

决策支持系统发展综述及展望

梁罗希 吴 江

(西北大学信息科学与技术学院 西安 710127)

摘 要 全面研究和分析决策支持系统(DSS)的发展轨迹,对研究 DSS 未来的新理论、新模型、新技术、新应用具有十分重要的意义。对 DSS 的发展历程尤其是它的结构与支撑技术进行了全面的探讨。在对其进行深入剖析的基础上,指出需求和技术是 DSS 发展的两个主要动力,在大数据时代更是如此。同时分析了 DSS 在大数据时代所面临的新需求与新问题,并结合大数据和云计算相关技术,对未来 DSS 如何满足这些新需求、解决这些新问题进行了分析与展望。

关键词 决策支持系统,大数据,云计算

中图分类号 TP391 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2016.10.004

Review and Prospect on Development of Decision Support System

LIANG Luo-xi WU Jiang

(College of Information Science and Engineering, Northwest University, Xi'an 710127, China)

Abstract An overall research and analysis of past development track of the decision support system (DSS) is of great significance for the further development of its new theories, models, technologies and applications. Thus, this paper comprehensively discussed the development track of DSS, especially its structures and supporting technologies. From the analysis, we could see clearly that demands and technologies are two major driving forces for the development of DSS, especially in the era of big data. Moreover, we illustrated new demands and problems that the researchers of DSS have to face in the era of big data and discussed how to meet these new demands and solve these problems for DSS in the future by integrating technologies of big data and cloud computing.

Keywords Decision support system, Big data, Cloud computing

1 引言

DSS 的发展是由功能需求与信息技术共同推动的。20 世纪 70 年代到 20 世纪末, DSS 发展蓬勃, 在理论和应用上成果斐然。21 世纪前十余年 DSS 发展相对缓慢, 这是因为当时的需求和技术不能为其提供强大的发展动力。随着大数据、云计算、物联网的发展及应用, 决策环境和决策场景产生了很大的变化, 为 DSS 从需求和技术两个方面提供了新的发展动力, 使当前 DSS 的发展处于一个关键的新起点上。研究和分析 DSS 的发展历程、相关理论、技术脉络, 了解其已有的成果及不足, 对把握 DSS 的新研究方向、理清研究思路有很大的帮助。对 DSS 所面临的现实需求与暴露出的问题进行总结, 并提出可能的解决方案, 也是帮助推动 DSS 发展的有益形式。基于此, 本文分为两个部分: 前半部分对 DSS 的发展历史进行综述, 并总结了 DSS 的两大发展动力; 后半部分分析了 DSS 在大数据时代所面临的新需求, 并对满足这些需求的可能的进行了展望。

2 DSS 研究综述

决策支持系统从提出到现在已有 40 多年历史, 这期间 DSS 在理论上得到了长足的发展, 采用了很多技术并衍生出

许多类型。为此, 本节先以时间为主线对 DSS 的发展历程进行综述, 然后对其结构、分类和支撑技术进行详细的说明。

2.1 发展历程

本文在分析 DSS 发展历程的基础上, 将其发展划分为 4 个时期: 20 世纪 60 至 70 年代是萌芽发展期, 在这一时期, 现代决策理论与模型得到了初步的发展, 并推动了 DSS 的诞生; 20 世纪 80 年代是快速发展期, DSS 研究进入高速发展阶段, 这一时期诞生了许多重要的 DSS 类型; 20 世纪 90 年代是优化发展期, 通过引入新的技术促使 DSS 优化、转型; 21 世纪至今是稳定发展期, DSS 发展速度较慢。

(1) 萌芽发展期

1960 年左右, Simon^[1] 提出了决策的 3 个阶段: 情报、设计、选择。它被称为 Simon 决策模型。Simon 将组织的决策行为划分为程序化决策和非程序化决策, 并由此奠定了 DSS 最初提出的理论基础。

1970 年左右, Gorry 和 Morton^[2] 依托 Simon 的决策理论, 提出了 DSS 的概念, 并将 DSS 描述为“遵循 Simon 决策模型, 支持结构化与半结构化决策的信息系统”。随后便出现了功能简单、以模型为导向的个人决策支持系统(PDSS)^[3]。

(2) 快速发展期

80 年代初期与中期, 出现了群决策支持系统(GDSS)^[4]

到稿日期: 2015-08-17 返修日期: 2016-01-18

梁罗希(1989—), 男, 硕士生, 主要研究方向为决策支持系统、大数据, E-mail: llx1943@163.com; 吴 江(1962—), 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向为大数据、云计算。

和分布式决策支持系统(DDSS)^[5]。GDSS 主要是为了弥补之前的 PDSS 对多人决策的支持的不足,它为多人协同决策提供了可能。DDSS 强调的是将决策者与 DSS 系统物理位置分离的功能,通过大型主机同时为多个远程的用户终端提供服务。

80 年代末期诞生了智能决策支持系统(IDSS)^[6],弥补了过去 DSS 在处理复杂决策问题上的不足,它比过去的 DSS 能够更好地解决半结构化问题和复杂逻辑问题。IDSS 从其诞生开始一直是 DSS 领域的研究热点。

(3) 优化发展期

90 年代初期诞生了新决策支持系统。这一时期出现了 3 个强有力的技术:数据仓库(DW)、联机分析处理(OLAP)和数据挖掘(DM)^[7]。DSS 开始与 DW、OLAP 和 DM 进行结合,诞生了许多基于 DW+OLAP+DM 的 DSS,称这些 DSS 为新决策支持系统,而将过去的 IDSS 称为传统决策支持系统^[8]。新决策支持系统从数据中获取信息和知识,而传统决策支持系统主要是利用模型驱动^[9]和知识辅助决策。

90 年代中期,综合决策支持系统(SDSS)^[10]开始出现。当时很多研究者认为仅用某个单一特点的 DSS 已经无法满足实际的需求,因此开始注重各种 DSS 及其技术的融合,并认为将新决策支持系统与传统决策支持系统结合起来的综合决策支持系统是其多年的发展方向。

90 年代末期,DSS 的重要发展是人机交互方式的改变,诞生了基于 Web 的 DSS(WDSS)^[11]。WDSS 使用 B/S(浏览器/服务器)架构为不同的用户提供远程服务,用户无需额外安装软件,大大提升了用户使用的方便程度。

(4) 稳定发展期

21 世纪至今,DSS 的发展速度缓慢。对 DSS 的研究更多地集中在具体应用的开发上,而不是对基础支撑理论、模型与算法的探讨,且大多数 DSS 使用的还是 90 年代初期就引入的 DW 与 OLAP 等技术。

在 2002 年左右出现了基于 SOA(面向服务的体系结构)的 DSS(SOADS)^[12]。研究者以服务化、模块化的思想设计 DSS 应用或对已有的 DSS 进行改造。SOADS 的可扩展性更强,并且能够更加方便地与其它系统进行集成。

2.2 DSS 的结构

不同的研究人员对关于 DSS 结构方面的划分与表述并不相同,但是其内容都是一致的,主要都是为了说明 DSS 的内部组织与设计思路。本文在归纳目前已有文献的基础上,从 DSS 的组织与构建、所提供的功能这两个不同视角出发,将 DSS 的结构分为组成结构和功能层次结构。

2.2.1 组成结构

组成结构也可称为体系结构,它用来表述一个 DSS 应该由哪些部分组成、这些部分各自提供哪些功能和这些部分如何集成在一起。DSS 研究领域认为比较经典的组成结构主要有两种:N 库结构和三系统结构。而文献^[13]认为这两种结构的本质实质上对应的是 DSS 的物理结构与逻辑结构。

(1) N 库结构

两库结构^[14]又叫做 DDM(Data-Dialog-Model)结构,由 Sprague 在 1980 年提出。DDM 结构由一个数据库(DB)、一个模型库(MB)和一个人机对话部件(Dialog)组成,如图 1 所示。

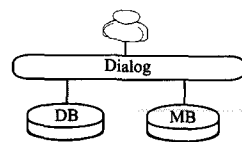


图 1 两库结构(DDM 结构)

Sprague 等人^[15]后来又为 DDM 结构各部件间的连接方式设计了 4 种不同的类型:网状结构、桥式结构、夹层型结构和塔型结构。这 4 种类型各有特点,分别适用于不同的场景,如网状结构扩展更为方便,能够让不同的部件之间方便地共享数据;而桥式结构减少了网状结构的部件接口数,提供了部分局部部件的数据隔离。这 4 种类型的详细比较如表 1 所列(其中 1 代表最好,4 代表最差)。

表 1 DDM 的 4 种连接方式比较

特点	网状	桥式	夹层型	塔型
增加功能的难度	2	1	4	3
增加外部数据的费用	2	3	4	1
运行费用	4	2	1	4
性能	4	3	1	2
可靠性	4	3	1	2
适应性	1	2	4	3

三库结构在两库的基础上添加了一个知识库(KB),向两库结构中补充了人工智能等技术,它也是早期的 IDSS 所采用的普遍形式。

四库结构是在三库的基础上,将 MB 的功能进行细化,将原来的分析程序、预测程序等标准方法程序从 MB 中分离出来,形成了一个单独的方法库(AB)^[16]。

N 库结构是对四库结构之后发展的一个总称。随着 DSS 应用领域的增多,许多研究者根据实际的业务需求,在四库结构的 DSS 上又相继增加了自身应用所需要的文本库(TB)、图形库(GB)、信息库(IB)等部件。随着库部件本身功能的日趋复杂,对每个库的管理日益艰难,因此研究者开始在各个库的上方设立了相应的管理系统;后来又在各部件的外层设立了一个组件管理系统(CMS)来统一管控各个部件,由此便产生了现代 DSS 的 N 库结构,如图 2 所示。

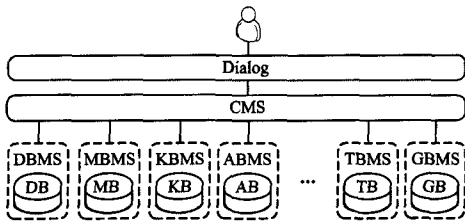


图 2 N 库结构

(2) 三系统结构

1981 年, Bonczek 和 Holsapple^[17]提出了 DSS 的三系统结构(LKP),如图 3 所示。三系统结构包含了 3 个子系统:语言系统(LS)、知识系统(KS)和问题处理系统(PPS)。语言系统的功能类似于 DDM 结构中的对话部件。知识系统的功能比较混杂,它是 LKP 结构中包含内容最多的子系统,用于存储知识(如模型结构、经验逻辑、处理算法等)和环境数据。问题处理系统是 DSS 运行的核心,充当控制中心的角色。

1989 年, Santos 等人^[18]又对三系统结构进行了一些改进(见图 4),添加了一个与语言系统同级别的显示系统(PS),给决策者提供了更好的决策结果展示,转移了问题处理系统的

部分功能,优化了用户的体验。

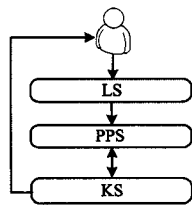


图3 最初的三系统结构

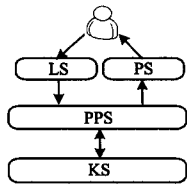


图4 改进的三系统结构

2.2.2 功能层次结构

Sprague 根据 DSS 所提供的功能对其进行分类,将 DSS 中包含的硬件和软件划分为 3 个级别,称为 3 个技术层次^[14]:专用 DSS(SDSS)、DSS 生成器(DSSG)和 DSS 工具(DSST)。每一个技术层次所提供的功能及扮演的角色是不一样的,这里的“技术”指的是某一层向外部所提供的技术,而不是构建某一层所使用的技术。本文将这 3 个技术层次表述为 DSS 的功能层次结构。

SDSS 是针对不同的业务场景设计的,由决策者操作使用,用来直接为决策者提供服务。DSSG 用来研制和开发专用 DSS,它的作用是创造决策者需要的专用 DSS,不直接与决策者打交道。DSST 是用来开发专用 DSS 和 DSS 生成器的基础,由编程工具、软件单元和基础硬件组成。图 5 描述了这 3 个技术层次的关系。

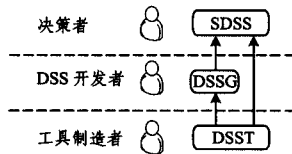


图5 DSS 的功能层次结构

2.3 DSS 的分类

从 DSS 诞生至今,有许多的研究人员按照自己的不同理解对 DSS 进行了分类。但是对 DSS 进行分类并不是一件容易的事。首先,DSS 有非常复杂的学科背景,多学科的交错使其特征异常复杂。其次,不同的 DSS 应用的侧重点并不一致,专用性过强。

本文对现有的分类方式进行提炼,将 DSS 的分类方式划分为两种思路,一种强调 DSS 的相关特点,另一种强调 DSS 的工作原理。表 2 列举了一些较为知名的分类方法。

表 2 DSS 典型分类

分类思路	典型分类方式
强调 DSS 相关特点	经常型、临时型(1977) ^[19]
	个人型、群体型(1981) ^[20]
	被动型、主动型(1998) ^[21]
强调 DSS 工作原理	数据导向型、模型导向型(1977) ^[22]
	混合型、智能型、文件导向型、数据导向型、试算表导向型、解释器导向型、规则导向型(1996) ^[23]
	模型驱动型、数据驱动型、通信驱动型、文档驱动型、知识驱动型(2007) ^[24]

2.4 支撑技术

DSS 所依托的支撑技术是在不断发展和扩充的。从 DSS 的发展历程中不难看出,无论处于哪个阶段,始终都有新的 DSS 产生,而这其中大多数 DSS 的诞生都是由于引入了当时的某些新技术。图 6 展示了部分主要的 DSS 类型与其诞生所依托的关键技术。

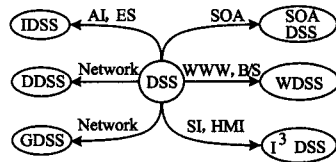


图6 部分 DSS 与其所依托的技术

本文在对主要的 DSS 类型进行研究的基础上,对 DSS 从诞生至今所依托的重要支撑技术进行了总结。

(1) 计算机网络和 Web 技术。GDSS 和 DDSS 都是伴随着计算机网络的发展而产生的,计算机网络已经是当前大部分 DSS 实现所依托的最为基础的技术。而 20 世纪 90 年代初期的 Web 相关技术为 DSS 提供了更加灵活的通信和操控方式。

(2) 人工智能(AI)^[25]和专家系统(ES)^[26]。IDSS 最初是因引入了人工智能技术而产生的,依靠人工智能与专家系统来处理复杂的决策问题。人工智能的目标是让机器能够像人一样解决复杂的问题。而专家系统是一种模拟人类专家解决领域问题的计算机程序系统。

(3) Agent 技术。Agent 技术产生于 20 世纪 90 年代初,它是指具有智能性的任何实体,包括硬件和软件,并具有自治性、社会性、反应性和主动性这 4 个特征。与 Agent 技术结合也是 IDSS 的一个重要研究方向^[27]。

(4) 计算机仿真(CS)。它在 DSS 中主要用来对未来可能产生的条件进行预测和对决策结果进行优化。通过引入计算机仿真技术,诞生了基于计算机仿真的 DSS(CSDSS)^[28],这类 DSS 在交通管理和制造业计划制定方面有很广泛的应用。

(5) 系统集成(SI)^[29]和人机交互(HMI)。系统集成通过对系统中的各个成分进行有机连接,以构建一个能够适应业务和技术变化的应用,且尽可能合理地保留原先遗留下来的应用程序和技术。而人机交互关注的是如何让用户的操作更加友好。

(6) DW, DM 和 OLAP^[30]。这 3 个技术的引入是 DSS 发展史上的一个里程碑,自 20 世纪 90 年代初以来,基于这 3 个技术诞生了大量的数据驱动的 DSS^[31],目前大多数的 DSS 应用都在不同程度上使用了这 3 个技术。

3 DSS 发展动力分析

功能需求和信息技术的发展是推动 DSS 发展的两股强大力量。功能上的需求是发展的动机,而技术是满足需求的手段,是发展的条件,两者必须同时存在,缺一不可。

(1) 功能需求

纵观 DSS 的发展道路,许多 DSS 的关键类型或应用的诞生都是基于当时的现实需求。

1) 多决策者共同使用的的需求促使了 GDSS 的诞生。

2) 提高决策支持能力与决策质量的需求促进了 IDSS 的发展。

3)从大量结构化、半结构化数据中挖掘潜在价值的需求促进了数据驱动的DSS的发展,并直接导致了新决策支持系统的诞生。

4)用户体验方面的新需求使DSS和用户之间的交互方式与媒介产生了改变,并诞生了WDSS。

有了功能上的新需求,DSS才会向着需求而不断发展,但需求只会指出发展的方向,而实际的发展过程还需要引入新技术来完成。

(2)信息与通信技术

从20世纪70年代开始到21世纪初的这30多年是信息技术、通信技术高速发展的时期,实现了许多技术上从无到有的突破,而这30多年也是DSS发展的黄金时期,通过引入新的技术,满足了DSS的诸多新需求。

1)依托于计算机网络,尤其是互联网技术,GDSS在很大程度上解决了多人决策时所面临的通信问题。

2)基于专家系统与推理机等人工智能技术,早期的IDSS满足了提高决策支持能力与决策质量的需求。

3)基于DW,OLAP和DM技术,新决策支持系统满足了从数据中挖掘潜在价值的需求。

4)通过使用HTML与HTTP等Web相关技术,WDSS满足了用户在任意地点使用上的需求,并极大地改善了用户体验。

在存在实际需求的前提下,信息与通信技术今后的新发展与重要突破依然会对DSS的发展产生深远影响。

在21世纪的第一个10年DSS发展之所以放缓,就是因为发展的动力不够强大;在经过快速发展期和优化发展期后产生了大量的DSS类型与实际应用,它们已经能够满足现阶段绝大部分的功能需求;计算机网络、PC和DW等这些支撑DSS发展的相关领域也已经进入了相对成熟的缓慢发展期,没有产生新的突破性技术来大力推动DSS的发展。

4 DSS在大数据、云计算时代的发展展望

在大数据、云计算时代,决策场景与过去相比有很大不同,决策环境变得异常的复杂,这为DSS的发展提出许多新的要求。本节将新时期所产生的需求与问题进行归纳,并结合云计算和大数据技术对DSS今后的发展进行展望。

4.1 新需求与新问题

新的历史时期为DSS提出了许多新的需求。但当前大多数的DSS并无法适应新时期所带来的巨大变革,无力满足这些新需求,并由此产生了诸多方面的问题。

(1)新决策驱动方式的需求及问题

DSS需要新的决策驱动方式。大数据时代人们决策思维方式发生了转变;大数据时代一切皆可量化,人们应该放弃因果关系而探求相关关系^[32];大数据时代,决策分析的是所有数据,而不是少量样本数据^[33]。这些都要要求DSS改变已有的决策支持过程与方法,使其所提供的决策支持依托于海量的数据^[34,35]。而目前的DSS的决策支持过程还停留在小数据时代的思想,无法和新的决策思维相适应。

(2)实时决策^[36]场景的需求及问题

DSS需要能够面对越发普遍的实时决策场景。过去大多数的DSS所面临的都是事后决策的场景,当用户需要对某事务进行分析时DSS才会执行具体的操作,且所需的时间往往较长。在大数据环境下,数据更新速度极快,数据的价值会随

着时间的推移而急速流失。这就要求DSS要近乎实时地对这些数据进行处理,帮助决策者进行实时决策。因此,实时决策或准实时决策已经不再是某些专用DSS的特例。但当前大多数的DSS对实时决策这一场景的支持明显不足,即便是那些具备实时决策功能的DSS,其由于采用的技术较为传统,也很难满足当前严苛的实时性要求。

(3)组成结构革新的需求及问题

DSS需要组成结构上的更新换代。新时期,数据在“量”上的变化足以引发DSS组成结构在“质”上的变化。文献[37]认为医院现有的DSS结构已经很难在医疗大数据环境中有效地工作。文献[38]认为目前大企业的业务过程DSS在大数据时代也很难起到应有的作用。这说明许多行业的DSS的发展已经滞后于时代的发展,传统的组成结构已经无法适应大数据时代的现实需求了。

(4)提供全局决策支持的需求及问题

DSS需要更强的全局决策支持能力。在数据环境异常复杂的大数据时代,需要DSS能够提供更加全局、更加综合、更加快速的决策支持功能。过去的DSS更强调对单项决策任务的处理能力,在其提供决策支持的过程中所涉及的信息检索技术较为单一,且使用的数据源类型也较少。而在复杂的大数据环境下,功能较为单一的决策能力已不适用,无法满足全局性事项预测的实时性与准确性,因此无法为高层次的决策者提供有力的支持^[39]。

(5)海量数据与多源、异构数据处理的需求及问题

DSS需要有存储并处理海量、多源、异构数据的能力。数据量巨大、数据增长速度极快是新时期的两个典型特点。因此DSS需要有能力去存储和处理海量数据。而在大数据时代,人们决策时所依赖的信息来源越来越多,因此决策过程中所使用的数据来源与数据类型比过去要复杂得多。这加剧了DSS所一直面临的半结构化、非结构化数据表示以及存储与检索等方面的问题。而DSS在过去很长一段时间内所依托的DW,RDBMS等技术,在面对海量、多源、异构的数据时已经力不从心。

(6)低成本与灵活性上的需求及问题

DSS需要降低成本并提高灵活性。在新时期,复杂多变的外部环境迫使企业需要更加低成本、更加灵活的DSS,而目前大多数DSS所能提供的决策支持的方式较为传统,用户的使用方式过于单一、不够灵活且成本较高,这同时也使得DSS无法充分地实现其本身所具有的价值。

4.2 新发展展望

不断发展和完善的大数据、云计算技术能够为DSS的发展注入新的动力,能够从不同的层面去满足新时期DSS所面临的新需求。表3从理论与模型、结构和技术3个方面对今后DSS的发展进行展望。

表3 从3个方面对DSS的发展进行展望

方面	发展展望	可满足需求 (对应4.1节)
理论与模型	“大数据驱动”的DSS;	(1)(2)
	新的动态决策模型	(4)(5)(6)
结构	基于实时和历史大数据的双模组成结构; 云环境下的DSS功能层次结构	(3)(5)(6)
采用技术	内存计算、流式数据处理、分布式计算; 资源虚拟化、资源整合管理、NoSQL	(2)(4)(5)

(1)理论与模型方面

用大数据驱动决策,构建“大数据驱动”的 DSS。决策驱动方式研究的是 DSS 内部基于什么来完成一个完整的决策过程。过去的“数据驱动”基于对数据的计算与统计来完成决策,它使用的是不全面的样本数据,且基本上已知样本数据间存在的关系模式。而“大数据驱动”与“数据驱动”最本质的区别有两点:1)使用的是近乎全部的数据,不是少量样本数据;2)很多数据之间的关系是未知的,需要想办法发现庞大数据集内部、数据集之间隐晦的关联,从而提供决策支持。把大数据在海量数据挖掘、复杂数据建模与表示方面的理论应用到 DSS 中来构建“大数据驱动”的 DSS,能够满足新时期在决策驱动方式上的需求。

研究新的动态决策模型。传统的决策模型大都是静态的,建立好之后一般不需要调整,也很难调整。大数据时代,外部的数据环境变化极快,需要能灵活调整决策过程与决策模式的动态的决策模型。动态决策模型更灵活、更个性化且更复杂,它需要同时满足实时决策和事后决策场景的需求,能够让事后决策和实时决策协同工作,且能够提供更多样的决策组合来满足多类用户的需求。动态决策模型的建立需要依赖决策流程管理、决策任务分解、任务动态优化等关键技术,因此这些方面也是新决策模型研究道路上需要重点攻克的难题。

(2)结构方面

基于实时和历史大数据的双模 DSS 组成结构。双模是指具有实时决策和事后决策两种工作模式,其中包含了高速流式大数据分析决策功能、海量历史数据挖掘功能。这种新的组成结构需要把过去 DB 部件的概念和功能进行扩展与强化,并添加实时数据融合处理、决策模式控制、集群资源控制等部件,以此来适应不同决策场景的动态切换,让不同的工作模式协调运行。而在其实现上,需要将过去 DSS 中的 DW、DM、OLAP 与大数据在集群管理、资源调度、分布式存储与计算方面的技术结合起来。基于大数据的双模 DSS 组成结构是适应大数据环境、满足大数据时代各种决策需求的基础,能够突破许多行业的 DSS 在结构上的瓶颈。

以决策即服务(DaaS)的形式,将 DSS 功能层次结构置入“云”中,如图 7 所示。传统的 DSS 功能层次结构无论使用 SDSS 进行决策还是使用 DSSG 与 DSST 去构建 SDSS,都显得不够灵活,且使用成本较高。而结合云计算中 IaaS, PaaS 和 SaaS^[40] 相关概念,将 DSS 功能层次结构放入“决策支持服务云”中,以 DaaS 的方式提供灵活的决策支持软件服务(SDSS)、决策支持平台服务(DSPS)和决策支持基础设施服务(DSIS),能够极大地满足 DSS 在低成本和灵活性上的需求,使用者只需要交付一定的费用从“云”中获取相应的服务即可。

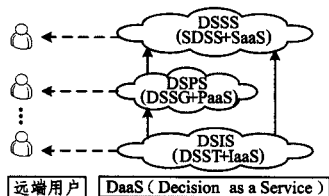


图 7 基于云计算的功能层次结构

(3)技术方面

DSS 需要使用大数据、云计算相关技术来满足实时决策以及海量、多源、异构数据存储与处理等方面的需求。将这些技术运用到 DSS 中是未来 DSS 发展的重要方向。

大数据的内存计算技术^[41]能够极大提升数据的处理速度,从而缩短决策所需时间;流式数据处理技术^[42]能为实时决策提供有力支撑,并使 DSS 具备实时监控、主动决策的能力;分布式计算技术是进行大数据处理的基本手段,能让 DSS 拥有分析全部数据的能力,是构建“大数据驱动”的 DSS 的基础。

云计算中的资源虚拟化技术、资源整合管理技术、海量数据分布存储技术及大数据相关的 NoSQL^[43]等技术能够为 DSS 在海量、多源、异构数据的融合、存储、挖掘与检索等方面提供强有力的支持,弥补过去 DSS 中的 RDBMS, DW, DM 和 OLAP 在新时期暴露出的不足。

结束语 本文对 DSS 的发展进行了比较全面的综述,探讨了 DSS 的发展动力,并剖析了进入 21 世纪后 DSS 发展相对缓慢的一些原因。阐述了 DSS 在新时期所遇到的新需求与暴露出的一些问题,并结合云计算和大数据,分别从理论与模型、结构和技术 3 个方面对如何满足 DSS 的这些需求进行了分析和展望。可以断言,大数据与云计算必将推动 DSS 下一波新理论、新模型、新技术、新应用的研究与发展。

参考文献

- [1] Simon H A. The New Science of Management Decision[M]. New York, USA: Harper Brothers, 1960
- [2] Gorry G A, Scoot Morton M S. A framework for management information systems[J]. Sloan Management Review, 1971, 30 (3): 49-61
- [3] Arnott D, Pervan G. A critical analysis of decision support systems research[J]. Journal of Information Technology, 2005, 20 (2): 67-87
- [4] Huber G P. Issues in the design of group decision support systems[J]. Mis Quarterly, 1984, 8(3): 195-204
- [5] Swanson E B. Distributed decision support systems: a perspective[C]//Hawaii International Conference on System Sciences. Vol 3, 1990: 129-136
- [6] Wriggers P, Kultsova M, Kapysh A, et al. Intelligent Decision Support System for River Floodplain Management[J]. Communications in Computer & Information Science, 2014, 466: 195-213
- [7] Shim J P, Warkentin M, Courtney J F, et al. Past, present, and future of decision support technology[J]. Decision Support Systems, 2002, 33(2): 111-126
- [8] 陈文伟. 决策支持系统及开发(第四版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014
- [9] Power D J, Sharda R. Model-driven decision support systems: Concepts and research directions[J]. Decision Support Systems, 2007, 43(3): 1044-1061
- [10] Yin F, Chai J, Lin J. Synthetic Decision Support of Broadcasting and Television System[C]//Proceedings of The Eighth International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Ap-

- lications (BIC-TA), 2013. Berlin Heidelberg: Springer, 2013; 759-766
- [11] Bhargava H K, Power D J, Sun D. Progress in Web-based decision support technologies[J]. Decision Support Systems, 2007, 43(4):1083-1095
- [12] Xu Li-yuan, Chen Li-ping, Chen Tian-en, et al. SOA-based precision irrigation decision support system[J]. Mathematical and Computer Modelling, 2011, 54(3):944-949
- [13] Yuan Guo-ming, Li Hong-qi. Survey on development of decision support system[J]. Microcomputer & its Applications, 2010, 29(23):5-7(in Chinese)
袁国铭, 李洪奇. 关于决策支持系统发展综述[J]. 微型机与应用, 2010, 29(23):5-7
- [14] Sprague R H. A framework for the development of decision support systems[J]. MIS quarterly, 1980, 12:1-26
- [15] Sprague R H, Carlson E. Building effective decision support systems[M]. Prentice Hall Professional Technical Reference, 1982
- [16] Li Yong, Xiao Zhi, Chen Ling. Structure of recycle for methods base in DSS[J]. Journal of Chongqing University(Natural Science Edition), 2003, 26(3):102-105(in Chinese)
李勇, 肖智, 陈玲. 一类 DSS 方法库的可重用体系结构[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2003, 26(3):102-105
- [17] Bonczak R H, Holsapple C W. Foundation of decision support system[M]. New York: Academic Press, 1981
- [18] Santos B L D, Holsapple C W. A framework for designing adaptive DSS interfaces[J]. Decision Support Systems, 1989, 5(1):1-11
- [19] Donovan J J, Madnick S E. Institutional and ad hoc DSS and their effective use[J]. ACM SIGMIS Database, 1977, 8(3):79-88
- [20] Hackathorn R, Keen P. Organizational Strategies For Personal Computing In Decision Support Systems[J]. Mis Quarterly, 1981, 5(3):21-27
- [21] Carlsson C, Jelassi T, Walden P. Intelligent Systems And Active DSS[C]//Hawaii International Conference on System Sciences. Washington, D. C; IEEE, 1998:4-8
- [22] Alter S. A taxonomy of decision support systems [J]. Sloan Management Review, 1977, 19(1):39-56
- [23] Holsapple C W, Winston A B. Decision support systems: A knowledge-based approach [M]. Minnesota: West Publishing Company, 1996
- [24] Power D J. A Brief History of Decision Support Systems[EB/OL]. (2007-03-10) [2015-03-25]. <http://dssresources.com/history/dsshistory.html>
- [25] Richard E N, Xia Jiang. Contemporary Artificial Intelligence [M]. London: Chapman & Hall/CRC, 2012
- [26] Liao S. Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004[J]. Expert Systems with Applications, 2005, 28(1):93-103
- [27] Dong C S J, Srinivasan A. Agent-enabled service-oriented decision support systems[J]. Decision Support Systems, 2013, 55(1):364-373
- [28] Johansson B, Jain S, Montoya J, et al. Developing Simulation-Based Decision Support Systems For Customer-Driven Manufacturing Operation Planning[C]//Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference. 2010:3363-3375
- [29] Hasselbring W. Information system integration[J]. Communications of the ACM, 2000, 43(6):32-38
- [30] Berson A, Smith S J. Data warehousing, data mining, and OLAP [M]. New York: Computing McGraw-Hill, 1997
- [31] Power D J. Understanding data-driven decision support systems [J]. Information Systems Management, 2008, 25(2):149-154
- [32] Mayer-Schönberger V, Cukier K. Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think[M]. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013
- [33] 梁郑丽, 贾晓丰. 决策支持系统理论与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014
- [34] Provost F, Fawcett T. Data science and its relationship to big data and data-driven decision making[J]. Big Data, 2013, 1(1):51-59
- [35] Power D J. Using ‘Big Data’ for analytics and decision support [J]. Journal of Decision Systems, 2014, 23(2):222-228
- [36] Shirgaonkar S, Rathi S, Rajkumar T. Overview of real time decision support system[C]//Proceedings of the International Conference and Workshop on Emerging Trends in Technology. ACM, 2010:179-181
- [37] Du Min, Luo Jian-wei. Construction of hospital decision support system based on big data [J]. China Digital Medicine, 2014, 9(12):73-75(in Chinese)
杜敏, 罗建伟. 基于大数据的医院决策支持系统构建研究[J]. 中国数字医学, 2014, 9(12):73-75
- [38] Vera-Baquero A, Colomo-Palacios R, Molloy O. Towards a Process to Guide Big Data Based Decision Support Systems for Business Processes[J]. Procedia Technology, 2014, 16:11-21
- [39] Lee M. Decision-making in the Era of Big Data[D]. University of Amsterdam, 2013
- [40] Peng Jun-jie, Zhang Xue-jun, Zhou Lei, et al. Comparison of Several Cloud Computing Platforms[C]//International Symposium on Information Science & Engineering. Washington, D. C; IEEE, 2009:23-27
- [41] Hahn G J, Packowski J. A Perspective on Applications of In-memory Analytics in Supply Chain Management[J]. Decision Support Systems, 2015, 76(c):45-52
- [42] Sun Da-wei, Zhang Guang-yan, Zheng Wei-min. Big data stream computing: Technologies and instances[J]. Journal of Software, 2014, 25(4):839-862(in Chinese)
孙大为, 张广艳, 郑伟民. 大数据流式计算: 关键技术及系统实例[J]. 软件学报, 2014, 25(4):839-862
- [43] Moniruzzaman A B M, Hossain S A. NoSQL Database: New Era of Databases for Big data Analytics-Classification, Characteristics and Comparison[J]. International Journal of Database Theory and Application, 2013, 6(4):1-14