

基于 Solidworks 的人机工程学 CAD 二次开发¹

刘肖健^[1] 梁艳霞^[2] 陆长德^[1]

[1]西北工业大学工业设计系, 西安 710072

[2]徐州师范大学工业设计系, 江苏徐州 221000

[摘要] 基于 Solidworks 造型平台, 以 VC++ 为二次开发工具研制了产品形态的人机工程学 CAD 软件。实现了人机工程学标准人体数据的查询、辅助设计人体模型的建立和人机信息的实时获取, 并实现了通过人体模型对产品尺寸进行驱动设计的方法。文章介绍了该人机 CAD 软件模块的基本功能和结构, 论述了各工具集具体功能的实现方法。

[关键词] 产品设计 人机工程学 Solidworks CAD

An Ergonomical CAD Software Developed on Solidworks Platform

Xiaojian Liu¹ Yanxia Liang² Changde Lu¹

¹ (Industrial Design Institute, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi 710072)

[Abstract] An ergonomical CAD software was developed using VC++ tools on the Solidworks platform. The software built the database for ergonomical data, designed tools for human body model building and editing, and realized the real-time acquisition of ergonomical information from human body models. It also realized product dimension's driven design method through human scale's driving. The functions and structures of the system are introduced, and the realization methods of the function tools are also discussed in this paper.

[key word] Product Design, Ergonomics, Solidworks, CAD

¹国家自然科学基金：产品多感知因素设计过程研究(50275112)；
国家 863 项目：面向产品创新的计算机辅助概念设计技术的研究(2002AA411110)

1 “中华设计 R2.0” 软件简介

“中华设计 R2.0” (简称“中设 R2.0”) 软件是西北工业大学工业设计研究所独立开发的面向产品设计的软件, 是国内首款工业设计软件。“中设 R2.0”是“中设 R1.0”^[2]的改进版本。“中设 R1.0”是西北工业大学工业设计研究所 2000 年基于 OpenGL 应用 VC++开发的。“中设 R2.0”选用了 Solidworks 参数化实体造型平台, 应用 VC++二次开发建立。软件部分移植了原“中设 R1.0”的代码, 修整改进了各模块的功能并增加了大量的新工具, 在功能上更加完善和细致。

“中设 R2.0”系统以工具集的形式存在, 包括 4 个模块: 形态设计模块、色彩设计模块、人机设计模块和评价模块。形态设计模块主要处理产品的模块化智能辅助设计; 色彩设计模块主要处理产品的整体配色方案设计与油漆分色计算; 人机模块主要处理产品人机性能的设计; 评价模块主要处理产品概念方案的多目标评价^[3]。

2 人机设计模块的结构^[1]

人机设计模块的主要功能是对产品的人机工程学性能设计提供辅助。该模块由 3 组工具集组成, 分别为人体数据工具集、人体模型工具集和人机应用工具集, 其主要结构如图 1。

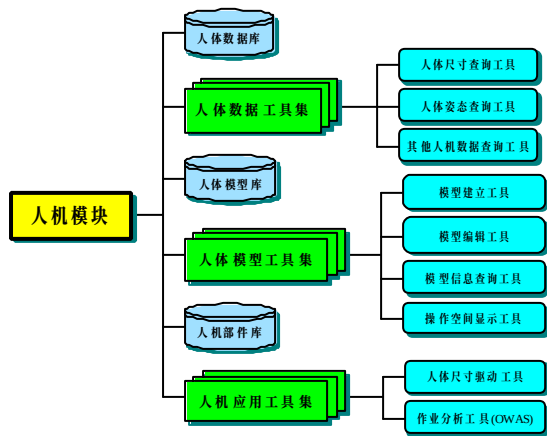


图 1 人机模块结构图

人机模块的功能是在三个数据库的支持下实现的。这三个库分别为人体数据库、人体模型库和人机部件库。

人体数据库包含人机设计所用到的各种数据, 包括基本人体尺寸、常用工作姿态和其他人体数据如声音、色彩等。人体模型库由一系列可调入设计场景的人体模型组成, 其主要作用是为产品的人机设计提供可视化的辅助。人机部件库由一系列参数化的常用人机操作部件组成, 如按键、按钮、手柄等, 可通过操

作面板直接生成并加入产品模型中去。三个数据库与各人机模块工具集功能的支持关系如图 2。

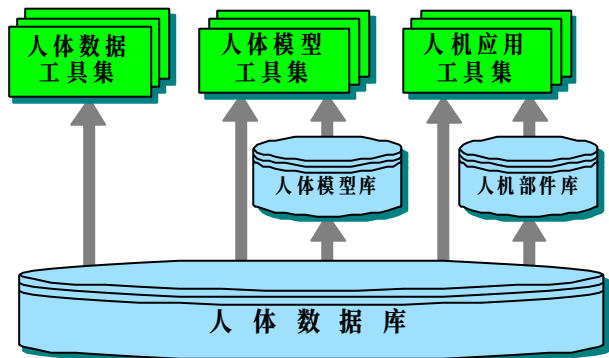


图 2 工具集的数据库支持结构图

3 人机设计模块功能的实现

3.1 人体数据工具集

人体数据工具集为设计师提供精确的人体测量数据。该工具集提供的数据分为 3 个大类和若干子类, 见表 1:

表 1 人体数据分类

类别	子类	查询值	图示信息
人体尺寸	基本尺寸	国别	尺寸示意图 尺寸: 百分位 尺寸: 年龄
	关联尺寸	性别	
	手部尺寸	年龄	
	脚部尺寸	身高	
	头部尺寸	百分位	
人体姿态	通用立姿	国别	姿态示意图 尺寸: 身高 尺寸: 年龄 操作空间图
	通用坐姿	性别	
	头部视野	年龄	
	残障	身高	
	驾驶	百分位	
	桌椅	产品类	
	自定义	位置参数	
人机空间	生活空间	空间类别	人机空间示意图
	公共空间	功能类别	
	功能空间		
其他	作业力量	关键词	示意图
	手操作件		
	脚操作件		
	显示设备		
	光照特性		
	色彩特性		
	安全性能		

人体数据工具集的主要数据来源有两个: 一是中国的国家标准“中国成年人人体尺寸”^[4], 该标准使国家技术监督局于 1987 年根据中国成年人的普查结果制

定出的,但是不完善;二是美国 Henry Dreyfuss 事务所发布的人体测量数据^[5],该套数据种类齐全,已成为国外人机工程学界的事实标准,具有很高的权威性。后者所依据的是美国的人体尺寸,但是有针对其它各国家和地区的换算公式,这种数据换算工作在查询程序内部进行。两个数据来源互补构成了人机模块功能的基础。

人体数据工具的主界面分为 3 个区:控制区、图像区和信息区,如图 3。

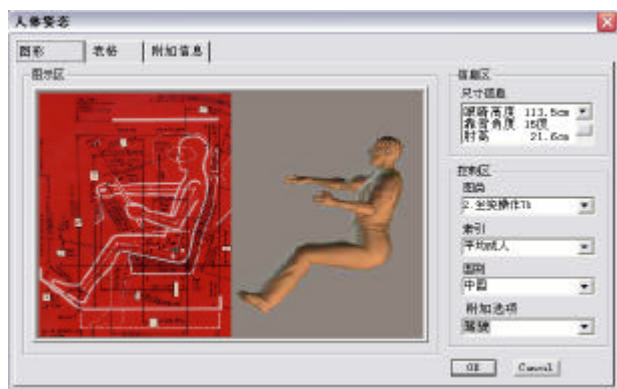


图 3 人机数据查询工具界面

控制区用来输入查询人体数据库的检索值,程序根据检索值从相应的数据库中得到所需的数据和图片资料。图像区用来显示相关数据的图示信息。人体数据标注在图像上,可以通过点击图像中的标注来得到该数据的详细数值并显示在信息区。查询界面还有另外两个页面:表格和附加信息。表格页面将相关数据库中的数据以表格形式显示;附加信息因查询数据种类而异,如将某一人体尺寸值与百分位或年龄段的关系以坐标曲线图的形式显示。

部分人体数据可以输入具体的年龄值进行检索。但是标准数据库中的数据一般都是以 5 年或 10 年为一个年龄段进行统计得到的,对标准数据库中没有的年龄值,软件通过线性插值计算来产生所需数据。

3.2 人体模型工具集

人体模型是“中设”软件人机模块的核心。人体模型对产品人机性能设计过程的辅助被设定为 3 种方式:

- 1) 为设计师提供直观的产品人机交互操作方式作为设计参考;
- 2) 为人体数据提供视觉化的载体,以供设计师直接从人体模型上获得所需的人体数据信息;
- 3) 为设计师提供通过人体模型对产品尺寸进行驱动设计的渠道,使设计师从繁琐的数值操作中解脱出来。

为了实现上述辅助功能,软件为人体模型的数据

结构设置了两种形式:显示结构与内部数据结构。

显示结构用于为用户提供直接的视觉辅助,因此需要有一定的具像精度的人体模型。“中设”软件中人机模块的显示结构使用专用人体建模软件建立不同精度、姿态的各类人体模型,形成人体模型库,根据需求导入 Solidworks 平台并显示在场景中。

内部数据结构用来对人体模型的尺寸、姿态等特性进行精确描述。该数据结构包含若干个变量,这些变量对特定人体模型的性别、年龄段、百分位、地域、姿态以及各尺寸参数等信息进行定义,为人机设计提供精确的数据辅助。人体模型的内部数据结构根据 Henry Dreyfuss 事务所提供的标准人体结构模型^[6]建立。该人体结构模型将人体抽象为 15 个节点(代表活动关节)与 16 个刚性肢体,如图 4。该人体结构模型没有包含手部的具体活动关节结构,而仅把手部简化为刚性结构。由于手部是人机交互中操作产品的主要部位,在产品人机设计中起重要作用,因此“中设”软件开发组单独研制了一套手部结构模型,详细模拟了手部的各个活动关节,与 Dreyfuss 标准模型结合起来构成完整的人体数据结构模型。

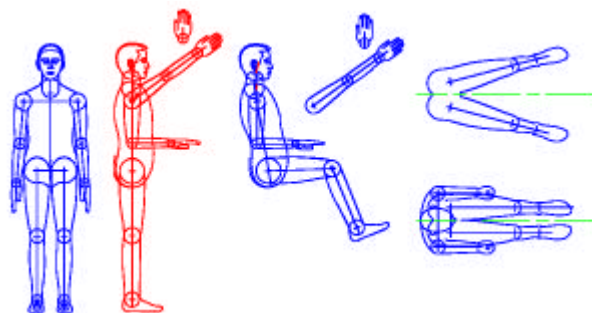


图 4 人体模型内部数据结构

人体模型工具集的功能包含人体模型的建立与编辑,模型信息查询和肢体操作空间的实体显示 4 种。场景中的人体模型可以让设计师对产品使用过程中的人机关系有直观的感性认识,并且可以通过点击人体模型的不同部位来获得相关的人体数据信息,为设计师提供了便捷辅助参考。肢体操作空间根据需求以透明实体模型的形式显示在相关肢体周围,可以据此直接对产品人机部件的位置进行判断,确定其属于许用操作空间还是最佳操作空间,或者超出了肢体可及区域之外。

人体模型工具允许用户根据不同的设计需求建立整体人体模型或部分肢体的人体模型,还可建立多个人体模型。图 5 为手部的局部模型操作界面。

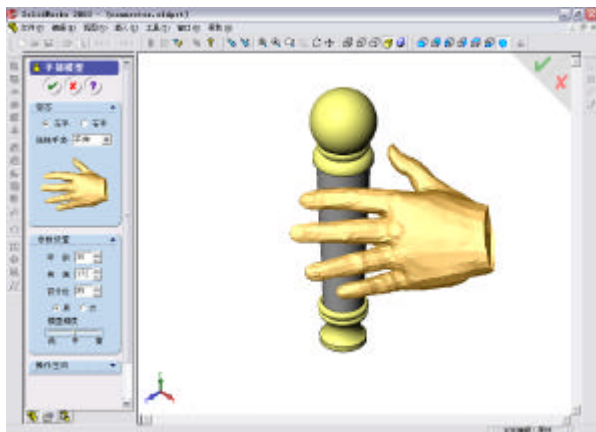


图5 人体模型操作界面

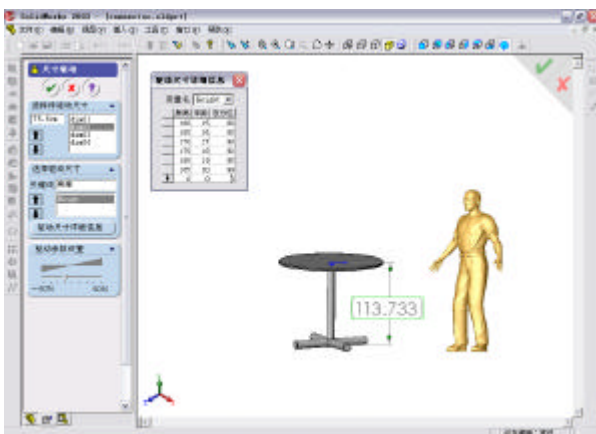


图6 人体尺寸驱动设计界面

3.3 人机应用工具集

人机应用工具集包括人体尺寸驱动、作业分析(OWAS)两个工具和一个人机部件库。

人体尺寸驱动工具直接利用人体尺寸来确定产品尺寸,如在设计桌子时,以人体身高的某个比例值来确定桌面高度。驱动设计使设计师摆脱了数值的查询、计算或输入,而直接在选定的人体尺寸与所要设计的产品尺寸之间建立一种映射关系。设计师所要做的只是通过软件界面对映射方式进行控制,这使设计师的工作方式更接近于传统的设计方式。图6为人体尺寸驱动设计的界面。待驱动设计的产品尺寸从场景中捕捉或从尺寸列表选取;驱动人体尺寸从人体数据库中选择;映射驱动方式在驱动设计面板中进行控制和参数输入。目前“中设”软件所提供的驱动映射方式暂时只有比例驱动一种,更复杂的驱动函数将根据对

人机设计具体分类任务的研究逐步设立添加。

作业分析是对所设定的工作姿态或产品结构所要求的工作姿态进行人体生理力学分析,评价其安全性与健康性。该部分功能尚在研制中。

人机部件库为开放式模型库,除系统提供的标准人机部件外,用户还可将自定义部件添加如库中。人机部件库中的部件尺寸全部与人体数据库关联,可以方便地对部件尺寸参数进行人机驱动设定。

4 结论

“中设 R.0”软件人机设计模块的开发实践对人机工程学 CAD 的研究推进有如下意义:

- 1) 实现了系统全面的标准人体数据的查询;
- 2) 建立了产品设计过程中的实时人体模型可视化辅助,并以人体模型为人体数据载体,简化了设计师对人体数据的查询工作;
- 3) 实现了产品尺寸的人体数据驱动设计,简化了设计过程,使设计师的工作更接近自然的设计模式,有利于把设计师的工作重点集中在概念的处理和设计实施而不是复杂的软件操作上。

“中设”软件人机设计模块进一步的工作重点是人体数据驱动工具的开发。目前仅实现了尺寸的驱动,形态和概念方案的驱动设计将是今后的主要研究目标。

参 考 文 献

- 1 刘肖健等. 基于遗传算法的产品人机 CAD 研究. 计算机工程与应用. 2003, 33 期
- 2 宋保华等. 计算机辅助工业设计系统研究与中设系统 R1.0 简介. 计算机辅助设计与图形学学报, 2000, Vol.12(11)
- 3 李桂琴等. 产品的多感知设计过程原型系统. 计算机工程与应用. 2003 年, 27 期
- 4 国家技术监督局. GB 10000-88: 中国成年人人体尺寸, 1987
- 5 Henry Dreyfuss Associates. Human Scale 1/2/3, 4/5/6, 7/8/9. MIT Press. 2001
- 6 Henry Dreyfuss Associates. The Measurements of Man and Woman. 2002

作者简介:

刘肖健(1972 年生), 男, 博士研究生, 研究方向: 计算机辅助产品人机工程学设计。

梁艳霞(1973 年生), 女, 硕士, 讲师, 研究方向: 计算机辅助产品设计, 计算机图形学。

陆长德(1938 年生), 男, 博士生导师, 研究方向: 计算机辅助工业设计。

《CIMS 论文的天地》声明

本站免费向大家提供论文全文，本站论文除了特别说明的以外都是从作者手中征集得到的。如果您有论文希望上网，本站可以免费提供论文全文的上网服务。 也欢迎您向有关人士推荐我站！

目前网上论文网站较多，有人非法转载本站论文，在此提出警告，本站将对这类行为进行追究。

本站镜像：

- 1、上海付费空间镜像：<http://www.cimspaper.com> <主站，推荐访问>
- 2、教育网内的镜像：<http://xcchen.yeah.net>
- 3、山东泰安网页吧镜像：<http://cimspaper.wy8.net>
- 4、北京虎翼网镜像：<http://cimspaper.51.net>
- 5、广东阳江中联科技：<http://cimspaper.icpcn.com>

欢迎您参加我站提供的邮件列表 希网提供的列表 分类首页/科学.技术/另类科学

<http://www.cn99.com/cgi-bin/catalog?viewcat=58>

为您提供《CIMS 论文的天地》更新通知，以及有关的论文和学术信息，每月至少发送一次。本站有机械制造及自动化、计算机集成制造系统(CIMS)方面的学术论文全文，也有有关学科的学术论文。