

基于知识共享重用的分布式 IDSS 开发平台^①

110 72-78 彭俊松^② 黄丽华 薛华成
(复旦大学管理学院管理科学系)

【摘要】知识共享和重用是解决知识危机和软件危机的重要而有效的技术,是知识工程、人工智能和信息系统中的重要研究内容,本文介绍该技术在建立分布式协同智能决策支持系统的知识系统及其知识库模型方面的应用,详细描述了基于知识共享和重用技术的 DCIDP 的体系结构、构件库模型及其实现和基于本体论的知识库模型及其实现,其方法和成果具有普遍意义。

关键词:决策支持系统,知识共享与重用,开发平台

分类号:C934

IDSS

0 引言

近年来,国内外在智能决策支持系统(intelligent decision support system, IDSS)方面不断发展和日益完善的同时,也暴露出了在知识共享和重用方面的问题和不足,集中表现为:①随着 IDSS 的应用领域的不断复杂,已不是一个程序就能解决得了的,需要通过多个专家系统的协同求解,即构造分布式协同 IDSS 系统才能解决,加之已经开发的许多结构各异的实用专家系统和知识基系统之间也同样需要进行通讯以便协同求解问题;②所建立的知识系统越来越庞大,每建立一个系统,甚至建立的是相同模型的系统,都得从头开始,重复工作的代价太大。

从知识工程和软件工程的角度来看,应用知识共享和重用技术是解决上述问题,乃至知识危机和软件危机的重要而有效的途径。作者在 863/CIMS 主题的资助下,以企业过程重组决策支持系统为应用背景,提出了基于知识共享和重用的分布式协同智能决策支持系统开发平台(distributed cooperative IDSS development platform,

TP 399
DCIDP)的模型^[1],并加以研究和实现,DCIDP 主要基于一种静态的知识共享和重用技术,将 IDSS 的开发模型分为:①可共享和重用的构件库模型及其开发工具、②基于共享本体论的决策知识库模型及其开发工具,前者把 IDSS 中常用的知识表达方法、求解控制策略、系统结构等构造成一个可共享和重用的构件,通过选择适当的构件并装配形成 IDSS,后者建立决策知识本体论,并针对具体的决策对象形成相应的决策知识库,它和前者产生的原型系统一起构成解决具体决策问题的求解系统^[2]。

1 基于知识共享和重用的 DCIDP 的体系结构

DCIDP 开发平台的核心是可共享和重用的构件库和决策知识本体论,围绕其核心提供的相应的表达模型和建模工具,以及利用构件库和本体论构造解决具体决策问题的求解系统的开发工具,图 1 所示是 DCIDP 的体系结构。

① 国家“863”高技术计划资助项目(9844-002)。

② 彭俊松,博士后,通讯地址:上海市复旦大学管理学院管理科学系,邮编:200433。
本文 1998 年 9 月 29 日收到。

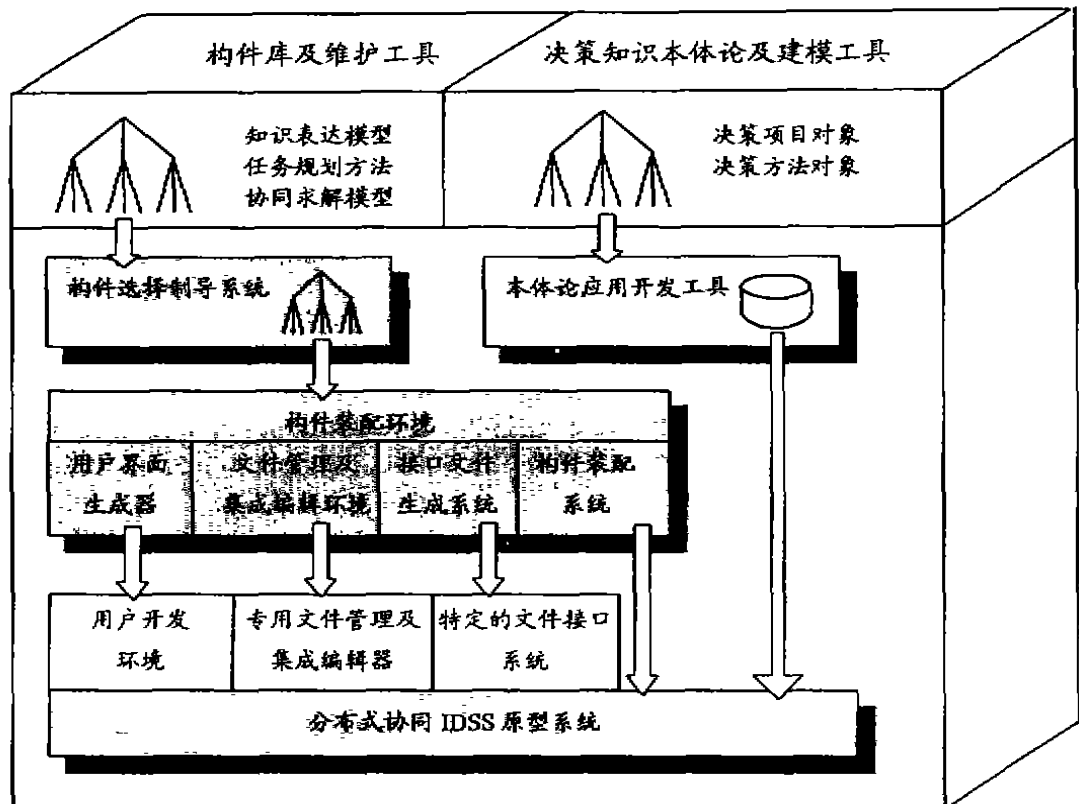


图 1 DCIDP 的体系结构

1.1 构件库

构件库由一系列可共享和重用的构件构成,它们相当于仓库中存放的许多零件,根据产品设计和功能要求选择所需零部件,按装配关系把它们装成所需要的产品。DCIDP 平台中的构件库是按软件、知识共享和重用技术根据设计分布式协同 IDSS 系统所需的功能模型、知识模型和解决具体问题的方法(如任务规划方法、任务调度方法)等构造的构件集及构件之间的关系,它是一个树状层次关系模型。根据具体的决策任务和对象,系统(用户)选择其中的构件,装配形成分布式协同 IDSS 原型系统。

1.2 决策知识本体论

决策知识本体论描述决策知识库模型构造中的基本概念和关系,以及保证所构造的模型为合法模型的合成法则。在 DCIDP 平台中,采用面向对象的技术把决策知识库构造模型描述为对象分类树,如决策项目对象,决策方法对象等,通过本体论应用开发工具针对具体决策项目、环境等构造出解决具体问题的知识库模型,并进行用户化。

1.3 构件选择制导系统

该制导系统基于知识的事例推理和可视化人机交互方式的方法,针对特定的决策对象和问题求解方法等从可共享重用构件库中选择所需的构件,并根据构件库模型中的约束关系检验构件之间的一致性,形成原型系统构件树。图 2 所示是构件选择制导系统的流程图。

首先,用户需要输入具体决策类型和特定的决策项目,其次,通过基于知识的事例推理从事例库中检索相似构件树(事例树),或者通过图形交互方式用户选择一事例树,再根据具体的要求对检索的事例树进行修演,这时,系统将整个可视化构件树的图形显示在屏幕上,供用户交互修演,修演后系统根据构件的先决条件和约束关系自动进行模块一致性的检验,并将检验结果反映在事例树中,供进一步修演参考,如此反复直至满足要求为止,最后,根据事例树产生模块装配关系及模块生成命令集,并传递到构件装配平台形成分布式协同 IDSS 原型系统。

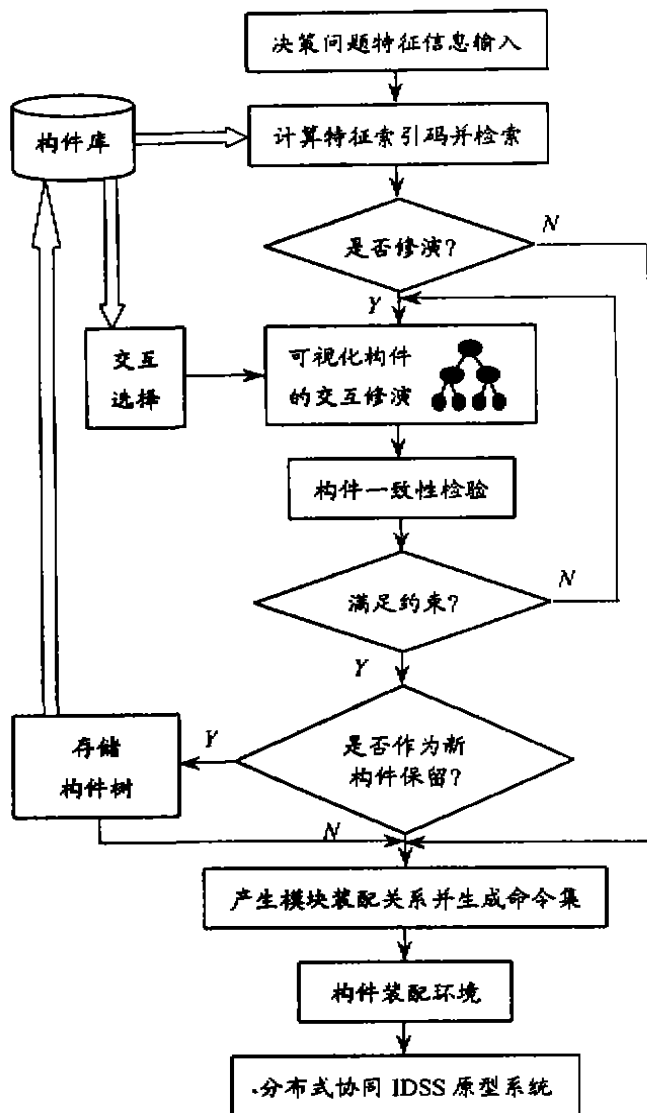


图2 构件选择制导系统的流程图

1.4 构件装配环境

该环境由4部分组成,即用户界面生成器、文件管理和集成编辑工具、接口文件生成系统和构件装配系统.构件装配系统首先根据模块装配关系和命令集生成原型系统所需的有关功能子系统,并且结合前三者生成的用户开发环境、专用文件管理及编辑环境和特定的文件接口系统一起构成分布式协同IDSS原型系统.

1.5 DCIDP 开发平台的流程和构成

DCIDP 开发平台的流程和构成如图3所示.它的核心是构件库模型和知识库模型,围绕该核心提供了开发分布式协同IDSS系统的功能及其

工具,如库模型建模原语,可视化交互式建模工具,基于实例推理的构件选择子系统,构件装配子系统和本体论的用户化模块等.应用该平台开发分布式协同IDSS系统的开发过程不再是从头开始,而是从可共享和重用构件库中选择合适的构件和决策知识本体论,对它们进行必要的扩充和修改形成IDSS知识系统.形成后的知识系统包括面向对象的过程建模、决策分析器、任务规划、任务协同求解控制器、协同求解器和解综合,等等,可运行在Windows支撑的微机网络环境下,实现决策任务的分布协同求解.

DCIDP 开发平台的特点是:由于采用知识共享和重用技术,使得分布式协同IDSS系统的开发过程不再是从头开始,而是从可共享和重用构件库中选择合适的构件,与新形成的决策知识本体论进行有机结合,装配成新的知识系统.由此,可大大降低系统开发费用,缩短开发周期,提高系统的可靠性和可维护性.另外,该平台的基本思想和原理具有普遍意义,可广泛用于开发其它领域中不同类型的大、中、小型知识系统.

2 基于知识共享和重用技术的构件库模型及其实现

构件库由构件和构件树组成,构件是其中的重要实体,构件树则反映构件之间的有机关联,即反映了求解问题的知识系统的基本组成及相互关系.为此,在构件表达模型中除了表达上述信息外,还需描述产生可共享和重用构件的约束条件,以及保证形成合法构件的合成法则.

2.1 可共享和重用构件的表达模型

在DCIDP开发平台中可共享和重用构件表达模型定义为如下八元组:

RCM (CNAME, CPROPERTY, CFUNCTION, CPRECONDITIONS, CINPORTS, COUTPUTS, SUPERCOMPONENT, SUBCOMPONENT)

其中

CNAME 是构件名称;

CPROPERTY 是构件特性,其特性集PS定义为 {POPUP, MENU, FMODULAR,

METHOD, REMOVAL}, 故 CPROPERTY \in PS. 当 CPROPERTY 为 POPUP 时表示构件是功能菜单; 当为 MENU 时表示为菜单项, 即对应一个程序; 当为 FMODULAR 时构件是程序中的一个功能模块; 当为 METHOD 时构件是实现模块功能的一种方法; 当为 REMOVAL 时取消该构件.

CFUNCTION 描述构件的基本功能;
CPRECONDITIONS 描述装配该构件的先

决条件, 如选择“规则推理系统”的同时必须选择规则方法表达知识以及相应的知识推理模型;

CINPORTS 和 COUTPORTS 分别描述调用构件的入口和出口条件, 反映构件的装配约束关系;

SUPERCOMPONENT 和 SUBCOMPONENT 分别描述该构件的超级构件和子构件, 反映构件树的相互关系.

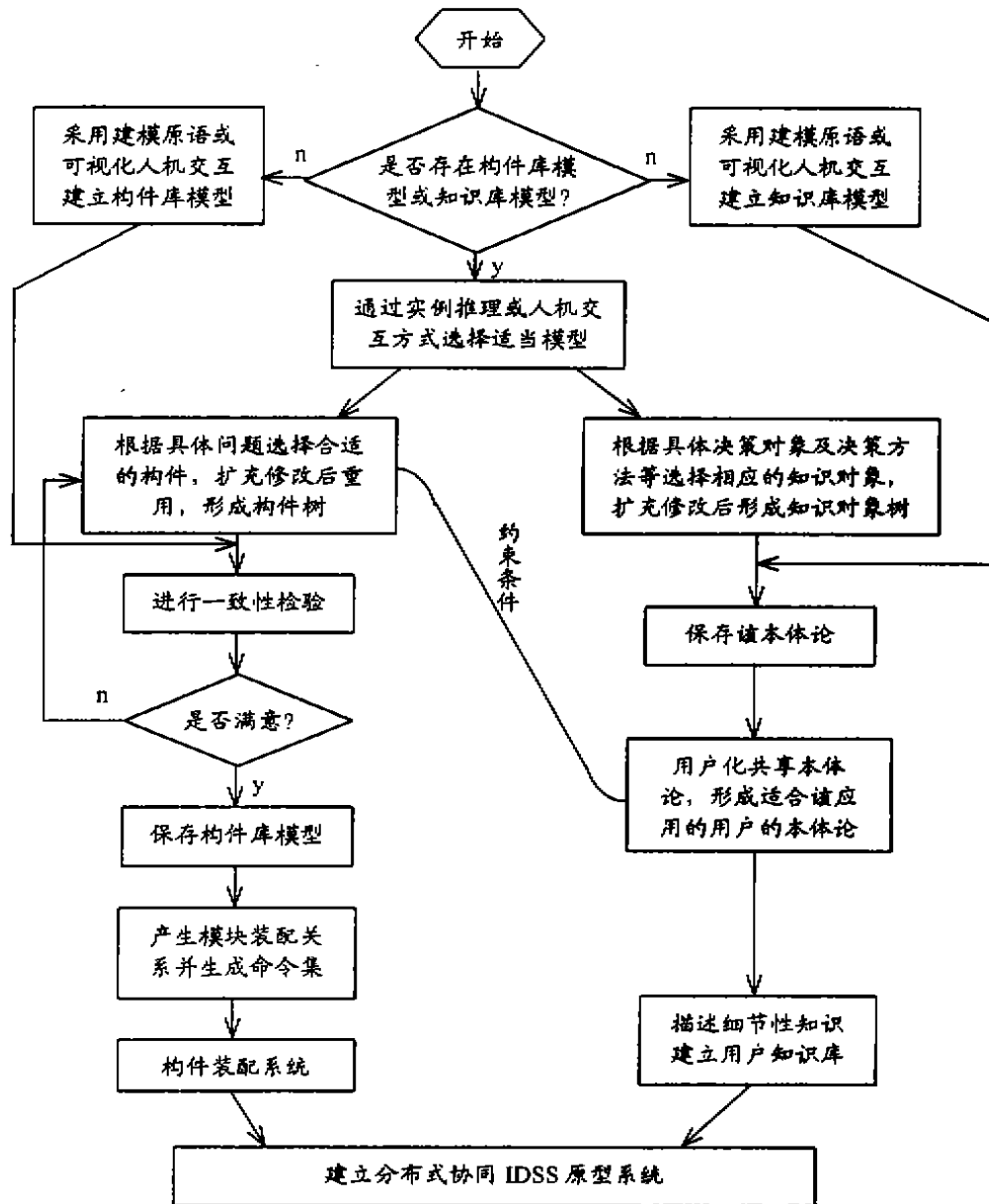
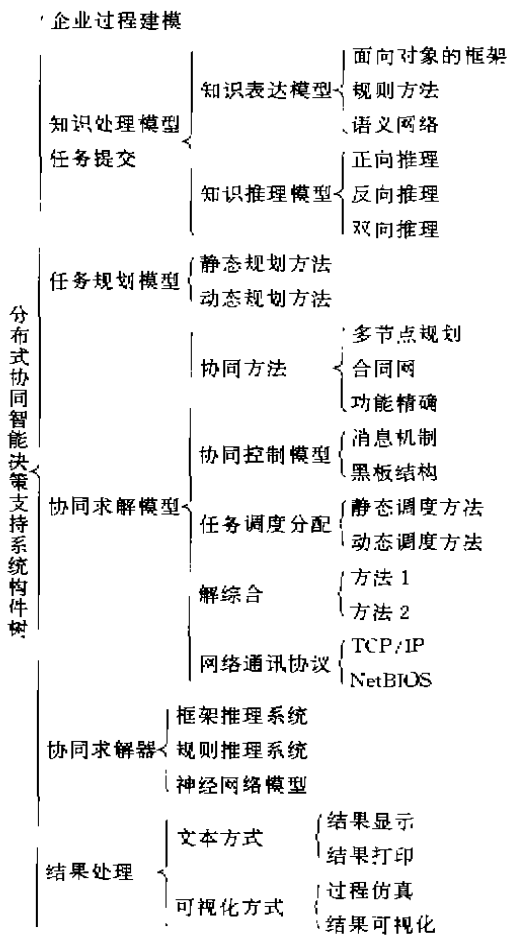


图 1 IDSS 平台的系统流程图

2.2 构件树

应用上述模型,可以把分布式协同 IDSS 的知识系统划分成若干基本构件,而构件又可分解成子构件,一直分解到实现模块功能的不同方法和模型为止,最终形成其构件树,如图 4 所示.在树的高层反映了一些对其它分布式协同知识系统而言共同的构件及其关系(包括了支持企业过程重组的相关内容),低层次的构件才反映 IDSS 系统的具体概念和方法,而且低层次构件继承高层次构件的所有特性.由于模型中未涉及细节性知识,所以易于共享,或做修改和扩充之后加以重用.



2.3 实现

上述模型所表达的概念和思想可以直接映射到面向对象的模型中,每个构件对应一个对象,构件之间层次关系用对象的类—子类关系表达,每个对象的特性包括模型中定义的属性,此外还隐式地定义了对象构件的建立和修改的成员函数.

图 5 所示是“规则推理系统”构件对象,其中 CHECKIN(BNF)和 CHECKOUT(FORMAT)定义了两个成员函数,CHECKIN 用于检验规则方法中规则的语法格式 BNF 是否与规则推理系统的一致,CHECKOUT 按解综合方法 FORMAT 规定推理结果的输出格式.

```

OBJECT:规则推理系统
CPROPERTY:MENU
CFUNCTION:Rule-Reasoning
CPRECONDITION:OBJECT(规则方法,知识推理模型)
SUPERCLASS:OBJECT(协同求解系统)
SUBCLASS:OBJECT(NULL)
CINPORT:CHECKIN(BNF)
COUTPORT:CHECKOUT(FORMAT)
    
```

图 5 “规则推理系统”构件对象

在 DCIDP 开发平台中,用 WINDOWS 环境下的 C++ 实现上述模型,并提供了两种有效的建模方法:①建模原语;②可视化交互式图形建模工具.前者按上述对象描述方法确定的原语语法格式和语义描述构件对象的属性,并形成有效文件;而后者既可将前者建立的结果文件作为输入对象显示其构件对象树,并进行增删改操作,也可通过图形化交互操作从头建立构件对象树,并将其结果转换为合法的建模原语.根据上述建模工具生成的构件对象树是对象原型,通过构件选择制导系统,不同用户可以共享和重用它,构造出解决具体决策应用领域问题的构件树.

3 基于本体论的决策知识库模型及其实现

3.1 决策知识的本体论

所谓本体论,其哲学含义是指事物的本源^[1].在知识工程领域中,本体论描述构造模型的基本概念及其关系,以及保证所构造的模型为合法模型的合成法则^[2-5].根据这一指导思想,在建立决策知识模型时,用抽象分层结构方法把决策知识抽象为对象,而对象又被分类或分解为子对象,子对象再被分类或分解,如此分解到一定的粒度为止,最终形成对象分类树.在树中,对象和子对象之间具有“父子”关系,子对象继承父辈对象的特性.图 6 所示是企业过程重组的决策知识的分类

树,即企业过程重组的知识本体论。

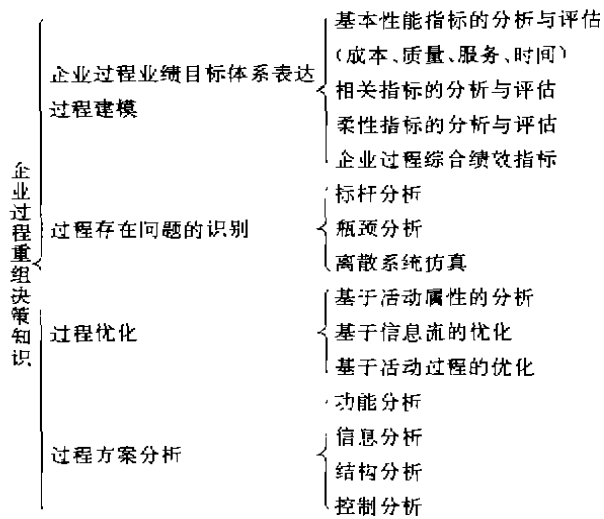


图 5 决策知识分类树(以企业过程重组为例)

在该模型中,高层的分类是超级对象,而较低层的对象表达了具体应用领域中较为具体的概念(知识),它随着模型的进一步展开而更加具体化。该模型的最顶层被划分为 5 类:企业过程业绩目标体系表达、过程建模、过程存在问题识别、过程优化、过程方案分析。在这个层次上对任意的企业过程重组都是通用的,而低层次的知识对象,则与企业具体情况存在密切关系。显然,随着知识的具体化和细化,其共享程度也就越小,因此在本体论中一般不涉及知识的细节,主要描述知识的关系,构造可以被共享和重用的知识库模型,而详细知识通过用户化增加和扩充。

3.2 实现

除了考虑决策知识的共享和重用外,还考虑知识的结构化和模块化的特性,以便实现决策任务的分布协同求解。为此,采用面向对象的技术^[5,6]将本体论中的每个结点(广义上的概念)封装为一个对象,每个对象由三部分组成:①对象的属性;②对象的处理方法;③对象的信箱。在对象中没有详细定义对象的处理方法,没有涉及具体算法和知识,而是用户在构造了自己的本体论后通过用户化增加和扩充这些算法和知识,故决策知识本体论易于共享,或修改和扩充之后加以重用。在这里,对象的处理方法可以是过程的调用,规则知识的推理以及框架结构信息的继承推理等。在该模型中,对象之间的约束关系可以通过对象之间的继承关系和对象之间发送消息的方法实

现,其特点是:

①知识库模型具有良好的结构化和模块化,易于实现共享和重用;

②知识对象有较好的封装性,易于实现分布并行处理;

③充分定义了对象之间的约束关系,可确保知识的一致性和完整性。

在 DCIDP 开发平台中,用 Windows 环境下的 C++ 实现上述模型,并提供了两种有效的建模方法:①基于对象的建模原语;②可视化交互式图形建模工具。前者按定义对象的语法格式和语义描述知识对象的属性,并形成有效文件;而后者既可将前者建立的结果文件作为输入对象显示其知识对象分类树,并进行增删改操作,或通过图形化交互操作从头建立知识对象分类树,并将其结果转换为合法的建模原语。

3.3 决策知识本体论应用开发工具 ADT

决策本体论描述了决策知识库的基本模型,是一种层次关系的原型模型,它不能直接用于求解问题,需要通过开发工具选择本体论中的有关对象(概念)重新构造解决具体问题的知识库模型,再通过用户化才能形成具体的知识库。显然,通过决策知识本体论应用开发工具(application development tool, ADT),不同用户可以共享和重用决策知识本体论,根据不同决策项目,从该本体论中选择不同的对象,有时还需加以修改和扩充,形成相应的知识库模型。

在 DCIDP 中,ADT 向用户提供的基本功能包括:①决策知识本体论的选择和修改功能:提供了基于知识推理的和可视化人机交互方式的本体论选择方法,通过图形方式对所选本体论进行修改和扩充,构造出用户自己的知识库模型(本体论);②用户化功能:对本体论中的处理方法进行详细的定义和描述,建立具体的知识库。在用户化过程中,需要考虑构件树中所选的知识表达模型、协同求解器的类型等,确保它们的一致性。

4 结束语

本文主要介绍了知识共享和重用技术在建立分布式协同智能决策支持系统开发平台 DCIDP 中的应用,提出基于本体论原理的 IDSS 构件库

和基于本体论的决策知识库模型,并采用面向对象的方法和图形可视化技术实现.从开发者的角度,由于本体论不涉及细节性知识,包含了大量关于问题求解组织的知识,因此基于本体论的共享和重用技术有效地支持和促进了分布式协同智能决策支持系统的开发、运行和维护;从用户的角

度,用户可以很方便地用它来开发不同应用领域中的各类决策支持系统,使系统的开发不再是从头开始,而是从构件库中自动选择或交互选择有用的构件进行装配,形成用户理想的系统,因此可以大幅度缩短系统开发周期、降低开发费用,这也正是本项研究的出发点.

参 考 文 献

- 1 黄丽华,彭俊松. CIM-BPR 实施策略及其决策支持系统的研究. 国家高技术研究发展计划委托研究与开发合同书(编号:9844-002),1998.7
- 2 彭俊松. 多 Agent 协同求解模型的理论研究及其在分布式 CAIP 系统中的实践. 西安交通大学博士学位论文,1997
- 3 Neches R, Fikes R. Enabling technology for knowledge sharing. AI Magazine, Fall 1991, 36~55
- 4 Uma G, Prasad B E, Kumari O N. Distributed intelligent systems: issues, perspectives and approaches. Knowledge-Based Systems, 1993;6(3):77~86
- 5 Linsupavanich-Mitrpanont, Arrensri. PAD-BASED: Prototypes and Delegation Based Approches to Knowledge Organization in Expert System Design. DAI-B 55/02, Aug 1994, 494
- 6 Antoniou G. Modularity for logical knowledge bases. Proc. 4th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering IEEE Press, 1992

Developing Platform for Distributed IDSS Based on Knowledge Sharing and Reusing

Peng Junsong, Huang Lihua, Xue Huacheng

Department of Management Science, School of Management, Fudan University

Abstract Knowledge sharing and reusing is an important and effective technology to solve knowledge and software crisis, as well as the important research content of knowledge engineering, artificial intelligence and information system. In this paper, its application in developing knowledge system and knowledge base model of distributed cooperative IDSS is studied, especially the implement of the system structure, element base model and knowledge base based on ontology. The methods and results have general significance.

Keywords: decision supporting system, knowledge sharing and reusing, developing platform