

# 基于 Web 的产品可视化定制系统

钟伟, 刘晓强

(东华大学计算机科学与技术学院, 上海 200051)

**摘要:** 分析传统定制系统的技术缺陷, 以上海某公司万转开关产品定制为实例背景, 实现一种基于产品族模型的新型可视化定制系统, 有效解决现有定制系统的匹配度不够、灵活性缺失、浏览实时性较差等问题。提出基于产品族的数据组织以及基于多视图的产品配置思想, 制定设计流程以及定制和管理工具。实践表明了该系统的有效性。

**关键词:** 可视化定制; 产品族; 个性化; PDM 系统

## Product Visual Customization System Based on Web

ZHONG Wei, LIU Xiao-qiang

(College of Computer Science & Technology, Donghua University, Shanghai 200051)

**【Abstract】** The deficiency of the current customization system is analyzed, and a new visual customization system based on Web is provided using product family model technology for the instance of the switch product customization. Problems such as inefficient compatible, not enough flexibility and terrible real time are solved within this system. The theory of product family for data organization and product configuration based on multi-view is presented. Design process and management tool are implemented. The efficiency of this system is proved by practices.

**【Key words】** visual customization; product family; individual; PDM system

21 世纪全球制造业之间的竞争日趋激烈, 企业为确保自身的核心竞争力, 必须加强与外部资源的协同活动。所以, 为了能够做到即时上市以及降低开发成本, 顾客、供应商、生产商以及其他商业活动参与者之间的紧密合作是不可避免的, 产品定制方式作为一种具有竞争力的手段而被广大中小企业所采用。

本文提出产品可视化的协同定制系统是要使顾客、产品生产企业和企业的供应商之间, 通过系统可视化定制工具完成产品描述和知识共享, 确保产品的技术可加工性和成本的可制造性, 从而实现企业内部的敏捷制造。

### 1 定制生产与产品定制系统

#### 1.1 定制生产的特点

定制生产是以接近大批量生产的效率和成本, 提供能够满足客户特殊需求的一系列产品, 并提供相应服务的生产模式。规模定制生产模式结合定制生产和大规模生产 2 种生产方式的优势, 在满足客户个性化需求的同时, 保持较低的生产成本和较短的交货提前期。

#### 1.2 产品定制系统

基于网络的产品定制系统是规模定制生产方式实现的重要支持环境, 它为顾客、供应商、生产商以及其他商业活动参与者提供一个产品知识共享和交流平台, 从而通过快速的消息传递和响应, 完成产品定制<sup>[1]</sup>。但目前在很多产品定制系统中, 有关产品的定制、设计和制造过程仍存在许多具体问题有待解决:

(1) 顾客能对定制产品的颜色和尺寸大小进行参数选择, 有些也可以对产品进行三维浏览, 但顾客看到的只是一个固定的产品外形, 并不是他们真正所定制的产品。

(2) 一些复杂产品在定制过程中, 客户、生产商之间达成对产品的一致描述较困难, 常借助传真、电话等系统外交流

手段辅助完成, 降低了工作效率。

(3) 由于需要对一些复杂产品进行参数处理, 因此浏览的实时性较差。

本文通过建立产品族模型, 将可视化产品配置引入规模定制中, 利用可视化技术优点<sup>[2]</sup>, 解决一般定制系统的弊端, 开发的定制系统具备如下优点:

(1) 该定制系统不是简单的功能选配, 而是自由化程度非常高的产品设计系统。顾客面对的是包括产品外观、产品功能、产品结构的可视化自定义视图, 生产商可得到客户所定产品的原理视图。

(2) 在客户端实现产品模型的复杂变型。即模型变型过程完全在客户端实现, 无需访问服务器, 从而实现可视化浏览的实时性。

(3) 充分实现网络化制造的过程和信息共享的思想。

### 2 系统设计

#### 2.1 产品族信息模型和设计流程

在定制生产中, 为满足用户的各种需求, 企业必须设计、生产出种类繁多的产品。例如, 在本文实现的某企业系列凸轮开关产品定制系统中, 由于该系列产品的层数、工位数、角度相差、接点等特性决定了产品结构和功能的不同, 因此在许多标准电器线路中的应用非常灵活, 其衍生产品数几乎是全组合, 目前有 3 000 多种不同产品, 被称为“万能转换开关”。这使得企业难以对其庞大的产品数据进行有效管理, 产品的定制生产效率很低。

采用产品族模式来管理和使用变化繁多的产品数据信息

**作者简介:** 钟伟(1983 -), 男, 硕士研究生, 主研方向: Web 数据工程, 数据建模; 刘晓强, 副教授、博士

**收稿日期:** 2007-11-25 **E-mail:** We\_zhong@163.com

是一个可行的方法，而如何有效描述产品，定义产品族信息模型，从而建立完善的产品族数据库，又是其中的关键。本文采用基于可调节变量的产品族设计方法。

基于可调节变量的产品族设计方法的核心是将组成产品族的产品设计变量分为公共平台变量(common variable)和可调因子(adjustable variable)，通过改变一个或多个可调因子值来形成产品族中的不同产品。产品族建立与产品实例生成的设计流程如图1所示。

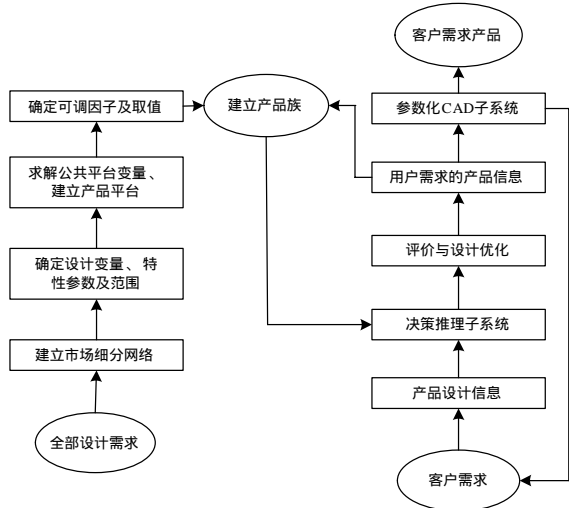


图1 基于可调节变量的产品族设计流程

产品族信息模型作为具有相似属性的一类产品的基本模型，能够通过变型来满足客户的需求。在设计模型时，要反映出客户的各种需求，必须覆盖同一产品族内所有产品的功能特征、结构特征和实物特征，有时还需为生产商提供原理技术参数，同时，还必须充分考虑设计知识的重用和产品模型快速变型机制。多视图表现的信息模型如图2所示。

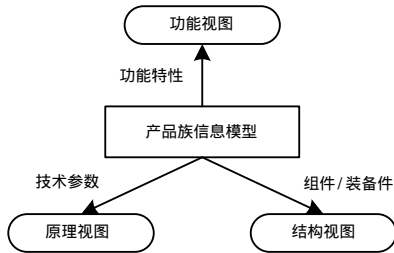


图2 多视图表现的信息模型

产品的功能特征是来描述产品对象所具有的功能、功能组成和性能。功能视图是来描述客户需求与功能的映射以及功能分解的关系。

产品的组件/装备件信息是来说明产品的组成部件。结构视图是来描述原理与结构的映射、结构构造单元的组成关系以及几何模型。

每种产品都依附其技术参数，技术参数可以是材料、质量、颜色、几何尺寸等实物特征，还包括一些面向生产加工的特殊工艺数据。实体具有不同的参数以及同一参数的不同取值实现了产品的多样性。原理视图是来描述产品的外观特点和技术实现细节。

## 2.2 产品配置和定制

规模定制中的产品配置是指在一个或若干个能覆盖产品类中既定型号和规格变化的产品族模型的支持下，根据客户

定制产品的要求，通过对产品模型功能、性能、结构及其零部件进行选配，以及对局部零部件功能和结构、尺寸的相应变化来快速设计出满足客户需要的规模定制产品<sup>[3]</sup>。

在本文定制系统中，用户的产品功能配置设计采用2种方案：(1)基于产品结构树的配置设计。可以帮助用户在网上直接按结构选择所需要的产品组件，用户可以通过在线浏览每个组件的有关属性，选中所需产品组件，进行可视化浏览，生成订单。该方法要求用户对产品的基本结构和功能有一定了解。(2)基于产品功能树的配置设计。可以支持用户根据自己的功能需要浏览产品功能树，系统可根据用户所选中的产品子功能来查找符合条件的产品组件，推荐相应的产品结构树，生成产品订单<sup>[4]</sup>。它的主界面包括：产品的功能树，功能节点属性，当前所询问的产品功能要求，已选中的产品及用户订单信息。对有些比较熟悉产品功能或不关心产品结构的用户，可以按照产品的功能进行产品配置设计而直接生成订单。

图3给出了系统进行产品配置和定制的用例图。管理员作为参与者，进行的主要工作有：对产品功能树模块的管理，对产品结构树模块的管理以及对订单的处理。这些行为包括了对产品族数据的维护，以确保用户定制产品时，产品族的数据是最新的、正确的。用户作为参与者，主要工作包括对产品数据的可视化浏览以及订单的生成。

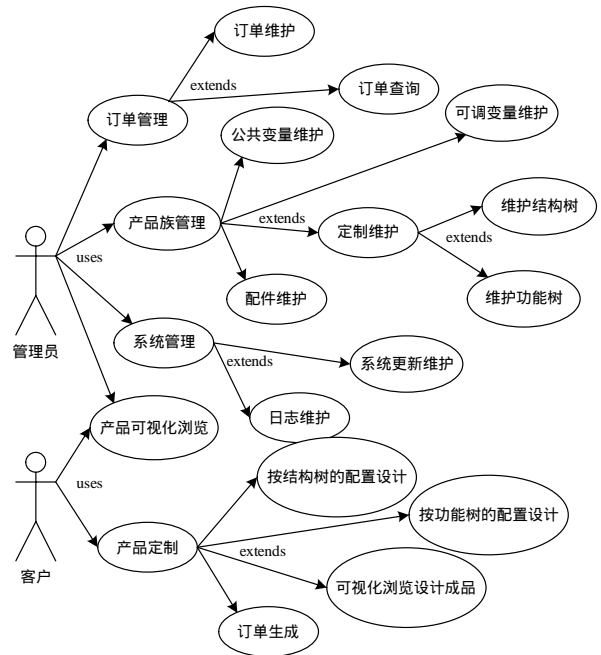


图3 系统产品配置和定制用例

## 2.3 产品的可视化定制和管理工具

在基于Web的产品规模定制系统中，为方便地实现个性化定制，客户对产品数据的可视化交互需求主要有3个<sup>[5-6]</sup>：(1)客户需要了解和选配产品的功能、性能；(2)客户需要了解和确定产品颜色、几何尺寸、材质等实物特征信息；(3)客户还需要借助于对产品的几何模型的浏览，更好地了解产品的形状特性，通过与产品几何模型的交互，浏览产品的几何形状，最终确定产品定制需求。

产品族信息模型中的信息可以支持产品功能视图、结构视图和原理视图的生成和交互，再依托可视化查询方法，实现灵活的、支持多种变型的产品可视化定制工具。帮助客户

在了解企业产品的同时,使自己的期望不断清晰,不断接近目标产品。企业方管理员主要维护产品数据,包括对产品族信息的维护和对产品结构树及产品功能树的维护。

### 3 原型系统实现与应用

本文实现一个可视化产品定制系统,其中一个模块是支持系列凸轮开关的协同定制。该产品在电器行业中,是一种科技含量较高、结构紧凑、体积较小、功能变化大、衍生产品多的机械电子产品。该产品在结构上采用旋柄(顺时针、逆时针)转动,通过多种定位凸轮和指令触点工作凸轮有机组合,达到分度控制接点通断,现有分度凸轮 30°、45°、60°和 90°,在接线盒中的每层可选配 2 个不同造型的指令触点工作凸轮,层数也可随需要而增减,最多可达 16 层。随着分度凸轮的变换、每层指令触点和层数的变化,它可控制数个乃至几百个接点,同时,按照开关的定位方式,可分成定位式、自复式和定位自复式。在本系统中,客户、经销商、企业共享产品数据,各方根据权限,在可视化环境下查询和维护产品的功能视图、结构视图和原理视图。客户可方便地实现个性化订单的生成,企业可随时远程动态维护产品功能树和产品结构树。这样,不仅大大提高企业的工作效率,更重要的是为客户提供了快捷、准确的产品服务。

#### 3.1 系统架构

由于该系统所支持的产品种类和规模可能不断扩大,复杂性越来越高,以及庞大的用户群,因此系统采用 3 层 B/S 架构。该架构遵循视图控制器模式(MVC),充分利用 JSP 和 Servlet 技术的原有优点,把显示和逻辑分离,支持客户端的产品模型变型,更易实现以后的系统维护以及系统功能扩充。

#### 3.2 系统实现

在原型系统中,产品的生产是由客户订单驱动,在相应的产品族支持下,迅速进行产品配置设计和变型设计,设计结果表现为满足订单需求的具体产品。数据库服务器采用 SQL Server 2000,利用 DOM 技术在客户端控制产品族模型的灵活变动,唯一标示产品的订货号,利用 Ajax 技术在后台访问数据库,异步处理生成。该产品部件主要包括接点图部分,微板部分和装备选件等 3 大模块,图 4 为其结构原理。

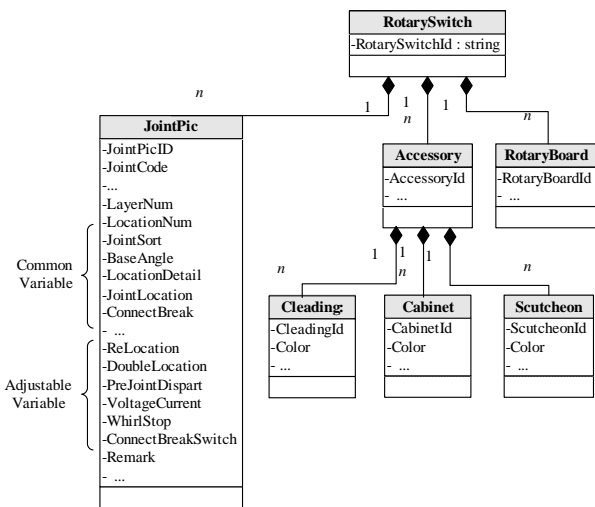


图 4 万转开关的结构

产品设计变量分为公共平台变量和可调因子。这些变量通过技术参数审核、功能配置、质量鉴定以及市场需求调查等得出。例如,接点图的公共平台变量包括层数、工位数、

接点类型、基本角度、工位明细、通断明细、接点明细;可调因子包括字复位设置、双工位设置、预分预合层位、电压电流、停止位、通断设置。图 5 为一款产品对应的可视化接点原理。

订货号	61052				
接点号	64D74247				
接点/工位	-90	-45	0	45	90
1-2					X
3-4	X				
5-6					X
7-8	X				
9-10					X
11-12	X				
13-14	X	X		X	X
15-16	X	X		X	X
17-18	X	X		X	X
19-20	X	X		X	X
21-22			X		
23-24			X		

图 5 某产品的接点原理

产品设计变量是控制模型生成的关键。随着公共平台变量和可调因子的变动,模型图也相应变化。在确定接点和微板设计变量的基础上,分别创建接点图模型和微板模型。

#### 3.3 系统功能

该系统主要包括 5 大模块:

(1)客户管理模块。主要由用户注册、用户信息修改和产品需求调查组成,用户分为普通客户和企业人员,企业人员根据不同部门又有不同的权限,用户根据不同权限访问系统。

(2)产品定制模块。是系统的核心,由产品浏览、产品定制、配置决策推理、CAD 变型设计和产品装配图浏览功能组成。产品浏览功能是对企业现有产品的特点、性能参数和外观尺寸等进行浏览,以便让顾客进一步了解产品,更好地实现定制。定制参数选择提交后,进行决策推理,并将定制结果展示给客户,包括定制产品是否合理、合理产品的可视化浏览。

(3)订单管理模块。是对订单的管理和查询。

(4)产品族管理模块。主要是企业内部人员对整个系统中,产品族的管理和维护。包括对接点图、微板、配件的结构树和功能树的维护。

(5)系统维护模块。支持系统管理员对整个系统的管理和维护,以及对系统日志的维护。

系统已经成功应用在企业运营和生产中,实现产品的可视化定制生产,并实现网络化制造的过程和信息共享。

### 4 结束语

本文分析网络化制造环境下,产品定制系统的现状和特点,并分析可视化产品定制系统的功能需求,提出基于产品族的数据组织和多视图设计和产品配置的思想,使协同定制和生产过程各环节的产品数据可视化、功能人性化,客户可快速得到最接近需求的产品,企业可根据共享视图,实现快速生产。将所提出的方法成功应用于实际系统,结果表明,所提出的设计方法可行,是个性化定制系统开发的有效实现方案。

(下转第 282 页)