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

随着社会的进步，通信技术，电子设备制造技术日新月异，导致了网络的高速发展。传统的计算机网络已经不能完全跟上科技的发展，出现了大规模的，复杂的，混合式网络。人类开始习惯使用各种移动设备随时随地的进行网络通信。早在1988年，普适计算之父Mark Weiser就预言了一种网络模式：“网络如同空气和水一样，自然而深刻的融入人类的日常生活和工作中。”截至2012年6月底，我国手机网民达到3.88亿，超过电脑上网用户的3.86亿人。这些数据验证了Weiser先生的预言正在变成现实。普适计算逐渐的演变为今天的泛在网络。而目前泛在网络标准体系研究有四个重点研究方向，包括下一代网络技术标准、传感器网络技术标准、射频识别技术标准、对象标志技术标准。为了促进我国的泛在网络的发展，在2012年，中央政府颁布了《物联网十二五规划》，希望我国在未来的几年内能够在泛在物联网领域取得重大突破，掌握世界领先的技术。而在泛在网络的结构中，可移动或者专用设备将会占有很大的比重。可是移动设备或者专用设备大多体积较小，资源有限，使用电池供电等特点，如何让有限的资源发挥出最大的能量，这是许多学者和生产商需要攻克的难题。所以研究这类设备的资源管理是非常有必要的。

## 国内外研究现状

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。而我国也已经制定一些发展规划，正在努力追赶，争取能够掌握先进的技术。

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。

然而，对于混杂式的泛在网络环境来说，目标是不确定的。在泛在网络中包含了移动通信网络和电信网络，还有物联网等混合式的网络。而且，网络资源很多都是受到物理资源的限制，带有约束。所以，上述的专家系统模型不能够完全满足需求，但是，可以借鉴其分层的策略思想，根据泛在网络的特点，引入特征模型和具体模型相结合的事件关联技术。

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，经过队本地信息的分析，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，从系统软件方面考虑，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普通的task scheduling的方法，然后向普通的算法中添加了能够提升性能的启发式规则。

从两个方面去考虑网络资源管理，但是，可以进行优化的地资源比较多，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支持事务管理，鉴于泛在网络的分布式的特点，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。对于分布式的大量节点来说，节点信息存在着多维信息，有必要进行压缩存储。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，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。

# 二主要参考文献

下面是目前主要参考的文献。

1、Cross-Layer Sleep Scheduling Designin Service-Oriented Wireless Sensor Networks

2、Evaluating Performance of Android Platform Using Native C for Embedded Systems

3、Application- and Context-Aware Radio Resource Management for Future Wireless Networks

4、WWW Traffic Reduction and Load Balancing through Server-Based Caching

5、DYNAMIC LOAD BALANCING ON WEB-SERVER SYSTEMS

6、Regional Congestion Awareness for Load Balance in Networks-on-Chip

7、Wide Area Ubiquitous Network:The Network Operator’s View of a Sensor Network

8、Multi-Service Load Sharing for Resource Management in the Cellular/WLAN Integrated Network

9、An Autonomic Architecture to Manage Ubiquitous Computing Networks and Applications

10、An Efficient Resource Management System for On-line Virtual Cluster Provision

11、Kernel Monitor of Transport Layer Developed forAndroidWorking on Mobile Phone Terminals

12、Some Techniques for Automated,Resource-Aware Distributed and Mobile Computing in a Multi-Paradigm Programming System

13、混合整数非线性规划问题的改进差分进化算法

14、Challenges in Resource Allocation in NetworkVirtualization

15、Supporting Task Migration in Multi-Processor Systems-on-Chip: A Feasibility Study

16、一个综合性集群监测模型MCM的设计与实现

17、基于Multi—Agent的泛在网络服务感知模型设计

18、Energy Efficient Near-threshold Chip Multi-processing

19、Towards Optimal Sleep Scheduling in Sensor Networks forRare-Event Detection

20.对低功耗进程调度算法的研究

21.普适环境下基于软件代理虚拟化的应用迁移

22、A Balanced Energy Consumption Sleep SchedulingAlgorithm in Wireless Sensor Networks

23.移动泛在网络环境

24．IP传感网络下的普适计算系统设计

25．智能空间的软件平台及其资源管理的研究

26、CHUNK中的多维数据压缩

27、操作系统电源管理研究进展

28.支持普适计算的智能终端服务及设备管理技术研究

29. Energy-Aware Partitioned Fixed-Priority Scheduling for Chip Multi-Processors

30.Design of Fast and Efficient Energy-Aware Gradient-Based Scheduling Algorithms for Heterogeneous Embedded Multiprocessor Systems

31.Process-Aware Interrupt Scheduling and Accounting

32.AndroScope for Detailed Performance Study of the Android Platform and Its Applications

33.Design and Implementation of a Fine-grainedResource Usage Model for the Android Platform

34.一种网络安全事件关联分析的专家系统研究

35. Energy-Aware Partitioned Fixed-Priority Scheduling for Chip Multi-Processors

36. Embedded Linux as a platform for dynamically self-reconfiguring systems-on-chip

37. Improving Architecture-Based Self-Adaptation through Resource Prediction

38. Available Power Analysis for Background Tasks on Ubiquitous Sensor and Actuator Networks

39. Multi-Layer Architecture of Ubiquitous Robot System for Integrated Services

40. Data Cache Techniques to Save Power and Deliver High Performance in Embedded Systems

41.ECOSystem: Managing Energy as a First Class Operating System Resource

42. Energy efficient utilization of resources in cloud computing systems

43.基于MDX的多维查询算法研究

44.泛在网国内外标准化总体情况

45.嵌入式实时操作系统的资源调度

46.泛在网络资源管理模型的研究

47.Delay Efficient Sleep Schedulingin Wireless Sensor Networks

48.An Approach to Resource-Aware Co-Scheduling for CMPs

49.Resource Aware Programming

50.网络资源及服务的监测、分析与评估集成技术

51.网络事件管理系统中关联技术的选择及实现

# 三研究内容、研究目标以及拟解决的关键问题

## 研究内容

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，首要问题是监控对象是什么？
2. 由于网络模型比较复杂，网络监管的事件比较多，如何根据这些网络事件提供的信息进行准确的分析？
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。
4. 对带有约束的资源分配方式，如何能够得到最优的调度结果？
5. 远程监测管理系统需要提供哪些功能？对于具体实施需要进行哪些优化？

## 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

1. 分析各种网络事件，能够从事件中提取出事件的特征，建立起各种事件的模型。
2. 根据分层策略，在事件模型的上层建立事件关联模型。
3. 根据具体的网络事件提供的信息反馈，由上层进行决策，得到了优化解后，再进行资源调度或者优化操作。
4. 创建基于web的远程监测管理系统，提供持久化功能，采用基于JTA的事务组件，对于大量的数据采用CHUNK多维压缩，以及MDX多维数据查询优化等。

## 可行性分析

由于有许多学者研究过网络中事件关联问题，在该系统中可以借鉴已经有的事件关联研究成果。不过不能够直接使用，需要根据具体的环境进行改进，由于泛在网络是一种混合式的网络，所以该系统模型需要根据具体的网络事件采用分层控制策略。粗略的分层模型如下：



由于泛在网络事件引起的资源调度或者系统优化，可能存在着相互约束，具有很强的不确定性。因此，需要研究出能够满足复杂条件的调度策略。根据数学原理，采用混合整数非线性规划方式，该方法有望解决多源，复杂的资源调度问题。

# 五研究计划及预期研究结果

2012年9月1日-2012年12月31日

收集和整理资料，完善与细化研究方案，对于研究方案进行详细的构思等。

2013年1月1日-2013年2月28日

着重研究对于网络事件的特征模型的精确解析方式和事件关联技术，争取构建出一个层次清晰，功能明确的模型。在此期间争取能够发表一篇论文。

2013年3月1日-2013年6月30日

着重研究各种资源调度策略以及系统性能优化方法。

2013年7月1日-2013年10月31日

着重研究整数规划问题，具体的需要研究混合整数非线性规划求解问题。

2013年11月1日-2014年2月28日

主要研究远程监测管理系统，采用CHUNK的多维数据压缩，并使用MDX查询优化，支持持久化以及事务管理等，申请一个专利，并发表一篇相关论文。