。
- 分布式键值系统：用于存储关系简单的半结构化数据，它只对外提供主键的 CRUD 操作，可以根据主键创建、读取、更新或者删除一条键值记录，如 Amazon Dynamo 和 Taobao Tair 等。
- 分布式表格系统：用于存储关系复杂的半结构化数据，支持 CRUD（CRUD 是指在计算处理时的增加（Create）、读取查询（Retrieve）、更新（Update）和删除（Delete）几个单词的首字母缩写。CRUD 主要被用在描述软件系统中数据库或者持久层的基

本操作功能)功能和范围查找功能,典型的系统有 Microsoft Azure Table Storage 和 Amazon DynamoDB 等。

- 分布式数据库:用于存储结构化数据,支持以二维表的形式组织数据,支持 SQL 关系查询,典型的系统包括 Amazon RDS 和 Microsoft SQL Azure。

3.1.6 PaaS 的发展

根据 Zion 市场研究报告,PaaS 市场的全球需求到 2021 年年底将达到 91.2 亿美元,2016 年到 2021 年的年复合增长率超过 30%。

根据最新 IDC 的研究数据显示,在国内企业最需要的云服务类型中,PaaS 的需求量最高。

从上面的数据统计及预测分析可以看出,PaaS 作为未来应用开发的主要方向,在未来几年依旧会保持高速增长。PaaS 将逐渐成为各大企业在云计算产业中的主要角逐场。

PaaS 未来的发展方向主要有以下几个:

- 随着容器技术的出现,大量的开源 PaaS 项目迅速涌现,未来的开源 PaaS 平台将迎来快速发展期。
- 标准的不统一严重阻碍了 PaaS 平台的发展,未来 PaaS 平台在市场的推动下将逐渐走向标准化。
- PaaS 的使用大大降低了应用开发的难度和开发成本,未来的 PaaS 发展将逐渐占领中小企业市场。

3.2 弹性计算平台

本节主要介绍弹性计算平台的基本概念和实现方法,然后用典型的弹性计算平台——Amazon EC2 来讲一下弹性计算平台的优势。

3.2.1 弹性计算平台的概念

云计算作为一种高效按需供给的计算模式,重要特点之一是能够提供具有高度可伸缩的弹性服务。资源的按需供给和动态管理是构建一个高效可靠的云平台的核心问题之一。弹性计算平台通过虚拟化、容器等技术,实现对计算资源、存储资源和网络资源的合理调配,对外提供弹性计算服务。

很多厂商的云平台都对外提供弹性计算服务,如阿里云、华为、亚马逊 AWS 等。弹性计算服务器或实例基本都是按照应用类型来划分。例如,华为的弹性计算云服务器分为适合大数据分析的高内存场景、适合工程制图的 GPU 场景、适合数据密集计算的密集存

储场景等。按照应用类型区分的主要原因是，不同类型的应用在资源占用方面存在很大的差异性。例如，一个在线数据处理系统应用主要变化的是对 CPU 资源的需求，而一个云存储服务器主要变化的是对存储资源的需求。基于应用类型分析能提供更加准确的资源预测，使云平台能够提供更优质的弹性服务。

3.2.2 弹性计算平台的实现方式

弹性计算平台主要解决以下几个问题：

- 资源自动伸缩，解决业务突发情况。
- 提高系统容错能力，发现实例异常，能迅速进行实例切换，保证应用能正常地对外提供服务。
- 节省成本，通过弹性计算平台的监控模块，实时监测资源使用情况，用户只需要按资源实际使用量付费。

为了实现上面的几个目标，并且综合几个弹性计算服务厂商提供的主要功能，我们把弹性计算平台的核心内容分为 5 个模块：监控模块、资源调度模块、用户模块、日志模块和计费模块，如图 3.3 所示。

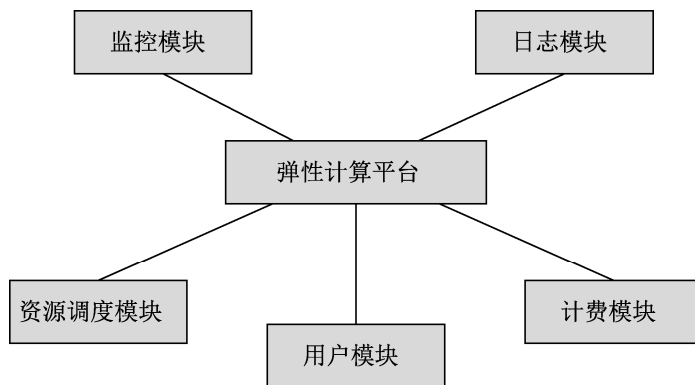


图 3.3 弹性计算平台模块划分

1. 监控模块

监控模块的主要作用是和集群中监控器进行交互，实时获取当前实例的 CPU、内存、存储、带宽等物理资源的使用情况及实例的运行状态。实时采样频率与该实例的资源变化规律建立相关性。

2. 资源调度模块

资源调度模块是弹性计算的核心模块，主要采用反馈与预测相结合的方法实现资源的

动态调整，资源调度的依据主要有两个，资源预测和实时的资源监控。

资源预测是通过总结时间与实例的资源变化规律来实现的。

我们把资源预测拆分成两个预测模型来看，一个是基于时间的实例变化模型，一个是基于实例状态的资源变化模型。基于时间的实例变化模型很容易理解，指的是通过长时间的实例运行状态的监控，总结出时间与实例变化的模型。基于实例状态的资源变化模型，指根据当前实例的运行状态总结出的占用资源的模型。举个例子，对一个 Web 应用进行资源预测，基于时间的实例变化模型指的是时间与网页请求量的变化模型，基于实例状态的资源变化模型指的是网页请求量与占用资源的变化模型。当然也可以直接建立一个时间与实例占用资源的变化模型，但是灵活性要差一些。

虽然另外一个依据是实时的资源监控，但是不能只根据某个时刻监控到的资源状态来进行资源再分配或者动态迁移，这样会造成集群内的频繁迁移，增加不必要的开销。为了解决这个问题，可以利用统计学的方法，在一段时间内检测到多次超过设置的阈值时，再进行资源的调度。当然，阈值和资源调度的门限值均由用户指定，以满足不同的用户需求。

通过资源预测和实时的资源监控，来决策是否进行资源调度。资源调度的方式有两种：横向调整和纵向调整。横向调整是指增加实例数量来对外提供服务，这种方式往往需要重新启动应用，会带来大量的资源开销和成本浪费。纵向调整是通过增加现有实例的资源或动态迁移来提高处理能力。当作出资源调度的决策后，调度模块首先根据实例所在的物理主机资源的使用情况，来判断是否能够为实例重新分配资源。这种方式可以减少迁移所带来的资源开销。当然，如所在物理主机无法满足资源再分配的条件时，就需要考虑使用动态迁移。

3. 用户模块

用户模块包含 3 部分的内容：弹性资源变化的可视化呈现，用户对实例资源调度的阈值和策略的配置，以及实例的创建、启动、停止、暂停、保存和恢复。配置信息和调度最终通过发送到调度模块来实现。

4. 日志模块

日志模块主要记录监控模块的数据，内容包括各实例的运行状态、资源使用情况及用户的操作情况等。

5. 计费模块

计费模块是根据监控模块收集到的资源使用情况，按照预先设定好的资源使用价格计算出用户的费用，并发送到用户模块。

通过以上 5 个模块的配合，实现了 PaaS 平台的弹性计算服务。

3.2.3 弹性计算平台举例

提到弹性计算平台，不得不介绍具有代表性的弹性计算平台—亚马逊弹性计算云 (Amazon Elastic Compute Cloud, Amazon EC2)，其提供的更多的服务是 IaaS 服务。Amazon EC2 是亚马逊提供的可以通过 Web 服务接口轻松配置计算容量的云服务。

Amazon EC2 主要由 Chris Pinkham 领导的南非开普敦的一个团队开发的，Pinkham 提供了 EC2 的初步架构指导。Amazon 在 2006 年 8 月 25 日第一次对 EC2 进行有限的公开测试。之后的几年内陆续地补充大型和超大型等实例类型，并添加了静态 IP 地址、可用区域、EBS 等功能。现在的 Amazon EC2 的功能已经相当完善，通过 Amazon EC2，用户可以根据需要启动任意数量的虚拟服务器，运行任何软件 and 应用程序。而且用户可以自由地建立、运行、终止自己的虚拟服务器，完全控制计算资源。

Amazon EC2 弹性计算云的使用模式如图 3.4 所示。Amazon 云用户使用客户端通过 Web 服务接口来实现与 Amazon 弹性计算云内部的实例进行交互。

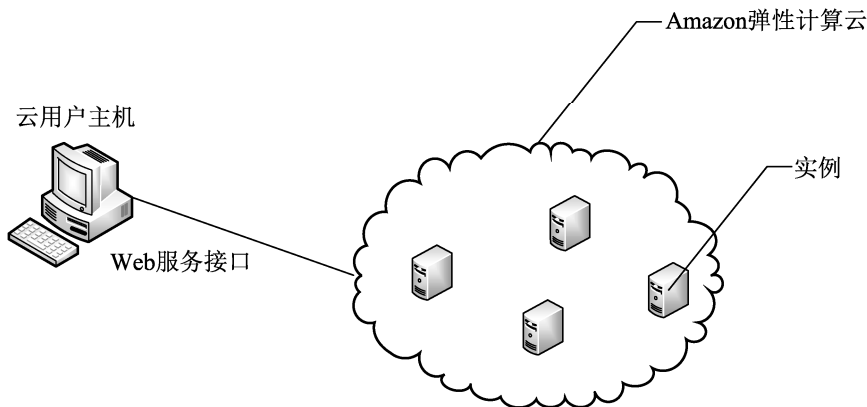


图 3.4 Amazon EC2 使用模式

Amazon 弹性计算云提供了多种强大的功能，这里我们仅举出部分功能进行说明。

1. EBS (Elastic Block Store) 卷

EBS 是 EC2 提供的独立于实例生命周期的持久性存储卷。EBS 具有高可用性和可靠性，可以用作实例启动分区，当然也可以用作标准块存储设备。而且 EBS 卷在后台可进行单可用区的自动复制，避免用户受到组件故障的影响，大大提高了实例存储的耐久性。EBS 卷用作启动分区时，可以用作实例停止后的重新启动，用户仅需要支付维护实例状态时使用的存储资源的费用。

2. 地理位置和可用区

为了提高用户实例的稳定性，保护应用程序不受单一位置故障的影响，EC2 把用户实例分布在不同的地理位置和可用区内。地理位置和可用区的关系如图 3.5 所示。



图 3.5 地理位置和可用区

3. 弹性IP地址

EC2 每次启动实例时，会自动为实例分配 IP 地址。每次启动后，IP 地址都会变。这就需要重新建立 IP 地址和 DNS 的映射关系，等待 DNS 把这种变化传递到整个网络，这个时间可能会长达 24 个小时。为了解决这个问题，EC2 引入了弹性 IP 地址，弹性 IP 地址是与用户账户关联的静态 IP，而不是与实例相关联。如果用户不改变账号或主动释放，弹性 IP 地址是不变的。弹性 IP 地址可以通过编程的方法映射到任何实例，当一个实例发生故障后，可以快速将弹性 IP 地址映射到替换实例，大大提高了系统的容错能力，保证了服务的不间断性。

4. 自动伸缩

EC2 的自动伸缩功能与其他的弹性计算平台的功能相差不大，都是为了提高应用程序的可用性并降低成本，根据用户自定义条件对 Amazon EC2 的容量进行自动伸缩，确保在需求高峰期能够自动增加实例数量以维持性能，又能在需求较低时自动减少容量来降低成本。

5. 负载均衡

为了提高云平台的可用性、灵活性及安全性，EC2 引入了负载均衡。通过 EC2 的负载均衡，可以有效地检测不健康的实例，并在其余健康的实例间重新分配路由流量，使用户的应用程序达到更高的容错水平。而且 EC2 可以自动扩展请求处理能力，可满足各种流量水平的需求，无须人工干预。

Amazon EC2 平台通过这么多强大的功能，为用户提供了一个虚拟的集成环境，在保

证充分灵活性的同时，也减轻了云平台运维管理的负担。Amazon EC2 在强大功能的支撑下，提供了多种使用不同场景的实例类型以供用户选择，从而使用户能够选择符合目标工作环境要求的实例。

3.3 智能监控运维平台

在云平台建设过程中，智能监控运维平台是必不可少的环节。本节介绍智能监控运维平台的主要作用及实现方法，然后分析智能监控运维平台的未来发展方向。

3.3.1 背景及概念

随着信息化建设的全面开展，在 IBM 提出“智慧地球”概念之后，“智慧园区”“智慧城市”“智慧医院”等相继出现。智慧化建设的核心是以物联网、云计算及大数据分析等信息技术为核心，构建一个环境全面感知、智慧型、数据化、网络化的一体化服务平台，实现更透彻的感知，更广泛的互联互通。

在智慧化建设的浪潮中，网络拓扑复杂、设备型号多样、设备数量的爆发式增长，以及产品复杂度的快速增长等都给运维管理系统提出了更高的要求。传统的运维管理系统面临着运维平台不统一、运维人力成本高、故障排查慢、对维修人员的技术水平要求高、系统不能自恢复等问题，已经无法满足当前飞速发展的网络应用需求。智能监控运维系统的重要性日渐凸显，通过智能监控运维系统能够快速地发现问题、分析定位和止损。

PaaS 平台作为一个分布式系统，运维管理对象由传统的单个服务器或单个系统转变为集群环境，同样面临智能监控运维系统的升级改造问题。PaaS 平台的智能监控运维的主要功能是：实现对云平台中的计算资源、存储资源、网络资源、云应用服务进行全方位、全时区、智能化的监控，保证云平台及应用实例的安全、稳定、可靠运行。

3.3.2 实现方法

智能监控运维平台的实现主要包括两个方面：数据采集和异常自动检测和处理。下面分别介绍它们的功能。

1. 数据采集

数据采集和处理是监控运维的核心。一个没有数据的监控运维无法做到异常情况的报警，更不用说对异常情况的处理了。因此，可靠的数据来源是智能监控运维平台的基础。

数据的来源主要分为两部分：一部分来自于实例的资源监控，另一部分是实例日志的监控。实例本身的监控主要是采用实例监控工具对应用实例进行监控数据的收集、分析，

然后经过存储处理后以可视化界面进行展示，同时为应用实例的弹性伸缩提供数据依据。实例日志包含实例运行状态日志和应用运行日志。通过存储卷等形式对实例日志进行持久化存储，提供平台日志的导出功能，既能为平台负载均衡提供依据，又能帮助测试人员对应用故障进行排查。

2. 异常自动检测和处理

以往运维的业务数据出现环比异常、持续偏离等问题时，基本靠运维人员的经验进行排查。随着智能运维监控系统的发展，可以通过制定监控标准来实现运维的自动化，最终用智能化的方法实现对异常的自动处理。异常自动检测和处理部分分为异常检测、报警收敛、关联分析与故障定位、自动处理四个部分，如图 3.6 所示。

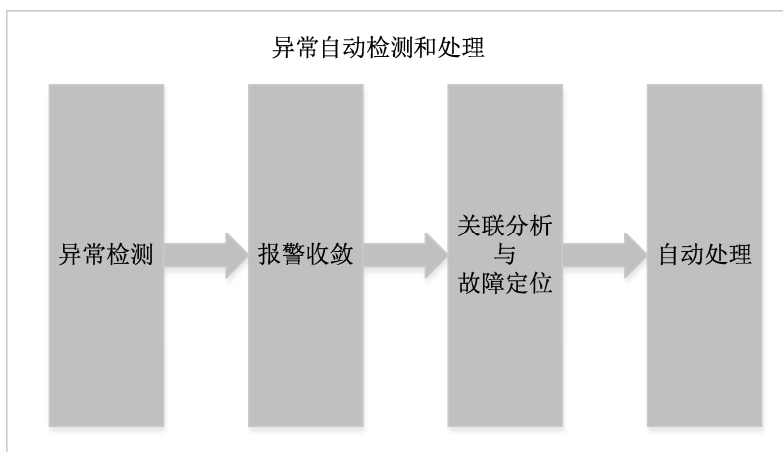


图 3.6 异常自动检测和处理示意图

我们在智能运维监控中常用的异常检测策略是通过阈值的比较。传统的异常检测是靠经验配置阈值，而现在通常采用统计学方式配置自动阈值，如三倍于标准差之上数据的为异常数据等。对于普通数据和周期性数据的阈值设定，又可以分为恒定阈值和动态阈值。

恒定阈值的设定参考方式有基于历史数据统计、假设正态分布和 3Sigma 策略 3 种。而动态阈值的设定通常采用将数据分段，然后再进行阈值比较的方法。

报警收敛通常是指精准报警，避免报警风暴。当某些报警频繁地且同时出现时，可以考虑是否为同一个报警，甚至进行一些关联挖掘，不再进行单独报警。另外，对于一些离散的异常点是否每次都报警，需要对系统干扰（毛刺）有一定的忍耐度，解决系统误报的问题。报警收敛的关键是进行报警合并，通常的策略是将时间相近、相同监控对象和相同监控策略的报警进行合并。对于不能使用上述方法进行报警合并的异常，通常采用关联挖掘的方法进行精准报警。

报警收敛仅仅是异常报警的一个策略，除此之外还要通过关联分析，辅助运维工程师

做好定位问题。关联分析指的是通过把几个相关联的模块进行组合分析，找出事件与事件的关联，然后通过以前发现问题的经验沉淀，发现事件的强相关，最终做出故障诊断，定位问题。故障诊断的依据主要是来自领域专家的经验积累或者逻辑推导。

当异常发生后，根据问题的原因，选择预先定义好的策略，进行故障恢复。对于一些无法进行自动处理的异常，通常通过预定义的应急通道（短信通道、推送处理终端等方式）请求运维人员协助。

3.3.3 未来发展

当前的智能运维监控系统是通过对云平台全方位的数据采集，然后进行异常检测，最后实现故障处理。相信未来的监控系统会更加智能，能够通过对历史数据的自动学习并预测故障的趋势，在系统刚出现故障征兆还未造成损失时就能够及时发现并处理。

3.4 物联网智能硬件开发平台

物联网和云平台的结合是当前的一个热门方向。本节首先介绍云平台为物联网开发带来的便利，然后通过一个机智云的案例简单阐述其开发过程。

3.4.1 物联网智能硬件开发平台简介

什么是智能硬件？引用百度百科的定义是：

智能硬件是继智能手机之后的一个科技概念，通过软、硬件结合的方式，对传统设备进行改造，进而让其拥有智能化的功能。智能化之后，硬件具备连接的能力，实现互联网服务的加载，形成“云+端”的典型架构，具备了大数据等附加价值。

智能硬件是物联网的主要感知设备，它把传感器数据通过网络上传到数据中心，最终通过移动终端连接用户的方式，产生层出不穷的物联网应用。智能硬件的种类繁多，每款智能硬件产品都需要大量的研发人员投入研发，造成了企业的研发成本增大，承受的风险较大。

通过对身边的物联网公司的了解，传统的智能硬件开发可以分为两类：完全自主研发和外包。完全自主研发，可以进行持续的技术积累，但是研发周期较长，需要投入的成本较高。外包，可以进行产品的快速开发，可靠性、稳定性都有一定的保障，但是智能硬件变化较多，无法对产品功能进行迭代开发，对外包公司有一定的依赖性，从企业竞争力和综合成本考虑，不是较好的选择。而物联网智能硬件开发平台的出现，很好的解决了以上问题。

下面以一块机智云的开发板为例，介绍机智云智能硬件开发平台的使用过程。

3.4.2 物联网云平台服务案例——机智云

机智云是机智云物联网科技有限公司开发的面向个人、企业开发者的一站式智能硬件开发平台和云服务平台。该平台提供了覆盖智能硬件从接入到运营管理全生命周期服务的能力。而且机智云平台为开发者提供了代码自动生成工具与开放的云端服务，最大限度地降低了物联网开发的技术门槛，帮助企业缩短开发周期，降低开发成本。机智云的网络结构形式如图 3.7 所示。

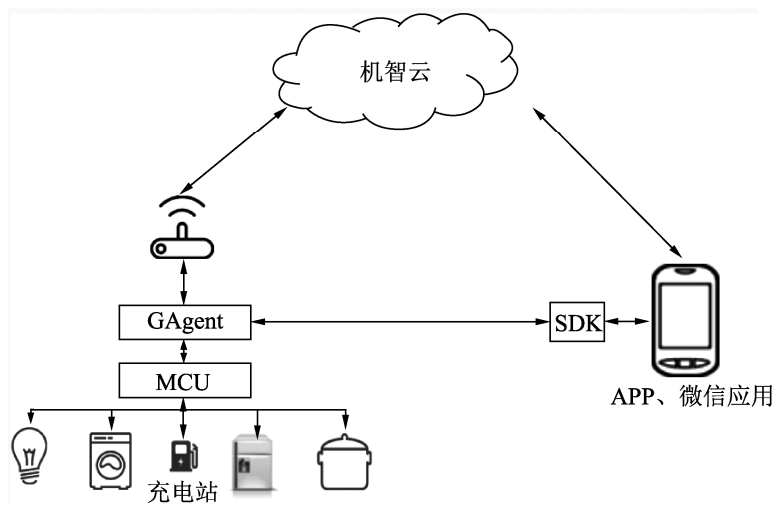


图 3.7 机智云网络结构形式

1. 机智云的平台架构

机智云官网的机智云平台架构如图 3.8 所示。

从机智云的平台架构图中可以看出，机智云 PaaS 平台为开发者提供了设备接入、手机应用和企业应用的开发平台。下面我们就从这三个方面介绍机智云智能硬件开发平台的开发过程。

2. 设备接入开发

用户只需要在机智云官网上利用自动代码生成工具，通过图表的形式选择对应的硬件平台，可以自动生成一套设备接入端的 SDK。SDK 中的内容包括设备与云端通信协议的解析与封包、传感器数据与通信数据的转换逻辑。开发者只需要把这套 SDK 的代码添加到自己的硬件平台上，并在指定的文件中编写硬件动作执行函数即可。

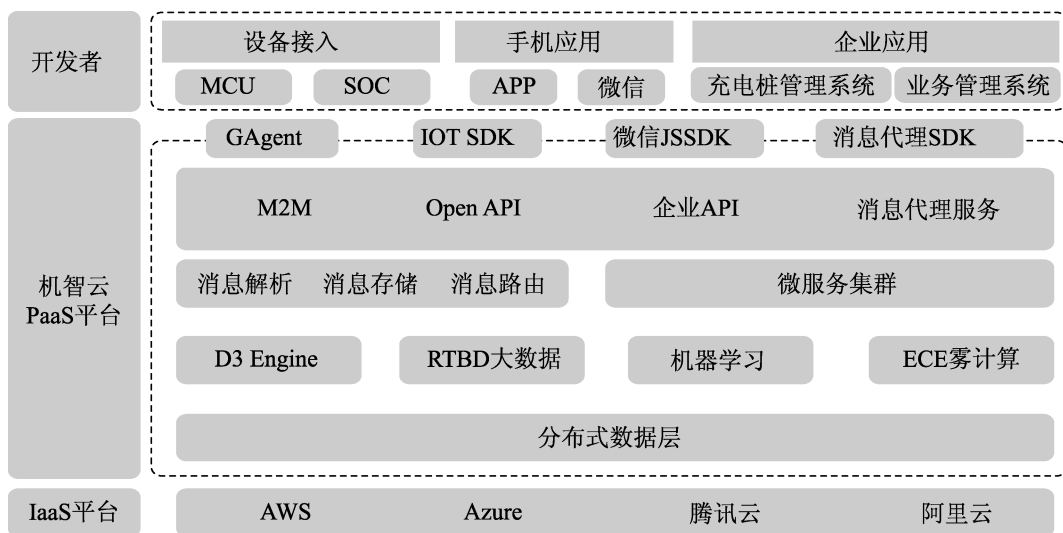


图 3.8 机智云平台架构

3. 手机应用开发

机智云提供了 3 种手机应用开发方式：集成 SDK、使用 App 开源框架和使用 App 自动生成。

机智云在集成 SDK 中已经完成了手机与云端、手机与智能硬件的通信过程，开发者只需要关注手机应用的 UI 和 UE 设计即可。

开发者也可以利用机智云提供的 App 开源框架进行手机应用的开发。为了降低智能硬件手机应用的开发门槛，机智云在 App 开源框架的基础上，推出了提供项目完整控制功能的 App 自动生成服务。开发者使用 App 自动生成服务，可以生成对应产品的 App 参考代码，然后只需要在参考代码的基础上优化 UI 和设计设备控制逻辑，就可以快速完成对应产品的收集应用。

4. 企业应用

企业应用是指企业通过获取接入机智云的设备数据来实现特定的业务管理功能。机智云提供一个 SNoti 实时设备消息传输服务，能够实时地将设备数据推送到企业的业务平台上。除此之外，机智云还提供了一个企业 API，为企业和设备管理、数据统计分析等功能，让企业更关注业务管理系统本身，降低开发成本。

企业通过机智云提供的一站式智能硬件开发平台（即 PaaS），可以方便快捷地完成设备接入端、移动设备端及企业应用的软件开发工作，节省开发环境搭建工作，集中精力完成综合业务系统，更好地服务最终消费者。

3.5 本章小结

本章的 3.1 节首先介绍了云平台的基本概念及主要特性，然后围绕云平台的概念模型展开了详细的介绍，让读者对云平台有一个整体的认识。之后介绍了 PaaS 平台的几个关键技术：虚拟化、容器和分布式存储，并对它们的实现原理进行了简单的描述。最后介绍了云平台的未来发展趋势。

3.2 和 3.3 节分别介绍了 PaaS 平台建设必不可少的弹性计算服务平台和智能监控运维平台，并对它们的实现方法进行了描述。章节的最后回归到 PaaS 平台对物联网开发的影响，并举例介绍了机智云的智能硬件开发平台。

3.6 习题

1. 什么是云平台？云平台有哪些特点？
2. 传统的虚拟化技术和容器技术的区别是什么？
3. 分布式存储是如何分类的？
4. 什么是弹性计算平台？其主要解决什么问题？
5. 什么是智能监控运维平台？主要的实现方式是什么？
6. 智能硬件开发平台给物联网带来了哪些影响？