面向过程感知的泛在网络系统资源调度

# 一 课题意义

## 研究意义

随着信息技术的进步，网络的发展速度越来越迅速。人们对于网络的无时无刻的需求，导致了泛在网络这一概念的出现。

泛在网络中，存在着许多资源有限的服务提供者，所以对其系统资源进行调度是非常有必要的。从某种角度来说，对泛在网络进行资源调度主要是根据其反馈出来的信息进行处理。因此，可以使用事件管理方式来应对各种网络事件。然而，事件管理操作目前仍主要通过人工来完成。有调查表明，操作人员60%---90%的时间仍在使用简单的测量和诊断工具来收集、监视和分析网络事件。这种人工过程不能满足网络日益增长的发展速度复杂性和规模的需求，网络管理人员的人工处理速度跟不上各种网络事件生成的速度。因此提供一个自动化系统，为大规模、高复杂度的分布式网络实现自动化的事件管理，是网络管理研究课题的一项重要任务，这就是事件管理系统。网络事件管理系统有助于在以下几个方面应对事件“风暴”问题：(1)自动进行事件收集减少人工操作的负担：(2)通过事件关联技术区分故障根源和故障症状化简复杂的事件流使其更容易进行分析；(3)辅助故障诊断与恢复实现高可用性服务。

由于泛在网络中的事件比较复杂，所以为各种事件建立一个高度统一的整体模型比较困难。在此，引入人工智能中的分层控制策略思想，对系统根据需求进行分层。层次多了，层次之间表示粒度的差异就缩小了，因此有利于层间通讯。下层不能处理的问题可以提交上层解决，上层处理的结果可以指导下层的工作。高层知识的引入，可以降低底层数值处理的复杂性，提高系统的智能。并且，上层可以实现对于资源的透明管理。

为了对分布式的网络资源按需分配，那么就需要对其进行精密控制。引入事务控制能够非常有效的解决分布式网络资源分配的问题。事务的四个特征：1）原子性，即一事务的操作要么全部执行，要么全部不执行。当事务非正常终止时，其中间结果将被取消。2）一致性，又叫可串行性。并发执行的几个事务，其操作的结果应与以某种次序串行执行它们的结果相同，因此称为可串行性。这种可串行化的并发调度是由数据库系统的并发控制机制来完成，以保证并发事务执行时数据库状态一致，所以这种性质也称为事务的一致性。3）隔离性，一个未完成事务不能在提交前就把其中间结果提供给其它事务使用。4）耐久性，一个事务正常结束即提交后其操作的结果将永久化且与提交后发生的故障无关。将泛在网络中的每个节点中的资源调度事件可视为事务操作，采用事务控制组件来构建监控系统能够保证分布式网络节点资源分配的统一性。

泛在网络中的提供服务的节点大部分都是资源有限型的，所以在对其进行资源调度方面，优化能量管理和多源资源分配显得尤为重要了。泛在网络中的节点一般都是按照某些任务进行不间断的运行，当其在空闲时间内仍然进行运行，或者由于多个资源分配的不合理，导致能源浪费，当节点的电源耗尽后就会关闭机器，或者浪费能源，这样提供的网络服务性价比不是最好的。所以，必须对能量管理进行优化，这样才能保证节点提供优质的服务。

## 国内外研究现状

泛在网络是一种利用已有技术和发展新技术为特征的网络，其主要目标是让人们在任何地方任何时间能够通信，访问网络内的一切。

日本韩国率先把泛在网络作为一个国家发展战略进行部署。经过这几年的发展，日本韩国的泛在网络技术已经处于领先的地位。泛在网络社会充分利用日本信息技术优势，包括近100％家庭拥有电视机、1亿手机用户、1000万汽车导航系统的宽带环境。泛在网络涵盖有线网络、无线网络和移动系统，可以使用IPv6协议在电脑、移动电话、掌上电脑、数字电视、机顶盒、信息家电、游戏机、汽车导航系统、自动贩卖机、Web录像机、电子标签、泛在器甚至过去不被当做信息装置的设备间进行信息交换。企业不管何时何地，都可以通过信息家电和装置中的微芯片（电子标签）和宽带网络连接到消费者。而我国也已经制定一些发展规划（用一张表格罗列出来证据），正在努力追赶，争取能够掌握先进的技术。下面是我国近些年与网络相关的国家级规划。

|  |
| --- |
| 名称 |
| 物联网“十二五”发展规划 |
| 宽带网络基础设施“十二五”规划 |
| 国际通信“十二五”发展规划 |
| 电信网码号和互联网域名、IP地址资源“十二五”规划 |

随着网络规模的不断增大，各种网络事件不断，对网络进行监测以及成为网络管理的一部分了，而事件关联技术目前被广泛地使用在网络管理中。网络管理领域中的事件通常定义为有关网络中正在发生的情况的信息。网络环境中受管理设备上的硬件和软件故障、安全侵害、性能下降、环境参数变动等都可能通过事件表现出来。其具体表现形式一般为软硬件系统日志、性能参数的测量、各种网络管理协议所定义的事件等可供观察收集的信息和数据。杨洪涛，王继龙两位学者在论文《网络事件管理系统中关联技术的选择及实现》详细地分析了以下五种事件关联技术，分别为：(1)基于规则的推理(2)编码方法(3)基于案例的推理(4)基于模型的推理(5)人工智能方法。由于这几种关联技术是最基础的事件关联技术，不能够完全适应复杂的、多目标的系统模型。

为了适应复杂的系统模型，王雯霞，贾焰等人在论文《一种网络安全事件关联分析的专家系统研究》中提出了一种用于网络安全事件关联分析的专家系统。其中，引入了分层策略，对共性知识库进行分层立体化建模以提高关联分析性能，添加资产信息和漏洞信息分析模块来提高对重点设备、网络区域、网络安全事件的关注度，并对冗余信息进行剪枝、去重。同时，在专家系统中引入时间流，提高系统的实时性。

对于事件进行相应的资源调度和优化有许多方法。在网络资源管理方面，主要可以从两方面考虑。首先，从结合设备的硬件方面考虑优化。Major Bhadauria和Sally A .Mckee在论文《An Approach to Resource-aware Co-scheduling for CMPs》中提出了一种在多核芯片中对于具有资源意识的调度策略，经过对本地信息的分析，得到了一种对于多线程具有启发式的调度策略。该整个方法尝试着与其他线程共享资源消耗。以一种具有资源意识的方式，该联合调度策略能够有效的提升性能，节约能量。Zhuxiu Yuan等在论文《A Balanced Energy Consumption Sleep SchedulingAlgorithm in Wireless Sensor Networks》中提出了一种适用于无线传感网的Sleep scheduling 算法EC-CKN (Energy Consumeduniformly-Connected K-Neighborhood)，其根据节点的剩余能量来判断是否需要激活该节点，而不是仅仅依据是否有邻居节点连接上该节点，实验证明该算法能够有效的减少能量消耗。该算法虽然能够有效的减少能量消耗，但是，仍然有部分可以节省的能量被消耗掉。Jianping Wang等在论文《Cross-Layer Sleep Scheduling Designin Service-Oriented Wireless Sensor Networks》中经过分析发现了无线传感网中MAC层经常做无用的监听，从而浪费了部分电力资源。但是，如果将节点设置为sleep模式后，MAC层将无法监听到无线信号，这会影响到网络层和应用层。所以，他们提出了一种分层sleep scheduling方法。根据不同层的活动进行调度。

其次，结合系统软件性能方面考虑，可以使用task scheduling方法来进行优化系统的运行。这样的方式同样能够达到节省能源的目的。Fatma A. Omaraa,Mona M. Arafa b发表了论文《Genetic algorithms for task scheduling problem》，在该篇文章中分析了一些关于task scheduling的遗传算法，发现这些task scheduling方法中大部分都是为了解决特殊问题而设计的，它们从整体上去搜索整个解决空间，而不是考虑如何减小最优化进程的复杂度。在该论文中共提出了两份遗传算法，这两个算法采用了启发式规则，致力于提高计算性能。然后向遗传算法中添加了能够提升性能的启发式规则。在第一个遗传算法中，共采用了两个适应度函数。第一个适应度函数目的是最小化执行时间，第二个关注的是如何满足负载均衡。第二种遗传算法基于任务复制技术，克服了过度的信息交互。实验结果表明本论文提出的两种遗传算法均能够取得优异的表现。

从两个方面去考虑网络资源管理，但是，可以进行优化的资源比较多，而且有可能这些资源相互约束，具有不确定性。为了能够得到优化的解，可以借助于整数规划方法。由于优化方式的多样性，以及取值的离散性，该类型的整数规划方式属于非线性的。邓长寿等发表论文《混合整数非线性规划问题的改进差分进化算法》。该论文中提出了一种改进差分进化算法求解混合整数非线性规划问题。该算法利用同态映射方法，解决差分进化算法无法直接处理整数决策变量问题；提出改进的自适应交替变异算子，提高算法的搜索性能；提出一种自适应保留不可行解的方法处理约束条件，并对差分进化算法的选择算子进行改进，提出一种直接处理约束条件的新选择算子。最后经过实验，验证了该方法的有效性和适用性。

为了使该远程监测系统能够更好的对网络系统进行资源调度，鉴于泛在网络的分布式的特点，需要支持分布式事务管理。目前，支持分布式事务管理的主要编程语言主要有JAVA和C#。然而C#与微软平台紧密结合使得其未能大范围的使用。JAVA语言的J2EE平台提供了JAVA事务编程接口（JTA:Java Transaction API）和Java事务服务（JTS：Java Transaction Service），并且与平台无关。为了调度泛在网络的服务资源，有必要将可进行调度的资源序列化为本地数据库中的数据，结合JAVA语言提供的可持久化特性，采用基于JPA的可持久化和JTA的事务管理的技术来构建web远程监控，能够有效的减少构造监控系统的复杂度。对于分布式的大量节点来说，节点信息量非常大，为了节约外存空间，避免数据膨胀，如果在计算的过程中同时使用压缩，使整个计算过程中的计算对象是针对压缩的chunk，就可以使用很小的内存空间计算很大的cube。田新锋等人在论文《CHUNK中的多维数据压缩》中提出了一种在CHUNK中采用位图方式进行多维数据压缩的方法，针对数据稀疏度比较大的情况，该算法在chunk头部进行了间接地Index，将chunk头部分为了标志部分和数据部分，当标志部分为0时，表示该数据部分没有实际数据。当标志部分为1时，表示chunk的数据部分至少是有一个有效数据的。这样就能够对于稀疏度较大的数据进行有效的压缩了。对于压缩后的数据进行MDX查询优化，能够有效的提升数据查询性能。黄立峰在其研究生毕业论文《基于MDX的多维查询算法研究》中详细的分析了MDX的查询方法，并且设计了一种查询优化方式。该算法吸收了经典算法BVF的优点，采用了子查询划分理论，并在其上加入了寻找最优重写视图算法。当一部分查询无适合视图匹配时，算法将重写这部分查询并为其构造新的视图，最后加入到查询计划中。从定性的角度分析，该算法在视图的利用率及共享子任务方面有一定的提高，这将使该算法的适应性及查询效率更强。

## 二 主要参考文献

查阅主要文献资料目录清单

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **作 者** | **题 目** | **刊物名称** | **期（卷）号** | **年份** | **起止页码** |
| 1 | 马满仓  徐启建 | 泛在网络技术及其应用 | 无线电工程 | 第11期 | 2010 | 7～10 |
| 2 | 黄颖  李健 | 泛在网国内外标准化总体情况 | 电信网技术 | 第3期 | 2010 | 10～12 |
| 3 | Jianping Wang  D Li | Cross-Layer Sleep Scheduling Designin Service-Oriented Wireless Sensor Networks | Mobile Computing, IEEE Transactions on | 第9卷 | 2010 | 1622~1633 |
| 4 | 王海威 | 智能电视操作系统服务性能与资源调度关键技术研究 | 中国科学技术大学博士毕业论文 |  | 2011 |  |
| 5 | 吴佳明 | 企业级资源调度与数据传送系统接口平台的设计与实现 | 北京邮电大学硕士毕业论文 |  | 2011 |  |
| 6 | 沈雷 | 某银行业务服务管理系统设计和实现 | 北京邮电大学硕士毕业论文 |  | 2012 |  |
| 7 | 刘永 | 云计算环境下虚拟机资源调度策略研究 | 山东师范大学硕士毕业论文 |  | 2012 |  |
| 8 | 王锡安 | WSN中节点资源调度机制研究及其在现场感知中的应用 | 长沙理工大学硕士毕业论文 |  | 2012 |  |
| 9 | 李昂 | 基于计算经济模型的网格资源调度技术研究 | 哈尔滨工程大学硕士毕业论文 |  | 2011 |  |
| 10 | 王磊 | 网格环境下基于信任的资源调度算法研究 | 山东师范大学硕士毕业论文 |  | 2011 |  |
| 11 | 张伟 | 网格资源调度的效用及其仿真研究 | 湖北工业大学硕士毕业论文 |  | 2011 |  |
| 12 | 李军 | 网格中传感资源调度优化技术的研究 | 武汉理工大学硕士毕业论文 |  | 2011 |  |
| 13 | V Cardellini, M Colajanni, PS Yu | DYNAMIC LOAD BALANCING ON WEB-SERVER SYSTEMS | Internet Computing, IEEE |  | 1999 |  |
| 14 | P Gratz, B Grot, SW Keckler | Regional Congestion Awareness for Load Balance in Networks-on-Chip | High Performance Computer Architecture, 2008. HPCA 2008. IEEE 14th International Symposium on |  | 2008 | 203~214 |
| 15 | Hiroshi Saito， Osamu Kagami | Wide Area Ubiquitous Network:The Network Operator’s View of a Sensor Network | IEEE Communications Magazine | 第12期 | 2008 |  |
| 16 | Wei Song，Weihua Zhuang | Multi-Service Load Sharing for Resource Management in the Cellular/WLAN Integrated Network | IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS | 第8卷 | 2009 | 725~735 |
| 17 | John Strassner，Sven van der Meer，Brendan Jennings | An Autonomic Architecture to Manage Ubiquitous Computing Networks and Applications | Ubiquitous and Future Networks | 第1期 | 2009 | 116~121 |
| 18 | Y Chen, T Wo, J Li | An Efficient Resource Management System for On-line Virtual Cluster Provision | Cloud Computing |  | 2009 | 72~79 |
| 19 | M. Hermenegildo;E. Albert;P. Lopez-Garcia;G. Puebla | Some Techniques for Automated,Resource-Aware Distributed and Mobile Computing in a Multi-Paradigm Programming System | Euro-par 2004 parallel processing |  |  |  |
| 20 | 邓长寿;任红卫;彭虎 | 混合整数非线性规划问题的改进差分进化算法 | 计算机应用研究 | 第2期 | 2012 | 445~448 |
| 21 | A Haider, R Potter, A Nakao | Challenges in Resource Allocation in NetworkVirtualization | 20th ITC Specialist Seminar |  | 2009 |  |
| 22 | Stefano Bertozzi;Andrea Acquaviva;Davide Bertozzi | Supporting Task Migration in Multi-Processor Systems-on-Chip: A Feasibility Study | Design, Automation, and Test in Europe |  | 2006 |  |
| 23 | Zhuxiu Yuan；Lei Wang；Lei Shu；Takahiro Hara；Zhenquan Qin | A Balanced Energy Consumption Sleep SchedulingAlgorithm in Wireless Sensor Networks | Wireless  Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC) |  | 2011 | 831~835 |
| 24 | Qing Cao, Tarek Abdelzaher, Tian He, John Stankovic | Towards Optimal Sleep Scheduling in Sensor Networks forRare-Event Detection | International Conference on Information Processing in Sensor Networks |  | 2005 |  |
| 25 | 田新锋;李战怀;朱岩 | CHUNK中的多维数据压缩 | 第18届全国数据库学术会议论文集 |  | 2001 | 223~227 |
| 26 | 史红周 | 支持普适计算的智能终端服务及设备管理技术研究 | 中国科学院博士毕业论文 |  | 2004 |  |
| 27 | 吴刚 | 对低功耗进程调度算法的研究 | 复旦大学博士毕业论文 |  | 2006 |  |
| 28 | Kandhalu, A.;Junsung Kim;Lakshmanan, K.;Rajkumar, R. | Energy-Aware Partitioned Fixed-Priority Scheduling for Chip Multi-Processors | Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA), 2011 |  | 2011 | 93~102 |
| 29 | L.K. Goh, B. Veeravalli, and S. Viswanathan | Design of Fast and Efficient Energy-Aware Gradient-Based Scheduling Algorithms for Heterogeneous Embedded Multiprocessor Systems | IEEE Trans.  Parallel and Distributed Systems | 第20卷 | 2009 | 1~12 |
| 30 | Zhang, Y. and West, R | Process-Aware Interrupt Scheduling and Accounting | Proc. of RTSS |  | 2006 | 191~201 |
| 31 | 戴日光 | 基于Multi—Agent的泛在网络服务感知模型设计 | 电脑知识与技术 | 第8期 | 2012 | 274~278 |
| 32 | 王雯霞，贾焰，韩伟红，徐镜湖，郑黎明 | 一种网络安全事件关联分析的专家系统研究 | 信息网络安全 | 第9期 | 2011 | 97~100 |
| 33 |  | Energy-Aware Partitioned Fixed-Priority Scheduling for Chip Multi-Processors |  |  |  |  |
| 34 | 冯士心，俞东进 | 基于实例化视图的MDX 语句执行性能优化 | 计算机工程 | 第18期 | 2008 | 82~84 |
| 35 | 杨洪涛，王继龙 | 网络事件管理系统中关联技术的选择及实现 | 计算机工程 | 第4期 | 2006 | 197~213 |
| 36 | Luc Moreau；Christian ueinnec | Resource Aware Programming | ACM Transactions on Programming Languages and Systems | 第3期 | 2005 | 441~476 |
| 37 | Bo Zhai；Ronald G. Dreslinski；David Blaauw；Trevor Mudge；Dennis Sylvester | Energy Efficient Near-threshold Chip Multi-processing | Proceedings of the 2007 international symposium on Low power electronics and design |  | 2007 | 32~37 |
| 38 | 黄立峰 | 基于MDX的多维查询算法研究 | 中南大学硕士毕业论文 |  | 2007 |  |
| 39 | 贺正娟 | 泛在网络资源管理模型的研究 | 通信技术 | 第10期 | 2009 | 81~83 |
| 40 | Major Bhadauria；Sally A. McKee | An Approach to Resource-Aware Co-Scheduling for CMPs | Proceedings of the 24th ACM International Conference on Supercomputing |  | 2010 | 189~199 |
| 41 | Young Choon Lee ；Albert Y. Zomaya | Energy efficient utilization of resources in cloud computing systems | THE JOURNAL OF SUPERCOMPUTING | 第2期 | 2012 | 268~280 |
| 42 | Shang-Wen Cheng, Vahe V. Poladian, David Garlan ，Bradley Schmerl | Improving Architecture-Based Self-Adaptation through Resource Prediction | SOFTWARE ENGINEERING FOR SELF-ADAPTIVE SYSTEMS | 第5525卷 | 2009 | 71~88 |
| 43 | Junghoon Lee, Cheol Min Kim, Ho-Young Kwak，Jikwang Han | Available Power Analysis for Background Tasks on Ubiquitous Sensor and Actuator Networks | ADVANCES IN ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTRICAL MACHINES | 第134卷 | 2011 | 141~146 |
| 44 | Jong-Hwan Kim, In-Bae Jeong, In-Won Park，Kang-Hee Lee | Multi-Layer Architecture of Ubiquitous Robot System for Integrated Services | INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL ROBOTICS | 第1期 | 2009 | 19~28 |
| 45 | Sadagopan, N; Krishnamachari, B ; Goel, A | Delay Efficient Sleep Schedulingin Wireless Sensor Networks | 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies | 第4卷 | 2005 | 2470~2481 |
| 46 | 王平；李莉 ；赵宏 | 网络管理中事件关联检测机制的研究 | 通信学报 | 第3期 | 2004 | 73~81 |
| 47 |  |  |  |  |  |  |
| 48 |  |  |  |  |  |  |
| 49 |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |
| 51 |  |  |  |  |  |  |
| 52 |  |  |  |  |  |  |
| 53 |  |  |  |  |  |  |

## 三 研究内容、研究目标以及拟解决的关键问题

1. 监控系统主要监控哪些目标：泛在网络是一种混杂式网络，其中既包含现有的Internet网络，也包含物联网，更包含了3G/4G等等通讯网络，其主要目的是为了实现目标：让网络无所不在，无所不包，无所不能。所以，首先需要明白监控对象就是整个网络中的资源，而该论文中的资源主要指的是网络中的服务。
2. 由于网络模型比较复杂，网络监管的事件比较多，需要利用消息队列将网络事件保存好。
3. 根据对网络事件的精准分析，提供尽可能精确的资源调度策略。可以根据网络事件提供的信息，可以将网络事件进行分类，如果该事件反馈的是系统缺少资源，那么就需要根据该信息对其进行资源分配。
4. 对带有约束的资源分配方式，需要研究一种能够满足大部分资源分配需求的算法。比现有的资源调度算法有显著的优点。
5. 由于网络事件的信息量巨大，远程监测管理系统为了能够高效率的运行，必须进行数据压缩，对数据的查询进行优化，提升数据查询速度，增加资源调度的实时性。为了能够支持分布式的事务，有必要使用JPA/JTA技术来支持分布式的资源调度策略。

## 拟解决的关键问题

1. 根据主流的系统来分析设计出一个资源管理框架，引入精确模型与特征模型相结合的事件关联和分层策略控制技术。
2. 对于泛在网络中的资源进行精细化管理，综合软硬两个层面技术来优化能量管理和多源资源分配，硬优化包括Chip Multi-Processing、Sleep Scheduling、VirtualMachine Management等，软优化包括Load Balance、Task Scheduling等。
3. 研究混合整数非线性规划方法，为带有约束条件的网络资源建立优化方程，并寻求资源调度的最优解。
4. 对于监控远程管理系统，将每一个任务视为一个事务，研制基于JPA/JTA的持久化与事务控制组件，由于泛在网络中节点多，模型复杂，数据量大，采用基于Chunk的压缩多维数据存储结构和MDX的查询优化，用于提升查询性能；对于远程监控系统能够支持流程实例管理、任务列表与任务表单管理控制等。

## 四 拟采取的研究方案及可行性分析

## 研究方案

### 一 资源管理框架

事件关联策略被广泛的使用在网络管理领域。IBM的Tivoli NETCOOL是一个比较出名的事件管理平台，其可以提供业务服务管理的重要的事件源，IT或业务应用事件通过一定的规则与业务服务管理的特定对象匹配，为业务服务管理提供事件数据。Tivoli NETCOOL的事件结构可以灵活的进行扩展，增加管理需要的上百个字段，并通过与客户相关信息的关联，在原始报警产生时，自动关联丰富到这些字段中，管理人员在收到报警的同时就可以看到丰富之后的各种信息。