

NB-IoT 设备接入 oneM2M 平台控制方案的研究

郑铖, 李永华

(北京邮电大学信息与通信工程学院, 北京 100876)

摘要: 随着物联网技术的不断演进以及物联网标准的不断兴起, 物联网行业正朝着新时代迈进。oneM2M 作为一个重量级物联网协议, 志在成为物联网的标准协议。从协议提出到发展至今, oneM2M 协议在互联互通上作出了大量的标准制定。而 NB-IoT 是近几年热度很高的专用于物联网连接的新兴通信技术。本文主要解决的是将基于 NB-IoT 通信技术的设备连入至 oneM2M 开源平台。研究并设计 NB-IoT 通信协议与 oneM2M 协议的协议转换, 并将 NB-IoT 设备数据传至 oneM2M 平台中以资源树形式展现于前端页面上。此外, NB-IoT 协议与 oneM2M 协议的互联互通的方案实现具有可复用性, 为之后各种物联网协议的互联互通提供设计思路。

关键词: 物联网; oneM2M; NB-IoT; 协议转换; 资源; 互联互通

中图分类号: TN915.04

Research of NB-IoT device access oneM2M platform control scheme

ZHENG Cheng, LI Yonghua

(School of Information and Telecommunication Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876)

Abstract: With the continuous evolution of Internet of things technology and the rise of IoT standards, the Internet of things industry is marching toward a new era. As a heavyweight Internet of things protocol, oneM2M aims to become the standard protocol of Internet of things. From the proposal to the development till now, the oneM2M protocol makes a lot of standard-setting on connectivity. And NB-IoT is a hot emerging communication technology dedicated to Internet of things connection in recent years. The main purpose of this article is to connect devices based on NB-IoT communication technology to the oneM2M open source platform. The protocol transformation between NB-IoT communication protocol and oneM2M protocol is studied and designed, and NB-IoT device data is transmitted to the oneM2M platform and displayed on the front-end page in the form of resource tree. In addition, the connectivity scheme of NB-IoT protocol and oneM2M protocol is reusable, providing design ideas for the connectivity of various Internet of things protocols in the future.

Keywords: Internet of things; oneM2M; NB-IoT; protocol conversion; resource; connectivity

0 引言

物联网自从概念被提出之后, 就一直是科技发展的热点方向。物联网^[1]作为互联网的延伸, 得益于互联网技术的高速发展, 在近几年各种物联网设备层出不穷, 物联网技术也日益更迭。而物联网设备能成功接入互联网, 依靠的是各种物联网协议的制定。物联网协议发展至今, 已有多个较为成熟的协议投入或正准备投入生产生活, 包括 AllJoyn, OCF, oneM2M^[2]等等。而在这些协议^[3]中, 目前 oneM2M 协议算是较为重量级的一个协议。oneM2M 是由欧

作者简介: 郑铖 (1994-), 男, 硕士在读, 物联网

通信联系人: 李永华 (1971-), 男, 副教授、硕导, 物联网. E-mail: liyonghua@bupt.edu.cn

洲电信标准化协会（ETSI）牵头，联络美国和中日韩等通信标准化组织所成立的一个物联网领域国际标准化组织。该组织目前已输出多版 oneM2M 标准协议^[4]，该协议对于 oneM2M 中包括架构、业务、通信、安全等各个方面都有详细的说明与规定。

oneM2M 协议指定了在 oneM2M 架构中的通信流程，但没有具体指定两个 oneM2M 节点之间的数据通信是通过有线，还是无线（例如 WiFi，蜂窝数据网络等）的方式，而 NB-IoT 则是一个解决物联网通信的重要方式。NB-IoT^[5]即窄带物联网，构建于蜂窝网络，只需消耗大约 180KHz 的带宽，即可实现物联网设备之间的数据交互。众所周知，物联网设备中存在着大量的传感器设备、单芯片设备等。这些设备本身功耗较低^[6]，除了要求网络连接的高效外，往往要求使用时间长、待机时间长等，而传统的 WiFi，蜂窝网络等可能无法达到它们的低功耗的要求，而这即是 NB-IoT 所能解决的问题。NB-IoT 自出现以来，短短几年发展十分迅速，国内例如华为，中国电信等厂商已经推出各自的 NB-IoT 定制化产品，并已经试投入实际使用。本文主要实现工作是将关于搭载 NB-IoT 芯片的传感器应用接入至 oneM2M 开源平台的方案设计与实现。

本文在第一节简单介绍了 oneM2M 和 NB-IoT 的概况。第二节对于 NB-IoT 与 oneM2M 协议交互进行理论分析。第三节对于 NB-IoT 设备接入 oneM2M 开源平台的方案进行设计与实现。第四节对于本方案的优点进行分析，并且对未来改进进行规划。

1 oneM2M 与 NB-IoT 简介

1.1 oneM2M 标准简介

oneM2M^[7]是欧洲电信标准化协会（ETSI）联络美国和中日韩各通信标准化组织（共 7 家），提议参照 3GPPs 的模式，成立物联网领域国际标准化组织，同时邀请垂直行业加入，共同开展物联网业务层国际标准的制定。oneM2M 是由感兴趣的标准化组织自愿发起的伙伴组织，非独立的法律实体，输出成果为技术规范或技术报告，其商标及输出成果的版权由其组织伙伴（第一类伙伴）共享，性质与 3GPPs 类似。目前其规范文档已经部分更新至 Draft Release4，而且仍在不断更新中。相较于早期的 Release1，目前的文档已经对 OneM2M 框架^[8]的完整性与功能性方面作出了较大的改善，但是基础框架仍没有太大变化。总体来说，oneM2M 是基于 REST 规范的应用层协议，与当前互联网时代十分流行的 RESTful api 所契合，可以说 oneM2M 不止考虑了物联网的互联互通方面^[9]，也考虑了如何更好地与当前的互联网新技术所整合^[10]。

oneM2M 以资源为核心，所有的操作都是围绕着资源的各种表述层所展开的。目前有一些开源框架对于 oneM2M 进行落地实现。本文在 oneM2M 中所做的工作是基于 oneM2M 开源框架展开的。该开源框架的总体架构图如图 1 所示：

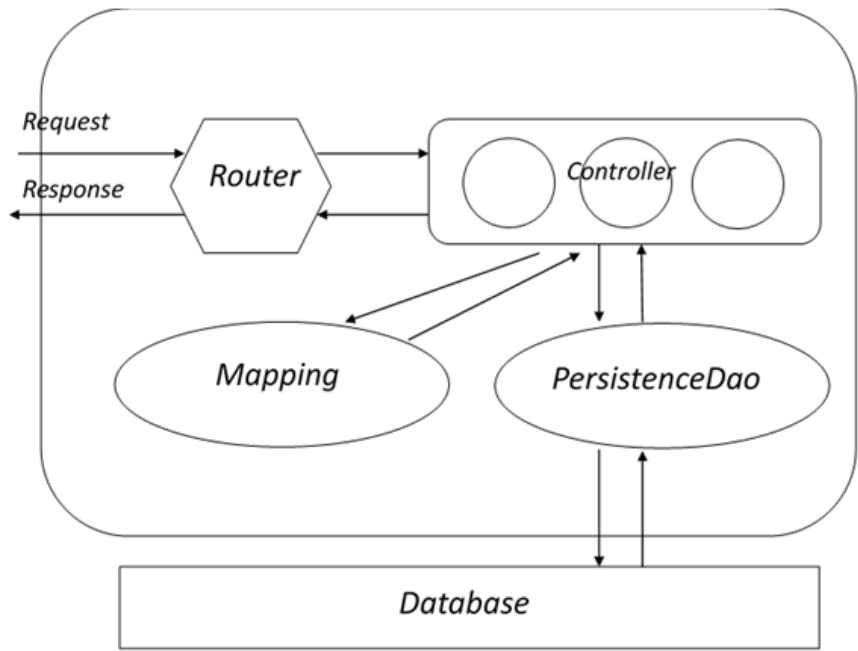


图 1 oneM2M 软件架构

Fig. 1 oneM2M software architecture

本文中采用的 oneM2M 框架是基于 HTTP 协议，该架构核心部分是 Router，到来的请求通过 Router 路由到不同的 Controller，并由各个 Controller 完成请求中的具体的 oneM2M 操作，对于资源的操作则会持久化至 DB 中。操作完毕后将结果返回，完成一次完整的 oneM2M 操作交互。

1.2 NB-IoT 简介

NB-IoT (Narrow Band IoT) 即窄带物联网协议，是由华为、高通以及爱立信等多家公司联合提出的针对物联网的端到端数据连接解决方案。传统物联网的无线通信技术很多，大体分为两大类：第一类是 Zigbee、蓝牙、WiFi 等短距离通信技术；第二类则是广域网通信技术，包含工作在未授权频谱的 LoRa 等技术，以及工作在授权频谱下的，基于蜂窝通信技术的 NB-IoT 等技术。NB-IoT 支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接，也支持待机时间长、对网络连接要求较高设备的高质量连接，出于其低功耗的特性能大大增加设备的电池寿命。目前，华为与中国电信正在共同推出适用于 NB-IoT 设备的数据管理云平台，旨在大力推广 NB-IoT 技术的发展，而本文随后的工作也是借助于这个数据管理云平台进行了一次数据转换与转发的工作。

2 NB-IoT 与 oneM2M 协议交互理论研究与分析

NB-IoT 协议更倾向于是一个数据传输协议，对于其信道编码部分以及底层数据如何编码传输部分等偏向于传输层的协议部分本文不作深入研究。由于 oneM2M 协议是应用层协议，所以本文对于使用了 NB-IoT 芯片进行数据传输的 NB-IoT 设备的应用层协议进行研究。

NB-IoT 设备传输层采用了 UDP 协议，不同于 oneM2M 一般采用的 TCP 协议。oneM2M 应用层协议其实对于传输层协议无论是 TCP 还是 UDP 都做好了支持的工作，目前文档中 oneM2M 本身支持多种协议，包括 HTTP (基于 TCP)，CoAP (基于 UDP)，MQTT (基于 TCP) 等。那么对于上层的开发人员来说，NB-IoT 设备传输数据时使用了 CoAP 协议。

CoAP 协议是受限制的应用协议，其对比 HTTP 协议而言，首先不需要 TCP 连接，其次其协议的报文头与报文结构比起 HTTP 来说精简很多，比较适用于物联网中大多数资源受限制的设备。

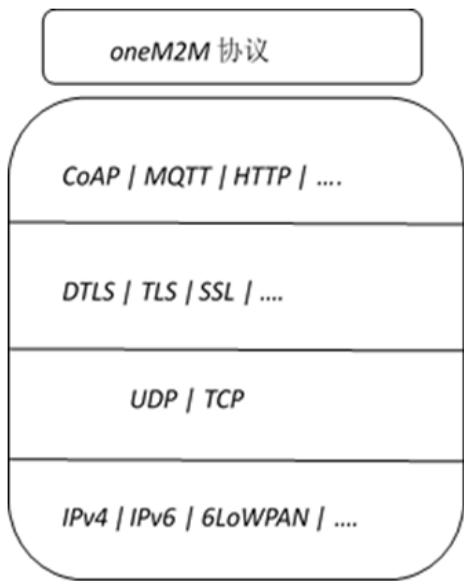


图 2 协议层次结构

Fig. 2 protocol hierarchy

CoAP 协议、HTTP 协议、UDP 协议、TCP 协议以及 oneM2M 协议等层次关系如图 2 所示。由此可见，oneM2M 协议是位于应用层协议中的上层的协议，而 NB-IoT 目前采用的协议仅是应用层协议。所以对于将 NB-IoT 设备接入至 oneM2M 框架中，目前从理论上来看，有以下几种方案可以采用：

方案一：oneM2M 协议本身支持 CoAP 协议作为其消息载体，那么可以将 NB-IoT 设备看作为一个非 oneM2M 设备，通过 IPE，也就是 interworking proxy entity 来实现非 oneM2M 协议与 oneM2M 协议之间的转换，具体来说也就是在 CoAP 协议中再封装一层 oneM2M 协议报文，来实现 NB-IoT 设备接入 oneM2M 平台的功能。不过这个方法有一个明显的缺陷，就是 oneM2M 协议并未整合 CDP server。因为 NB-IoT 设备运行 UDP 协议之上，其面向非连接的特性会造成接收端接收数据时丢包以及重复等问题，需要 CDP server 来接收整合数据。目前国内有华为与中国电信平台共同推出的 NB-IoT 数据收发管理平台，该平台整合了华为所开发的 CDP server，能够保证 NB-IoT 设备的收发数据的完整性与可靠性。因此方案一虽然从理论上来说是可能的，但是实际落地实现时并不会采用这个方案。

方案二：oneM2M 协议一般更多地还是会使用 HTTP 协议作为消息载体协议，因为目前 oneM2M 仍未进入大规模商用阶段，因此在实验环境下还是 HTTP 使用的更多。方案一中所提到的 NB-IoT 数据收发管理平台，它可以负责收发 NB-IoT 设备的数据，并作为一个消息队列，可存储消息以及支持客户端采用消息的下拉方式或消息的推送方式来获取数据。从 NB-IoT 设备至 NB-IoT 数据收发管理平台之间采用的是 UDP 的方式，但是数据到达平台后，再向外提供时将会采用基于 TCP 的 HTTP 协议，而 HTTP 协议也正是 oneM2M 协议常用的消息载体协议，因此该方案通过从平台下拉数据后经由 interworking proxy entity(IPE)进行协议转换后，将 NB-IoT 设备接入 oneM2M 平台的方式是可行的，而且落地实现可行度也较高。

方案三：以上两种方案都是将 NB-IoT 设备作为非 oneM2M 设备，也可以将 NB-IoT 设备与树莓派等运行了 oneM2M 协议的设备进行绑定，共同成为 oneM2M 协议中 ASN 节点，

而 ASN 节点与 IN 节点或 MN 节点之间的消息交互采用 CoAP 协议。这种方案受限于目前 NB-IoT 的芯片，目前 NB-IoT 芯片自身会搭载一个小型 MCU，该 MCU 无法运行 oneM2M 协议，而且 MCU 自身想要与树莓派等小型 CPU 相结合需要做大量的工作，除了软件设计外还会涉及到硬件改造，因而难度较大。

通过上述三种方案分析，本文后续的研究实现都基于第二种方案进行。该方案落地实现较为直观，也比较易于进行。

3 NB-IoT 设备接入 oneM2M 平台方案的设计与实现

由 2 节中对于 NB-IoT 与 oneM2M 协议交互理论的研究以及对于其落地实现的三种方法进行探讨，其第二种方法，也即 NB-IoT 设备经过 CDP Server 转发后再接入 oneM2M 平台的方法比较适合落地实现。因此，本节对于该方法的落地实现进行设计并进行完整的实现说明。

3.1 NB-IoT 设备接入 oneM2M 平台方案的设计

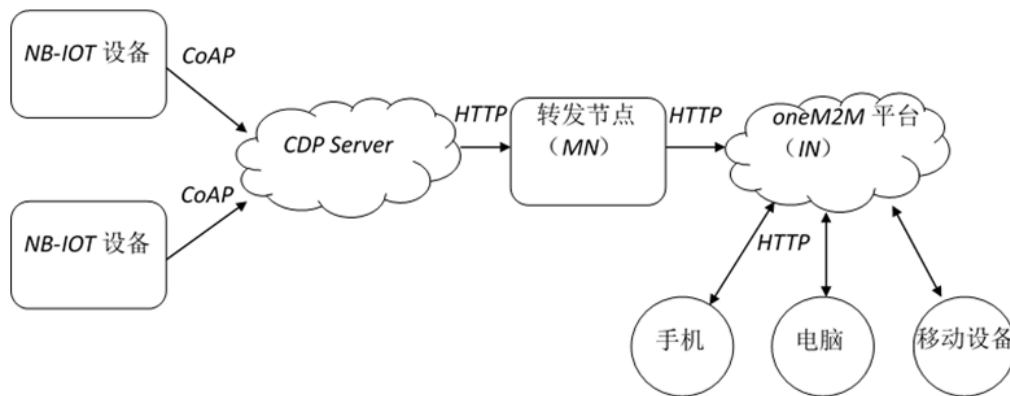


图 3 NB-IoT 设备接入 oneM2M 平台方案架构

Fig. 3 NB-IoT device access oneM2M platform solution architecture

图 3 为对于 NB-IoT 设备接入 oneM2M 平台的设计架构图。对于该架构图中的每个节点都进行完整说明：

①NB-IoT 设备：这是搭载了 NB 芯片的一套设备，该设备包含了数个传感器，例如温度传感器，湿度传感器等。而 NB 芯片本身包含一个微型 CPU，可供接收指定管脚的传感器的数据，并将该数据通过 UDP 协议，应用层采用 CoAP 协议传送至目标 ip。架构中是将 NB-IoT 设备数据传送至 CDP Server 中等待转发。

②CDP Server：这是用于接收 NB-IoT 设备数据包，并将其存放于平台数据库中。而对于采用 UDP 协议进行传输的数据包，丢包率往往会比较高，需要使用 CDP Server 来进行接收整合。这里中国电信联合华为搭建了一个 NB-IoT 数据平台，平台后端即为一个 CDP Server。该数据平台专门用于与 NB-IoT 设备进行数据交互。除了获取数据外，还能保存数据，并提供使用者两种获取平台上数据的方式：push 与 pull。push 方式即由使用者发起订阅，等待平台获取到新 NB-IoT 设备数据时会主动以消息的形式推送至订阅者；pull 方式即由使用者根据自身需求，主动去平台上下拉数据。两种方式各有优劣，但是考虑到转发节点未来规模的扩大，以及整个框架的弹性设计，采用 pull 方式根据转发节点自身需求去主动下拉平台数据会更合理一点。因为若采用 push 方式，平台方面难以确定各个转发节点的负载

情况,只会接收到消息并以一定的时间间隔推送至转发节点上,若该转发节点消息负荷过大,新到达的消息会丢失,并且转发节点自身也会随着负荷过大而崩溃,而 pull 方式则能根据转发节点自身需求来拉取消息,有益于整个框架的稳定性。

该平台接收NB-IoT设备数据并保存于服务器中,使用者去拉取消息时采用的均为HTTP协议,可以说,该平台完成了一次UDP协议与TCP协议之间的转换。

③转发节点 MN: 在NB-IoT设备接入 oneM2M 平台的过程中,NB 协议已经通过 CDP Server 完成了解析工作,接下来只是经由 HTTP 协议作为通信载体,因此在此应用场景下,无需使用 IPE,只需要经过一个转发节点来封装 oneM2M 协议即可。而这个转发节点在 oneM2M 架构中即为 MN。该 MN 负责根据自身需求,从 CDP Server 中拉取设备数据,将其设备数据封装至 oneM2M 协议中,采用 oneM2M CREATE 操作将设备数据以创建一个 <ContentInstance>资源的形式保存至 oneM2M 平台上。

④oneM2M 平台 IN: 这是具体保存资源以及对外展现资源的平台。在 oneM2M 协议中作为 IN,是 oneM2M 架构中的服务提供者,负责资源的保存以及主要服务逻辑。它接收来自 MN 的 oneM2M CREATE 请求,在平台中创建对应的资源。它也接收来自客户端(手机、电脑、移动设备)等的 oneM2M RETRIVE 请求,搜索资源并按照客户端所需要的形式将资源返回给客户端。平台对外有一个前端页面,可以通过该前端页面来对平台进行一系列操作。

由于 oneM2M 是一个以资源为核心的协议,NB-IoT 设备也需要在 oneM2M 中抽象成对应的资源形式,而具体是以资源树的形式,如图 4:

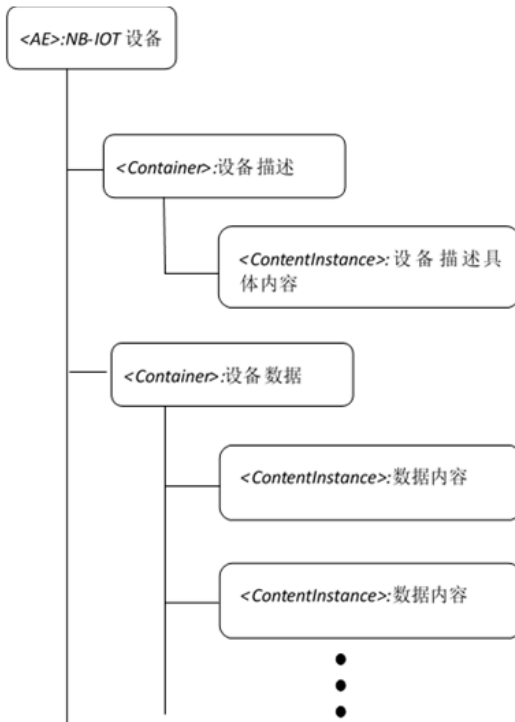


图 4 NB-IoT 设备资源树
Fig. 4 NB-IoT device resource tree

该资源树不包含<AE>的父资源,同时也省略了不属于本节所设计的其他 oneM2M 平台会自动生成的资源,仅将本节设计的资源树结构展示出来。通过设备描述的<ContentInstance>资源,可以直接获取到最新的设备数据内容资源,这样也可以实现对实时数据的实时展示的需求。

通过对整个 NB-IoT 设备接入 oneM2M 云平台的架构中,从 NB 协议至 oneM2M 协议的两次中间协议转换的设计,以及对于 NB-IoT 设备与 oneM2M 资源之间的相互映射的设计,整个架构流程十分清晰,下面将会具体说明这个架构的实现过程。

3.2 NB-IoT 设备接入 oneM2M 平台方案的实现

对于方案实现部分,针对设计的架构图,对架构中的每一部分进行具体实现,大致可为三个步骤: NB-IoT 设备接入 CDP Server, CDP Server 经由中间节点协议转换并转发至 IN, IN 中设备的抽象资源创建。

- 这三部分中最关键的是中转节点的实现,它负责以下工作:
- ①通过 pull 方式从云平台主动下拉数据,并将其从 HTTP 数据包中解析出来。
 - ②将数据封装至 oneM2M 对应的原语中。
 - ③把封装好的 oneM2M 原语封装至 HTTP 协议中并发至 IN 节点。
- 这里所做的工作即为一次协议转换所需要的步骤。在具体实现中,采用了 Java 开发,中转节点即为一个 Java application。

最终可在运行着 oneM2M 的本机上的前端页面看到连通成果,如图 5:



图 5 NB-IoT 设备资源树成果展示

Fig. 5 NB-IoT device resource tree results

NB-IoT 设备将数据同步至 oneM2M 平台的整个过程在正常的网络环境下,中转节点以及 oneM2M 平台运行在一台主频为 2.5GHz,内存为 8G 的电脑上,取平均 1000 次操作的耗时,得到的结果如表 1:

表 1 架构各部分耗时

Tab. 1 Time consumption of each part of the architecture

工作流程	oneM2M 系统耗时 /(ms)	中转节点耗时/(ms)	CDP Server 耗时 /(ms)
设备数据上传	-	-	23
中转节点转发	-	15	-
数据同步	48	-	-

4 结论

本文对于 oneM2M 以及 NB-IoT 这两种目前主流的物联网协议进行了深入研究,从协议抽象的角度设计并实现了两个协议之间的互联互通,并在目前已经落地的 oneM2M 开源框架上设计 NB-IoT 设备对应的资源树,完成一整套异构设备平台方案的设计实现。从方案最终的测试耗时来看,架构本身的性能瓶颈还是在 oneM2M 平台中的对资源操作,耗时较大。同时由于 NB-IoT 设备传输至 CDP Server 的过程中若网络情况不佳,UDP 的数据不可靠的缺点将会被放大,这部分也会是实际生产环境中可能遇到的一个性能瓶颈。但是就本文所要实现的连通性的测试而言,这些耗时都是可以接受的。

目前的物联网协议大都是基于 REST 风格的。这种以资源为核心,面向资源的协议风格对于开发者而言是比较友好的。协议自身具有的抽象体系可以使得各个协议之间的交互变得具有层次感。而这种统一的风格趋势,能加速各种物联网协议的发展。

就本文的方案架构而言,有以下几点优势:

①借助中间协议进行转换,对于源协议以及目标协议无侵入。

②中间节点采用 pull 数据模型,最大可能减少中间节点的负载压力,可根据节点自身的能力来下拉数据进行处理。

③方案本身具有高可复用性,中间协议转换的思想和减少部分节点负载的方案在 oneM2M 与其他的物联网协议转换中都可以采用。只需在中转节点做少量变更,并且加入其他协议的协议栈便可以支持新的协议转换。

对于该架构,未来可开展的工作如下:

①丰富中间节点的协议栈,能做到智能识别协议并转换。同时优化中间节点的架构,以适应未来的高并发需求。

②对于 oneM2M 原生平台,针对其目前存在的性能瓶颈进行优化,为之后应用于生产环境下做好基础。

[参考文献] (References)

- [1] Sachchidanand Singh, Nirmala Singh. Internet of Things (IoT): Security challenges, business opportunities & reference architecture for E-commerce[A]. 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)[C]. India: IEEE, 2015. 1577-1581.
- [2] Cengiz Gezer, Erhan Taşkın. An overview of oneM2M standard[A]. 2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)[C]. Turkey: IEEE, 2016. 1705-1708.
- [3] Jun Hwan Huh, Dong Hyun Kim, Jong Deok Kim. oneM2M : Extension of protocol binding: Reuse of binding protocol's legacy services[A]. 2016 International Conference on Information Networking (ICOIN)[C]. Malaysia: IEEE, 2016. 363-365.
- [4] oneM2M, TS-0001 Functional Architecture Release 2[S].
- [5] Samuele Foni, Tommaso Pecorella, Romano Fantacci, Camillo Carlini, Pietro Obino, Maria-Gabriella Di Benedetto. Evaluation methodologies for the NB-IOT system: Issues and ongoing efforts[C]. Italy: IEEE, 2017. 1-6.
- [6] Sung-Min Oh, Kwang-Ryul Jung, MyungSan Bae, Jaesheung Shin. Performance analysis for the battery consumption of the 3GPP NB-IoT device[A]. 2017 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)[C]. South Korea: IEEE, 2017. 981-983.
- [7] Chia-Wei Wu, Fuchun Joseph Lin, Chia-Hong Wang, Norman Chang. OneM2M-based IoT protocol integration[A]. 2017 IEEE Conference on Standards for Communications and Networking (CSCN)[C]. Finland: IEEE, 2017. 252-257.

250

[8] oneM2M, TS-0004 Service Layer Core Protocol Release 2[S].

[9] Jorg Swetina, Guang Lu, Philip Jacobs, Francois Ennesser, Jaeseung Song. Toward a standardized common M2M service layer platform: Introduction to oneM2M[J]. IEEE Wireless Communications, 2014, 21(3); 20-26.

[10] Mahdi Ben Alaya, Samir Medjah, Thierry Monteil, Khalil Drira. Toward semantic interoperability in oneM2M architecture[J]. IEEE Communications Magazine, 2015, 53(12): 35-41.