

基于 USPIOT 统一接口网络通信层的业务缓冲机制

暴建民¹, 汪 凯¹, 暴晨奇²

(1. 南京邮电大学 物联网学院, 江苏 南京 210003;

2. 伊利诺理工大学, 美国 芝加哥 60601)

摘 要: 物联网应用已成为新兴产业之一, 业务平台是实现其应用的关键。在研究和实现物联网泛在业务平台 USPIOT 过程中, 网络通信层是其必不可少的核心部分, 也是开发的重点部分。文中介绍了为物联网泛在业务平台 USPIOT 设计和实现的网络通信层, 在实现过程中, 为解决多终端用户访问量大、业务差异性强等特点, 又提出和实现了一种业务服务缓冲机制。该机制在平台业务管理中采用了多级缓冲技术, 用两级缓冲池机制来验证系统。通过两级缓冲池系统多业务运行结果显示, 在多终端大业务量环境下, 特别在 2 000 任务数以上, 相比于单级缓冲池, 系统效率可提高 20% 以上。

关键词: 物联网; 泛在业务平台; 网络通信层; 通信协议; 业务缓冲机制

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)10-0093-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.10.022

A Service Buffering Mechanism Based on Unified Interface Network Communications Layer of USPIOT Platform

BAO Jian-min¹, WANG Kai¹, BAO Chen-qi²

(1. College of Internet of Things, Nanjing University of Posts and Telecommunications,

Nanjing 210003, China;

2. Illinois Institute of Technology, Chicago 60601, USA)

Abstract: IOT applications have become one of the emerging industries, the business platform is a key to its application. In the study and implementation of Ubiquitous Service Platform for IOT (USPIOT) process, network communication layer is both an essential core part and the key part of development. In this paper, introduce the network communication layer of design and implementation of for USPIOT, in the implementation process, to solve the large volume end-users access, service differences, and other characteristics, also propose and implement a service buffering mechanism. In the design of mechanism for the platform service management, adopt a multi-level buffering technique, and use two buffer pools mechanism to verify the system. This implementation results show that in the multi-terminal high traffic environment, particularly in more than 2 000 number of tasks, compared with the single-stage buffer pool, the system efficiency can be increased by 20% or more.

Key words: Internet of Things; ubiquitous service platform; network communications layer; communication protocol; business service buffering mechanism

0 引言

物联网体系标准和定义描述的多样化导致物联网业务平台的架构也没有统一的标准^[1]。构成平台的各个实体之间的互用性、可靠性和可扩展性的实现和提高已经成为了物联网业务平台建设的重要目标^[2]。现在得到推广使用的智能物流^[3]、智能交通^[4]等物联网

业务平台大都处于一种孤立的状态, 它们虽然可能会满足平台关于可靠性的要求, 但是在互用性和可扩展性方面存在着很大不足。人们希望在一个平台下使用多种业务的需求, 推动了物联网业务平台朝着泛在业务平台的方向发展。而随着各种智能终端的高速发展, 物联网泛在业务平台的工作环境已不仅限于 Win-

收稿日期: 2013-12-09

修回日期: 2014-03-16

网络出版时间: 2014-07-28

基金项目: 国家“973”重点基础研究发展计划项目(2011CB302903); 国家自然科学基金资助项目(61100213); 高等教育博士学科点专项基金(20113223120007); 江苏省高校自然科学基金计划发展基金项目(NYKL201105); 南邮人才引进项目(NY209017)

作者简介: 暴建民(1963-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 正高级工程师, 硕士生导师, 研究方向为物联网; 汪 凯(1988-), 男, 湖北鄂州人, 硕士研究生, 研究方向为物联网。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140728.1228.046.html>

dows 平台了。为了满足多终端工作的跨平台性,必须设计一个行之有效的网络通信层,并在此基础上考虑更加复杂和海量的业务处理。

作为一种新的平台架构体系 SOA (Service Oriented Architecture, 面向服务架构^[5-6]) 能更好满足平台开发和建设中有关互用性、可靠性和可扩展性的要求,被许多国内外的学者所推崇。SPACE^[7] 实现了业务的多级处理并提出了一种有效减少系统故障损失时间的资源控制策略。但是 SPACE 的研究只是集中于电信业务及其增值业务的领域内,缺乏对于不同领域内业务融合的研究。Centaurus^[8] 在通信模块兼容了多种不同的通信方式,并通过服务管理模块控制着用户对服务的访问。但是它的服务管理模块只是在用户和服务之间起到了网关的作用,并没有考虑如何实现多种业务在平台的运营。SeNCA (Secure Nomadic Computing Architecture, 安全的移动计算架构)^[9] 实现了服务的安全注册、安全发现和安全访问,它要求所有访问平台的用户在每次发出请求之前都要先进行身份认证,对未进行认证的用户,平台采用拒绝一切的默认处理方式。这种访问控制策略大大提高了平台的安全性,但同时也降低了平台的灵活性。

通过以上介绍,可以发现当前的业务平台研究大都集中于垂直业务领域或者是平台的安全性等,缺少对跨平台大量复杂泛在业务处理的实现案例。为了更好地满足业务应用需要,文中在实现物联网泛在业务平台 (Ubiquitous Service Platform of Internet Of Things, USPIOT) 过程中,对网络通信层进行了研究和大量实验,实现了一种支持此平台的统一接口通信协议,并在处理业务时采用了基于两级缓冲池的平台缓冲模块设计,提高了平台可靠性和效率。

1 相关工作

物联网泛在业务平台网络通信层的技术包括多个方面,例如:安全的网络通信协议、平台缓冲技术、任务分配调度技术等。文中主要工作是为 USPIOT^[10] 实现了一种跨平台统一接口网络通信层,同时着重对平台业务缓冲机制进行了研究。

为业务调度而设立缓冲区内存单元是关系到业务处理速度和容量的特殊用处和功能,需要一种合理的数据结构^[11] 来实现对用户并发请求的管理,常用的数据结构包括:队列、堆栈、链表、树、图等。队列由于其简单的原理和操作,逐渐成为缓冲区设计的重要选择。在文献^[12] 中,作者开发智能交通系统的短消息平台时,为了解决短信发送和接收过程中缓存的问题,便采用了基于消息队列的短信缓冲机制。文献^[13] 中作者提出了一种基于优先级的双队列缓存管理机制,两

个队列之间可以实现消息动态的交互。

使用队列技术实现缓冲区主要包括三项工作:定义队列消息,设置队列容量,确定队列调度算法。其中,确定合理的队列调度算法对平台的可靠性及效率具有重要的影响。目前常用的队列调度算法主要包括分组公平排队类调度算法、轮询类调度算法和服务曲线类调度算法等^[14],其中基于加权的轮询调度算法由于其简单性逐渐成为队列调度的重要选择。

随着平台业务的不断增加,基于队列池的缓冲区模式逐渐取代了简单队列缓冲模式。缓冲队列池中包括接收队列池、发送队列池以及相应的队列管理模块。同一个队列池中可以包括多个不同优先级的队列,这既提高了平台可靠性又提高了平台效率。

文中基于缓冲池技术,为 USPIOT 设计了基于两级缓冲池的平台缓冲机制。该机制一方面通过将一级缓冲池中的消息转移到二级缓冲池,提高了平台可靠性;另一方面降低了队列中消息的复杂度,提高了系统的效率。

2 USPIOT 统一接口网络通信层

物联网平台下,网络通信层是非常重要且对可靠性和速度要求很高的一层。核心部分是实现一个行之有效的安全通信协议,它也为基于缓冲池的业务缓冲模块提供了通信通道。

USPIOT 作为一个物联网泛在业务平台,需要集合大量的异构设备和多种不同的应用系统,同时面临着来自用户的海量的异构应用请求的压力,通信量大、请求繁多,业务差异性是其重要特征。所以首先要解决的是针对异构平台的统一接口解析问题,即针对不同的平台请求通过协议定义统一接口来进行解析,而不用针对每种独立平台开发不同的通信协议和通信通道。

图 1 给出了物联网泛在业务平台的网络通信层功能设计图,并用箭头指出了数据的流向。

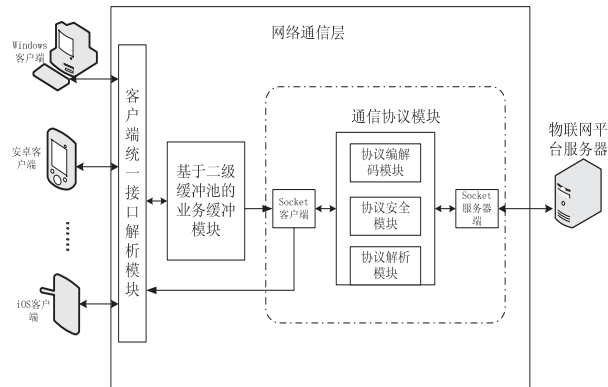


图 1 USPIOT 统一接口网络通信层工作具体流程如下:

- (1)来自不同客户端的服务请求触发客户端服务接口首先对客户端进行解析,植入客户端信息;
- (2)请求业务进入缓冲池队列排队,由队列调度算法调度缓冲池队列中的业务;
- (3)顺利通过的业务与服务器建立通信,遵循通信协议进行数据传输;
- (4)服务器解析业务请求,返回业务服务数据,经过客户端解析模块返回到不同的客户端。

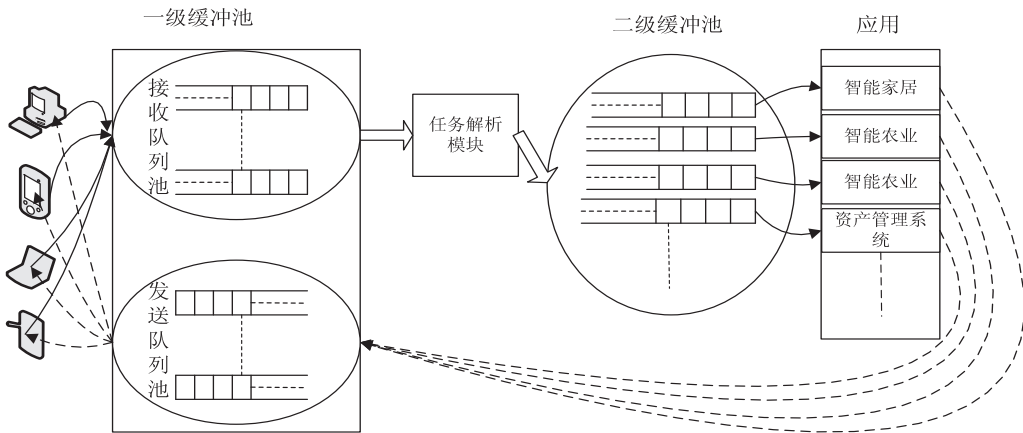


图 2 USPIOT 缓冲模块

图 2 给出了 USPIOT 缓冲模块的详细结构,并用不同的箭头标出了数据在各个模块之间的流程走向。各个部分的详细介绍如下:

- (1)一级缓冲池。
一级缓冲池面向整个平台,为 USPIOT 提供了最初的、也是最关键的数据缓冲,它包括接收队列池和发送队列池。接收队列池与发送队列池具有相同的结构,分别包括了三个不同优先级的队列。出于提高平台效率的目的,USPIOT 在服务器端采用基于线程池机制的多线程并行处理模式。在多线程的环境下,不同的线程可能会同时访问临界资源,如果不对临界资源进行有效的管理,就有可能发生死锁问题,导致整个系统瘫痪。因此,队列的选择成为缓冲池设计的一个关键点。LinkedBlockingQueue 作为一种成熟的队列结构,不仅具备队列结构的优点,而且还能实现多线程对队列资源的共享,解决不同线程同时访问队列所造成的死锁问题。基于以上原因,文中在缓冲池设计时选择 LinkedBlockingQueue 作为 USPIOT 的缓冲队列。
接收队列池,主要功能是缓存平台接收到的用户请求。用户请求到达平台时,根据其优先级存放入相应的接收队列中。用户请求的优先级主要是由用户等级和用户请求类型两个因素决定。
发送队列池,主要功能是分别存放多个不同优先级用户请求相对应的处理结果。
- (2)第二级缓冲池。
对于传统的应用平台,一个缓冲池就足以满足整

3 USPIOT 缓冲机制

物联网平台区别于传统业务平台的一个重要特征是海量的数据,这些数据包括了传感设备采集的信息、用户的并发请求以及应用服务的请求响应等,因此传统业务平台缓冲机制的方法并不一定适用于物联网平台。基于上述考虑,文中提出了一种基于两级消息队列的平台缓冲机制,如图 2 所示。

个系统需要,但是,物联网平台由于其应用繁多、访问量大,一级的缓冲池已经不能满足平台的需要。因此,USPIOT 在一级缓冲池的基础上提出了二级缓冲池机制。

第二级缓冲池与接收队列池及发送队列池相似,也是由许多队列组成。它们的不同之处在于,接收队列池和发送队列池是面向整个平台的缓冲机制,而第二级缓冲池是面向具体应用的缓冲机制。二级缓冲池中的队列不存在优先级的区分,各个队列是平等的,而且是不相关的,如图 2 所示。USPIOT 中,用户请求经过任务解析模块解析后,将根据其请求的应用类型被传送到相应的二级缓冲队列中等待处理。

4 系统实验结果分析

实验是在实验室中的 USPIOT 平台下进行的,分别利用当前正在运行的基于两级缓冲机制的系统 and 以前开发的基于一级缓冲机制的系统进行,实验结果和分析如下。

表 1 统计了实验 1 中任务在两个不同的系统中的执行时间,图 3 反映了两种机制下任务的执行时间之间的比较。当任务个数在 1 000 以下时,两者的执行时间相差不大。但当业务数大于 1 000 甚至到 2 000 以上时,业务处理提升能力大约超过 20% 以上。

根据图 3 所示当任务个数大于 1 000 时,任务的执行时间突然急剧增加,这种变化是由于平台任务执行时采用了线程池的机制;而当任务个数为 1 000 左

右时,线程池中的线程数达到了一定的饱和,线程资源的紧缺造成了任务执行时间的增加。虽然这种现象表明平台在线程池设计中存在一定的问题,但是从图中可以看到两级缓冲池机制下任务的执行时间仍然要小于一级缓冲池下任务的执行时间。

表 1 实验 1 统计结果

任务个数/个	两级缓冲下任务 执行时间/ms	一级缓冲下任务 执行时间/ms
200	16	18
400	31	34
600	47	46
1 000	62	82
1 500	3 109	7 921
2 000	5 656	12 171
3 000	16 844	33 893
5 000	47 641	63 961

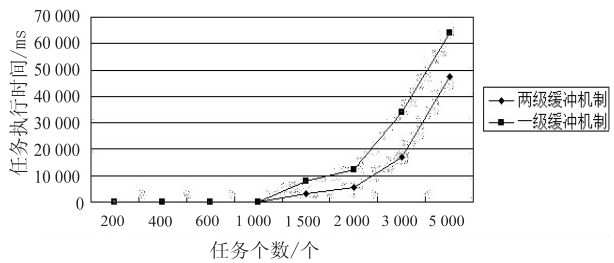


图 3 两种机制下任务执行时间比较

综合考虑表 1 和图 3,可以得到基于两级缓冲池的系统其任务的执行时间明显要低于基于一级缓冲池的系统。

5 结束语

文中通过研究业务平台缓冲技术,为 USPIOT 提出了一种基于两级缓冲的业务缓冲机制。实验结果分析发现基于两级缓冲池的平台系统在可靠性和效率方面明显优于基于一级缓冲池的平台系统。平台未来将会支持更多的业务,为此所做的技术研究和实验会在未来应用发挥一定作用。由于受限于实验室环境,平台所做的压力测试的条件还过于理想化,因此下一步

需要不断改变平台的压力测试条件和应用需求及强度,发现并解决系统中新的问题已满足未来的应用需求。同时,随着业务的丰富,平台的互通要求,多级缓冲技术及应用也是要继续研究和探索的。

参考文献:

[1] 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.

[2] Hong Sunming, Kim D, Ha M, et al. SNAIL: an IP-based wireless sensor network approach to the internet of things [J]. IEEE Wireless Communications, 2010, 17(6): 34-42.

[3] 戴定一. 物联网与智能物流[J]. 物流技术与应用:货运车辆, 2011(2): 64-65.

[4] 李 野,王晶波,董利波,等. 物联网在智能交通中的应用研究[J]. 移动通信, 2010, 34(15): 30-34.

[5] Natis Y. Service-oriented-architecture scenario[R]. [s. l.]: Gartner Research, 2003.

[6] Chen Ying. Service oriented architecture[R]. [s. l.]: IBM, 2006.

[7] 朱祥乐. 业务平台架构及关键技术研究[J]. 电信快报:网络与通信, 2010(3): 21-23.

[8] Kagal L, Korolev V, Avancha S, et al. Centaurus: an infrastructure for service management in ubiquitous computing environments[J]. Wireless Networks, 2002, 8(6): 619-635.

[9] Cotroneo D, di Flora C, Graziano A, et al. Securing services in nomadic computing environments [J]. Information and Software Technology, 2008, 50(9-10): 924-947.

[10] Bao Jianmin, Sun Yankui, Wang Jinping, et al. A new service scenario implementation in USPIOT platform [C]//Proc of CSAE. [s. l.]: [s. n.], 2012: 56-60.

[11] 严薇敏,吴伟民. 数据结构[M]. 第 2 版. 北京:清华大学出版社, 1992.

[12] 房玮睿,王春露. 基于缓冲池和多线程的智能交通短信平台设计与实现[C]//中国通信学会第六届学术年会论文集. 出版地不详;出版者不详, 2009.

[13] 姜宏岸,王 刚. 优先级队列的缓存管理机制的性能分析[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(25): 86-88.

[14] 潘迟龙,张基宏. 基于 WRR 的改进型队列调度算法[J]. 电信快报:网络与通信, 2012(1): 34-37.

(上接第 92 页)

[10] 温少君,陈俊杰,郭 涛. 一种云平台中优化的虚拟机部署机制[J]. 计算机工程, 2012, 38(11): 17-19.

[11] 王加昌,曾 辉,何腾蛟,等. 面向数据中心的虚拟机部署及优化算法[J]. 计算机应用, 2013, 33(10): 2772-2777.

[12] 郭 涛,刘菲军,杜 垚,等. 云计算环境下虚拟机部署策略的优化[J]. 计算机应用研究, 2012, 29(9): 3425-3427.

[13] 庄 威,桂小林,林建材,等. 云环境下基于多属性层次分析的虚拟机部署与调度策略[J]. 西安交通大学学报,

2013, 47(2): 28-32.


[14] Priya B, Pilli S E, Joshi C R. A survey on energy and power consumption models for greener cloud [C]//Proc of 2013 3rd IEEE international advance computing conference. Ghaziabad: IEEE, 2013: 76-82.

[15] Smith W J, Khajeh-Hosseini A, Ward J S, et al. CloudMonitor: profiling power usage [C]//Proc of 2012 IEEE 5th international conference on cloud computing. [s. l.]: IEEE, 2012: 947-948.

基于USPIOT统一接口网络通信层的业务缓冲机制

作者：[暴建民](#)，[汪凯](#)，[暴晨奇](#)，[BAO Jian-min](#)，[WANG Kai](#)，[BAO Chen-qi](#)

作者单位：[暴建民,汪凯,BAO Jian-min,WANG Kai\(南京邮电大学 物联网学院,江苏 南京,210003\)](#)，[暴晨奇,BAO Chen-qi\(伊利诺理工大学,美国 芝加哥60601\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2014(10)

引用本文格式：[暴建民](#).[汪凯](#).[暴晨奇](#).[BAO Jian-min](#).[WANG Kai](#).[BAO Chen-qi](#) [基于USPIOT统一接口网络通信层的业务缓冲机制](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2014(10)