

支持产品设计知识服务的知识流建模及其应用

马雪芬¹,戴旭东²

(1. 上海电机学院 机械学院,上海 200245;2. 上海交通大学 现代设计研究所,上海 200240)

摘要:在分布式知识资源环境下,以支持产品现代设计知识服务的知识流动为目标,进行了产品设计知识表达和知识流建模方法的研究。最后,以混凝土砌块振动成型机样机的设计为例,对知识流建模方法进行了初步应用。

关键词:产品设计;知识流模型;知识服务

DOI:10.6049/kjbydc.2011040511

中图分类号:G302

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2012)09-0125-04

0 引言

在激烈的市场竞争中,具有全球竞争力的产品设计开发能力属于企业的核心竞争力,因此提高产品设计水平成为制造企业求得生存和发展的迫切需要。当前,产品设计与开发处于“分布式的资源环境”^[1],或称“先进工程环境(AEE)”^[2-4]里。在分布式资源环境中进行产品设计开发所要依赖的智力资源,已经逐步由传统的垂直结构向水平结构,即分布式结构转变^[1]。也就是说,这些智力资源可以作为单体对外服务并在服务的竞争中求得单体的生存和发展,而不必与垂直结构中的其它单体共兴衰。这种已经能独立对外服务的单体,或者本来就是游离于垂直结构以外的资源被称之为资源单元^[5,6]。因此,分布式知识资源环境就是由存在于企业内、外,分布的资源单元所构成的知识应用环境。信息技术与网络技术的高度发达,为这种分布式知识资源环境的存在与发展提供了信息技术支撑。分布式资源环境的存在为我国在短期内实现跨越式集成设计能力的提高,以及利用不同于国外传统企业的技术积累与设计模式进行产品集成设计,提供了机遇与可能。

产品现代设计理论认为,设计是以知识为基础,知识服务是在分布资源环境中进行网上合作设计的基础^[6,7]。通常,分布式知识资源环境中的产品设计有多个知识资源单元参与:主要负责产品设计的知识资源单元为设计主体,完成其它设计任务的知识资源单元是以提供设计知识服务的形式参与设计,联系这些分布式设计主体和资源单元则是一种请求知识服务和提

供知识服务的行为。知识服务过程就是在产品设计中设计知识流动的过程。借助计算机网络,实现设计主体内部、设计主体与分布式知识资源单元间高效、顺畅的知识流动,是产品现代设计的主要目标。研究支持产品现代设计知识服务的知识流建模问题,是实现分布式资源环境下产品设计目标的关键科学问题。本文基于分布式知识资源环境的特点,以实现支持产品设计知识服务的知识流动为目标,提出了支持产品设计知识服务的知识表达方法,建立了产品设计的知识流模型并进行了初步应用。

1 支持产品设计知识服务的知识表达

分布式资源环境中的设计知识资源单元以组件的形式提供知识服务,并将组件注册在设计资源注册中心,以供发布与搜索。知识组件基于 web service 技术实现。也就是说,在分布式资源环境中,设计知识资源单元要提供知识服务,需要将提供的知识基于 web service 技术予以实现且封装为知识组件(Knowledge Component, KC),再进行注册和发布。我们称将知识封装为知识组件的过程称为知识表示。

定义 1:知识表示。将知识封装为知识组件的过程叫知识表示。知识表示包含知识的内涵表示和应用表示,知识的应用表示是定义知识组件的输入与输出。

由于产品设计过程中涉及到的知识类型众多,从设计知识的存在状态看,包括隐性知识和显性知识。隐性知识是人们在实践中通过积累获得的经验知识,是与个体的体验和经历紧密相关,来源于实践与体验但尚未明确表达(或没办法明确表达)出来的知识。隐

收稿日期:2011-06-24

基金项目:上海市教育委员会科研创新项目(09YZ481)

作者简介:马雪芬(1973—),女,山西长治人,博士,上海电机学院副教授,研究方向为产品现代设计、制造业信息化等;戴旭东(1972—),男,山西长治人,博士,上海交通大学现代设计研究所教师,研究方向为产品现代设计理论与方法。

性知识是一种无形的知识资源,在产品设计中起着决定性的作用。在产品设计领域,隐性知识的应用可以通过建立专家知识管理系统等方式来完成,这个过程也是隐性知识显性化的过程。显性知识包括科学原理、数学模型、数据、文档、案例、规则、标准、规范、流程、专利等。显性知识的特点是可以通过某种方式,明确表达、固定存在、供人们学习与利用。为了更好地支持产品设计知识的应用,实现知识快速搜索与满足知识服务的要求,综合设计知识产生的学科背景、产品设计背景、知识应用要求以及适应分布式资源环境的特点,产品设计知识可以根据六维度分类体系进行划分。6个维度分别是学科维、产品维、资源单元维、应用流程维、表达形式维与设计域维^[7]。参考设计知识的六维度分类体系,将其引入设计知识组件的应用中。

定义 2:知识应用组件(Knowledge Application Component, KAC),是指具有六维度分类属性和具体输入与输出、可供设计实体集成和应用的的知识组件。定义知识组件的六维度分类属性和输入输出的过程,即为将知识组件定义为知识应用组件的过程。

定义 3:知识表征,即将知识组件定义为具有六维度分类属性的知识应用组件的过程。

知识应用组件包括知识搜索组件、设计决策组件以及其它功能组件,比如专家咨询组件、数据应用组件、仿真分析组件、实验组件等,而且随着应用的推进,不断扩展与更新。知识应用组件在设计资源注册中心注册发布后,变为知识服务组件(Design Knowledge Service Component, DKSC),并提供知识服务。知识服务组件实现了企业外部智力资源单元能根据需求,形成对外知识服务的目的。

定义 4:知识服务组件,是指被封装、发布和注册为可提供知识服务的知识应用组件。

知识服务组件是由知识拥有者拥有并发布的能够提供知识服务的软件或程序。知识服务组件的典型特点是通过明确的输入、返回明确的输出,来完成服务。在分布式资源环境下,资源单元拥有的知识就是以知识服务组件的形式来提供服务。图 1 为知识服务组件的生成过程。

产品设计知识服务组件可以用一个六元组来描述: $DKSC = \{ DKSCN, DKSL, DKSI, DKSO, DKR, DKSS \}$ 。

其中:DKSC 是知识服务组件;DKSCN 是知识服务组件名;DKSL 为设计知识服务组件的六维度分类属性;DKSI 是输入组,描述了知识服务组件提供服务所需要的输入信息;DKSO 是输出组,描述了知识服务组件执行设计任务后返回的结果;DKR 是编码,是用 Web Services 描述语言(WSDL)及其它计算机语言编写的知识服务组件功能的实现代码;DKSS 是知识服务。产品设计的知识服务通过调用知识服务组件来实现,DKSS 表示了知识服务组件的调用方式,如 Web 地

址。

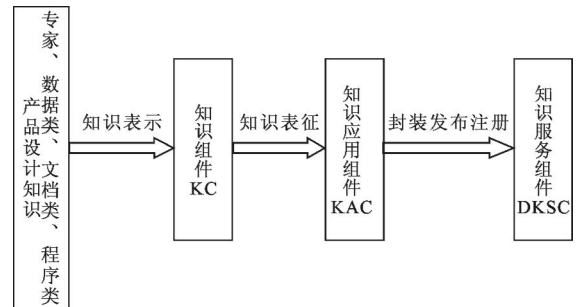


图 1 知识服务组件的生成

2 产品设计知识流模型

2.1 分布式资源环境下的产品设计过程

产品现代设计是一个复杂的过程,主要表现为需求分析、概念设计、详细设计几个阶段。设计以知识为基础,以获取新知识为中心。在设计过程的各个阶段几乎都存在着设计知识的应用和知识获取。在不同的设计阶段,需要不同类型的知识、完成不同的知识获取任务。可获取的知识资源有:已有知识、市场信息、虚拟现实等。设计主体可通过多种方式,从知识资源中获取需要的知识。在分布式资源环境下,设计主体可以通过知识搜索组件,搜索可以提供设计知识服务的资源单元,但这取决于该阶段设计主体的知识水平。如果设计主体的已有知识以及知识获取能力足以完成设计任务,则该设计主体不需要其它资源单元的知识服务。同时,产品设计各个阶段的设计输出是否满足设计需求,需利用设计决策组件对设计输出做出肯定或否定的决策,这决定了下一步的设计流程,也决定了下一步设计的知识流向。如果否定决策,就要回溯到前一个设计阶段或者更前的设计阶段,重新进行设计和决策。对于提供知识服务的各个资源单元而言,也可以通过知识搜索组件或设计决策组件,从另外的资源单元获取相应的信息知识,并对其设计输出结果做出决策。

分布式资源环境下,一般产品设计任务的设计过程或子过程如图 2 所示。

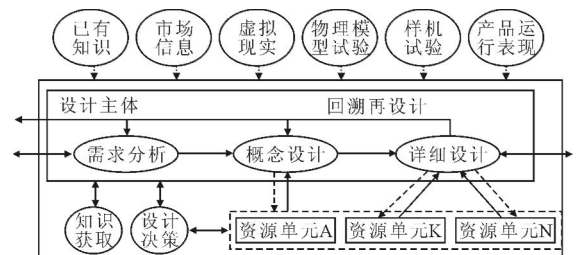


图 2 产品设计过程或子过程

图 2 中,在概念设计阶段设计主体通过知识搜索组件,在注册中心搜索、选择并建立与资源单元 A 的服务关系。设计主体将该阶段的知识服务需求发送给资源单元 A(根据资源单元 A 的设计能力,资源单元 A 也

可以作为服务请求者,请求其它资源单元的知识服务,而且可以为多个设计主体进行知识服务);设计任务完成后资源单元 A 将设计结果反馈给设计主体,设计主体接着完成该阶段的设计任务。该阶段的集成设计结果以及资源单元 A 的设计结果,都可以通过设计决策组件作出决策。同理,在详细设计阶段,资源单元 K 和资源单元 N 分别向设计主体提供了相关的知识服务。在整个设计过程中,设计决策为否定的设计结果需要进行回溯设计,甚至回溯至需求分析阶段再次进行分

析,通常概念设计与详细设计两个步骤交替进行,直至所有在设计过程中需要确定的问题全部确定为止。因此,一般情况下的产品设计过程都是一个不断反馈、循环、逐层嵌套的过程。只有将各个层次、各个阶段的产品设计任务完成了,才能最终实现产品的设计任务。

2.2 产品设计知识流模型

对于一般的产品现代设计过程或子过程,建立产品设计知识流模型需要涉及的基本元素,如表 1 所示。

表 1 知识流建模的基本元素

元素	符号	说明
知识应用或服务功能组件节点	DKSC_{ij}	产品设计第 <i>i</i> 个子过程的第 <i>j</i> 个知识服务节点
知识搜索组件节点	DKSC_{ij}	产品设计第 <i>i</i> 个子过程的第 <i>j</i> 个知识搜索节点
设计决策组件节点	DKSC_{ij}	产品设计第 <i>i</i> 个子过程的第 <i>j</i> 个设计决策节点
设计任务分层节点	DKSC_{ij}	产品设计第 <i>i</i> 个子过程的第 <i>j</i> 个知识服务节点的分层节点,该节点的资源单元根据设计任务,再进一步向下分解为 <i>P</i> 层
知识流向	→	知识在设计过程中的流向
知识流分流	↙ ↘	设计知识流经此节点后分离成多条知识流向或向多个知识服务节点流动
知识流汇合	↘ ↙	多条知识流经此节点后汇合成一条知识流动

表 1 中,各节点组件的维护由该组件的资源单元的属性,即该组件的所有者承担。针对某一具体产品的设计而言,其设计任务可以逐层分解,设计过程也可以包含多个子过程。在分布式资源环境里,根据具体产品设计过程和表 1 的基本元素,逐层定义设计任务,直至最基本的知识应用组件或知识服务组件,即建立了针对具体产品设计的知识流模型。

根据上述方法,图 3 给出了某产品设计知识流模型的示意图。该图主要针对设计任务 I,由承担该设计任务的设计主体 I(或资源单元 I)根据任务需求,将设计任务进行分解,并通过知识搜索组件节点 DKSC_{i1} 的搜索,选择了一个资源单元完成节点 DKSC_{i2p} 的设计任务,该节点继续划分设计任务为 *P* 层。其它节点根据设计任务的需求,完成相应的功能。除节点 DKSC_{i2p} 之外的知识组件节点的输入与输出,需要设计主体 I 根据设计任务的需求,完成设计输入到知识应用组件或知识服务组件输入的流动定义、知识应用组件或知识服务组件输出到设计输出的流动定义。节点 DKSC_{i2p} 的输入与输出需要该节点资源单元,根据设计输入与设计输出,完成其应提供给设计主体的知识应用组件或知识服务组件的输入与输出的定义与发布。

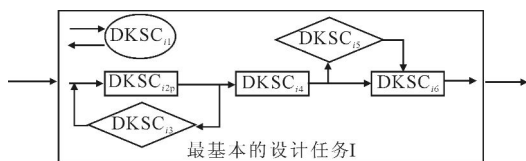


图 3 产品设计知识流模型

3 产品设计知识流模型的应用案例

某公司主要负责生产混凝土空心砌块,为了改进砌块质量,提高混凝土砌块的密实度,决定进行砌块成型机的改型。对于轻集料空心砌块的生产,原材料主

要采用半干硬性混凝土,其流动性差,故采用振动加压密实成型是比较理想的工艺方法。通过需求分析,明确了改型的砌块成型机采用振动加压的工作原理进行砌块生产,确定了混凝土砌块振动成型机样机的设计任务,设计完成了砌块振动成型机样机的设计图纸和设计说明书。

混凝土砌块加压振动密实的效果和生产率,即混凝土受压、振动后的密实程度和范围,与振动系统的振动参数(如振幅、频率、激振力)、混凝土所受静压力的大小、振动机械的结构形式和工作方式,以及混凝土的性质有着密切关系。对于一定性质的混凝土,可能在某个限度内提高振动频率或振幅,能取得扩大振动作用范围、提高产品质量和生产率的效果。但过高的振动频率或振幅会使混凝土的振动密实作用减弱、生产率降低,甚至造成使混凝土离析的有害影响。所以,必须综合考虑混凝土振动系统的振动参数、静压力的大小以及混凝土的性质多种因素,才能获得满意的密实效果、提高混凝土砌块的生产质量。结合当前混凝土的性质,对砌块振动成型机样机的设计提出了具体的技术要求:最大静压力:45N/cm²,振动频率:20~30Hz,振幅:0.3~2mm,单个砌块生产的最大参振质量:230Kg。

设计实体接到设计任务后,进行了第一层设计任务的分解:样机机械结构主体、液压激振器、液压系统、系统仿真分析。样机机械结构主体和液压激振器主要根据需求,进行结构设计;液压系统的设计主要进行方案确定和液压元件的选型。系统仿真分析的任务主要是根据样机的机械结构主体、液压激振器、液压系统的设计,建立系统的仿真分析模型,分析系统的输入、振动系统的特性以及样机的输出结果。每一个设计任务的结果输出,都需要设计决策组件判断设计结果的合

理性。根据设计任务,设计实体需要首先确定液压激振器和液压系统的设计。这需要外部设计资源单元的协作才能完成。设计实体调用知识搜索组件 DKSC₁₀, 搜索并建立了与提供液压激振器和液压系统设计的分布式设计资源单元 A 和 B 的联系,设计任务由资源单元 A 和 B 的知识服务组件 DKSC₁₂、DKSC₁₃ 完成并提供

服务,设计实体定义服务组件需求的输入信息。样机机械结构主体的设计和系统仿真分析分别由设计实体内部的知识应用组件 DKSC₁₁ 和 DKSC₁₄ 完成。根据设计任务的分解,设计实体定义了具体承担任务的知识组件的输入信息,即建立了混凝土砌块振动成型机样机的知识流模型,如图 4 所示。

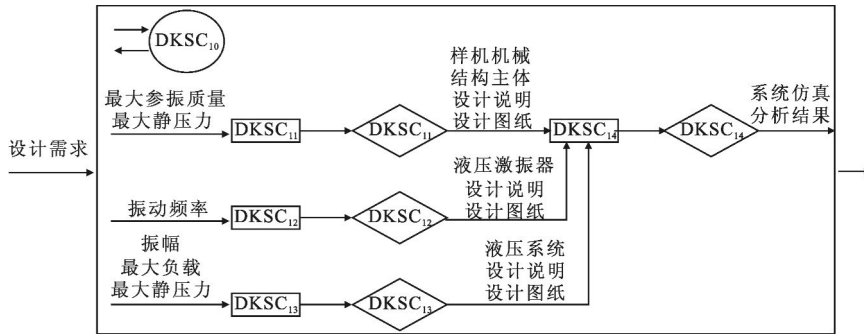


图 4 混凝土砌块振动成型机样机设计知识流模型

4 结语

当前,产品的设计与开发处于“分布式的资源环境”中,设计活动通常有多个知识资源单元参与,设计知识服务是各相关知识资源单元间围绕设计展开的相互活动的主要模式。知识服务过程也是产品现代设计中设计知识流动的过程。

在分布式资源环境下,产品设计知识被封装为设计知识组件,通过定义知识组件的六维度分类体系并在设计资源注册中心注册发布后,以知识服务组件的形式提供知识服务。知识服务组件基于 web service 技术实现。在此基础上,提出了支持产品现代设计知识服务的知识流建模方法,利用其基本元素并通过逐层定义产品设计任务,直至最基本的知识应用组件或知识服务组件,建立了针对具体产品设计的知识流模型。文章最后以混凝土砌块振动成型机样机的设计为例,进行了该方法的初步应用。

本文提出的支持产品现代设计知识服务的知识表达和知识流建模方法,有利于产品设计知识的顺畅流动,为支持产品现代设计平台以及产品设计知识资源注册中心软件的开发与应用,提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 谢友柏. 现代设计理论和方法的研究[J]. 机械工程学报, 2004, 40(4): 1-9.
- [2] NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Advanced engineering environments; achieving the vision (Phase 1)[R]/Committee on advanced engineering environments. Washington, D. C. : National academy press [EB/OL]. http://books.nap.edu/html/adv_eng_env/ April 5, 2000.
- [3] NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Advanced engineering environments; design in the new millennium (phase 2) [R]/Committee on advanced engineering environments. Washington, D. C. : National academy press [EB/OL]: <http://books.nap.edu/catalog/9876.html>, 2001.
- [4] 朱爱斌,毛军红,谢友柏. 美国先进工程环境研究[J]. 机械工程学报, 2004, 40(8): 1-6.
- [5] 谢友柏. 知识服务——互联网上合作设计的基础[J]. 中国机械工程, 2002, 13(4): 290-297.
- [6] 谢友柏. 智力资源应用的另一种模式——知识服务[J]. 工程设计, 2002, 9(1): 1-3.
- [7] 马雪芬, 戴旭东. 支持产品现代设计的六维度设计知识分类体系与知识建模研究[J]. 机械设计与制造, 2010(9): 239-241.

(责任编辑:胡俊健)