

# JAIN SLEE中异步持久化方案的设计与实现

蔡海江, 范冰冰\*, 黄兴平  
(华南师范大学计算机学院, 广东广州 510631)

**摘要:** JAIN SLEE是一种异步、事件驱动的融合网络应用环境核心,其可靠性需要持久化方案来保存并恢复业务处理组件的相关状态,但目前缺少 JAIN SLEE异步持久化技术.基于此,提出了一种异步持久化方案,并设计和实现了持久化资源适配器,经测试方案能保障 JAIN SLEE的可靠性,且相比 J2EE成熟的同步持久化方案,具有更高的性能.

**关键词:** JAIN SLEE; 异步; 持久化; 资源适配器; SBB

**中图分类号:** TP311      **文献标志码:** A

下一代网络业务支撑环境是建立在融合网络基础上的可编程业务平台,和流行的企业级环境 J2EE不同,更适合于专业运营级,其核心是业务逻辑执行环境(SLEE),它负责为业务逻辑提供高效而安全的运行环境. JAIN SLEE<sup>[1]</sup>是 SLEE的 Java版本,是为 JAIN体系架构而定义,致力于解决 SLEE开放标准化问题. JAIN SLEE是一个高吞吐量、低时延、事件驱动的融合网络应用环境,目前相关技术标准、产品和应用快速发展,已体现广阔的前景.

为了保障 JAIN SLEE的可靠性,其业务处理组件(SBB)除了处理业务之外,还需要在数据库中保存它们的某些状态,如业务状态、呼叫会话状态等,以便因故障而停止工作的业务处理组件在重启后能恢复之前的状态,从而继续提供服务.因此需要在 JAIN SLEE中设计一种高效的持久化方案,以保障其可靠性.

在 J2EE环境中,有多种成熟的持久化方案,包括 JDBC、CMP、JDO和 Hibernate等<sup>[2]</sup>.这些持久化方案都是同步的,这在非实时的、数据库访问密集型的 J2EE中,已在实践中被证明运行良好,并具有良好的性能.然而对于异步的、事件驱动的 JAIN SLEE目前缺少异步持久化技术<sup>[1]</sup>,是否能直接使用 J2EE的同步持久化方案,和异步的持久化方案相比较性能如何?这些都是本文关注的问题.

JAIN SLEE通过各种资源适配器与外部不同的资源进行异步交互<sup>[1]</sup>.资源适配器是所用的具体协

议在 JAIN SLEE上的封装,它把到达的协议事件转换成普通的、语义等价的 Java事件,并通知 JAIN SLEE.对于 JAIN SLEE目前已有几种资源适配器,包括 HTTP资源适配器、JAIN SIP资源适配器<sup>[3]</sup>等,然而未见关于数据库资源适配器的相关工作.因此,本文研究的异步持久化方案,以及实现 JAIN SLEE持久化资源适配器,具有一定实际应用价值.其目标是既要能够保障 JAIN SLEE的可靠性,又具有较好的性能.

## 1 JAIN SLEE持久化方案

JAIN SLEE对持久化功能的要求主要有几点<sup>[4]</sup>:①高可靠性,能完整及时地保存一切需要保存的对象的状态.②高效性,保证快捷的业务请求处理,其性能不能因为持久化的实现而明显下降.③低复杂性,在较复杂的 JAIN SLEE环境,持久化实现不应加大系统维护的难度.④灵活性, JAIN SLEE持久化机制需能灵活地应对平台迁移可能带来的数据源的变化.

比较 JAIN SLEE与 J2EE<sup>[1]</sup>可以看出,同步的持久化方案非常适合于非实时的、数据库访问密集型的 J2EE.然而对于异步的、事件驱动的 JAIN SLEE,其异步持久化方案思想,在 SBB发出数据库操作的请求后,不应象同步方案继续等待响应结果,而应立即返回,继续处理业务请求,数据库的响应结果以事

收稿日期: 2010-03-09

基金项目: 广州市科技支撑计划项目(2009Z2-D261)

作者简介: 蔡海江(1984-),男,广东海丰人,2007级硕士研究生,Email: haijiang223@163.com; 范冰冰(1962-),男,江苏启东人,教授,主要研究方向:下一代网络与网络安全,Email: bingbingfar@163.net

\* 通讯作者

件的形式来通知 SBB.

异步持久化方案是在同步持久化方案的基础上,引入异步交互机制,这是该方案的难点.事件(Event)<sup>[1]</sup>和活动(Activity)<sup>[1]</sup>是解决这一难题的途径.事件即是需要应用进行处理的状态,包括状况的描述和出处等信息.该方案将数据库的响应信息封装成一类事件,并以此来驱动相关的 SBB.活动是一个相关事件流的抽象,代表 SBB与数据库交互的过程.该方案的重点是对 Activity生命周期的管理,包括 Activity的创建、结束和删除,如图 1所示.图 2是异步持久化方案的异步交互机制.

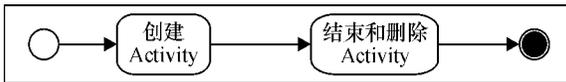


图 1 Activity生命周期

Fig 1 The Activity life cycle

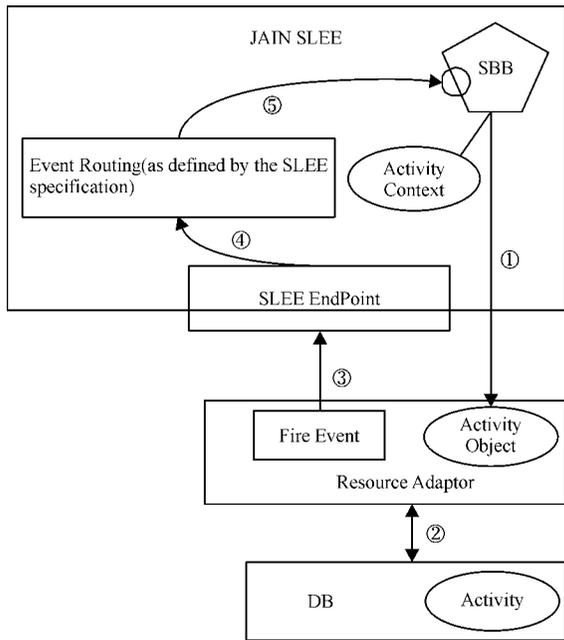


图 2 异步持久化方案的异步交互机制

Fig 2 The asynchronous interaction mechanism of asynchronous persistence program

由于 JAIN SLEE是通过资源适配器与外部的资源进行异步交互,因此,本文设计一个持久化资源适配器来实现异步持久化方案.

Mobicents<sup>[5]</sup>是唯一开源的并符合 JAIN SLEE规范的产品,是一个专业的 VoIP中间件平台.本文以 Mobicents为基础平台,根据 JAIN SLEE规范对资源适配器的设计要求<sup>[1]</sup>,以及对持久化功能的要求,提出持久化资源适配器,其整体结构如图 3所示.



图 3 持久化资源适配器的整体结构

Fig 3 The overall structure of persistence resource adaptor

## 2 JAIN SLEE持久化资源适配器的实现

### 2.1 事件处理

持久化资源适配器的事件由两部分组成:事件类型和封装事件信息的实体类.事件类型决定了 JAIN SLEE如何路由事件;在实现中,通过 event-xml文件定义一个事件类型 ResponseEvent代表数据库的响应事件,并向 JAIN SLEE注册.封装事件信息的实体类包括的信息:操作结果的状态(正常或异常);在正常情况下的响应数据;异常情况下的异常信息.用 1个 ResponseEvent类和 1个 Response接口来实现该实体类.

### 2.2 资源适配器类型

持久化资源适配器类型表明的共同特征,定义由该类型资源适配器实现的 Java接口, SBB使用这些接口与持久化资源适配器进行交互.持久化资源适配器类型由 3个接口文件和 1个 xml配置文件组成:

Activity接口: PersistenceActivity代表了 SBB与数据库异步交互的一个过程,是实现异步交互机制的另一个重要途径.该接口提供了 3个方法:获取 Activity的标识,异步操作数据库,结束 Activity.

Activity Context Interface Factory接口:提供一个根据已创建的 Activity来获取 JAIN SLEE中的 ActivityContextInterface的方法<sup>[1]</sup>.

Resource Adaptor Sbb接口:提供创建 PersistenceActivity对象的方法.

resource-adaptor-type-xml描述同一资源适配器产生的事件类型 ResponseEvent并向 JAIN SLEE注册了针对该类型事件的 3个接口.

### 2.3 资源适配器实现

持久化资源适配器是持久化资源适配器类型的具体实现,其目的是将外部数据库资源适配到

JAIN SLEE 中，主要任务包括处理来自 SBB 的调用、Activity 的启动与结束、发送事件等。资源适配器除了要实现资源适配器类型的 3 个接口之外，最关键的是要实现 JAIN SLEE 规范指定的 Re-

sourceAdaptor 接口<sup>[1,6]</sup>，它包含了与资源适配器生命周期相关的方法。持久化资源适配器生命周期如图 4 所示。

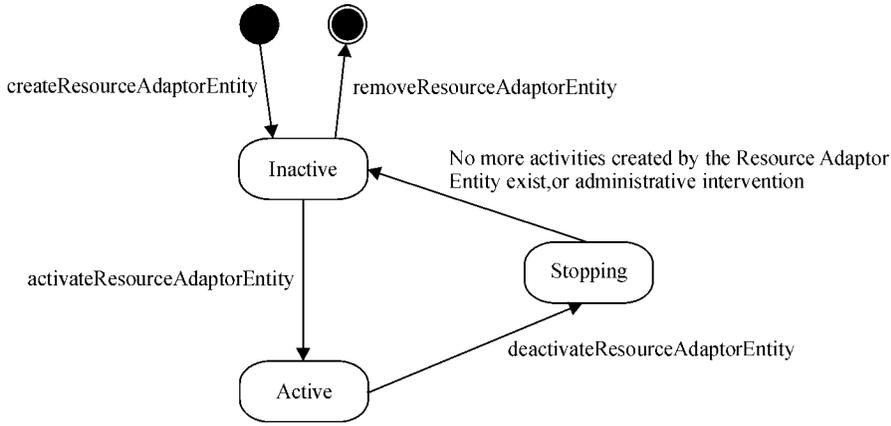


图 4 持久化资源适配器的生命周期

Fig 4 The life cycle of persistence resource adaptor

持久化资源适配器由 3 个实现资源适配器类型接口的 Java 类、1 个实现 ResourceAdaptor 接口的 PersistenceResourceAdaptor 类以及 1 个 resource -

adaptor-jar.xml 配置文件组成。图 5 是事件、资源适配器类型和资源适配器的整体静态结构图。

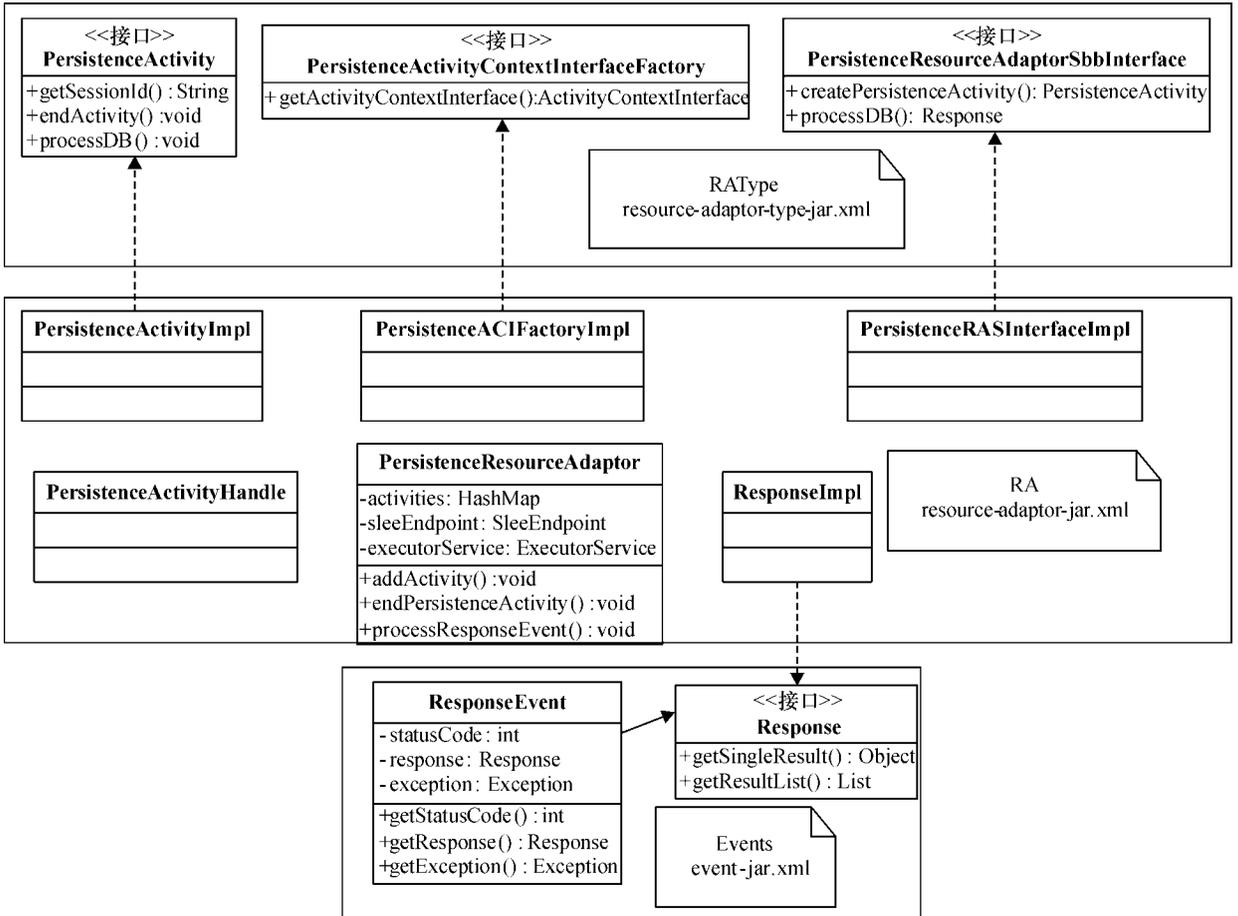


图 5 持久化资源适配器的整体静态结构图

Fig 5 The overall static structure diagram of persistence resource adaptor

resource-adaptor-jar.xml文件将该资源适配器与对应的资源适配器类型进行绑定,并向 JAIN SLEE注册该资源适配器. PersistenceResourceAdaptor是 ResourceAdaptor接口的实现类,是该资源适配器的核心,包括 3个主要功能: Activity管理功能、事件的创建与通知功能、线程管理功能.

对 Activity的管理,借助 Java的 HashMap来实现.事件的创建,使用工厂方法模式,根据不同的响应类型进行封装,最终生成 ResponseEvent事件;事件的通知功能,将创建的事件发送给 JAIN SLEE的事件路由模块,由它将该事件传递给对相关的 SBB.要使 SBB通过资源适配器以异步的方式访问数据库,需要在资源适配器中提供多线程的方式来处理 SBB的请求.但如果对 SBB的每次请求,都创建独立的线程来处理,会导致较大的开销,影响整体性能.因此,在资源适配器中,使用线程池的方式来管理线程,以减少因频繁创建线程而产生的开销.具体实现时,使用 java的 ExecutorService来辅助线程的管理.

### 2.4 持久层

持久化资源适配器中的持久层 Hibernate的持

久化方案<sup>[4]</sup>;具有较高的可靠性;能很好地解决对象与关系数据库之间的映射问题,持久化的实现简单,使开发人员能够专注于面向对象的程序设计与开发;可移植性好,能够灵活方便地应对关系数据库的变化;性能较高.这些优势与 JAIN SLEE对持久化功能的要求相一致.因此,持久化资源适配器的持久层采用基于 Hibernate的持久化方案,并采用 DAO模式,增加其灵活性.

### 2.5 SBB与持久化资源适配器的交互

图 6是 SBB与持久化资源适配器交互的时序图. SBB要访问数据库时,先创建一个 Activity,根据该 Activity获取 Activity Context把 SBB实例附属到 Activity Context中,并通过 Activity的接口方法以多线程的方式访问持久化资源适配器,之后 SBB继续处理业务请求.持久化资源适配器通过 Hibernate访问数据库,并将结果封装成 ResponseEvent对象,以事件的方式发给 JAIN SLEE的事件路由器.事件路由器通过 Activity Context找出对该事件感兴趣的 SBB,触发其事件处理方法.

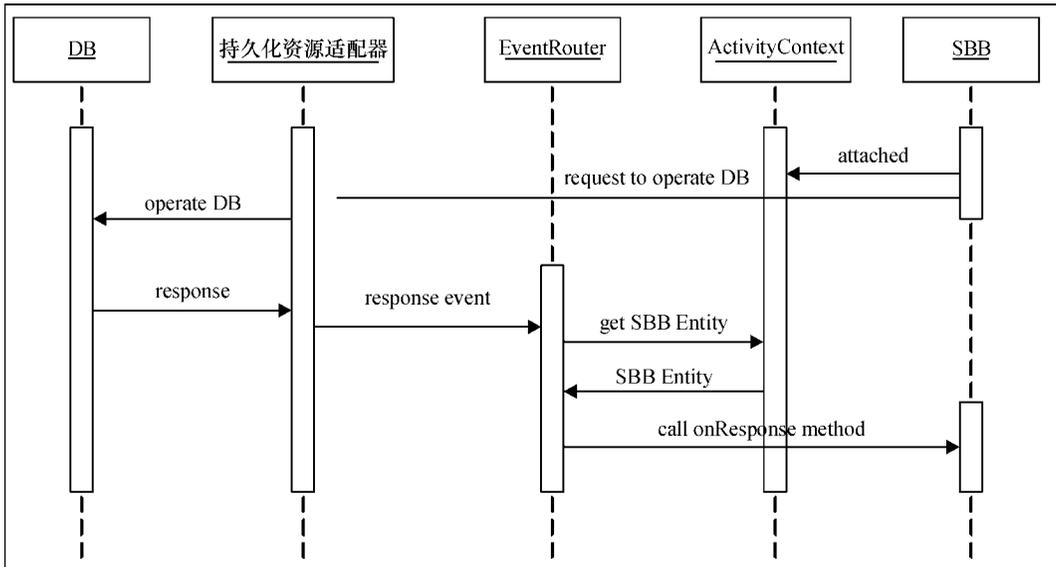


图 6 SBB与持久化资源适配器交互的时序图

Fig 6 The sequence diagram of interaction between SBB and persistence resource adaptor

## 3 性能测试

本文的测试环境: 1台 Dell PowerEdge 2850服务器,操作系统是 Linux AS 4,应用服务器为 Mobicents数据库服务器为 Oracle 10g JVM是 Sun JDK 1.5.0; 1台 PC机,操作系统是 Windows XP SP2,性

能测试工具是 LoadRunner

客户端使用 LoadRunner模拟不同数量的并发用户,向 JAIN SLEE应用服务器发出请求,由 SBB处理,并把处理结果返回给客户端.本文测试 3种情况下 JAIN SLEE的性能<sup>[7]</sup>: SBB没有持久化操作(无持久化)、SBB直接使用 Hibernate方案进行持久化(同步方式)、SBB使用持久化资源适配器进行持

久化(异步方式). 实验结果如表 1 所示.

表 1 不同情况下 JAIN SLEE 的性能

Tab 1 The performance of JAIN SLEE under different circumstances

并发用户数	平均响应时间 /s			吞吐量 / $(B \cdot s^{-1})$		
	无持久化	同步方式	异步方式	无持久化	同步方式	异步方式
10	0.260	0.489	0.317	9 630.333	9 296.134	9 586.000
50	1.796	2.259	2.048	13 178.975	12 175.924	12 862.222
100	3.997	4.697	4.464	14 465.040	12 585.090	13 636.428
150	5.637	6.431	6.128	15 587.787	13 533.488	14 620.102
200	7.355	8.682	8.124	16 384.715	13 827.928	14 899.201
250	8.637	10.221	9.481	17 067.592	14 110.888	15 290.805
300	9.787	11.543	11.009	17 538.543	14 162.581	15 380.816

根据表 1 的实验结果, 并发用户数与平均响应时间关系如图 7 所示, 并发用户数与吞吐量关系如图 8 所示.

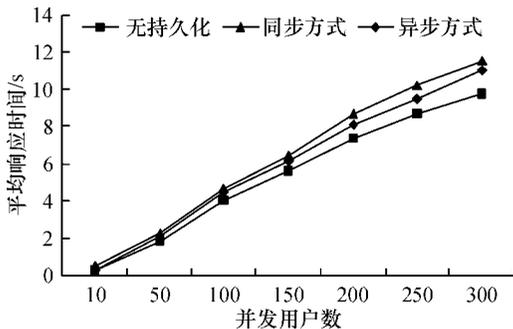


图 7 并发用户数与平均响应时间的关系

Fig 7 The relationship between the number of concurrent users and average response time

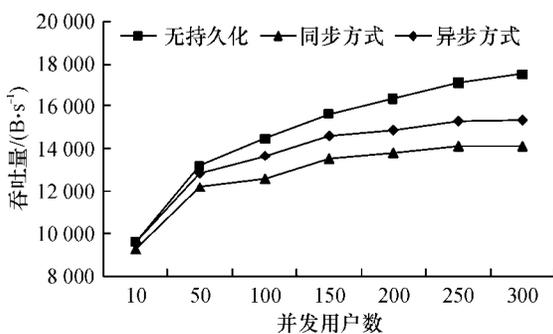


图 8 并发用户数与吞吐量的关系

Fig 8 The relationship between the number of concurrent users and throughput

在图 7 中, 异步方式的平均响应时间曲线处于同步方式的平均响应时间曲线之下, 而在图 8 中, 异步方式的吞吐量曲线在同步方式的吞吐量曲线之上, 且两图中, 异步方式的相应曲线均相对靠近无持久化的相应曲线. 即异步持久化方案比同步持久化

方案具有较少的平均响应时间和较高的吞吐量. 因此, 在 JAIN SLEE 环境中持久化, 使用本文设计的异步持久化方案比使用 J2EE 的同步持久化方案具有较好的性能.

## 4 总结

本文提出的异步的持久化方案和持久化资源适配器的实现, 为 JAIN SLEE 提供了关于数据库的资源适配器. 异步交互机制, 使得 SBB 在进行持久化操作的同时能够继续处理业务请求, 是异步持久化方案提升性能的关键, 本文通过事件和 Activity 解决这一难点. 随着融合网络 JAIN SLEE 广泛应用, 本文设计的持久化方案具有一定的实际应用价值.

本文研究对资源适配器中的线程池没有做进一步的优化, 从实验结果看出, 当并发用户数不断增多时, 使用异步方式的平均响应时间与使用同步方式的平均响应时间的差距逐渐缩小. 进一步工作主要包括: (1) 进一步完善该设计方案, 包括线程管理模块中线程池的优化、持久层中缓存的应用等; (2) 用本文的设计方案指导 JAIN SLEE 中其他类型的资源适配器的开发工作.

## 参考文献:

- [1] JSR 240, JAIN SLEE (JSLEE) 1.1 Specification Final Release [S].
- [2] 田珂, 谢世波, 方马. J2EE 数据持久层的解决方案 [J]. 计算机工程, 2007, 29(22): 93-95.  
TIAN Ke XIE Shibo FANG Ma. Solution of J2EE's data persistence [J]. Computer Engineering 2007, 29(22): 93-95.
- [3] 严伟, 王纯, 阮友森, 等. JAIN SLEE 中 SIP 资源适配器的设计与实现 [J]. 计算机系统应用, 2007(7): 64-66.  
YAN Wei WANG Chun RUAN Yousen et al Design and implementation of SIP resource adaptor in JAIN - SLEE [J]. Applications of the Computer Systems 2007(7): 64-66.
- [4] 郑迪, 邹华, 杨放春. 下一代网络业务执行环境持久化的设计与实现 [J]. 北京邮电大学学报, 2004, 27: 59-64.  
ZHENG Di ZOU Hua YANG Fangchun. Designing and realizing the persistence of SLEE in next generation networks [J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications 2004, 27: 59-64.

(下转第 56 页)

- [2] 王竹溪, 郭敦仁. 特殊函数概论 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2000: 660.
- [3] 吴大猷. 理论物理第六册: 量子力学 (甲部) [M]. 台湾: 联经出版公司, 1979: 250-251.
- [4] 许新胜, 张先燧, 涂兴华. 氢原子低能级的 Stark 效应 [J]. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2001, 24(1): 24.
- XU X insheng ZHANG X ianyi TU X inghua Stark effect of low energy levels of hydrogen atom [J]. Journal of Anhui Normal University: Natural Science Edition, 2001, 24(1): 24.

## THE REMOVAL OF THE DEGENERACY FOR ANY ENERGY LEVELS OF HYDROGEN ATOM

ZHENG Lixian QUAN Hongjun

(Department of Physics South China University of Technology Guangzhou 510641, China)

**Abstract:** To seeking the removal of the degeneracy for energy levels of hydrogen atom, it is proposed that by putting the hydrogen atom in electromagnetic field of the same direction, the impact of degeneracy can be studied with the interaction energy which between the electron in hydrogen atom and the external electromagnetic field. Only considering magnetic field, the eigenvalues and eigenfunctions are given and the degeneracy can be partly removed. Again by considering the electric field, the degeneracy of any energy levels can be removed completely. The energy with given  $n$  and  $m$  splits to  $n-|m|$  subband, and the neighbor level spacing is  $3ne\epsilon_{a0}$ .

**Key words:** hydrogen atom; electric field; magnetic field; parabolic coordinates; quantum number

【责任编辑 庄晓琼】

(上接第 47 页)

- [5] JBOSS Mobiles Communications Platform [EB/OL]. (2008-07-11) [2009-09-16]. <http://www.mobiles.org> +Resource+Adaptors
- [6] OpenCloud SLEE 1.1 Resource Adaptors [EB/OL]. (2008-01-15) [2009-08-12]. <https://developer.opencloud.com/devportal/display/OCDEV/SLEE+1.1>
- [7] FEMM INELLA M, FRANCESCANGELI R, GIACINTI F, et al Scalability and performance evaluation of a JAIN SLEE-based platform for VoIP services [J]. IEEE, 2009: 1-8.

## DESIGN AND IMPLEMENTATION OF ASYNCHRONOUS PERSISTENCE PROGRAM IN JAIN SLEE

CAI Haijiang FAN Bingbing\*, HUANG Xingping

(School of Computer South China Normal University Guangzhou 510631, China)

**Abstract:** JAIN SLEE, as the core of an asynchronous event-driven converged network application environment, its reliability requires persistence program to save and restore the states related to service building blocks. However, JAIN SLEE lacked for the technology of asynchronous persistence at present. An asynchronous persistence program is proposed in this article, and then the persistence resource adaptor is designed and implemented. After testing, the program can guarantee the reliability of JAIN SLEE with higher performance compared with the mature synchronization persistence program of J2EE.

**Key words:** JAIN SLEE; asynchronous persistence; resource adaptor; SBB

【责任编辑 庄晓琼】