

文章编号: 1004-2486 (2000) 03-0118-05

## 决策支持系统可视化快速集成环境\*

黄金才<sup>1</sup>, 陈文伟<sup>1</sup>, 田青<sup>2</sup>, 赵新昱<sup>1</sup>

(1. 国防科技大学人文与管理工程学院, 湖南 长沙 410073; 2. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100061)

**摘要:** 决策支持系统的快速集成环境的研究一直是决策支持系统研究的核心内容。本文研究了决策支持系统可视化快速集成技术及其实现, 并重点介绍了作者开发的决策支持系统可视化快速集成环境研究 Visual DSSBuilder 及其在开发过程中所解决的技术难题。

**关键词:** 决策支持系统 快速集成环境 可视化

中图分类号: TP13 文献标识码: A

### DSS Visual Fast Integration System – Visual DSSBuilder

HUANG Jin-cai, CHEN Wen-wei, TIAN Qing, ZHAO Xin-yu

(College of Humanism and Management, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** The research of DSS visualized fast integration environment is the key to DSS. The paper studied the technologies of DSS visual fast integration and its implementation. It emphasizes the introduction to the DSS visualized fast integration system – Visual DSSBuilder, developed by the authors, and the introduction to the essential issues resolved in the development progress.

**Key words:** decision support system, fast integration environment, visualization

决策支持系统(Decision Support System – DSS)从提出到现在经历了 20 多年的发展, 取得了辉煌的成就, 对各行各业的发展作出了不小的贡献<sup>[1, 2]</sup>。但由于模型库系统等技术的不成熟, 决策支持技术本身发展的滞后, 阻碍了决策支持系统的发展。决策支持系统要能够有效地集成数据、模型、知识等决策支持资源, 通过对数据的查询和检索、多模型的组合计算、领域知识的定性推理分析以及决策用户参与交互, 为决策用户提供解决问题的多个可供选择的方案。其中各种资源的集成是决策支持研究的关键所在。决策支持系统处理的问题往往是半结构化问题, 问题本身的复杂度及其处理的不可模型化使得决策支持系统的开发很困难。决策支持系统的快速原型开发技术是为用户建立一个决策支持系统原型, 通过对原型系统的运行, 使用户逐步加深对决策问题的了解和认识, 从而修正和调整系统方案。如此反复, 可以获得一个满意的问题解决方案。

在国内外, 可视化系统快速集成技术的研究也只是从理论上进行了探讨<sup>[3, 4]</sup>。决策支持系统可视化快速集成技术究竟要解决什么问题以及如何实现系统的快速可视化集成都是需要解决的问题。决策问题的解决往往表现为一个集成了模型、数据、知识、人机交互等资源的框架流程。这个流程框架体现了决策者解决问题的流程。我们自行开发的了决策支持系统可视化快速集成环境 Visual DSSBuilder。该集成环境通过决策用户与计算机交互协作, 快速生成决策问题的框架流程, 运行方案并比较方案的运行结果后, 得到该决策问题的决策支持系统的运行结果。

实际问题的决策支持系统是由处理过程的框架流程组成, 每个框架元素又是由模型、算法、数据、知识以及人机交互等构成。故决策支持系统是多模型的组合、大量数据的存取、定性知识的分析和人机对话并经过集成运算的有机整体。

\* 收稿日期: 1999-12-14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目

作者简介: 黄金才(1973), 男, 博士生。

## 1 可视化快速集成环境 Visual DSSBuilder

Visual DSSBuilder 是作者自行开发的一个基于模型服务器、数据库服务器的决策支持系统可视化快速集成环境。Visual DSSBuilder 可以用来生成各种领域的决策支持系统。模型服务器负责管理决策支持系统中可能用到的模型、算法、知识以及系统方案等。其中的模型服务器也是我们自行开发研制的, 在此文中省略说明。数据库服务器存储系统所使用的数据, 在其上层我们提供了一个基于 ODBC 的通用数据访问接口, 因此在系统中并不限制数据库服务器的类型。系统可以同时打开多个数据库服务器和模型服务器。

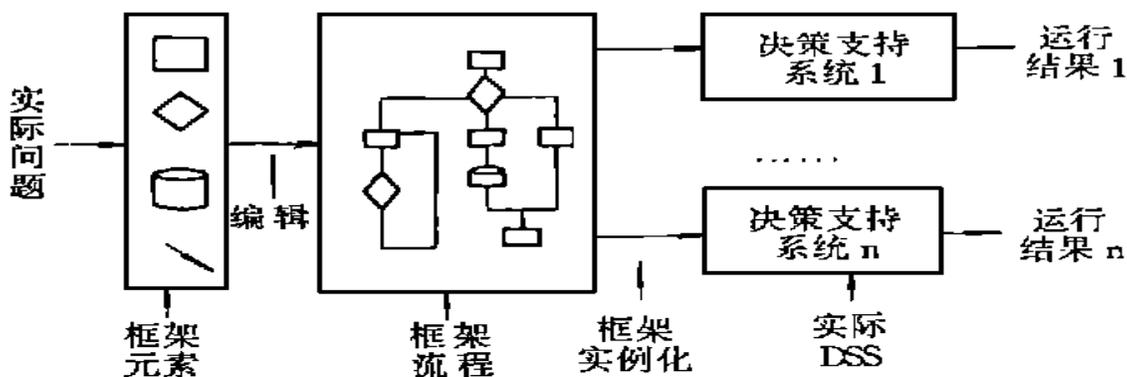


图 1 Visual DSSBuilder 中 DSS 系统开发过程

Fig. 1 The development progress of DSS visualized integration

Visual DSSBuilder 提供一套可视化的决策流程框架编辑环境, 使得系统用户不需要进行复杂高级语言编程, 利用编辑环境提供的决策框架元素就可以快速地构建自己的决策问题框架流程, 再通过框架元素与决策资源的接口, 实现框架流程的实例化, 并生成实际的决策支持系统。

Visual DSSBuilder 作为一种决策支持系统开发环境体现了如下特性:

### (1) 可视化框架流程编辑

Visual DSSBuilder 决策流程框架的编辑是以一种可视化的方式进行, 用户不需要进行复杂的高级语言编程就可以获得解决决策问题的一个框架流程。流程框架与决策问题的处理过程相对应。用户把代表各种决策资源(如模型、数据以及控制等)的框架元素(也叫图标)按照决策问题的处理流程组织起来形成框架流程。

### (2) 框架实例化和系统快速集成

编辑好的框架流程可以通过框架实例化过程快速生成可以运行的实际问题的决策支持系统。实例化过程是通过链接机制是把框架元素与决策问题用到的模型、数据、知识、控制条件以及人机对话等资源集成起来, Visual DSSBuilder 内核程序根据框架流程的逻辑关系把链接的各种决策资源集成在一起生成 DSS 系统。其中框架元素对模型的访问是通过 MML(模型操作语言)进行的, 模型可以存放在本地或远地模型服务器上; 对数据的访问是通过 SQL 进行的, 数据可以存放在本地或远地数据库服务器上。

### (3) 快速原型开发

Visual DSSBuilder 支持决策支持系统的快速原型开发。用户使用编辑环境能够快速构建 DSS 的一个原型。从设计一个粗略的框架流程开始, 经过反复的修改和试算(进行解释运行), 最后可以得到一个有效的框架流程, 并求得问题的解, 从而达到了决策支持系统快速原型开发环境的要求。可视化决策流程框架编辑(不需要借助语言进行编程就快速地构建原型系统)和解释运行机制(快速地得到原型的运行结果)是保证 Visual DSSBuilder 支持决策支持系统的快速原型开发的基础。

## 2 系统可视化框架流程编辑环境

系统可视化框架流程编辑环境能够帮助决策用户把复杂的现实决策问题及其处理流程表现出来。

因此,编辑环境提供了足够多的框架元素(图标)来表示复杂问题的各种组成、关系及处理过程,这些元素充分体现了各种决策资源的特性。编辑环境是采用图形化的形式生成和表现实际问题的结构及其处理流程的一种可视化工具。框架经过实例化后生成实际可执行的决策支持系统。

在 Visual DSSBuilder 中,框架元素表现为一个图标。编辑环境的主要功能就是辅助用户构筑实际问题的框架流程,用户可以创建、移动、删除、连接各种类型的图标(框架元素)、定义控制条件、控制流程走向等。DSSBuilder 在内部维护了一个框架的逻辑关联图,从而可以判断出用户在可视化编辑框架流程时操作的正确与否以及框架中是否存在不合理的控制。框架流程的数据结构如下所示:

```
(CStartIcon * )pStartIcon           // 框架流程中开始图标
(CEndIcon * )pEndIcon               // 框架流程中结束图标
(CModelIcon * )pModelList           // 框架流程中所有模型图标的链表
(CSubKJIcon * )pSubKJList           // 框架流程中所有子框架图标的链表
.....
(CArrow * )pArrowList               // 框架流程中方向图标的链表
```

方向图标用来连接各种其他图标,它记录了进、出图标的标识符 ID 和类型等信息。根据这些信息(类型和 ID)可以在其他图标链表中找到相应的具体图标。除了方向图标之外的每个图标同时记录了它所对应的下一个方向图标的 ID,根据方向图标的进、出图标信息可以查找到该图标对应的下一个图标。除了这些逻辑关系外,各种图标还记录了它在屏幕上的位置。增加框架元素就是生成对应的图标实例并把它加入对应的链表中。下面重点说明框架流程中几种主要图标的其他附加性质和操作:

(1) 模型图标。模型是决策的核心。模型对应的图标记录了模型的名称、所在的服务器或本机 IP 地址等。针对它的操作有模型管理、模型数据存取、模型运行等。

(2) 数据图标。数据是决策的基础。它也是一种重要的决策资源。数据图标主要用于体现在对本机上数据或网络上异地服务器上数据的存取。它记录了要操作数据的数据源以及相应的 SQL 操作语句。操作包括查询和修改数据等。

(3) 人机交互图标。DSS 处理决策问题的过程是一个人机共同参与解决问题的过程。交互图标记录了交互的类型(如询问、定性判断等)及相应信息。

(4) 子框架图标。框架流程的编辑同时支持分层框架生成机制,即首先可以生成一个粗略的父框架,然后在对其需要进行细化的图标生成对应的子框架,子框架又可以生成许多子框架。分层框架生成能够使用户逐步明确和解决一个复杂的决策问题。子框架图标记录了它所对应的框架名称及有关信息。

除了用于逻辑连接和显示图标的信息之外,各种图标的其他信息如模型图标对应的模型名、条件图标的判断条件等都要在框架实例化中进行指定。

### 3 框架实例化和系统生成

系统框架只是在概念上对系统进行了描述。概念性的框架流程包括子框架元素和基本框架元素,对子框架元素需要进行更细的框架生成、对基本框架元素链接相应的模型、算法、数据等。这个过程称之为实例化。实例化就是确定解决问题的各种模型、用到的各种数据及其表现给决策用户的形式、人机对话的内容以及整个系统的控制流程(循环的条件定义、选择分支的数目等),从而生成实际可以运行的框架流程,即生成实际可以执行的决策支持系统。Visual DSSBuilder 提供一种链接机制进行对概念框架的实例化,实现资源的快速集成。

每个图标类型的不同,实例化的方法及步骤是不同的。例如对于模型图标,其链接机制如下(所有操作都是通过 MML 语言来完成的):

```
(1) Connect MBServer( ip, user, password) // 连接模型服务器;
(2) MML_Browse_Model // 浏览服务器上的模型库;
(3) 显示模型列表,提示用户选择一个需要的模型;
```

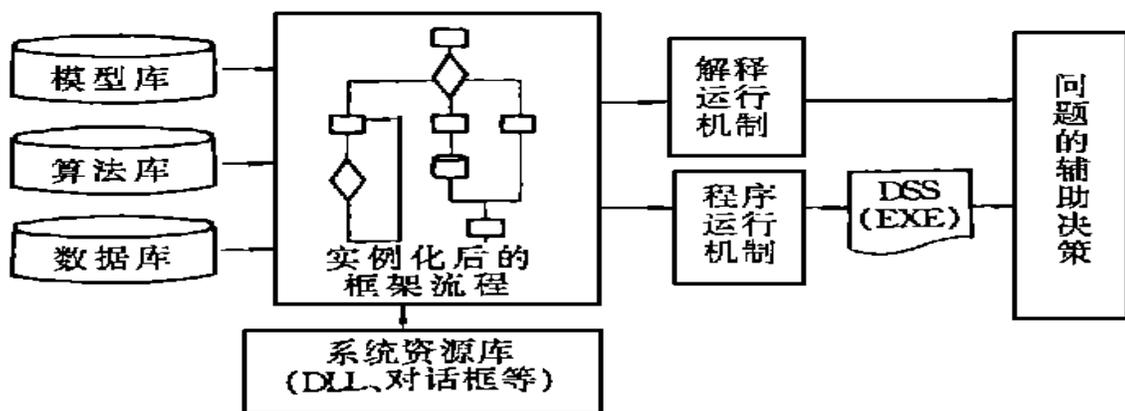


图2 框架实例化和系统生成

Fig. 2 The integration system

- (4) MML\_Query\_Model\_Data 模型名 // 获得该模型的输入参数列表;
- (5) 显示参数列表并要求用户填入参数取值;
- (6) MML\_Update\_Model\_Data // 把填入的参数值写回到模型服务器
- (7) MML\_Execute 模型名 // 单独运行该模型
- (8) MML\_Query\_Model\_Res 模型名 // 查看运行结果
- (9) 若结果有误或不满足要求, 重复 3- 8 步骤的操作。

对于数据图标, 可以首先连接数据库服务器(如 SQL Server), 选择要进行操作的数据以及要进行的操作(如浏览、删除、修改等)。对其他图标的实例化就不一一说明。对同一个框架流程采用不同的实例化方法(选择不同的模型、数据以及控制条件等), 就会得到问题的不同解决方案。

实例化后的框架流程是一个可以执行的决策问题解决方案。对于实例化后的框架流程, 有两种运行机制:

(1) 解释运行机制。由于在实例化步骤中用户已经为框架流程的各种图标指定了具体的操作, 因此集成环境的内核程序可以按照框架的本身的逻辑控制流程一个图标一个图标地进行解释运行。在运行过程中, 对于模型图标, 系统主要通过 MML 控制模型服务器上模型的运行(MM\_Execute\_Model); 对于数据图标, 系统主要通过 SQL 语句控制数据库服务器上的数据; 其他图标还要涉及到数学、逻辑表达式的计算以及系统与用户进行的交互式的输入输出等。Visual DSSBuilder 系统提供了一种直观形象的表现解释运行过程的形式, 使得用户能够容易地确定其设计的控制流程每个具体图标是否正确以及如何修改。解释运行机制如图 3 所示。图中判断框向右的为真, 向下的为假。

解释运行机制能够对框架流程的运行提供了一种可视化的表现方式, 因此通过解释运行, 用户可以了解到框架流程中不正确或不合理地方。对于这些框架元素, 可以利用框架流程编辑工具进行框架流程的修改, 或者在现有框架流程的基础上选择其他决策资源(不同的模型、数据等)重新进行实例化。经过反复的修改和解释运行, 用户逐步确定了问题的解决流程以及解决过程中用到的模型、算法和数据等。

(2) 程序运行机制。Visual DSSBuilder 在内部维护了一个标准的 DSS 应用程序框架, 当用户编辑、实例化好问题的框架流程并且调试完成之后, 系统使用 VC 提供的编译(COMPILE)和链接(BUILD)把框架用到的各种资源链接进这个标准框架中, 生成一个实际可以脱离集成环境运行的 DSS 程序系统, 它是一个 EXE 文件, 生成的过程是自动进行的。此决策支持系统可以在任何一台可以访问模型服务器和数据库服务器的客户计算机上运行。

#### 4 Visual DSSBuilder 的应用

我们使用 Visual DSSBuilder 与中国科学院某研究所的 GIS 结合, 开发了一个“空间决策支持系统开

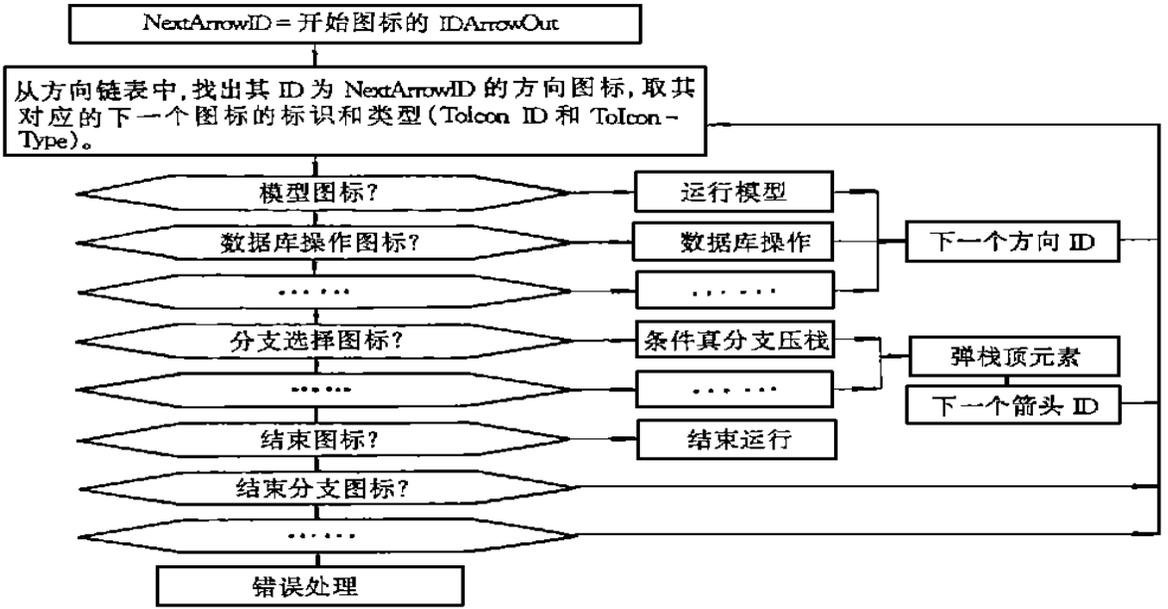


图 3 实例化后的决策框架流程的解释运行机制

Fig. 3 The developing process

发平台 SDSSP”,它主要在全国宏观空间数据快速建立支持全国宏观决策的空间决策支持系统。

图 4 是由 Visual DSSBuilder 生成的一个框架,图中用到的 Visual DSSBuilder 框架元素有: 表达式计算(图中的“ $I = I + 1$ ”)、模型操作(图中的“一级分类”)、数据库操作(图中的“浏览数据库”)、循环判断(图中的“ $I > ClassNum$ ”)以及流程结构控制(框架的开始/结束)。模型与数据或者其他模型之间的交互是通过变量进行传递。例如获取模型输出参数的表达式为:  $ClassNum = \text{一级分类.类数}$ 。其中“一级分类”是一个分类模型,“类数”是它的一个输出参数。

Visual DSSBuilder 的应用并不局限于具体的专业领域,它可被广泛地应用于各个领域的决策支持系统的开发。Visual DSSBuilder 为各级决策用户提供了一个通用的可视化系统快速集成环境,它为决策支持系统应用的进一步扩展以及决策支持系统技术本身的发展都有积极的意义。

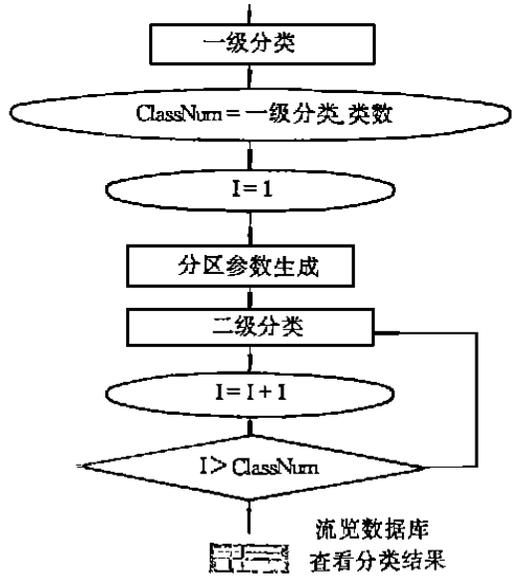


图 4 框架流程

Fig. 4 The frame

参考文献:

- [1] 陈文伟. 决策支持系统及其开发[M]. 北京: 清华大学出版社, 1994.
- [2] 陈文伟. 智能决策技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998
- [3] 李京等. 模型库管理系统的设计与实现[J]. 软件学报, 1998, 9( 8).
- [4] Sprague R H, Carlson E. D. Building Effective Decision Support System[M], Englewood Cliffs, N. J, Prentice, 1982
- [5] 陈文伟, 黄金才, 陈元. 综合决策支持系统体系结构[J]. 管理科学学报, 1999, 1(3).