

综合决策支持系统框架的研究

俞磊,周国祥

(合肥工业大学 计算机与信息学院,安徽 合肥 230009)

摘要:文中在对现有的几种决策支持系统框架结构进行分析研究的基础上,将数据仓库(DW)、数据挖掘(DM)、联机分析处理(OLAP)、数据库(DB)、模型库(MB)和知识库(KB)集成,引入了综合决策支持系统(SDSS)框架的概念。文中详细阐述了该框架各组成部分的功能及相互关系,总结了此种框架的基本特征及开发实现的关键技术。

关键词:综合决策支持系统;数据仓库;数据挖掘;模型库;知识库

中图分类号:TP18

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)09-0106-03

Research on Frame of Synthetic Decision Support System

YU Lei, ZHOU Guo-xiang

(Institute of Computer and Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: On the basis of the analysis and research on the frames of some current decision support systems, the concept of the frame of synthetic decision support system (SDSS) is drawn into this paper, which integrates data warehouse (DW), data mining (DM), on-line analytical processing (OLAP), data base (DB), model base (MB) and knowledge base (KB). The function and correlation of every ingredient of this frame is elaborated, also the basic characteristic and key developing technology of this frame is summarized.

Key words: SDSS; DW; DM; MB; KB

0 引言

决策支持系统(DSS)是综合利用大量数据,有机组合众多模型,通过人机交互,辅助各级决策者实现科学决策的系统^[1]。DSS的核心问题是决策的正确性或有效性,在其发展阶段出现了多种形式的框架结构。最初的框架结构是在1980年由R. H. Sprague提出的对话部件、数据部件、模型部件的三部件结构形式。该系统结构明确反映了DSS的组成及关键技术,但只强调数据、模型和二者的集成,且进行的主要是数学运算,对于有些知识和经验不能很好地处理^[2,3]。

随着人们需求的提高,要求DSS不再仅仅是在模型的基础上利用DB中的数据进行计算而要进行一些必要的推理,进一步降低人的参与,提高DSS的智能性。于是原有的DSS吸收与其同步发展且能为其定性辅助决策的专家系统ES,形成智能决策支持系统IDSS,又叫传统DSS。IDSS既发挥了专家系统ES知识及知识处理的特长,又发挥了DSS数值分析的优势^[4],充分做到定性分析与定量分析的结合,使得解决问题的能力与范围得到一个大的发展。但这种IDSS仍是有限的,它缺乏丰富的数据资源、强有力的分析工具和对数据的综合能力^[5],并且不能通过系

统的自学习从系统数据库的大量数据中获得知识。融于20世纪90年代中期的DW、OLAP和DM技术的DSS较好地解决了这一问题,它能提供优质高效的数据并能从数据中获取新的有用的信息、知识、规则。其中DW本身能提供综合信息与预测信息;OLAP提供多维数据分析信息;DM提供获取的知识。此系统称为基于DW的DSS,又叫新DSS。这种基于DW的DSS也有不足的地方,它没有充分利用模型和模型组合来辅助决策,并且缺乏ES的推理能力。

将传统DSS与新DSS两种框架相结合,使其相互补充与依赖,发挥出各自的辅助决策优势,从而为决策者提供更全面、更广泛和更有效的辅助决策信息,于是文中提出了一种综合决策支持系统(Synthetic Decision Support System, SDSS)的框架。

1 SDSS的框架结构

SDSS是将DW、DM、OLAP、DB、MB、KB结合起来。其中DW能够实现决策主题数据的存储和综合以及时间趋势分析;OLAP实现多维数据分析;DM从DB和DW中获取知识;MB实现多个广义模型的组合辅助决策;DB为辅助决策提供数据;KB中知识通过推理进行定性分析。由它们集成的SDSS,以知识和模型为主体,结合大量数据,形成定性和定量相结合的辅助决策信息。框架结构如图1^[1,6,7]所示。

收稿日期:2005-12-12

作者简介:俞磊(1981-),女,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为网络管理信息系统、决策支持系统;周国祥,教授,硕士生导师,研究方向为科学计算与可视化技术、网络管理信息系统、智能建筑。

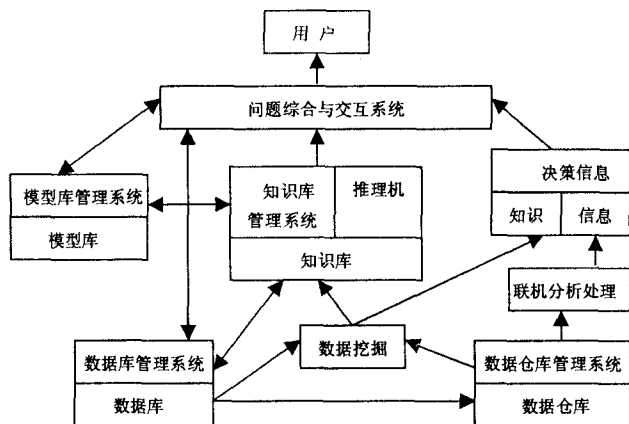


图1 综合决策支持系统的框架结构

SDSS包括3个主体。第一个主体是MB系统和DB系统的结合,它是决策支持的基础,为决策问题提供定量分析(模型计算)的辅助决策信息;第二个主体是DW,OLAP,它从DW中提取综合数据和信息,这些数据和信息反映了大量数据的内在本质和规律;第三个主体是KB、推理机和DM的结合,DM从DB和DW中挖掘知识,它将丰富KB中的知识^[1,6,7]。下面来详细介绍该框架中主要组成部件。

1.1 模型库 MB 与模型库管理系统 MBMS

在DSS中,模型是一个针对某一特定问题的求解,由种种基本算法或功能构成。将众多的模型按一定的结构形式组织起来,通过MBMS对各个模型进行有效的管理和使用,这就形成了MB。这里,MBMS是一组管理程序的结合,具有模型的存储、调用、连接、运行、修改、查询、检验、评价和灵敏度分析等诸多功能。

在SDSS中,MB中的模型主要由两部分组成:一个是传统DSS使用的模型,包括数学模型、数学处理模型、图形图像模型、报表模型、智能模型等;另外一个就是DM所使用的模型。此类模型为DM提供更多的灵活,而不是在DM程序中将使用的模型固定。同时DM也可以为MB挖掘出新的模型,或者通过DW中数据的拟合对模型进行适当的改进^[3]。在处理复杂问题时,SDSS就是通过控制系统按照顺序、选择、循环及其嵌套多种形式来组合上述模型,辅助决策的。

1.2 知识库 KB 与知识库管理系统 KBMS

知识是以各种不同方式把多个信息关联在一起的信息结构,将与问题有关的一些知识组织和存储在一起,就形成了KB。所以说,KB是经过分类组织的“知识的一个集合”。KB是SDSS不可缺少的一部分,它包含了可提供求解问题所需要的某些知识,以及提供可增强SDSS其他部件运行功能的知识。

在SDSS中,KB中知识的表示以产生式规则为主,知识有两部分来源:一个是专家的领域知识和长期积累的经验知识,还包括常识,这部分知识主要来自系统外部;另外一个就是系统内部自动通过DM获取的知识。相比而言,通过DM获取的知识是隐含的、精炼的、高水平的^[8],并且

具有更大的实用性。在SDSS中,不仅可对专家的领域知识和经验知识进行定性分析,还可把DM与ES相结合,对DM获取的知识进行定性分析,从而达到更好的定性分析效果。另外,KB的使用可简化系统的工作过程,为系统工作提供依据,使其可以利用已有的知识而不必从头开始去做一些无谓的运算。

KBMS也是一组管理程序的结合,主要是对KB进行管理和控制,包括知识的增加、删除、更新、查询等。

1.3 数据仓库 DW、数据挖掘 DM 与联机分析处理 OLAP 技术

DW是面向主题的、集成的、非易失的、随时间变化的数据集。它能根据决策主题的需要,将来自各DB中信息进行重新组织和提取,通过综合和分析得到辅助决策信息。OLAP是利用存储在DW中的数据,用切片、切块、钻取、旋转等多种方法,从多种角度对数据进行快速、一致、交互的分析,并以直观易懂的形式将分析结果展现给决策分析人员,使决策者能够发现趋势,找出异常情况。DM是用非平凡的方法从DB、DW和多维数据模型中挖掘出隐含的、事先未知的、有潜在价值的、可理解模式的知识,从而实现从数据—信息—知识的转变,为决策者提供各种层次的决策支持。

在此框架中,DW是所有计算的数据来源,是整个SDSS的基础。OLAP与DM是DW系统最重要的两个前端分析工具。DW中的数据、MB中的模型以及KB中的知识,都可为DM所用,DM挖掘出的结果又可为OLAP所用,而OLAP与DM得出的结果则可形成规则和知识,经过评价、筛选、验证后把有意义的部分通过相应接口补充到KB与MB中,完成KB与MB的更新,更好地为问题处理所服务。

1.4 问题综合与交互系统

问题综合与交互系统是DSS的功能核心,所有部件的最终目的都是为了问题求解。此系统是用户和SDSS的接口,既是用户信息、半成品决策信息、反馈信息的集散地,也是咨询人员、系统维护人员等相关人员提供交互的窗口。

2 SDSS 框架的基本特征

SDSS框架最基本的特征就是“综合”。

●“基本DSS、IDSS、基于DW的DSS”3种框架的综合。

前面阐述过组成SDSS框架的3个主体。这3个主体与基本DSS、IDSS和基于DW的DSS这3种框架有着紧密的联系。利用第一个主体(MB和DB结合)的辅助决策系统是基本DSS;利用第一个主体和第3个主体(KB、推理机和DM)相结合的辅助决策系统就是IDSS;利用第二个主体(DW和OLAP)和第3个主体中的DM就形成了基于DW的DSS;将3个主体结合起来,即利用“问题综合和交互系统”部件集成3个主体,这便形成了SDSS。所以,

SDSS 框架是基本 DSS、IDSS 和基于 DW 的 DSS3 种框架的综合。

●“模型、数据、知识”3 种资源辅助决策的综合。

从 SDSS 框架中可看出,第一个主体(MB 和 DB 结合)完成多模型的组合与大量数据的处理,是利用模型资源辅助决策的;第二个主体(DW 和 OLAP)完成对 DW 中数据的综合、预测和多维数据分析,是利用数据资源辅助决策的;第三个主体(KB、推理机和 DM)完成知识推理,是利用知识辅助决策的。所以,包含 3 个主体的 SDSS 框架在辅助决策中综合了模型、数据、知识 3 种决策资源。

●“智能化、交互性、集成化”的综合。

①集成化。

SDSS 汇集了当前的许多新思想、新技术、新工具、新方法,它将系统分析、运筹学、计算机技术、DW、DM、OLAP、知识工程、ES、分布式网络等有机地结合起来,在面向问题的前提下,各取所长,充分发挥它们各自的优势。

②交互性。

DSS 的核心内容是人机交互系统。当 DSS 进入到高层次的决策活动领域时,需解决的问题多半是半结构化和非结构化的,这恰恰是 SDSS 所面临的。为了帮助决策者进一步明确问题,认定目标和环境约束,产生决策方案并综合评价方案,SDSS 框架对系统的人机交互能力提出了更高的要求。

③智能化。

SDSS 在处理难以定量分析的问题时,需使用知识工程、专家系统等方法,这已涉及到人工智能领域。更为重要的是,SDSS 要求使用知识工程的思想方法来组织各个有关模块实现决策支持过程的集成化,这是其智能化的突出表现^[9]。

3 SDSS 框架实现的关键技术

● 建模技术。

建模就是一个实际系统原型化的过程。SDSS 建模的主要问题是选择多个模型的组合以形成解决实际问题的方案。在建模过程中,一个无法回避的问题就是必须要在模型的简化与分析结果的正确性上作出适当的折中。

● 模型库系统的设计。

目前,模型库系统还没有统一的理论和产品,研制者需要自己设计和开发。模型库系统的设计主要包括模型库的组织结构、模型库管理系统的功能、模型库语言这几个方面。

● 各部件之间的接口技术。

SDSS 系统各部件之间的联系通过部件之间的接口来完成。其主要包括对数据部件的数据存取、对模型部件的模型调用与运行、对知识部件的知识推理以及人机界面各个模块的调用与协调^[10]。

● 综合部件的集成技术。

如何通过集成语言使 SDSS 各部件有机地结合在一

起,形成完整实用的系统是 SDSS 急需解决的问题。这里,综合部件的集成语言是一个关键问题。目前,还没有一种计算机语言能完全符合要求,只能采取自行设计或选用功能较强的计算机语言作为宿主语言另外再增加一些功能语句这两种途径来完成集成的需要。

● 快速原型开发技术。

SDSS 快速原型开发的关键是如何快速生成 SDSS 的控制程序^[1]。该控制程序主要完成模型程序的调用和运行、数据库中数据的存取、模型组合形式(顺序、选择、循环)和人机交互等工作。

● DW,DM 技术。

DW 是整个 SDSS 的数据来源,可以说 DW 开发的好与坏直接影响到整个 SDSS 的使用效果。在 SDSS 的开发过程中,DW 的创建(主题的划分、数据模型的设计、存储方式的选择等)以及 DW 中数据的综合和提取都是十分重要的环节,将直接影响到 DW 的辅助决策效果。

DM 技术的关键是挖掘方法的选择及挖掘出的知识表示。目前已形成多种 DM 方法(分类、聚类、神经网络、关联规则、决策树、多层次数据汇总归纳等)和多种知识表现形式(规则、决策树、知识基、网络权值、公式、案例等),它们均有各自的优点和不足。欲使挖掘出的知识具有更强的辅助决策效果,就需研制出更多更好的 DM 方法,采用更简单更易理解的知识表现形式,这样才能更好地为决策服务。

4 结束语

随着决策环境的日益复杂,各领域的相关性、交叉性不断提高,将各类决策支持技术集成、提供综合性决策支持的 SDSS 框架将成为将来 DSS 发展的主要方向。随着 Internet 的普及,SDSS 的许多部件,如数据库、模型库、知识库、数据挖掘、数据仓库、联机分析处理等都将作为共享资源,以服务器的形式在网络上提供并发共享服务,为 SDSS 的发展开辟了一条崭新的道路。

参考文献:

- [1] 陈文伟. 决策支持系统教程[M]. 北京:清华大学出版社, 2004.
- [2] 高素芳,张继福,张素兰. 决策支持系统结构框架的研究[J]. 计算机工程与应用, 2004(23):195-197.
- [3] 俞文彬,谢康林,张忠能. 基于数据仓库的决策支持系统框架研究[J]. 上海交通大学学报, 2000, 34(6):810-812.
- [4] 梁雯,梁厚蕴. 基于智能和数据仓库 DSS 的综合 DSS[J]. 微机发展, 2003, 13(11):72-74.
- [5] 李兴国,金芳芳,于海峰. 基于数据仓库的决策支持系统的体系结构[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2003, 26(S1):678-682.
- [6] 张玉峰. 决策支持系统[M]. 武汉:武汉大学出版社, 2004.
- [7] 高洪深. 决策支持系统(DSS):理论方法案例[M]. 北京:清

(下转第 111 页)

为固定值,这里的禁忌表的长度定义为任务数 n 。

3 算法数值试验

采用 10 个著名的 Job Shop 问题的基准测试例子作为算法的测试数据集,3 个 Fisher and Thompson 基准测试例子,7 个 Lawrence 基准测试例子,算法的参数如下:遗传算法交叉概率为 0.8,变异概率为 0.2,种群的规模为 20,最大的迭代次数为 200。粒子群算法的交叉比例系数为 $p_1 = 0.2, p_2 = 0.5, p_3 = 0.3$,种群规模和迭代次数与遗传算法参数一样。测试结果如表 1 所示。

表中各符号的意义如下:

n, m 分别为工件数和机器数, C^* 为问题最优值, C^* 为 30 次仿真得到的最优值, t 为平均 CPU 时间(单位为 ms), % 为平均优化值相对误差。

表 1 混合粒子群 HGPSO 和 GA 的性能比较

Job-Shop	C^*	HGPSO				C^*	GA			
		C^*	Ave	%	t		C^*	Ave	%	t
MT10	930	965	1029	10.645	190	930	985	1050	12.903	170
MT20P	1165	1211	1266	8.669	240	1165	1220	1272	9.184	220
LA16	945	956	985	4.232	160	945	979	997	5.502	140
LA21	1046	1127	1163	11.185	290	1046	1127	1175	12.332	270
LA26	1218	1273	1328	9.031	504	1218	1289	1337	9.771	445
LA31	1784	1789	1837	2.971	850	1784	1786	1842	3.251	700
LA36	1268	1336	1384	9.148	380	1268	1362	1411	12.278	470
MT06	55	55	55	0	65	55	55	57	3	68
LA06	926	926	926	0	120	926	926	926	0	120
LA11	1222	1222	1222	0	219	1222	1222	1222	0	250

通过对测试数据集的测试,对于所有的测试例子平均结果优于遗传算法。这里给出了粒子群算法在解决 Job Shop 问题一种可行的方案。并且该方法并不仅限于 Job Shop 问题,对于其他的应用也可以采用这一方案。下面进一步结合禁忌搜索算法来提高优化性能,给出了 7 个复杂问题的实验结果(如表 2 所示)。

表 2 HTPSO 混合算法与文献结果比较

Job Shop	n, m	C^*	HPSOTS Best	GA Best	TS Best	SA Best	SB Best
MT10	10,10	930	930	946	935	930	930
MT20	20,5	1165	1168	1178	1165	1165	1178
LA16	10,10	945	945	979	945	956	978
LA21	15,10	1046	1055	1097	1048	1063	1084
LA26	20,10	1218	1218	1231	1218	1218	1224
LA31	30,10	1784	1784	1784	1784	1784	1784
LA36	15,15	1268	1294	1305	1278	1293	1305

(上接第 108 页)

华大学出版社,2005.

- [8] 武建章,于春田. 决策支持系统体系结构研究[J]. 河北工业科技,2004,21(5):5-7.
- [9] 陈登科,胡翠华. 试析信息管理中的综合决策支持系统及

结合禁忌搜索的混合粒子群算法在实验中显示了较好的优化性能,避免了禁忌搜索对初始解的依赖性,以及单纯粒子群算法的优化速度慢、不易收敛全局解的缺点。混合算法具有鲁棒性好、全局寻优率高的优点,并且优化结果不依赖于初始解。实验中对于多数的较难的测试例子都能求得最优值,和其他文献资料中的方法^[7]相比,结果也是相当理想的。

4 结论

通过对粒子群算法的进一步分析,结合其它算法的思想提出了混合遗传算法的粒子群算法,实现了粒子群算法在 Job Shop 问题上的应用,进一步结合禁忌搜索的集中性搜索和粒子群算法的多样性搜索提出高效的混合算法。通过对基准测试例子的测试验证了算法的有效性和可行性。这些方法不仅对 Job Shop 可以比较有效地求解,也很容易推广到其他问题,拓展了粒子群算法在离散空间优化中的应用。

参考文献:

- [1] 熊锐,吴澄. 车间调度问题的技术现状与发展趋势[J]. 清华大学学报(自然科学版),1998,38(10):55-60.
- [2] 陈恩红,刘贵全,蔡庆生. 基于遗传算法的 Job-Shop 调度问题求解方法[J]. 软件学报,1998,9(2):139-144.
- [3] Kennedy J, Eberhart R C. Particle swarm optimization[A]. In: Proceedings of IEEE International conference on Neural Networks[C]. Perth Australia: [s. n.], 1995. 1942-1948.
- [4] Eberhart R C, Shi Yuhui. Particle Swarm Optimization: Development, Applications and Resources[A]. Proceedings of the 2001 Congress on Evolutionary Computation[C]. Seoul, Korea: [s. n.], 2001. 81-86.
- [5] Clerc M. Discrete particle swarm optimization illustrated by traveling salesman problem[EB/OL]. [http://www. Mauriceclerc.net](http://www.Mauriceclerc.net), 2000.
- [6] 高尚,韩斌,吴小俊,等. 求解旅行商问题的混合粒子群优化算法[J]. 控制与决策,2004,19(11):1286-1289.
- [7] 王凌. 智能优化算法及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [8] Chen Xiong, Kong Qingsheng, Wu Qidi. Hybrid algorithm for job-shop scheduling problem[J]. Intelligent Control and Automation, 2002, 3(6): 1739-1743.
- [9] Nowicki E, Smutnicki C. A Fast Taboo Search Algorithm for the Job Shop Problem[J]. Management Science, 1996, 42(6): 797-813.

其发展[J]. 图书情报知识,2003(5):47-49.

- [10] 毛海军,唐焕文. 智能决策支持系统(IDSS)研究进展[J]. 小型微型计算机系统,2003,24(5):874-879.