

# 基于 B/S 结构的知识化制造自重构子系统的实现

张 翌, 严洪森, 张 平

(东南大学 自动化研究所, 江苏 南京 210096)

**摘 要:** 为克服传统 C/S 结构的知识化制造自重构子系统维护成本高、执行效率低、通用性和可移植性差等缺点, 开发了基于 B/S 的四层体系结构的知识化制造自重构子系统。介绍了知识化制造系统中知识的表示方法; 分析了知识化制造自重构子系统的功能, 讨论了知识网自重构使能工具的实现、自重构后实际软件系统的自动生成、基于混合编程的动态图形视图等难点技术; 在 ASP.NET 平台上, 基于组件技术, 通过实例验证了知识化制造系统自重构的可行性及有效性。

**关键词:** 知识化制造系统; 自重构; B/S 结构; 四层体系结构; 使能工具; 混合编程

**中图分类号:** TP11

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2008)01-0025-05

## Realization of Self-Reconfiguration Subsystem for Knowledgeable Manufacturing Based on B/S Framework

ZHANG Zhao, YAN Hong-sen, ZHANG Ping

(Institute of Automation, Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** The self-reconfiguration subsystem for knowledgeable manufacturing based on the traditional C/S framework has such disadvantages as high maintenance cost, low execution efficiency, bad universality and bad transplant-ability. In order to avoid those disadvantages, the subsystem based on B/S framework with four-tier system structure is developed. Firstly, the knowledge representation in knowledgeable manufacturing systems is introduced in this paper. And then, the functions of the self-reconfiguration subsystem for knowledgeable manufacturing are given, meanwhile, the key technologies, such as the realization of enabling tools for self-reconfiguration of knowledge meshes, automatic construction of the real software system corresponding to its reconfigured knowledge mesh, and dynamic graphics view based on hybrid programming, are discussed in detail. Finally, on the framework of ASP.NET and by using component technique, the feasibility and validity of the self-reconfiguration for knowledgeable manufacturing are verified through the successful application to a practical system.

**Key words:** knowledgeable manufacturing system; self-reconfiguration; B/S framework; four-tier system structure; enabling tool; hybrid programming

## 0 引 言

知识化制造<sup>[1]</sup>致力于解决现有制造模式中存在的模式单一、缺乏灵活性、不能满足制造企业多样性的需求以及重复研发等问题, 已受到关注<sup>[2~4]</sup>。而自重构是知识化制造系统最重要的特征之一, 也是现代制造系统中迫切需要的功能。由于传统的 C/S 结构的知识化制造自重构子系统<sup>[5]</sup>维护成本高、执行效率低、通用性和可移植性差, 为解决这些问题采用 B/S 模式的四层体系结构开发知识化制造自重构子系统, 以增强

系统的可移植性和可扩充性, 提高系统的适应性。

知识化制造系统能在知识网自重构运算后不经过二次开发、自动生成与自重构后的知识网相对应的软件系统, 并具备用户需要的所有功能, 这是自重构实现的难点之一。同时, 动态图形视图可以动态产生或收回知识点, 比以往的静态图形视图更加清晰地显示各个知识点及知识点间的关系, 这也是自重构子系统实现的另一难点。

文中介绍了知识化制造系统中知识的表示与存储并分析了自重构子系统的功能。在 ASP.NET 平台上, 采用 B/S 四层体系结构, 基于组件技术, 实现了自重构使能工具, 自重构后实际软件系统的自动生成, 基于 C#、JavaScript、HTML 三种语言混合编程的动态图形视图。最后应用自重构使能工具对实际系统进行重构, 验证了知识化制造系统自重构的可行性及有效性。

收稿日期: 2007-04-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60574062)

作者简介: 张 翌(1983-), 女, 安徽芜湖人, 硕士研究生, 研究方向为控制理论与控制工程; 严洪森, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为 CIMS 及 FMS 建模、生产计划、调度、控制、仿真、并行工程和知识化制造等。

## 1 知识的表示与存储

先进制造模式所包含的丰富内涵和哲理,不能用现有的知识表达方法如产生式、框架等进行表达。因此,文献[6,7]中提出了一种新的基于知识网的复杂知识表示方法对先进制造模式中的知识进行表示,也就是知识化制造系统中知识的表达。

首先将各种先进制造模式抽象为知识网,接着采用关系数据库对知识网中的信息进行表示和存储<sup>[8]</sup>,这样就实现了将先进制造模式纳入到知识化制造系统中,然后就可以按照用户需求进行自重构。其中,将制造模式表示为知识网的方法如下:

1)根据用户重构层次,把现有的制造模式划分成不同功能的模块构成 Agent(或者子 Agent),模块之间的联系构成 Agent 之间的联系,这样就可以将实际系统转换为 Agent 网。

2)由于 Agent 网对应于实际的先进制造模式,不能对其进行逻辑运算,所以通过 Agent 网与知识网的映射关系,将 Agent 转化为知识点,将 Agent 之间的联系转化为知识点间的复合联系或者信息联系,从而将 Agent 网转化为知识网进行逻辑运算。

## 2 自重构子系统的功能

根据知识化制造系统对自重构的要求,知识化制造系统自重构子系统的功能如下:

1)系统管理:负责用户登录等功能。如果用户登录成功,程序加载用户登录信息,然后跳转到主页面。

2)使能工具:实现自重构的运算功能。具体包括:根据用户输入的制造模式自重构的运算表达式,从知识网库中读取参与运算的知识网;运算表达式的解析;参与运算的知识网的前置处理;根据知识网多重集的运算法则进行相应的运算;自重构后知识网的预处理;自重构后的知识网的合理性检验、自重构后的知识网的存储等。

3)数据视图:便于用户在自重构过程中对自重构的数据进行操作。数据视图包括知识网库中的数据视图和自重构过程中的数据视图两种。通过数据视图可

以对知识点基表、联系基表、功能基表的内容进行查询、编辑、删除、添加等操作。

4)动态图形视图:可以动态地向用户展示知识网库中知识网的图形表示,即点击某知识点显示其子知识点,同时可以收回这些子知识点,转而点击另一知识点显示其下一层的知识点。这相对于以往的静态图形视图来说,避免了因为某层子知识点过多而导致显示不清楚该层的知识点的个数、名称和知识点间联系的情况。

5)系统软件自动生成:实现将重构后的知识网转化为新的软件系统,即自动生成新的制造系统软件。该部分实际上是知识化制造系统自重构子系统对实际系统的控制。

在自重构过程中系统根据父知识点功能与子知识点功能之间的约束关系及知识点功能与广义信息流之间的约束关系,判别运算结果是否合理,增加或删除某些知识点功能和广义信息流以确保重构结果的正确性,使得自重构的结果更加符合用户的需求。

## 3 自重构子系统的开发

开发知识化制造系统自重构子系统主要包括:制造模式向知识化制造系统中知识网的映射;知识网自重构运算的实现;自重构后新知识网的软件系统的自动生成;动态图形视图的生成。

### 3.1 基于 B/S 的四层体系结构的自重构子系统

为克服 C/S 结构的缺陷,系统选用 B/S 模式的四层体系结构<sup>[9]</sup>,如图 1 所示。这样可以简化客户端,简化系统的开发和维护,增强系统的可移植性和可扩充性;同时,四层体系结构由表示层(Presentation Tier)、业务逻辑层(Business Tier)、数据访问层(Data Access Tier)、数据实体层(Data Entity Tier)组成。

1)表示层:是用户与整个系统的接口,完成用户和系统的会话,实现在客户端的浏览器中显示用户界面;同时,将用户在网页上提供的输入信息提交给后台第二层的业务逻辑层。

2)业务逻辑层:对业务逻辑和业务实体进行封装,

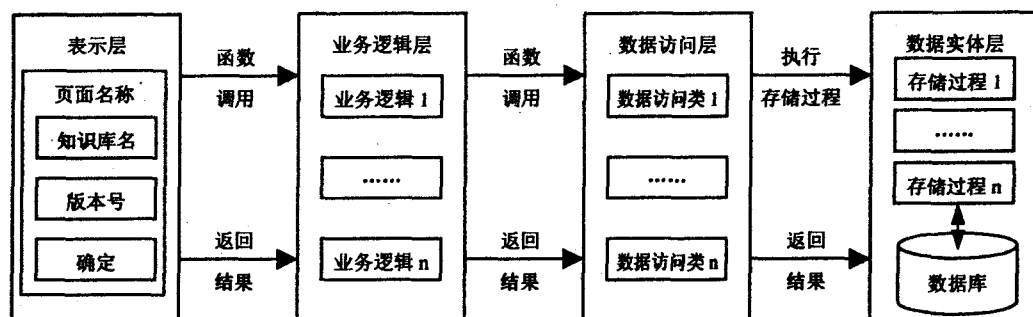


图 1 四层体系结构

根据表示层提供的请求调用相应的逻辑处理程序;同时通过数据访问层来获取数据实体或数据集,并将处理结果返回给客户端浏览器。

3)数据访问层:对访问数据库的行为进行封装,为系统提供统一的数据访问服务,消除上层对数据库的直接访问;同时根据业务逻辑层的请求与数据库服务器进行交互,并将交互结果返回给业务逻辑层。

4)数据实体层:对数据进行封装,是整个分层模型的最下层,负责执行数据访问层发出的 SQL 请求并返回处理结果。

### 3.2 知识网自重构运算实现的流程及组成模块

知识网自重构程序主要由运算前置处理模块、运算模块、预处理模块、存储模块组成,各模块均采用存储过程实现<sup>[10]</sup>。知识网自重构的流程如图2所示。

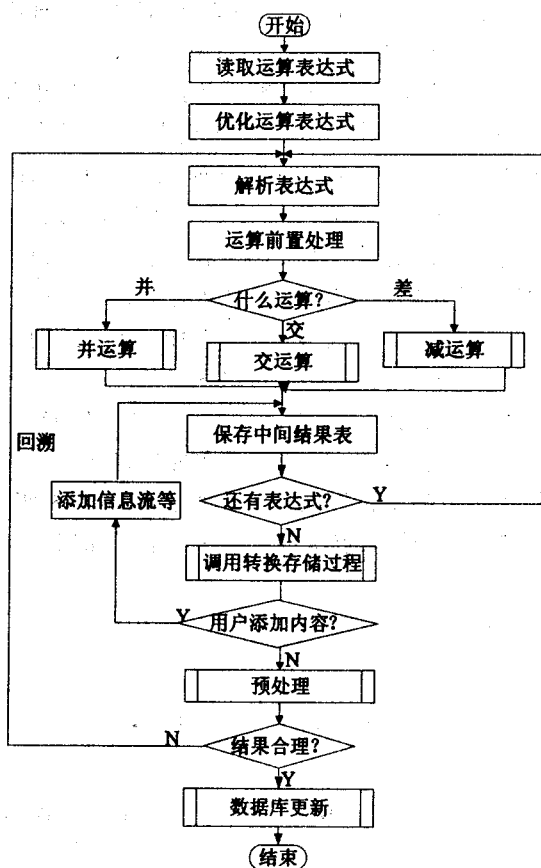


图2 知识网自重构流程图

#### 1)运算前置处理模块。

根据知识网的表达式,从知识库中读取存储的数据,对参与运算的知识网进行运算处理,获得与先进制造模式对应的知识网的各表,便于在运算模块中使用。

#### 2)运算模块。

首先解析表达式,得到表达式中的运算符及制造模式名,并且根据运算的优先级得到表达式运算的

顺序;然后,根据自重构的运算法则进行多重集的运算,实现知识网的自重构运算,包括并集运算、差集运算、交集运算。

#### 3)预处理存储模块。

根据预处理规则对运算结果进行预处理。

#### 4)存储模块。

将自重构后的知识网的知识点、联系、功能等信息存入知识化制造系统的知识库中,完成新的知识网的映射。

### 3.3 自重构后实际软件系统的自动生成

由于在 Web 界面无法动态生成菜单,所以使用树形控件来动态实现菜单的功能。树形控件按照树形结构组织数据,使用灵活,功能强大。本系统根据知识库名和版本号,利用 ADO.NET 从数据库中获得相应的菜单的所有信息,动态生成树形控件,实现自重构后的软件系统。点击不同的菜单项从而实现各个管理模块的所有功能。

### 3.4 动态图形视图的实现

动态图形视图的功能是:点击某知识点显示其子知识点,同时可以收回这些子知识点,转而点击另一知识点显示其下一层的知识点。但 GDI+ 无法实现这样的功能,由于使用 GDI+ 类库在 Web 页面上绘图时,图形需要在绘制之后转换为一个图像,然后发送到浏览器(客户端)进行显示,这样无法实现与用户的交互,只能显示静态的图形视图,当某一层的知识点过多时就无法看清那一层的知识点的个数、名称和知识点间的联系。

本系统使用 JavaScript 语言把代码传到本地执行来实现动态的图形视图。JavaScript 的作用在于控制网页中的对象元素,实现网页浏览者与网页之间的动态交互。同时,因为脚本程序是同网页一起发送到浏览器,由浏览器直接进行解释执行的,功能在客户端实现,不需要向服务器端发送请求,从而大大减轻了服务器的负担,提高了服务器的速度。

由于要根据不同的知识网构建不同的视图,这需要访问数据库来读取数据,这部分的工作由 C# 语言来完成会更加方便。

同时,将 JavaScript 语言写成 .js 的文件,在 ASP.NET 平台上,通过 C# 的 HtmlTextWriter 类实现将 .js 文件嵌入到 HTML 中,同时运用 C# 访问数据库返回的值,传递不同的知识库名和版本号给 .js 文件,以显示不同的知识库的图形视图。

## 4 应用实例

以 B/S 结构的某汽车厂管理信息系统的自重构

为例,说明如何应用知识化制造自重构子系统,实现系统的自重构。步骤如下:

1) 根据 Agent 粒度选择的方法,选择 Agent 在企业管理的功能层次上。首先,将管理信息系统转化为 Agent 网;然后,将 Agent 网映射为知识网纳入到知识网库中。

两种管理信息系统转化为知识网的图形视图如图 3、4 所示(注意:第二层知识点的子知识点未全部显示出来,点击第二层的某个知识点可显示其子知识点及联系,同时可收回这些子知识点。)

图中:

a 汽车厂管理信息系统。

b 设备维护:b1 设备台帐;b2 维修记录卡片。

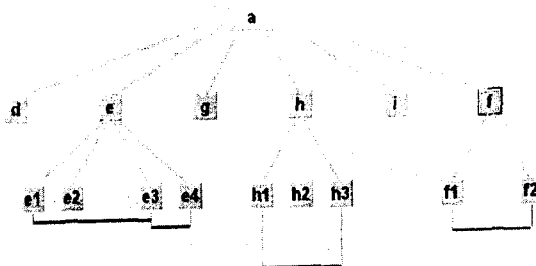


图 3 管理信息系统 1 的知识网动态图形视图

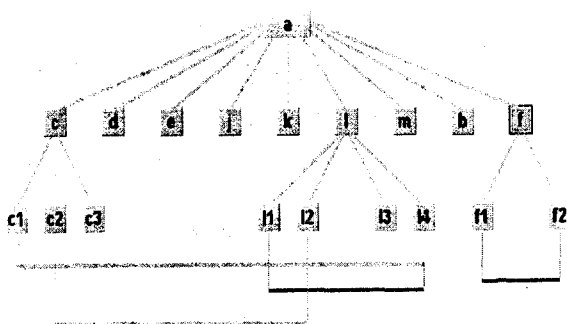


图 4 管理信息系统 2 的知识网动态图形视图

c 财务管理:c1 物资出入单审核;c2 领料单审核;c3 财务分类管理。

d 冲压计划与调度:d1 冲压计划(车类型);d2 基础数据管理;d3 冲压计划综合查询;d4 工装和模具查询;d5 冲压计划(BOM表)。

e 工装和模具:e1 维修初始录入;e2 模具基本数据维护;e3 模具维修综合查询;e4 维修完工录入。

f 外协件管理:f1 外协件计划管理;f2 外协件查询统计。

g 质量管理:g1 真空筒清洁度检查;g2 质量信息周报;g3 质量检查卡片;g4 质量信息日报;g5 质量信息月报;g6 进货检验记录。

h 计量管理:h1 日检计划;h2 计量器台帐;h3 每月报表。

i 预测系统:i1 生产产量预测;i2 销售预测;i3 采购预测。

j 综合库房管理:j1 备件管理;j2 劳保管理;j3 工具管理。

k 供应库房管理:k1 库房名称代码管理;k2 供应物资类别;k3 供应物资明细;k4 供应物资收支存统计;k5 供应物资单据明细统计。

l 库房单据管理:l1 物资进出界面;l2 领料单查询;l3 物资出入单查询;l4 物资出入单审核。

m 生产库房管理:m1 总厂计划录入;m2 零件类别管理;m3 零件性质管理;m4 零件明细管理;m5 工艺路线明细管理。

2) 在管理信息系统 1 中,包含冲压计划与调度、工装和模具、外协件管理、质量管理、计量管理、预测系统六个模块,它们之间有相互的联系,同时各个管理模块包括各自的子功能。管理信息系统 2 中没有管理信息系统 1 的质量管理、计量管理、预测系统,但是却有管理信息系统 1 不具备的设备维护、财务管理、综合库房管理、供应库房管理、库房单据管理、生产库房管理。

如果要吸收两种管理信息系统的优点,形成新的管理信息系统,则要对两种管理信息系统的知识网进行自重构的并运算,即将管理信息系统 1、管理信息系统 2 映射成的知识网分别命名为 MIS1、MIS2,则知识网并运算的表达式为:  $MIS1 + MIS2$ 。

利用知识化制造系统自重构子系统的使能工具,输入知识网运算的表达式,即可实现知识网的自重构运算,重构后的知识网的动态图形视图如图 5 所示。其中,点击每个知识点可以显示相应的子知识点及联系。

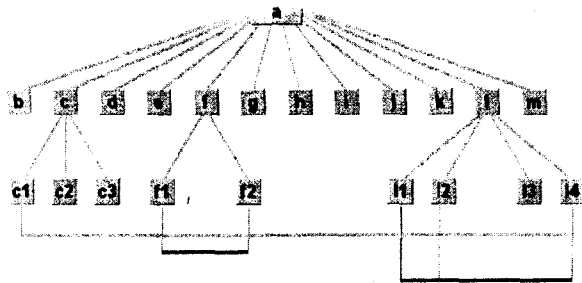


图 5 重构后的知识网的动态图形视图

重构后生成的新的管理信息系统结合了原来两种系统的优点,功能更加完善,符合生产实际的需求,可以直接应用于实际生产管理中,重构后的软件系统如图 6 所示。

## 5 结束语

对实际系统自重构的结果表明:借助知识化制造

自重构子系统,企业可根据自身需要构建合适的制造系统,避免重复研发,节约了大量人力物力,从而为制

造企业适应不断变化的外部条件,增强制造企业的竞争力,提供了一种有效途径。

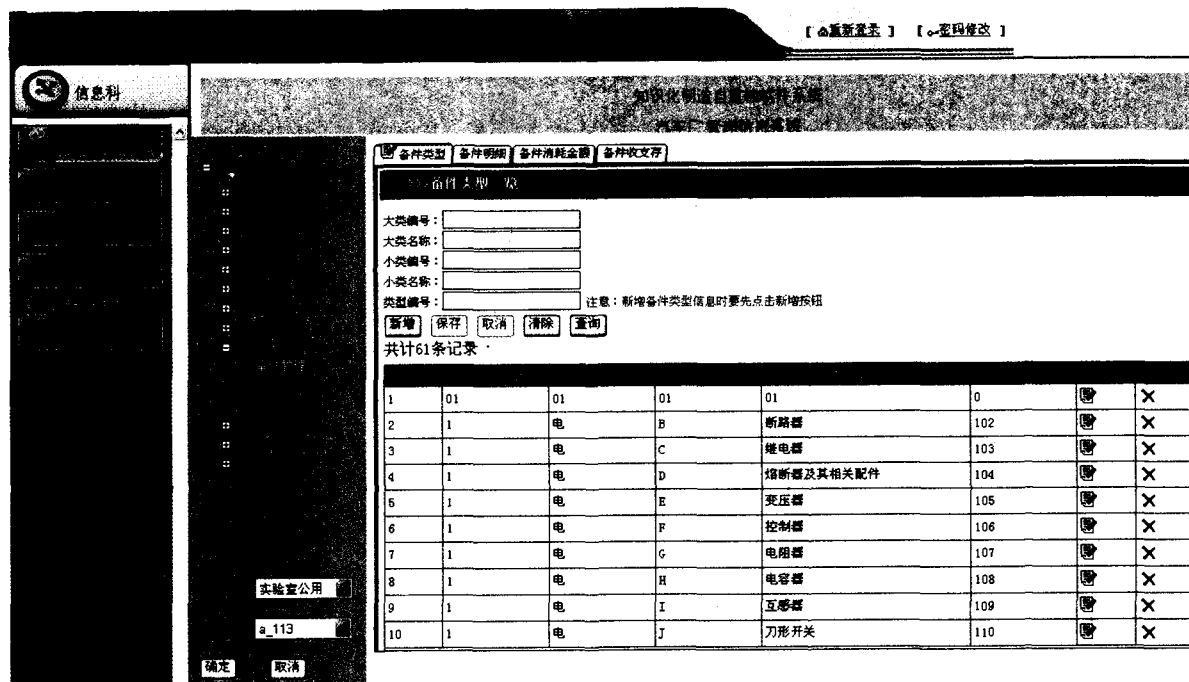


图6 重构后的软件系统

#### 参考文献:

- [1] 严洪森,刘 飞. 知识化制造系统——新一代先进制造系统[J]. 计算机集成制造系统,2001,7(8):7-11.
- [2] 范玉顺. 中国运用现代集成制造技术改造传统产业的经验 and 前景[J]. 制造业自动化,2002,24(4):1-8.
- [3] 黄 琛,范玉顺. 基于知识的企业 CIMS 框架及关键技术研究[J]. 计算机集成制造系统,2003,9(10):830-833.
- [4] 任开银,黄 东. MIS 中知识的数据库表示及应用[J]. 工业控制计算机,2003,16(1):10-11.
- [5] 王艳斌. .NET 平台下知识化制造系统自重构子系统的研究与开发[D]. 南京:东南大学,2005.
- [6] Yan Hongsen. A new complicated - knowledge representation

approach based on knowledge meshes[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering,2006,18(1):47-62.

- [7] 严洪森. 新的先进制造模式知识表示方法[J]. 机械工程学报,2006,42(10):80-90.
- [8] 王艳斌,严洪森,马力伟,等. 知识化制造系统的知识网数据库设计[J]. 东南大学学报:自然科学版,2004,34(增刊):24-29.
- [9] 盛 雷,方 华. 基于 ASP.NET 的四层 WEB 应用模型设计与实现[J]. 计算机与数字工程,2006,34(7):147-150.
- [10] 薛朝政,严洪森,王艳斌. 基于组件技术的知识化制造系统自重构的实现[J]. 计算机集成制造系统,2004,10(专刊):39-45.

(上接第24页)

## 7 结 论

通过对 ThreadX 提供的组件与服务、线程通信与调度算法、中断处理与多处理器支持等方面的分析,可以看到,ThreadX 以轻量级的规模提供了主流 RTOS 所提供的大部分特性,并且提供了它们所不具备的高级特性。ThreadX 是进行嵌入式应用开发中 RTOS 的一个不错的选择。

#### 参考文献:

- [1] Lamie E L. 嵌入式实时操作系统的多线程计算:基于 THREADX 和 ARM[M]. 张 炯译. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.

- [2] Saksena M, Wang Y. Scalable multi-tasking using preemption thresholds[C]//The 6th IEEE Real-Time Technology and Application Symposium. Washington DC:[s. n.],2000.
- [3] 金 宏,王 强,王安安,等. 基于动态抢占阈值的实时调度[J]. 计算机研究与发展,2004,41(3):393-398.
- [4] Wang Y, Saksena M. Scheduling fixed-priority tasks with preemption threshold[C]//In Proceedings of the Sixth International Conference on Real-Time Computing Systems and Applications. Hong Kong, China:[s. n.],1999:328-335.
- [5] Saksena M, Wang Y. Scalable real-time system design using preemption thresholds[C]//Real-Time Systems Symposium,2000. Proceedings the 21st IEEE. Orlando, FL, USA:[s. n.],2000:25-34.