

解密阿里云IoT物联网平台MQTT Access Server核心架构

转载

IoT物联网技术 于 2021-08-01 19:19:00 发布 867 收藏 4

文章标签：[网络](#) [物联网](#) [java](#) [编程语言](#) [分布式](#)

MQTT是基于TCP/IP协议栈构建的异步通信消息协议，是一种轻量级的发布、订阅信息传输协议。MQTT已逐渐成为IoT领域最热门的协议，也是国内外各大物联网平台最主流的传输协议，阿里云IoT物联网平台很多设备都是通过MQTT接入。本文将详细介绍MQTT协议的历史演进，以及阿里云IoT物联网平台在MQTT协议层实践中的一些关键设计及思考。

本文主要包含了以下内容：

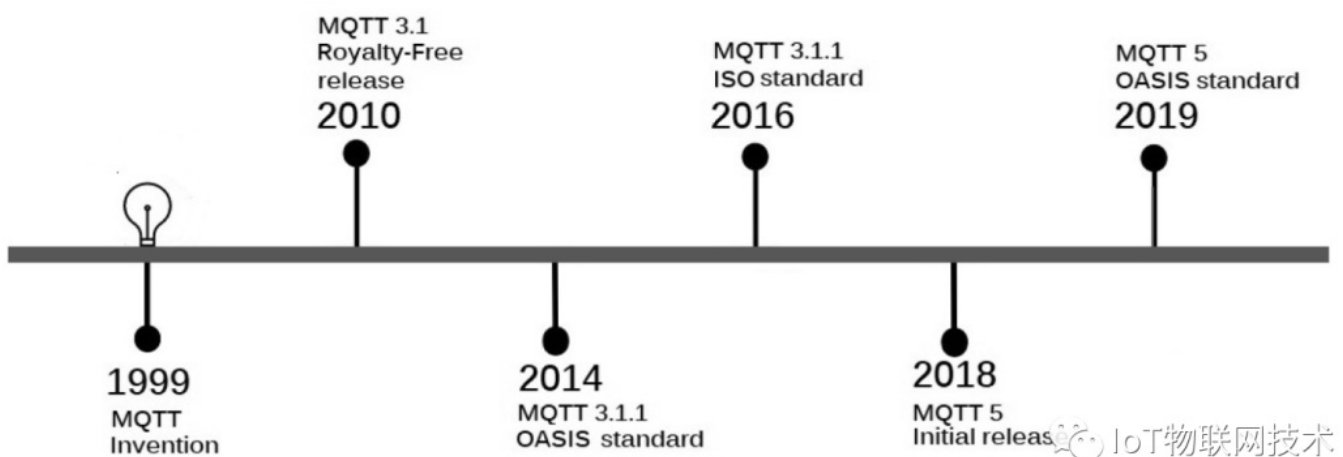
MQTT协议演进历史及协议特点，总结和分析MQTT协议族的优缺点，分析和总结了为什么相比于其他协议，MQTT适合IoT等。

阿里云IoT MQTT3和5协议在实践中的一些关键设计及思考。包括连接复用、状态一致性、扩展增值能力设计等。

一、MQTT协议

1.1 MQTT协议演进

MQTT最初由IBM于20世纪90年代发明，最初是用于石油管道的传感器与卫星之间数据传输。MQTT v3.1.1于2014.10月正式发布，与此同时v3.1.1已成为OASIS协议标准（就是3.1.1已升级为国际物联网标准）。正如HTTP为人们通过web分享信息铺平了道路一样，MQTT标准化能将几十亿低成本、IoT设备连接到网络。毫无疑问，MQTT是当前最主流、增长最迅速的IoT应用层传输协议，目前，阿里云IoT平台许多在线设备都是通过MQTT接入的。



MQTT v5.0于2018.5月正式发布，2019年3月，v5.0成为了新的OASIS标准。v5.0在v3.1.1的基础上做了较大的改变且不做向下兼容，显然是有太多的新东西要被引入，所有现有的实现要重新实现。此次通过的v5.0是自2014年的v3.1.1以来最重要的协议升级，新协议能适应近年来行业发展的新需求，同时也为未来物联网行业发展的做了协议上的准备。阿里云IoT平台从2020.12月开始支持MQTT5.0。

1.2 MQTT协议族

每一种协议都是在特定上下文、约束下得出的折中设计，从来都没有完美的协议。MQTT经过几十年的发展，针对不同场景已经演进出相对成熟的多版本协议。

MQTT v3

MQTT v3协议是为在低带宽、不可靠的网络上工作的传感器而设计的基于TCP的应用层协议，适用于IoT场景。它具有以下几项重要特性：使用发布/订阅消息模式，支持一对多的消息分发，解除设备和业务之间的耦合；报文格式设计精简，适用于小规模数据传输以及资源受限的IoT设备。固定头部是2字节，开销很小，支持QoS0、QoS1、QoS2 三种消息QoS。

MQTT3.1.1在MQTTv3基础上引入了一些新特性，主要包括：clientId优化，支持broker给设备指定clientId，增大了clientId最大长度。ack响应优化，connect ack中引入session Present标识等。

MQTTv3/v3.1.1在实际应用中存在以下不足：1) 错误码设计的不够完整，设备难以完整感知到broker的处理异常；2) 不支持设备跟broker之间的能力发现/协商，broker不能提供可选能力等。3) 协议设计的过于精简，没有预留扩展空间，无法直接在协议层做扩展，协议能力相对简陋。4) 对于一些高阶能力支持不够，例如协议层缺乏流控、优先级、报头压缩等功能。5) MQTT3是基于TCP的应用层协议，TCP固有的一些缺点也被MQTT继承了。

MQTT-SN

MQTT-SN(Sensor Networks) 是MQTT协议的传感器网络版本，最早用在zigBee无线网络中，主要面对电池供电，有限的处理器能力和存储能力的设备。只有很小的内存和CPU，TCP 对于这些设备来说非常奢侈，甚至无法允许TCP协议栈。还有一些网络，比如 zigBee，报文的长度在几百字节以下，无法承载太大的数据包。

MQTT-SN有主要特点：1) MQTT-SN支持运行在链路层、IP、UDP之上。2) QOS增加了-1级别，只用于传输，尽力而为，无保证。3) 更丰富且开销更低的Topic类型。4) .网络架构增加了SN网关。

MQTT v5

MQTT 5.0在协议层提供了更大的自定义扩展空间，平台基于扩展点可支持更丰富的协议能力。v3.1版本中，只能通过overlay方式，在业务层提供扩展能力。MQTT5.0 主要设计目标是提高错误反馈能力、增加可扩展能力、提高系统的伸缩性、优化资源受限和小客户端接入、常见范式下沉至协议层等。目前主流MQTT Broker开源社区基本已经支持v5.0，并且开源SDK也已经初步支持v5.0，与此同时，国内IoT云厂商还没有支持v5.0，但未来已来。

二、MQTT协议层实践

2.1 MQTT应用架构

主要分为6大模块：

基础接入模块：包括多版本协议编解码、多协议端口复用、会话管理、心跳检测、连接管理等。

协议扩展模块：包括基于自定义协议扩展，实现的一系列扩展功能，包括通道解压缩、低功耗免ping等。

增值消息服务：包括Rrpc、广播、时钟同步、脚本前置解析等。

业务埋点模块：设备行为统计、在线时长聚合、网络延时诊断等。

安全防御模块：包括黑名单机制、入口流控等。

高可用模块：包括流量分组调度、容灾降级等。

运维管控模块：主要包括流量分组调度、限流管理、连接诊断

2.2 协议层设计挑战

设备状态一致性策略设计，包括session管理机制、心跳检测机制、异地登陆问题、状态最终一致性策略。

在MQTT发布/订阅异步分发模型上，如何满足多样的业务场景。例如同步调用、广播等。

如何同时满足不同场景下设备对MQTT接入需求，单应用上如何同时支持两个版本MQTT协议

MQTTv3协议过于精简，业务从MQTT3切换到v5的过渡时间，如何扩展协议层能力，提高客户接入体验。

2.3 MQTT关键策略设计

设备在线状态

协议层本地有session管理器来对本地会话进行管理，通过心跳检测、会话自检来保证跟设备之间的连接状态一致性，当前平台单设备不支持同时同设备多端登陆，基于分布式会话，协议层通过分布式会话识别异地登陆，将异常连接踢下线。

设备状态一致性策略：设备到MQTT协议接入层之间是tcp长连接，通过心跳机制保证心跳周期内设备状态的最终一致性。同时通过分布式会话版本号，保证分布式会话并发更新安全，通过上行消息/心跳定时触发会话自检机制，解决异常情况下本地/分布式会话状态不一致的问题。

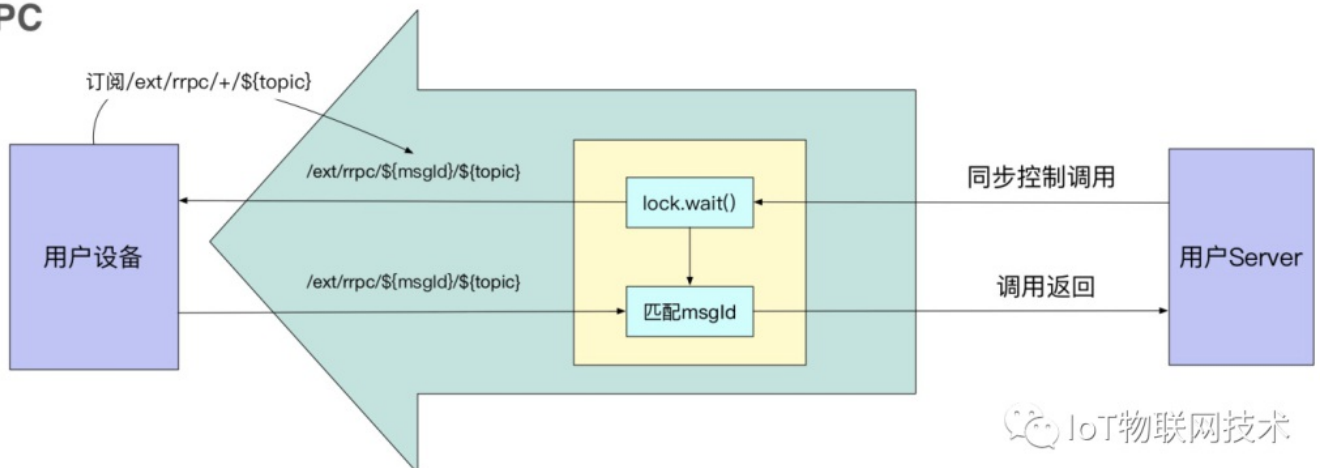
消息推送模式

MQTT协议是基于PUB/SUB的异步通信模式，针对单设备纬度实现基础的发布/订阅推送外，还支持了复杂的消息推送方式：RRpc和在线广播。

在传统的基于PUB/SUB通信模式的中间件中，消息的Producer/Consumer只负责生产和消费，彼此之间不会直接通讯。而在某些业务场景不仅仅是将消息投递至订阅方，订阅方收到消息后可能还会执行一些操作并返回结果，PUB/SUB模式下实现这种请求/响应模式会非常繁琐，在MQTT中通信双方需要事先协商请求和响应topic。

针对这一痛点，协议层在发布订阅模式之上构建了一套Rpc通讯模式，解决开发者痛点。Rrpc模式允许Producer发出消息后，以同步形式等待Consumer消费这条消息并返回响应，达到类似Rpc的调用效果。Rrpc模式使得MQTT应用具备了同步调用的能力，扩展了使用场景，使其具备更多的可能性

RRPC



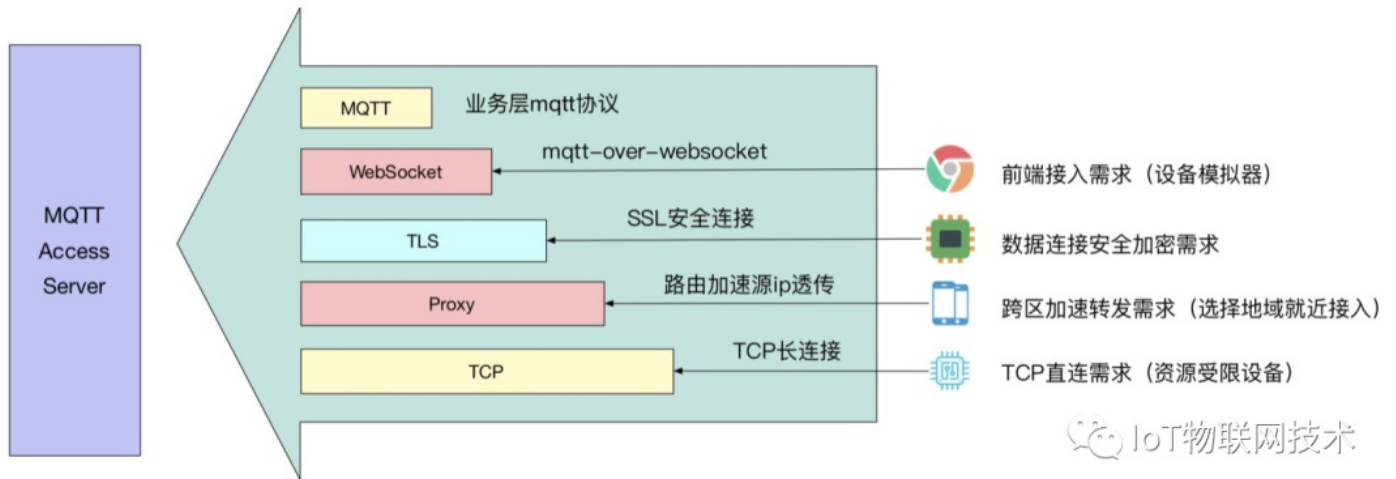
通过topic中包含的msgId匹配请求与响应，对业务数据零侵入

msgId的生成与匹配、超时控制等逻辑，调用方无感知

简化了业务方调用逻辑，扩展了MQTT使用场景。

多种接入方式

MQTT协议层针对不同场景支持多种MQTT接入方式，同时支持tcp直连、tls、ws、wss等方式接入，用于满足不同场景接入需求。为了实现更好的网络穿透性，协议层实现了多协议端口复用，也就是一个端口同时支持多种协议。



边解析边判断，处理效率高；

节约常用端口，实现更好的网络穿透性

内部能力扩展对设备侧无感知

针对MQTT协议5和3，通过协议解析也实现了同时兼容。

自定义协议扩展

MQTTv3在实际应用中存在一些缺点，而MQTTv5生态的繁荣推广还需要很长时间的推进，在MQTT3到5的过渡时间，我们在v3.1.1基础上通过overlay的方式，提供了扩展套件来解决客户痛点，丰富接入增值能力，提高接入体验。思路：没有什么问题不是封一层解决不了的，如果有那就再封一层

通过在建连clientId中扩展ext参数，实现端云之间能力协商

通过扩展消息topic格式，实现支持自定义属性

定义一套ext异常推送topic规范

三、展望未来

当前阿里云IoT平台协议层已支持了MQTT主流协议，并支持了多种协议接入方式，但还存在一些会进一步优化的地方：1) 更丰富的消息质量模型，例如支持QoS2，支持消息优先级等；2) 完善低功耗领域的网关侧支持，可以跟SDK/边缘网关合作，支持MQTT-SN协议等



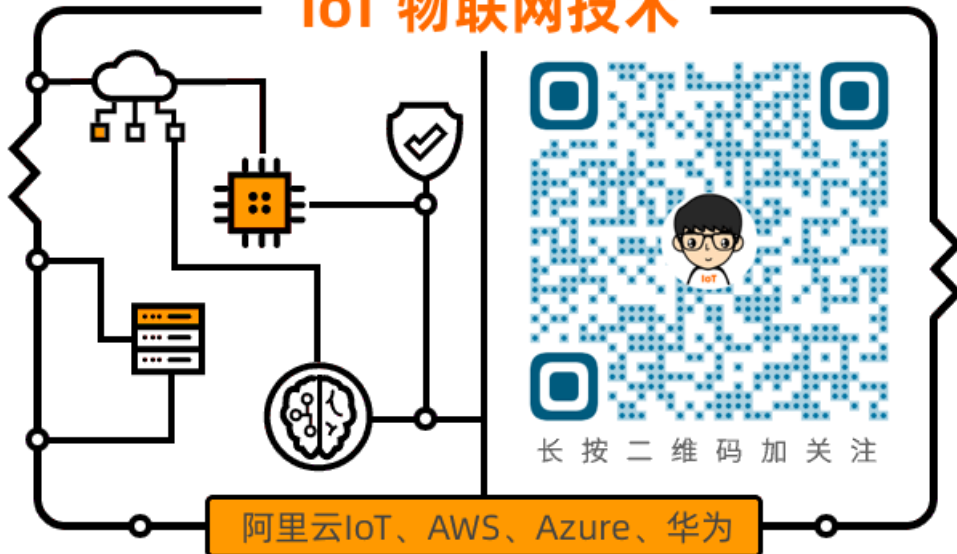
钉钉群

扫码免费参加AIoT训练营

往期推荐

- 1、HarmonyOS 到底是不是Android套壳？
- 2、5G将是一个彻底失败的通信技术吗？
- 3、AWS IoT 物联网平台 MQTT 通讯模式
- 4、IoT平台如何实现 100万/秒消息广播？
- 5、无GPS模块，IoT设备如何定位？
- 6、IoT物联网 4 本好书推荐

IoT 物联网技术



阿里云IoT、AWS、Azure、华为

长按二维码加关注