

# 基于网格的开放式决策支持系统模型<sup>\*</sup>

迟嘉昱<sup>1</sup> 陈学广<sup>1</sup> 孙 翎<sup>2</sup> 邹德清<sup>3</sup>

(华中科技大学系统工程研究所 武汉430074)<sup>1</sup> (华中科技大学管理学院 武汉430074)<sup>2</sup>

(华中科技大学计算机学院 武汉430074)<sup>3</sup>

**摘 要** 网格技术的出现和飞跃对决策支持系统(DSS)的发展将产生巨大影响。本文分析了当前 DSS 所存在的不足,介绍了网格的基本概念及网格技术对 DSS 的影响。最后提出了一个基本的开放 DSS 模型及其实现。

**关键词** 决策支持系统, 网格技术, Internet

## A Model of Grid Based Decision Support System

CHI Jia-Yu<sup>1</sup> CHEN Xue-Guang<sup>1</sup> SUN Ling<sup>2</sup> ZOU De-Qing<sup>3</sup>

(Institute of System Engineering<sup>1</sup>, School of Management<sup>2</sup>, School of Computer<sup>3</sup>,

Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

**Abstract** The emergence and maturity of Grid technology will bring about a new revolution for the development of Decision Support Systems (DSS). Firstly, this paper analyzes the disadvantages that exist in current DSS, and introduces the basic conception of Grid. Then the influences of Grid technology to DSS are discussed. Finally, a grid based open DSS model and its implement are put forward.

**Keywords** Decision support systems, Grid technology, Internet

## 1 引言

从上个世纪70年代初 Morton 提出“管理决策系统”的概念开始<sup>[1]</sup>, DSS 的研究已经有了30多年的历史。在30多年的发展中, DSS 在理论研究、系统开发和实际应用等方面都取得了显著的进步。但是, 由于 DSS 所面向问题的复杂性, 以及传统 DSS 理论框架和技术平台的许多不足, 决策支持系统的发展受到了很大的限制。

在 DSS 的发展历程中, 网络技术的每一次飞跃与革新, 都对 DSS 的概念、结构和功能的发展产生了巨大的影响。现在, 被称作“第三次互联网浪潮”的网格的出现<sup>[2]</sup>, 又将会如何影响 DSS 的发展呢? 本文分析了目前 DSS 研究中存在的问题, 在 DSS 与网格技术的结合方面作出了一些前瞻性的工作, 构建了基于网格的开放式决策支持系统模型, 并给出一个制定产品生产计划的决策问题作为实例加以分析, 最后是本文的总结和展望。

## 2 目前 DSS 研究中存在的问题

回顾决策支持系统30多年的发展历史, DSS 在理论研究、系统开发和实际应用等方面都取得了很大的进展。但是与其它一些信息化技术如数据库技术、网络技术相比, DSS 的应用还非常不够, DSS 并没有被真正充分广泛地运用到决策活动之中。

应该承认, DSS 与研究领域、决策问题和环境密切相关, 没有固定的模式, 主要面向半结构化和非结构化的复杂问题, 这些是产生这种情况的部分原因。但传统 DSS 理论框架和技

术平台中存在的一些不足, 也是出现这种情况的重要原因, 是我们研究和改进 DSS 的重点。目前 DSS 研究中存在的问题主要包括以下几个方面:

1) 没有实现真正的大规模决策资源共享 基于 Internet 的 (Web-Based) DSS, 虽然实现了全球范围内决策资源的连接 (网页和物理链路层的连接), 但这些决策资源零散的分布在各个网络站点上, 缺乏有效的组织和管理, 发现和利用这些决策资源非常困难, 而使这些决策资源协同工作、共同完成决策任务则更加困难。

而且大多数 DSS 中共享的决策资源仅指模型、方法、知识和数据等, 并不包括支持这些决策资源运行的软硬件支撑平台。这使得共享的决策资源的使用受到了很大的限制, 决策资源的用户即使得到了这些决策资源, 由于没有运行它们的软硬件环境, 也很难使用它们。

2) 缺乏统一的标准 由于在用户界面、组成部件结构和信息交互等方面缺乏统一的标准, 导致了各种 DSS 用户接口千差万别, DSS 各组成部件集成非常困难。这给 DSS 的建造、使用和推广带来了许多困难。

3) 结构僵硬, 不能适应环境和需求变化 目前的大多数 DSS 是针对具体的问题而构造的, 没有充分考虑 DSS 组成部件的独立性; 没有提供对 DSS 组成部件的灵活访问; 在 DSS 组成部件间没有提供灵活的映射和集成机制; 没有实现插件形式的 DSS 组成部件<sup>[3]</sup>。这样的 DSS 结构僵硬, 可重用性差, 生命周期短, 不能随环境和用户需求变化, 造成了人力物力的浪费。

上述问题的存在大大影响了 DSS 的推广和应用。为了解

<sup>\*</sup> 本文由国家自然科学基金(60274065)资助。迟嘉昱 博士生, 主要研究领域为决策支持系统、信息系统集成。陈学广 教授, 博士生导师, 主要研究领域为决策支持系统、EIS、信息工程。孙 翎 博士生, 主要研究领域为风险管理、决策支持系统。邹德清 博士生, 主要研究领域为网格计算。

决这些问题,需要改进现有的 DSS 理论,引入更加先进的技术支撑平台。

已经有不少学者对这些问题进行了研究,并取得了一定的成果。Dong<sup>[3]</sup>提出了一个利用软件 Agent 实现的 Web-based 决策支持系统生成器的框架,尝试解决上文中提到的有关 DSS 组成部件的问题<sup>3</sup>,增强 DSS 的模块化、可扩展性和易用性;Bhargava 等人<sup>[4]</sup>提出了一决策市场的概念,用它来连接决策技术的提供者和决策技术的使用者,将决策技术作为服务提供给决策用户,通过决策市场来组织、管理和集成决策技术;赵新显<sup>[5]</sup>等提出的基于 DSS 组件的广义模型服务的概念。这些研究都对上述问题的解决提供了许多很好的思路。

然而,目前 DSS 的构建支撑平台严重地限制了上面这些解决方案作用的发挥。从目前 DSS 的构建平台来看,基于 Web 的 DSS 构建平台具有许多的优势,它的用户界面统一友好、覆盖面广、决策资源丰富、易于构建,正是因为如此,基于 Web 的 DSS 也获得了越来越多的应用,正逐渐成为 DSS 的主流。但是,Web 作为 DSS 的构建平台也有一些根本性的缺陷,它是一个弱耦合系统,缺乏全局的管理和协调机制,Web 上各站点之间的关联松散,这些缺陷导致了置于其上的决策资源组织和管理的困难。虽然 Web 实现了 Internet 上网页间的互联,但是却不能实现应用层面上的互联互通,Web 上的决策资源协同工作、共同完成决策任务非常困难。

尽管 Web 技术已经大大推动了 DSS 的研究和应用,但 Web 平台的这些缺陷仍将限制 DSS 的进一步发展。上个世纪 90 年代中期提出的网格技术,是网络技术又一次重大变革,它

改进了上面提到的 Web 技术的许多不足,它的出现与成熟将给 DSS 的发展带来许多新的机遇和挑战。

### 3 网格技术

网格技术起源于由美国政府过去十年来资助的一些高性能计算科研项目,最初目标是将跨地域的多台高性能计算机、大型数据库、贵重科研设备、通信设备和各种传感器等整合成一个巨大的超级计算机系统,用于支持科学计算和科学研究<sup>[5]</sup>。随着网格研究的深入和应用的增多,目前网格的研究和应用已经远远超出了科学计算的范围,网格正被建设成为一种新的信息社会的网络基础设施,广泛地用于军事、航空、生物、医学、旅游、娱乐等各个领域之中。正如中科院计算所所长李国杰院士所说,网格的目的是把整个因特网整合成一台巨大的超级计算机,实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、专家资源的全面共享。

基于网格的互联网与目前的互联网有许多不同。目前的互联网是一种面向连接的网络,提供了较强的连接服务功能,实现了网页的连接。而基于网格的互联网将是一种面向应用的网络,能实现网络上各种应用之间的连接和嵌套。与目前的互联网相比,基于网格的互联网不仅节点更多、速度更快、更加安全可靠,而且它能够提供各种各样丰富的服务,如:资源管理、信息管理、资源缓存、安全服务、故障诊断、服务质量等。网格技术将让用户感觉“使用互联网就象在使用一台计算机一样”。目前的互联网与基于网格的互联网比较参见图1<sup>[6]</sup>。

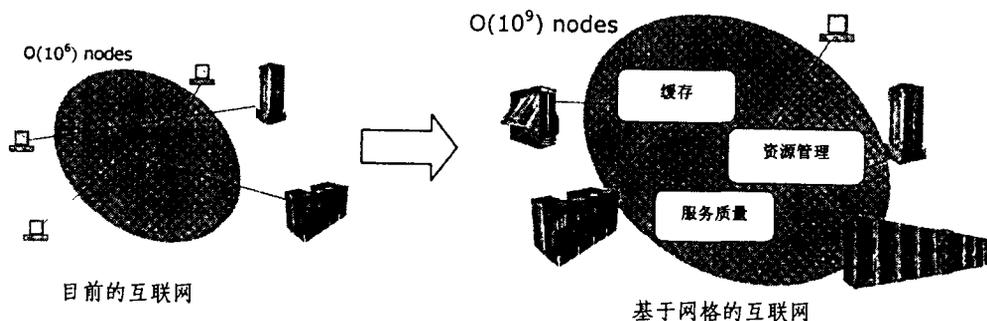


图1 目前的互联网与基于网格的互联网

### 4 网格技术对 DSS 的影响

据美国《福布斯》杂志预测,网格技术将在 2004~2005 年出现一个高峰,推动信息产业市场的持续高速发展,在 2020 年将产生一个年产值为 20 万亿美元的大工业,具有非常光明的发展前景,网格中的新思想和新技术将会改变人们传统的使用计算机和网络的方式。由于网格所具有的资源共享、异地协同工作、支持开放标准、功能动态变化等特性能克服 Web 平台给 DSS 带来的困难<sup>[8]</sup>,并较好地解决前文提到的目前 DSS 中存在的一些问题,本文认为,网格技术非常符合网络环境下 DSS 构建平台的要求,网格技术与 DSS 的结合将对 DSS 未来的发展产生深远的影响。

#### (1) 网格技术可加强对决策者之间协同工作的支持

网格可以实现包括计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源等在内的几乎所有互联网上资源的共享,这些丰富多样的资源能从信息资源、软件工具、硬件平台等各方面给决策者提供强有力的支持。每个决策者都可以

充分利用这些资源,来协同工作,共同解决某一问题。另外,与 Web 仅实现网页的连接不同,网格能实现应用层面上的互联互通,这也大大加强了决策者之间的协同工作能力。

#### (2) 网格能提供动态的决策服务

传统的 DSS 是静态结构,一旦建成则很难修改,而决策者面临的决策任务和决策环境日新月异,传统的 DSS 很难适应这种环境和需求的变化。在网格环境下,决策技术的提供者将以决策服务(可用 Web Service 实现)的形式提供决策技术,并可以动态地注册和删除决策服务。这些决策服务可以根据决策者的需要动态的组织,构成动态的 DSS,以适应环境和决策任务的变化。

#### (3) 网格能为决策者提供决策服务的运行环境

许多决策技术需要特定的软件和硬件环境来运行,而这些决策技术的使用者往往并不具备这种软硬件平台,这种情况使得许多决策技术很难得到应用。在传统的 DSS 中经常遇到这样的问题。在网格环境下,DSS 能为决策者提供决策服务的运行环境,使决策技术在其提供者的服务器环境下运行,克

服了这种因运行环境不同导致的兼容性问题,也解决了决策技术的版本升级问题。

#### (4) 网格技术可提高信息资源的利用率

现在每年互联网都会增加 $2 \times 10^{18}$ 字节的内容,但大概只有 $3 \times 10^{12}$ 字节能为公众所用,相当于总量的0.00015%,即便是 Google 这种功能强大的搜索引擎也只能查找 $1.3 \times 10^8$ 字节的内容<sup>[8]</sup>。绝大部分的信息资源都处于闲置状态,没有得到充分的利用。

网格具有强大的信息服务和资源管理能力,能对这些分布的资源进行有效的组织和管理,消除信息孤岛,能大大提高互联网上的信息资源利用率。

#### (5) DSS 将更加智能化

由于人工智能技术(特别是分布式人工智能技术和 Agent 技术)的大量使用,在网格环境下,DSS 将具有智能程度高、使用方便、界面一致、用户输入少、个性化服务等特点,平台具有灵活性和柔性。再者,由于网格的大规模资源共享特性,网格能够充分集成和利用网络上的信息资源,进行数据挖掘,发现和积累有用的知识和规律,并将它们储存起来,供用户使用。

(6) 网格为 DSS 提供了更加安全可靠和高性能的运行实施环境

网格环境由许多高性能计算机和高速通信网络组成,且增加提供了许多功能强大的安全服务和故障检测与修复服务,因此基于网格环境的 DSS 具有更高的性能,且更加安全可靠。

## 5 基于网格的开放式决策支持系统模型

### 5.1 基于网格的开放式决策支持系统模型(GBODSS)

由于网格比 Web 更加符合网络环境下 DSS 构建平台的要求,本文根据 Ian Foster 提出的五层网格结构图<sup>[9]</sup>,对其加以简化和扩展,并突出了与 DSS 密切相关的信息服务和资源管理功能,提出了一个基于网格环境的开放式决策支持系统(Grid-Based Open Decision Support Systems,GBODSS)模型框架,如图2所示。

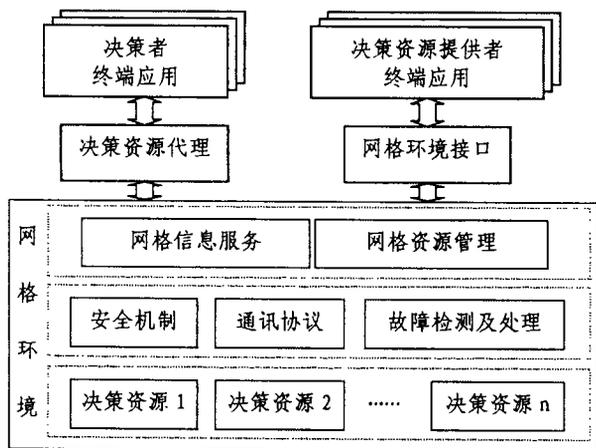


图2 基于网格的开放式决策支持系统模型

1) 网格环境 由三层组成。通信网络连接的各种决策资源构成网格环境的底层;安全机制、通信协议和故障检测及处理等网格基础服务构成网格环境的第二层,为网格环境提供基本的服务支撑;网格信息服务和网格资源管理服务建立在前两层的基础上,为用户提供各种信息和资源组织和管理服

务,构成网格环境的第三层。

网格信息服务能够实现网格上所有资源(并不仅限于信息资源)的注册、发布和查询,网格信息服务可以用来发现、管理和规划网格上的资源。网格资源管理服务能够利用网格信息服务提供的信息把各个需要完成的任务分配到合适的网格资源上,并组织 and 协调各个任务的完成。

网格环境能够为决策者找到并提供决策所需的各种决策信息资源,包括知识、模型和数据等,并协调和利用这些决策资源和其他的软硬件资源(如:计算力资源和存储资源)来共同完成各个决策任务。网格环境起到传统 DSS 中的多库部件(模型库、知识库、数据库等)的作用,但它与多库部件不同,它将分布在网络上的知识、模型和数据等决策资源统一、动态地管理起来,好象它们都在一台机器上一样。这样既方便用户使用,又易于集成。

2) 决策资源代理模块 是决策者和网格环境的中介,它能为决策者提供决策资源查询和决策资源集成的功能,是基于网格的决策支持系统模型提供决策支持的中心部件。决策资源代理模块实现传统 DSS 中的问题处理及求解系统的功能,不同的是它在一个开放的环境中处理和求解并行、分布的问题。

决策资源代理模块接受决策者通过决策者终端应用下达的决策资源查询请求,调用网格环境提供的网格信息服务,完成决策者的信息查询请求。

决策资源代理接受决策者下达的决策任务,并根据查询到的决策资源信息,将其分解成子任务;然后调用网格资源管理服务来为这些子任务分配决策资源,规划并监控各子任务的执行,并且集成子任务的执行结果,将最终执行结果通过决策者终端应用返回给决策者。

3) 网格环境接口模块 决策资源提供者可以通过通用的网格环境接口模块对其提供的决策资源进行动态的添加、修改和删除等操作。

4) 决策者终端应用模块 决策者终端应用是决策者与 GBODSS 交互的人机接口,决策者通过决策者终端应用向决策资源代理模块发送决策资源查询请求和决策任务;决策资源代理模块通过决策者终端应用决策者反馈决策资源查询结果和决策任务执行结果。

5) 决策资源提供者终端应用模块 决策资源提供者终端应用是决策资源提供者与 GBODSS 交互的人机接口,决策资源提供者通过决策资源提供者终端应用模块向网格环境接口下达对决策资源的添加、修改和删除等命令。

### 5.2 基于网格的开放式决策支持系统运行流程及实例说明

用 UML 顺序图表示的基于网格的开放式决策支持系统运行流程如图3所示。下面以对某工厂制定某种产品的年生产计划的决策问题进行决策支持为例予以说明。该决策支持系统由许多实体参与构成,该工厂提供需要决策的问题和与该工厂相关的数据(如:生产能力、发展目标等),应用服务提供商提供复杂的经济模型(如:市场预测模型、生产计划制订模型等),存储服务提供商提供其数据库中存放的相关历史数据和存储空间。

1) 决策者将某种产品的年生产计划的决策问题通过决策者终端应用提交给决策资源代理。

2) 决策资源代理调用网格的信息服务找到产品的年生产计划制订模型,并根据该模型的未知输入(如:原材料供应预

测量、生产能力、市场销售预测量)继续寻找相应的模型和数据,直到完成任务的分解。

3)决策资源代理调用网格的资源管理服务进行决策资源的查询,将各子任务分配到合适的软硬件资源上,规划并控制各子任务的执行,保证子任务的顺利完成。

4)集成子任务的执行结果,将最终的产品年生产计划建议,通过决策者终端应用返回给决策者,为决策者的决策提供支持。

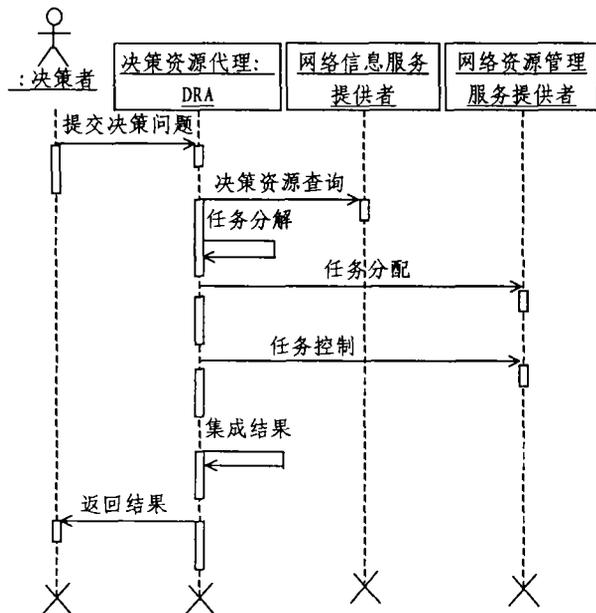


图3 基于网格的开放式决策支持系统运行顺序图

从上面的流程可以看出,基于网格的开放式决策支持系统能够充分利用网格环境提供的信息服务和资源管理功能,动态有效地组织和集成现有的信息资源,为决策者提供更好的决策支持服务。

**总结与展望** 本文在对目前 DSS 研究中存在的问题和网格技术进行分析的基础上,给出了一个基于网格的开放式决策支持系统模型。本文认为网格平台能够从根本上克服以往 DSS 开发平台的许多缺点,能够解决目前 DSS 研究中存在的一些问题,因而基于网格的决策支持系统具有许多优秀的特性。决策支持系统具有信息资源需求量大、需要大量协同工作的特点,非常适合应用网格技术。网格技术和决策支持系统的结合能充分发挥网格技术的优势,提高决策支持的能力,推动两者的发展。

目前基于网格的决策支持系统的研究还不多见,但随着网格技术的逐渐成熟和网格应用的逐渐增多,基于网格的决策支持系统研究将成为今后决策支持系统研究的一个重要方向。网格技术处于不断的发展和变化之中,未来网格的商业运作模式对基于网格的 DSS 的功能、结构和实现方式会产生很大的影响。

### 参考文献

- Morton M S S. Management decision systems. Computer based support for decision making, Division of Research, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 1971
- 徐志伟. 网格的称谓. 计算机世界报, vol. 43, 2002-10-31
- Dong C S J, Loo G S. Flexible Web-Based Decision Support System Generator (FWDSSG) Utilising Software Agents. DEXA Workshop 2001. 892~897
- Bhargava H, Krishnan R, Mueller R. Decision Support on Demand: On Emerging Electronic Markets for Decision Technologies. Decision Support System, 1997, 19(3): 193~214
- 赵新昱, 陈文伟, 陈卫东, 等. DSS 中广义模型服务器规范化研究与实现. 小型微型计算机系统, 2000, 21(6): 595~599
- Chervenak A, Kesselman C. Class material of "Introduction to Grid Computing". USC Information Sciences Institute, 2000
- Foster I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure, Morgan Kaufmann, San Francisco, 1999
- 网格计算网罗一切. 中国计算机报, vol. 26, 2002-04-15
- Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. International Journal Supercomputer Applications, 2001, 15(3) 1997. 283~286
- Lin D, Kedem Z M. Pincer-Search: A New Approach for Discovering the Maximum Frequent Set. In: Proc. of Sixth European Conf. on Extending Database Technology
- Pei J, Han J, Mao R. CLOSET: An Efficient Algorithm for Mining Frequent Closed Itemsets. In: Proc. 2000 ACM-SIGMOD Int. Workshop on Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD'00), Dallas, TX, May 2000
- Klemettinen M, Mannila H, Ronkainen P, Toivonen H, Verkamo A I. Finding interesting rules from large sets of discovered association rules. In: Proc. 3rd Int. Conf. Information and Knowledge Management, Gaithersburg, Maryland, Nov. 1994. 401~408
- Han J, Fu Y. Discovery of Multiple-Level Association Rules from Large Databases. In: Proc. of 1995 Int'l Conf. on Very Large Data Bases (VLDB'95), Zurich, Switzerland. Sept. 1995. 420~431
- Liu B, Hsu W, Ma Y. Mining association rules with multiple minimum supports. KDD99
- Wang K, He Y, Han J. Mining Frequent Itemsets Using Support Constraints. In: Proc. 2000 Int. Conf. on Very Large Data Bases (VLDB'00), Cairo, Egypt, Sept. 2000
- Hipp J, Guntzer U, Nakaeizadeh G. Algorithms for Association Rule Mining—A General Survey and Comparison. In: Proc. ACM SIGKDD Intl. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining, 2000
- Savasere A, Omiecinski E, Navathe S. An efficient algorithm for mining association rules in large databases. In: Proc. 1995 Int. Conf. Very Large Data Bases, Zurich, Switzerland, Sept. 1995. 432~443
- Agarwal R, Aggarwal R, Prasad V V V. A tree projection algorithm for generation of frequent itemsets. J. Parallel and Distributed Computing, 2000
- Liu J Q, Pan Y H, Wang K, Han J W. Mining Frequent Item Sets by Opportunistic Projection, KDD'02, Edmonton, Canada, July 2002
- Han J, Pei J, Yin Y. Mining Frequent Patterns without Candidate Generation. In: Proc. 2000 ACM-SIGMOD Int. Conf. on Management of Data (SIGMOD'00), Dallas, TX, May 2000
- Pei J, Han J, Lu H, et al. H-Mine: Hyper-Structure Mining of Frequent Patterns in Large Databases. In: Proc. 2001 Int. Conf. on Data Mining (ICDM'01), San Jose, CA, Nov. 2001
- Agarwal R, Aggarwal C, Prasad V V V. Depth first generation of long patterns. In: Proc. of SIGKDD Conf. 2000
- Burdick D, Calimlim M, Gehrke J. MAFIA: A maximal frequent itemset algorithm for transactional databases. In: Proc. of the 17th Intl. Conf. on Data Engineering, Heidelberg, Germany, April 2001
- http://bbs.nuj.edu.cn/dataming/2350.htm
- Zaki M J, Parthasarathy S, Ogihara M, Li W. New Algorithms for Fast Discovery of Association Rules. In: Proc. of the 3rd Int'l Conf. on Knowledge discovery in Databases (KDD'97). Aug.