

基于资源的物联网体系架构原型系统

扈珊珊, 李士宁, 杨 欢

(西北工业大学 计算机学院, 陕西 西安 710129)

摘要: 物联网通常具有应用定制的特点, 传统设计方法根据不同的应用需求设计专用的软件和硬件平台。这种 ad hoc 的方法虽然有效, 但却使不同厂商的物联网之间无法互联互通, 严重阻碍了物联网在不同领域中更广泛的应用。基于重大专项, 实现了一种基于资源的物联网体系架构的原型系统, 在此架构中将物联网所具备的各种能力抽象为资源, 由统一的平台控制管理, 而任意合法的应用都可从平台获取其所需要的资源信息, 这样更有利于物联网中数据资源的共享。

关键词: 物联网; 资源; 异构网络

中图分类号: TP302.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)10-0016-05

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.10.004

Prototype System of Architecture for Internet of Things Based on Resource

HU Shan-shan, LI Shi-ning, YANG Huan

(School of Computer, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract: The Internet of Things usually have the feature of applications-oriented. With the traditional design method, often design special software and hardware platforms based on different application needs. While this ad hoc approach is effective, it makes that IOT developed by different manufacturers can not interconnect with each other, hindering the wider use of IOT in different fields. Based on major projects, implement a resource-based IOT architecture prototype system. This architecture will abstract out various IOT abilities as resources, which are controlled and managed by an unified platform. Then either a legitimate application can obtain the resources information they needed from the platform. It is more conducive for IOT resource data sharing.

Key words: IOT; resource; heterogeneous networks

0 引言

物联网是近年来国际上科学研究的热点领域,它是在现有的电信网、互联网以及一些行业专用网的基础上,通过添加新的网络能力实现所需的服务^[1]。物联网应用系统以信息为基础,利用传感器及现代化先进的监测技术,准确、及时地获取相关的详细数据,并迅速地做出决策。物联网作为新一代信息技术的重要组成部分,凭借其自身的特点被广泛地应用于各个领域中,它会将世界上所有的事物统一在一个共同的网络下,使得人们不仅能够控制身边的事情,也能了解这些事物的状态^[2]。

然而随着物联网产业的迅速发展,随之而来的问题也越来越多。首先,由于物联网应用定制的特点,每

个物联网应用往往自成一体,各个系统之间无法进行交流;其次,物联网终端设备来自不同厂商,使用在不同的应用环境下,所使用的协议、接口、数据格式大部分不同,没有统一的标准^[3],使得其中的资源无法整合利用;最后,在整个物联网应用发展过程中缺少一个能将所有资源加以聚合、管理、合理利用的平台。

针对以上问题,文中提出了一种基于资源的物联网系统体系架构,将物联网中所有可用资源聚集起来,形成各自网络的服务描述文件,上报至统一的平台,由此平台对所有的资源进行管理。应用需要使用某个资源时,首先需要从平台获取相关资源的信息及其访问方式,然后从资源实际地址所提供的接口获取真实的数据。

1 研究现状

在业界物联网大致被公认有三个层次,即感知层、网络层、应用层^[4]。感知层位于物联网架构的底层,主要包括二维码标签和识读器、RFID 标签和读写器、摄像头、各种传感器、无线传感器网络等^[5],其主要功能是感知与收集数据。网络层主要包括各种通信网络和互联网,其主要功能是进行感知层数据的传递和处理。应用层主要功能是利用感知和传输来的信息,为用户

提供特定的服务。

目前还没有一个被广泛接受的规范化的物联网体系架构,但最具代表的是欧美支持的 EPC 物联网体系架构和日本的 UID 物联网系统。EPC 系统^[6]由三部分组成,EPC 编码系统、射频识别系统和信息网络系统,主要包括六个方面。即 EPC 物联网架构由 EPC 编码、EPC 标签和阅读器、EPC 中间件、ONS 服务器和 EPCIS 服务器构成。

UID 物联网系统^[7]的目的是建立和推广自动识别物体所需要的基本技术。该体系结构由泛在标识码 uCcode,泛在通信设备、uCode 分析服务器和信息服务器四部分构成。UID 使用 uCode 作为真实世界对象的标识,UC 从电子标签中读取这些对象的状态并加以控制。

以上所介绍的架构可描述物联网的物理构成和涉及的主要技术,但不能完整反映出物联网系统实现的功能集划分和管理模型,不利于物联网的标准化和产业化^[8]。而文中所设计的物联网体系架构以资源为中心,制定了物联网资源注册、使用、变更的方式,更适合将不同物联网系统接入同一平台下,达到物联网系统之间互联互通的目的。

2 系统架构

基于资源的物联网体系架构在上述三个层次基础上加入了资源层与平台,同时强化了感知层的功能,形成了新的架构,如图 1 所示。在此架构下,将资源定义为物联网终端或其所在物联网所能提供的最小逻辑操作单元,可以是某种计算服务、感知能力或者控制操作。而物联网底层网络的各种数据、信息会被抽象为资源的形式,在平台中汇聚、展示,为每个合法的应用提供其所想要获取的各类数据的有效接口和方法。

2.1 感知层

感知层除具备感知层的感知识别物体、收集捕获信息的功能外,同时增加了资源呈现的功能模块,即传感器、RFID 等终端设备在成功接入网络后,将会根据自身的能力生成相关的资源描述信息,通过网络层和资源层处理将其注册至平台上,使得此资源可被任意合法用户所使用。设备上报的资源描述信息需要包含

设备所能提供的资源类型、编码、个数,资源对应的动作信息,资源的输入输出等。

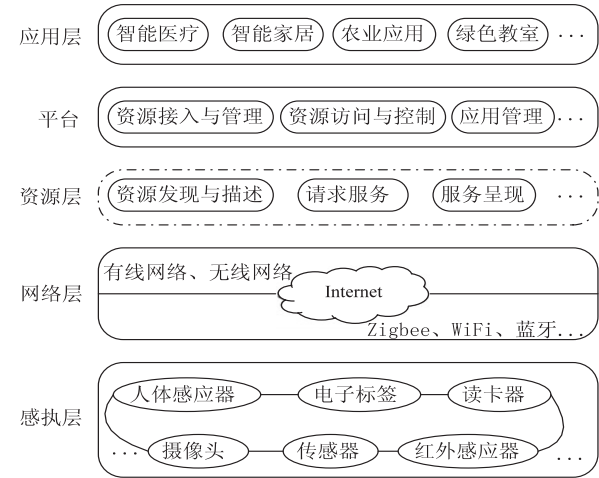


图 1 体系架构图

2.2 网络层

网络层主要负责上下层数据的传递和处理、不同协议之间的转换,在整个物联网架构相当于一座桥梁,使得感知层和应用以及平台之间能够顺利通信。在整个架构中所有的数据都会经过网络层,经处理后会转发至不同的设备或者应用。

随着物联网的迅速发展,感知层不再是单一的网络或者设备,逐渐多元化、丰富化。由于感知层网络的通信技术多种多样,如 Zigbee、RFID 技术、蓝牙技术等,缺乏统一的标准,而且即使使用同一种传输技术,在实际应用中的标准化程度也不高,很多厂商基于私有协议自己开发传输芯片,从而使得同一种传输技术的不同芯片之间仍然无法互通,因此感知层的网络往往是异构的^[9]。此时网络层需要作为上层应用和平台适配这些异构的网络,屏蔽感知层网络中的差异性,实现异构网络多网融合接入机制。此架构提供一种异构网络物联网数据通信协议,能够将异构的物联网感知层数据转换为统一的数据格式,实现各种感知层网络的信息传输。

在此异构网络融合通信协议中,完整的消息在头部和尾部需要添加 Flag 位,帧标志开始与结束的位置,Protocol-type 域可以选择不同的感知层通信格式,其值和 Payload 域数据格式与内容对应。QoS 域则标志着协议中错误反馈机制的过滤级别,是网络层为会话提供的服务质量控制。协议中还提供了多种校验形式,加强数据传输的可靠性和正确性。

2.3 资源层

资源层在整个架构中其实是虚拟的一层,它只负责资源信息的相关操作与处理,不具备任何通信能力,资源层的信息必须通过网络层进行转换传递才能够使用。因此在实现过程中,网络层是和资源层绑定在一

起的。

资源层主要具备两种功能,资源描述与服务提供。资源描述模块需要将感执层上报的设备资源描述信息汇聚整合,并将这些资源的具体“使用方式”记录下来,形成整个网络的资源描述文件(XML 形式),并为每个资源分配一个 URI 以供应用使用,资源描述文件每个资源所包含的主要信息如表 1 所示。一个 XML 文件可包含一个或多个资源,每个资源信息需要包含资源名、资源 URI、方法(get、put、post、delete)、资源所涉及的动作及资源属性。每个资源的名字、URI、方法是唯一的,而动作与属性则是根据不同资源的情况可为 0 个或多个。

表 1 资源描述文件

XML 元素	子元素
资源名	无
URI	无
资源方法	无
动作	动作名
	参数
	I/O
资源属性	资源描述
	属性名 数据类型

服务提供模块需要具有对资源进行访问、更新、查询等操作的能力。为了便于统一标准,可以结合 REST^[10]所述的四种方法,基于 HTTP 协议建立统一资源访问的接口。同时在资源描述文件中所记录的资源 URI 设计也需要遵循 REST 的规则。如果资源层提供了相关资源的访问接口,则应用可以通过此 URI 请求资源数据。这种面向资源的物联网数据通道,更有利于规模化的应用。

2.4 平台

平台需要接收资源层生成的网络资源描述文件,进行聚合汇总,生成资源列表,同时应用通过平台可以获取其所需要资源的访问接口^[11]。总体来说,平台需要具备以下功能:

(1)资源接入与管理。

基于统一开放的标准协议 UMMP^[12](Ubiquitous Machine to Machine Protocol,平台与终端协议),接入各种类型的感执层网络或者设备,为具有不同能力的终端网络提供认证鉴权、资源注册、资源注销、资源更新等通用接口。同时将资源分类,为应用提供资源查询接口,为其返回资源列表。

(2)资源访问与监控。

基于统一的资源描述与封装,对物联网中的各种资源进行全面的管

理,屏蔽资源间的差异性,对应用提供统一的资源访问接口。同时对资源数据库中的资源进行动态监测,周期性地监测资源是否可以正常访问,保障资源的可靠性和可用性,为各种物联网应用提供安全、稳定的资源使用环境。

(3)应用管理。

基于统一开放的标准协议 UAAP^[13](Ubiquitous Application to Application Protocol,平台与应用协议),平台向应用提供应用的注册、登陆、资源订购等能力。只有合法的应用(已注册并登陆的应用)才能订购平台中的资源,在应用使用资源时将进行计费。

通过统一应用管理、统一资源描述管理、集中资源访问控制与监控等功能,为用户提供无处不在的应用访问和一致的体验。

2.5 应用层

应用层是物联网技术和相关行业技术相结合,最终呈现给用户的智能应用解决方案,也是整个物联网架构中用户唯一能够与之交互的平台^[14]。应用层已经发展多年,技术比较成熟,在此架构下,对于应用开发人员来说其开发过程有些不同,而用户在使用过程中则没有任何不同。

基于此架构,应用开发模式可分为两种。一种是固定式的应用,在应用开发之前,开发人员可以事先做出详细的需求分析,列出相应的资源列表,然后从平台中查询资源的相关信息(如资源 URI、访问方法、资源参数等),基于此类信息开发商可以制定自己的应用程序;另一种是动态式的应用,该模式下,开发商事先可以不必知道资源是如何访问的,而是在出现应用请求时向平台查询资源信息,然后基于此信息再将请求重定向至对应的物联网设备。固定式的应用开发简单便于维护,事先需要知道所有的应用需求,但是对于资源的变更无法实时体现出来。而动态式的应用与其相反,开发过程相对复杂,但对于可以实时获取资源状态的信息,更加灵活。开发商可以根据应用自身的特点使用不同的模式。

3 数据流程

本节将主要以物联网中周期上报数据模式为例,演示在此物联网架构中数据与信息的交互流程,整体架构下数据流图如图 2 所示。其中下层的无线传感器网络与 RFID 系统属于感执层,物联网网关要实现网络层和资源层的功能,通信服务器是在周期上报数据模式中增加的设备,属于资源层,主要用于存储感执层中大量的数据。

周期上报数据模式为传感器网络中的节点或者 RFID 读卡器周期性地采集数据上报至网关,由网关统一将数据存储在远程通信服务器的数据库中。则应用可从此通信服务器中获取所需要的历史数据。这一流

程可分为三部分:网络资源上报、历史数据存储、历史数据获取。

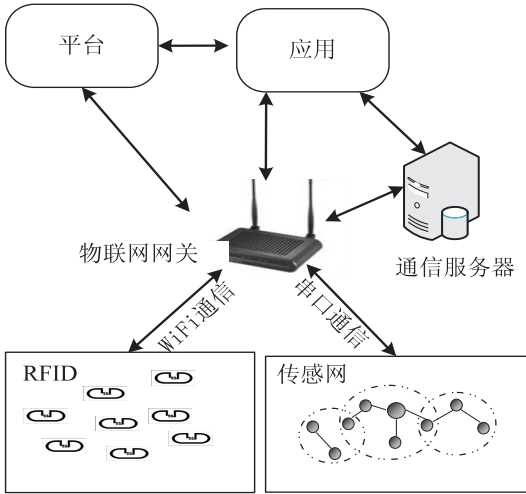


图 2 系统数据流程图

网络资源上报为资源注册的过程,是网络初始化后需要完成的工作,其具体步骤为:感执层设备生成自身的资源信息,并发送至物联网网关,网络层接收并检测数据的正确性,随后将在资源层生成 Device_Active_Table、Service_Table、Action_Table 等表格记录感执层设备与资源之间的对应关系。其中,Device_Active_Table 包含 NodeID、LastTime、Active、ServiceID、Address 等信息,Service_Table 包含 ServiceID、ActionID、NodeID 等信息,Action_Table 包含 ActionID、I/O 等信息。同时资源层检查表格内容的完整性,生成整个感执层网络对应的 XML 服务描述信息,并通过网络层将 XML 文件进行封装发送至平台,平台解析文件后将其加入资源列表中。

历史数据存储为周期性数据的传递和存储过程,其具体步骤为:感执层设备定时采集数据,并发送至物联网网关,网络层接收并检测数据的正确性,并根据所上报数据的设备信息,在资源层记录表格 Device_Active_Table 中查找数据应该存储的位置,然后将数据封装并发送至指定的通信服务器,而通信服务器则将数据存储至本地数据库中。

历史数据获取为应用请求数据的过程,其具体步骤为:应用向平台发送查询资源列表的请求,平台向应用返回可用的资源列表(如果可用),包含资源的地理位置信息、访问地址、获取方法等,然后应用根据平台返回的信息,向对应的通信服务器地址发送获取资源数据的命令,最后由通信服务器将数据返回至应用。

由以上三个阶段的工作流程可知,在物联网工作的整个过程中,资源层和网络层之间既有分工又有合作,两者是密不可分的。资源层需要依靠网络层实现与感执层设备、平台或应用之间的通信,而网络层则需要查找资源层所记录的信息完成数据的存储与相关命

令的下发。
物联网中获取实时数据的整体工作流程与历史数据相似,不同的是平台中所记录的实时数据资源地址信息将指向对应的物联网网关,网关在接收到应用请求后,会在资源层中查找能够提供此项资源的感执层设备信息,然后通过网络层向感执层发送数据提取命令,最后仍然由网络层将收集上来的感执层数据反馈至应用。

4 系统架构演示验证

为了验证物联网架构的可用性,实现了一套果园监控系统。该系统完全按照上述的架构进行搭建设计,其中感执层以无线传感器网络为主,资源上报及使用过程如第三节所述。

4.1 硬件选型

传感器节点选用西北工业大学设计的 NPU Mote3 硬件平台, ATMEGA128RFA1^[15] 处理器,主频为 16 MHz,具有 16 K 的 RAM 空间和 128 K 的程序存储空间,同时集成了符合 IEEE 802. 15. 4 标准的射频收发器。

物联网网关选用 PC104 嵌入式主板 VDX-6354D, DM&P Vortex86DX 处理器,主频为 800 MHz,系统在板内存为 256 M DDR2,操作系统采用 Debian 7. 0。此嵌入式开发板具有很强的处理能力,同时功耗性能好,适用于物联网应用中。

4.2 结果展示

为了演示周期上报数据模型,搭建了模拟平台,它将接收并解析物联网网关上报的 XML 资源描述文件,同时为应用提供资源查询接口。如图 3 所示,平台从接收到的 XML 文件中,解析出感执层网络中存在周期空气湿度、实时空气湿度、周期光照强度三种资源,并记录下资源的 URI 和访问方式。其中 35. 66. 19. 7 指示出周期数据存储的通信服务器地址,10. 13. 33. 144 为提供实时空气湿度资源数据的物联网网关地址, gateway-1 为网关的唯一标识码。

resourceName:	CAirHumiditySensor
Url:	/35.66.19.7/resource
resourceName:	RAirHumiditySensor
Url:	/10.13.33.144/gateway-1/resource
resourceName:	LightSensor
Url:	/35.66.19.7/resource
收到的resource个数: 3	

图 3 模拟平台

在定时上报数据模型中,需要使用通信服务器存储物联网中大量的数据,其基本功能即为接收网关传递上来的感执层数据,解析后存储到本地数据库中。

通信服务器需要实时显示接收到的数据以及连接到此通信服务器的网关信息,其中网关使用 HTTP POST 请求将数据上传至通信服务器,内部数据采用 JSON 格式。即网关对上所提供的接口均为 Restful 接口,使得网关更适用于不同的应用中。

在整个架构下,最终的应用以网页的形式呈现在用户面前。在此网页下用户可以根据自己的需求获取各个环境参数的历史数据信息,并且以柱状图的形式表示出来,使用户更加清晰明了地得出结果,同时可以监控实时数据,更加直观地控制整个系统。

5 结束语

文中基于物联网发展过程中的局限性提出了一种以资源为中心的物联网体系架构,将物联网中各种各样的资源汇聚到统一的平台下以供不同应用使用,以此促进物联网系统之间的互联互通,达到资源共享的目的。文中主要介绍了架构各层的功能与工作方式,以及此物联网架构的工作流程,最后通过搭建果园监控系统验证了此架构的可行性。

参考文献:

- [1] 刘丽军,邓子云. 物联网技术与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2012.
- [2] Gigli M, Koo S. Internet of things: services and applications categorization[J]. Journal of Advances in Internet of Things, 2011, 1(2): 27-31.
- [3] 郭苑,张顺颐,孙雁飞. 物联网关键技术及有待解决的问题研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(11): 180-183.
- [4] Miao Yun, Bu Yuxin. Research on the architecture and key technology of internet of things applied on smart grid[C]//Proc of 2010 international conference on advances in energy engineering. Beijing: IEEE, 2010: 69-72.
- [5] 姚海鹏,刘韵洁,张智江. 电信运营商物联网运营支撑平台的研究及建议[J]. 信息通信技术, 2011, 5(6): 19-23.
- [6] 蒋亚军,贺平,赵会群,等. 基于 EPC 的物联网研究综述[J]. 广东通信技术, 2005, 25(8): 24-29.
- [7] Koshizuka N, Sakamura K. Ubiquitous ID: standards for ubiquitous computing and the Internet of Things[J]. IEEE Pervasive Computing, 2010, 9(4): 98-101.
- [8] 孙其博,刘杰,黎彝,等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(3): 1-9.
- [9] 无锡航天飞邻测控技术有限公司. 一种物联网网关数据适配系统及方法[P]. 中国: CN102802139A, 2012-11-28.
- [10] Fielding R. Architectural styles and the design of network-based software architectures[D]. California: University of California, 2000.
- [11] 胡昌玮,周光涛,唐雄燕. 物联网业务运营支撑平台的方案研究[J]. 信息通信技术, 2010, 4(2): 52-57.
- [12] 中国联合网络通信有限公司物联网研究院. 支持 UMMP 协议的物联网融合通信网关[P]. 中国: CN102970778 A, 2013-03-13.
- [13] 李传龙. 解惑之三: 如何加速现有行业终端的接入[J]. 电信技术, 2011(7): 19-20.
- [14] 刘化君. 物联网体系结构研究[J]. 中国新通信, 2010(9): 17-21.
- [15] ATMEGA128RFA1 DataSheet[EB/OL]. 2012. <http://www.atmel.com/images/8266S.pdf>.
- [6] 孙晓平,郭腾冲,魏明珠,等. 基于 UML 的面向对象的图形用户界面设计模型[J]. 计算机科学, 2003, 30(5): 108-112.
- [7] Wan Jiancheng, Lu Xudong, Lu Lei. A model of user interface design and its code generation[C]//Proc of IEEE international conference on information reuse and integration. Las Vegas, USA: IEEE, 2007: 128-133.
- [8] 杨鹤标,侯仁刚,田青华. 支持界面自动生成的模型研究[J]. 计算机工程, 2010, 36(3): 79-82.
- [9] Schlunbaum E. Model-based user interface software tools: current state of declarative models[R]. Atlanta: GIT-GVU, 1996.
- [10] 李琦,李建成,张科峰. 基于 GUI4J 的界面自动生成技术[J]. 西安工程大学学报, 2010, 24(3): 334-337.
- [11] Mori G, Paterno F, Santoro C. Design and development of multidevice user interfaces through multiple logical descriptions[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 2004, 30(8): 507-520.
- [12] Batsukh N, Book M, Brückmann T, et al. Automatic generation of ruler-based user interfaces of web applications[C]//Proc of the third international conference on Internet and web applications and services. [s. l.]: [s. n.], 2008: 103-108.
- [13] 朱永华,吴俊杰,张倩. 支持数据绑定的用户界面自动生成模型[J]. 计算机工程, 2011, 37(23): 52-53.
- [14] 张茂辉. 基于 XML 的层次化信息动态管理技术研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2004.

(上接第 15 页)

基于资源的物联网体系架构原型系统

作者: [扈珊珊](#), [李士宁](#), [杨欢](#), [HU Shan-shan](#), [LI Shi-ning](#), [YANG Huan](#)
作者单位: [西北工业大学 计算机学院, 陕西 西安, 710129](#)
刊名: [计算机技术与发展](#) 
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2014(10)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201410004.aspx