

基于 CoAP 的智能燃气数据管理系统^①

孙建伟¹, 邹慧丽^{1,2}, 于碧辉¹

¹(中国科学院 沈阳计算技术研究所, 沈阳 110168)

²(中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 在近年来物联网技术快速发展, 如何将智能物联网设备数据与企业信息系统集成是物联网技术的核心. 本文首先介绍了企业信息系统 SOA 架构与底层传感器网络集成已有的两种方案, 然后提出了一种回避两种已有方案缺点的混合方案, 并依据燃气公司远程抄表的实际背景实现该方案, 即实现了一种基于 CoAP 的智能燃气数据管理系统. 实验结果表明, 该设计方案是可行的, 具有扩展性强, 传输效率高等特点.

关键词: CoAP; SOA; 网关; 传感器; 物联网

引用格式: 孙建伟, 邹慧丽, 于碧辉. 基于 CoAP 的智能燃气数据管理系统. 计算机系统应用, 2018, 27(8): 103-107. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/6470.html>

Intelligent Gas Data Management System Based on CoAP

SUN Jian-Wei¹, ZOU Hui-Li^{1,2}, YU Bi-Hui¹

¹(Shenyang Institute of Computer Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110168, China)

²(University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: In recent years, the technology of the Internet of Things has developed rapidly. How to integrate the data of the intelligent Internet of Things with the enterprise information system is the core technology of the Internet of Things. In this paper, we analyze the two existing schemes of SOA architecture, the integration of enterprise information system and the underlying sensor network, and propose a hybrid scheme to avoid the shortcomings of the existing schemes. According to the actual background of Gas Co.'s remote meter reading, an intelligent gas data management system based on CoAP is realized. The results show that the design scheme is feasible. This scheme has the characteristics of strong expansibility and high transmission efficiency.

Key words: CoAP; SOA; gateway; sensors; Internet of Things

物联网 (Internet of things) 顾名思义就是把实物与互联网连接在一起进行信息交换和通信, 物联网的应用目标就是把 IT 技术充分运用到各行各业中, 实现任何时间、任何人、任何地点、任何事物充分互联^[1,2].

在农业生产, 工业物联网等方面传统的原位采样和测试方法会带来数据滞后和误差等后果^[3].

对于燃气公司将远程采集的燃气表数据和数据信息管理功能集成到燃气公司原有的计费管理系统中, 实现远程抄表的智能性, 将成为燃气公司的重要发展

方向. 本文以燃气公司远程抄表的背景, 设计了一种基于 CoAP 架构的智能燃气表数据管理系统, 并集成数据处理模块, 用户通过使用浏览器实现对设备数据的远程查看、存储, 同时对物联网智能设备的运行状况进行在线管理和智能控制.

本文首先介绍了 CoAP 协议和 SOA 框架, 然后介绍了两种现有的信息系统和采集设备的集成方案, 然后提出了一种基于 CoAP 协议的嵌入式 RESTful Web Service 集成方案, 最后并合了实验室的智能燃气表数

① 收稿时间: 2017-12-12; 修改时间: 2018-01-04; 采用时间: 2018-01-08; csa 在线出版时间: 2018-07-28

据管理系统项目,验证和对比了该方案的可行性和优越性。

1 技术背景

1.1 CoAP 协议简介

HTTP 协议是一个典型的符合 REST 准则的协议。在资源受限的传感器网络中,HTTP 过于复杂,开销过大,因此也需要设计一种符合 REST 准则的协议,这就是 CoRE 工作组制订的 CoAP 协议^[4,5]。CoAP^[6]协议 (Constrained Application Protocol) 是资源受限的设备的互联网应用层协议。

CoAP 协议请求和响应的语法通过消息承载^[7,8]。同时 CoAP 协议提供观察者机制,CoAP 服务器负责资源的发布,CoAP 客户端对自身感兴趣的资源发起订阅,CoAP 服务器通过响应返回资源的当前状态。

1.2 SOA 架构简介

SOA 是一种松散耦合的软件体系结构,在这种体系结构中,由各自独立可重用的服务去构成系统功能。基于 SOA 架构的 Web Service 目前广泛运用于企业信息系统的设计中^[9,10]。

2 基于 CoAP 协议的嵌入式 REST Web Services 集成方案的研究

2.1 现有方案的介绍

目前,将 SOA 架构企业信息系统与底层传感器网络集成的方法主要有两种。(1)通过网关代理介入信息系统;(2)在底层传感器设备中嵌入 Web Service 系统。这两种方案架构如图 1 所示。

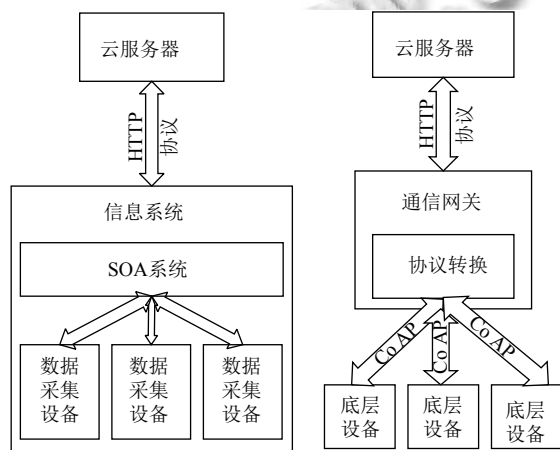


图 1 网关代理方案和嵌入式系统方案

网关代理方案,是指将无线传感器网络通过网关连接到已有信息系统中。网关将 HTTP 等协议和传感器网络协议做转换。该方案上层信息系统不需要做修改,实施难度低,但是该方案协议的转换增加了网关实现的复杂程度;由于存在协议转化,也会对通信效率产生一定影响。

嵌入式系统方案,是指将底层传感器设备的数据和服务依照 Web Service 标准加入到信息系统中,在嵌入式设备上实现完整的 Web Service。该方案灵活性高,但是该方案对于传感器设备要求较高,需要传感器模块具有较强的数据处理能力。

2.2 基于 CoAP 协议的嵌入式 REST Web Services 方案

本文提出了一种基于 CoAP 协议的嵌入式 REST Web Services 方案用于集成传感器设备和信息系统。该方案同时使用网关代理和嵌入式 Web Service 系统。传感器设备提供面向通信网关的 RESTful Web Service,使用 CoAP 协议作为通信网关和传感器设备的传输协议。通信网关提供面向云服务器的 RESTful Web Service,使用 HTTP 协议作为通信网关和云服务器的通信协议。通过网关代理实现 CoAP 命令和 HTTP 命令的转换。

本方案中通信网关仅仅对 HTTP 命令和 CoAP 命令进行转化,相比于网关代理的方案,本方案通信网关的实施难度较低,而且通信网关的效率也会有所提升;本方案利用通信网关来减轻嵌入式设备系统的压力,从而减小了嵌入式设备系统对硬件的要求,从而降低了系统的成本;所以本方案在一定程度上回避了前两种方案的缺点。

3 系统实现

基于本文提出的方案,本文设计了一种基于 CoAP 的智能燃气数据管理系统。本系统总体架构如图 2 所示。本系统由传感器网络、通信网关、云服务器三个模块组成。

3.1 通信网关层和传感器网络提供的 API 设计

在企业级信息系统常用的 SOA 架构有基于 SOAP 的 Web Services 技术和 RESTful Web Services。基于 SOAP 的 Web Services 采用 SOAP/XML 来封装消息。但由于资源约束类设备的处理能力有限,并不能高效处理 SOAP/XML。RESTful Web Services 的主要特点包括:

- (1) 将服务器端的一切数据都抽象成资源, 并使用 URI 标识.
- (2) 采用 HTTP、CoAP 等标准协议进行传输.
- (3) 在数据的封装格式上, RESTful Web Services 包括 XML、JSON 等多种格式.

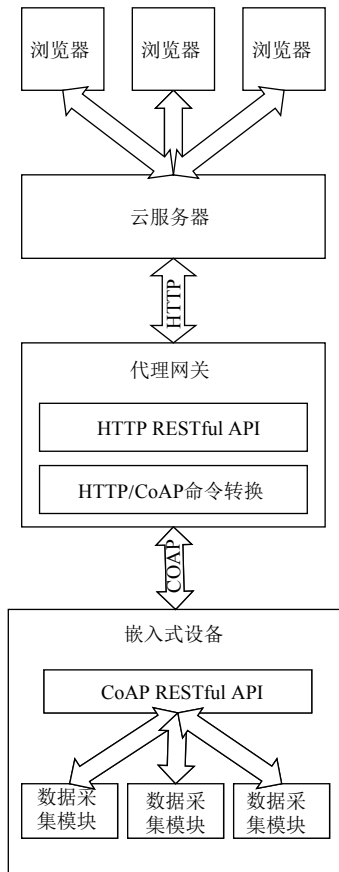


图2 系统总体架构

总的来说 RESTful Web Services 是比基于 SOAP 的 Web Services 更轻量级、更有灵活. 所以该方案中通信网关和传感器网络均使用 RESTful Web Service.

3.1.1 通信网关提供的 HTTP RESTful API 设计

传感器网络对云端服务器透明, 因为云端服务器的请求都由通信网关层处理. 通信网关和云端服务器的部分 HTTP RESTful API 设计如表 1 所示.

3.1.2 传感器网络提供的 CoAP RESTful API 设计

通信网关作为一个 CoAP 客户端与传感器网络通信. 通信网关与传感器网络的部分 CoAP RESTful API 设计如表 2 所示.

表 1 通信网关提供的部分 HTTP API

URI	HTTP 方法	目的
/	GET	获取所有的传感器名称
/<sensors_num>/resource/	GET	获取某个传感器所有监测资源的名称
<sensors_num>/resource/<resource_name>/	GET	获取某个传感器上某个资源的数据

表 2 通信网关提供的部分 CoAP API

URI	CoAP 方法	目的
/info/<sensor_id>/<resources_name>/	GET	订阅某个传感器的资源值
/info/<sensor_id>/<resources_name>/	DELETE	停止订阅某个传感器的资源值

3.2 基于 CoAP 协议的嵌入式 RESTful Web Service 方案的实现

当传感器网络中的 RESTful Web Service 启动后, 会在 UDP 的 5683 端口进行监听 CoAP 的 GET 和 DELETE 请求, 当传感器网络收到通信网关的请求后, 首先会检查 URI 是否符合 RESTful 路径规则, 如果符合则调用底层设备服务 API 获取设备数据, 然后将数据封装成 JSON 格式加入到 CoAP 响应包中返回给调用者. 通信网关拿到 CoAP 响应包之后, 拿到 JSON 数据封装成 HTTP 包响应给云服务器. CoAP 协议具体使用 C 语言实现的 LibCoAP. 实现过程如图 3 所示.

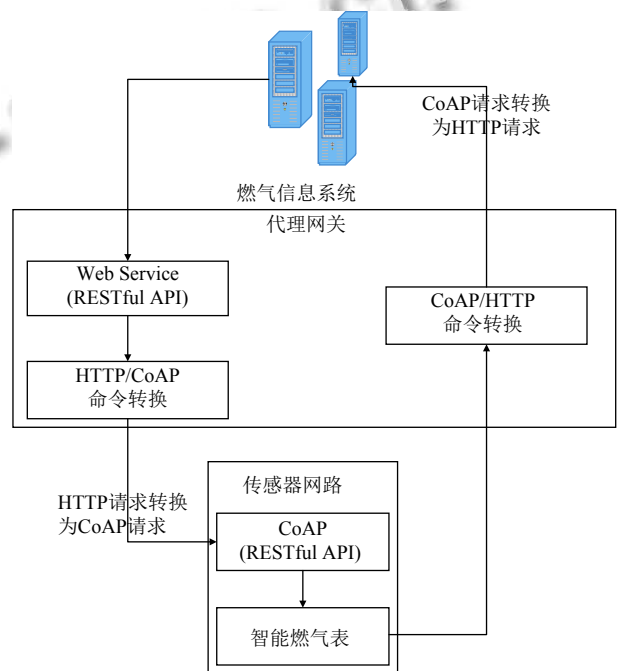


图3 实现过程

3.3 基于 CoAP 协议的嵌入式 RESTful Web Service 方案的流程

本系统用户可以通过浏览器对气表数据进行实时监控. 首先浏览器向云端服务器请求传感器数据或者管理相应的监测参数. 然后云端服务器接受浏览器请求后, 调用通信网关提供的 HTTP RESTful API, 通信

网关将 HTTP RESTful API 映射成 CoAP API, 然后请求传感器网络, 传感器网络返回给通信网关 CoAP 包, 传感器网络做 CoAP 包和 HTTP 包转化后发送 HTTP 包给云服务器, 最后云端服务器将 JSON 数据做 UI 渲染并返回给浏览器. 体的浏览器访问传感器网络的工作时序图如图 4 所示.

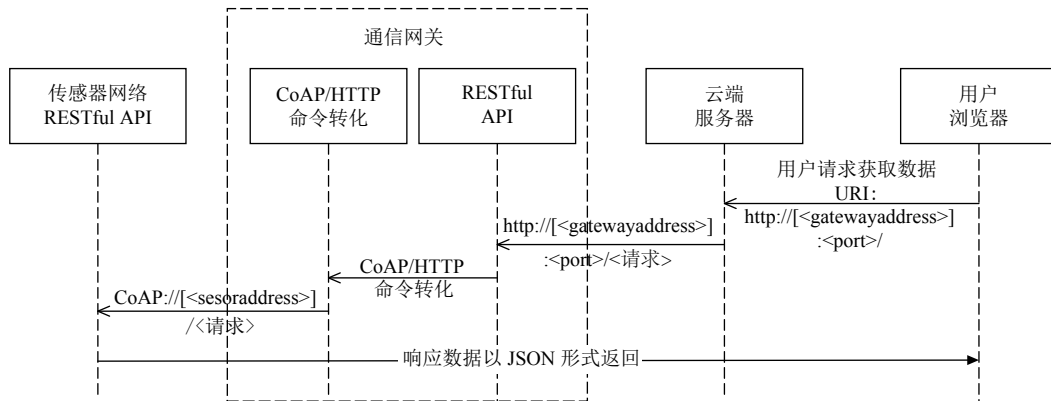


图 4 工作时序图

4 测试结果与比较

本文实现了基于 CoAP 协议的嵌入式 RESTful Web Service 方案实现了智能燃气数据管理系统. 具体可应用在燃气公司数据智能管理方面, 实现燃气数据实时自动采集、燃气表的远程管理等功能. 基于以上背景, 对该系统进行了开发和搭建, 系统各部分部署如下:

传感器网络: 以传统的膜式燃气表为基表, 加装 STM8L052R8 为处理器且内置光电直读器和型号为 BC95 的 NB 模块.

云端服务器: 云端服务器用于开发智能燃气数据管理系统的业务逻辑, 使用阿里云进行部署在阿里云.

系统运行后可可视化的显示智能燃气表的数据如图 5 所示. 通过抓包工具抓取传感器网络响应给通信网关的 CoAP 协议包如图 6 所示. 针对通信网关提供的 HTTP RESTful API 做测试如表 3 所示.

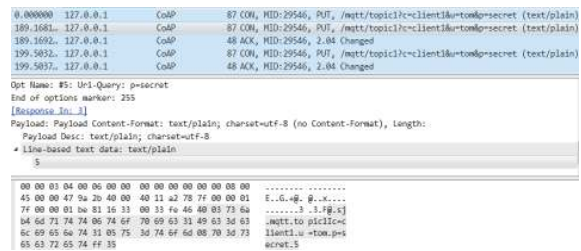


图 6 CoAP 数据包

表 3 针对通信网关的性能测试

请求时间 (ms)	请求时间内发送的请求数量	请求时间内完成的请求数量	成功率 (%)	
			本方案	网关代理方案
500	2	2	100	100
100	4	4	100	99
50	20	20	100	95
25	40	38	95	88
10	100	87	87	76

通过实验测试并和前两种方案比对得出, 随着单位时间内请求数量的增多, 本方案通信网关的成功率会逐渐高于网关代理方案的成功率; 相对于嵌入式系统方案, 本方案对硬件部分要求较低, 在实际应用中本方案更加经济, 更加适合于大规模的企业智能设备的数据管理.



图 5 智能燃气表的数据

5 结论

本文分析了 CoAP 协议和 SOA 框架, 分析了现有信息系统和采集设备集成的方案, 然后提出了一种基于 CoAP 协议的嵌入式 RESTful Web Service 集成方案, 最后实现了一种基于 CoAP 的智能燃气数据管理系统, 重点基于轻量性的 CoAP 协议和能简化调用流程的 RESTful 框架设计了本系统的通信网关和传感器网络. 最后在燃气公司智能燃气表数据管理的背景下, 根据本文提出的混合型方案, 搭建系统, 实现智能燃气数据的管理. 实验结果表明, 该方案可行性, 具有扩展性强, 系统开销小, 运行效率高等特点.

尽管本文验证了基于 CoAP 协议的嵌入式 RESTful Web Service 集成方案的可行性和优越性. 但是考虑到本系统在市场中的实际使用, 还需要进一步验证通信网关的功率消耗方面的问题.

参考文献

- 1 杨刚, 沈沛意, 郑春红. 物联网理论与技术. 北京: 科学出版社, 2010. 1-25.
- 2 胡金辉. 物联网网关关键技术的研究和实现方案[硕士学位论文]. 西安: 西安电子科技大学, 2012.
- 3 马力, 王辉, 杨林章, 等. 基于物联网技术的土壤温度水分远程实时监测系统的构建和运行. 土壤, 2014, 46(3): 526-533.
- 4 曹振, 邓辉, 段晓东. 物联网感知层的 IPv6 协议标准化动态. 电信网技术, 2010, (7): 17-22.
- 5 曾泽熠. 基于 CoAP 的家庭网络通信协议的设计与实现[硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2013.
- 6 Bormann C, Castellani AP, Shelby Z. CoAP: An application protocol for billions of tiny internet nodes. IEEE Internet Computing, 2012, 16(2): 62-67. [doi: 10.1109/MIC.2012.29]
- 7 陈旖, 张美平, 许力. WSN 应用层协议 MQTT-SN 与 CoAP 的剖析与改进. 计算机系统应用, 2015, 24(2): 229-234.
- 8 Shelby Z, Sensinode, Hartke K, et al. Constrained application protocol (CoAP), draft-ietf-core-coap-13. Universitaet Bremen TZI, IETF. <https://tools.ietf.org/pdf/draft-ietf-core-coap-14.pdf>. [2013-5-12].
- 9 赵云华. 基于供应链管理模式下电网物资企业架构优化研究与设计. 人力资源管理, 2015, (7): 29-30.
- 10 于振梅. 基于 SOA 模式的企业架构设计. 中山大学学报论丛, 2006, 26(8): 98-100.