

文章编号: 1671-251X(2019)04-0105-04

DOI: 10.13272/j.issn.1671-251x.2019010006

采煤机创新设计服务平台

杨怀宇^{1,2}, 丁华^{1,2}, 杨琨^{1,2}

(1. 太原理工大学 机械与运载工程学院, 山西 太原 030024;
2. 煤矿综采装备山西省重点实验室, 山西 太原 030024)



扫码移动阅读

摘要:针对目前采煤机设计存在设计资料分散、知识共享困难等问题,开发了采煤机创新设计服务平台。该平台利用基于 Python 的专用型网络爬虫、基于 WebGL 的三维模型网页显示、基于组件技术的参数化 CAD/CAE 集成设计等关键技术,为设计人员提供特定的创新设计信息抓取、采煤机零部件三维模型网页显示、远程参数化 CAD 建模与远程参数化 CAE 分析等功能。该平台提供了大量创新知识与创新资源服务,有助于打破采煤机设计人员的思维定式,有效提高采煤机设计人员的创新设计能力,缩短采煤机设计周期。

关键词:采煤机创新设计; 创新设计服务平台; 网络爬虫; 三维模型网页显示; 参数化 CAD/CAE 集成
中图分类号: TD421.6 文献标志码: A

Innovation design service platform of shearer

YANG Huaiyu^{1,2}, DING Hua^{1,2}, YANG Kun^{1,2}

(1. College of Mechanical and Vehicle Engineering, Taiyuan University of Technology,
Taiyuan 030024, China;
2. Shanxi Key Laboratory of Fully Mechanized Coal Mining Equipment, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In view of problems of dispersive design data and difficult knowledge sharing existed in current shearer design, an innovation design service platform of shearer was developed. The platform utilizes key technologies such as dedicated web crawler based on Python, 3D model web page display based on WebGL and parametric CAD/CAE integrated design based on component technology to provide functions of specific innovation design information capture, 3D model web page display of shearer components, remote parametric CAD modeling and remote parametric CAE analysis for designers. The platform provides a lot of innovative knowledge and innovative resource services, which helps to break thinking pattern of shearer designers and can effectively improve innovation design ability of shearer designers and shorten design period of shearer.

Key words: innovative design of shearer; innovation design service platform; web crawler; 3D model web page display; parametric CAD/CAE integration

0 引言

采煤机设计过程复杂,涉及的知识具有重复利

用率高、涵盖范围广、数量大等特点。目前采煤机设计存在设计资料分散、知识共享困难等问题^[1-3]。随着网络与信息技术的发展,利用网络平台获取和使

收稿日期: 2019-01-03; 修回日期: 2019-03-23; 责任编辑: 盛男。
基金项目: 山西省科技基础条件平台资助项目(201805D141002); 山西省研究生联合培养基地人才培养资助项目(2018JD15)。
作者简介: 杨怀宇(1993—),男,山西阳城人,硕士研究生,主要研究方向为创新设计, E-mail: 18406553540@163.com。通信作者: 丁华(1979—),女,山西太原人,副教授,博士,主要研究方向为智能设计, E-mail: dinghua2002@163.com。
引用格式: 杨怀宇,丁华,杨琨. 采煤机创新设计服务平台[J]. 工矿自动化, 2019, 45(4): 105-108.
YANG Huaiyu, DING Hua, YANG Kun. Innovation design service platform of shearer[J]. Industry and Mine Automation, 2019, 45(4): 105-108.

用创新知识与资源成为设计过程中必要的手段^[4]。国外关于创新设计的平台很多,如 TRIZ Journal^[5]以 TRIZ 理论为核心,理论性强但互动性较弱;CREAX^[6]提供了很多帮助创新的应用服务,但理论介绍很少,对于不熟悉创新设计的访问者来说很不方便。近年来,国内的创新设计平台层出不穷,如亿维讯^[7]提供了丰富的创新案例、培训资料,但缺少应用服务,内容仅限于 TRIZ;计算机辅助创新设计平台 Pro/Innovator^[8]借助其强大的创新方案库,帮助不同领域的设计人员快速获得可操作的高效解决方案;四川大学创新设计服务平台^[9]提供了基于产品创新设计过程的创新方法、产品在线创新设计、创新培训服务,是国内比较有特色的创新设计类网站。然而,具有产品设计服务功能的创新设计平台较少,采煤机领域的创新设计平台更是鲜有报道。本文开发了采煤机创新设计服务平台,有助于激发设计人员创新思维,为采煤机设计提供创新方案。

1 平台框架

采煤机创新设计服务平台主要分为用户界面层、功能模块层和数据服务层。

- (1) 用户界面层:主要负责用户与平台的交互,以文本、图形等形式为用户提供详细信息,使用户与平台形成友好访问。
- (2) 功能模块层:属于平台核心部分,包括支持创新设计的各功能模块,为用户提供相应的应用服务内容,同时用户可访问平台中各类知识库。
- (3) 数据服务层:为平台提供数据支持,包含本地资源和远程资源。

采煤机创新设计服务平台框架如图 1 所示。

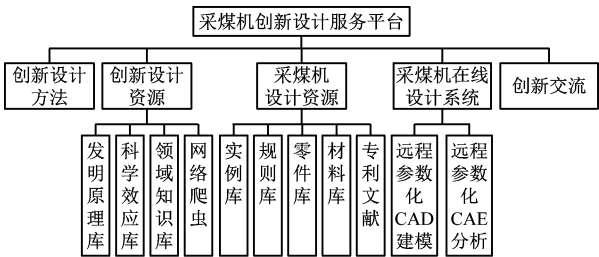


图 1 采煤机创新设计服务平台框架

Fig. 1 Framework of innovation design service platform of shearer

2 平台关键技术

2.1 基于 Python 的专用型网络爬虫

传统的搜索引擎在获取搜索结果后仍需人为进

行信息筛选^[10],这样会耗费设计人员大量时间和精力,不利于采煤机设计创新。因此,平台利用基于 Python 的专用型网络爬虫技术,为采煤机设计人员提供方便、快捷的检索通道,可直接查询资料文献,节省设计人员跨平台查找资料的时间,提高创新效率。

爬虫流程如图 2 所示,具体步骤如下。

- (1) 将待爬取的 URL 作为爬虫对象放入 URL 管理器中。
- (2) 从 URL 管理器中提取 URL 地址传送给网页下载器,下载相应的网页内容。
- (3) 网页解析器获取网页内容并使用 BeautifulSoup 库分析源代码结构,确定需要爬取对象相对应的元素及类名称,如文献名称、作者、摘要等。
- (4) 采用正则表达式从网页中提取有用数据后,将数据进行本地保存,存储格式为 .xls 文件。

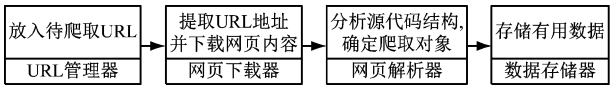


图 2 爬虫流程

Fig. 2 Flow of crawler

2.2 基于 WebGL 的三维模型网页显示

为使采煤机设计人员直观了解零部件的三维构造与结构属性,平台采用基于 WebGL 的三维模型网页显示技术^[11],实现采煤机零部件三维模型展示。设计人员能完整掌握零部件信息并调用零部件模型,直接对零部件模型进行平移、旋转、缩放等操作而无需安装任何浏览器插件。三维模型网页显示实现关键步骤如下。

- (1) 建立场景,场景相当于一个大容器,对应现实三维空间,所有对象都被添加到场景中。
- (2) 根据不同情况选择相机并设置相机位置。
- (3) 添加合适的光源来展示场景的视觉效果。
- (4) 调用渲染器的渲染功能,使三维空间模型显示为二维平面图形。
- (5) 利用格式转换工具将已建立的三维模型转换成 .3mf 格式的文件,模型加载到场景中进行显示。
- (6) 通过控制 three.js 框架^[12]的 OrbitControl 对模型进行平移、旋转和缩放,实现用户与三维模型的交互。

2.3 基于组件技术的采煤机远程参数化 CAD/CAE 集成设计

在参数化设计思想的基础上,利用组件技术将参数化 CAD 建模和参数化 CAE 分析方法集成,实现设计与分析过程集成化、组件化、智能化^[13]。

2.3.1 远程参数化 CAD 建模

UG/Open API 是 UG 中最普遍使用的二次开发工具。在 UG/Open API 的外部开发模式下,设计人员无需启动 UG 软件,通过网络调用服务器端的应用程序即可进行参数化设计。因此,采用 UG/Open API 的外部开发模式实现远程参数化 CAD 建模^[14],具体步骤如下。

- (1) 分析零部件的结构特征,提取描述模型的特征参数,建立特征参数表达式。
- (2) 启动 UG 建模模块,利用参数化设计思想绘制零部件三维模型。
- (3) 建立程序框架,采用 UG/Open API 的外部开发模式编写参数化建模程序。
- (4) 将步骤(3)中的程序封装成 COM_PARA_DESIGN 组件。
- (5) 利用 .NET 技术从客户端获取零部件参数,按照一定语法规则写入文本文件,通过调用 COM_PARA_DESIGN 组件和相应 UG/Open API 函数完成客户端参数输入和服务器端模型输出,实现远程调用 UG 进行参数化建模的功能。

2.3.2 远程参数化 CAE 分析

参数化设计语言(ANSYS Parametric Design Language, APDL)是一种解释性语言,用于 ANSYS 二次开发来实现远程参数化 CAE 分析^[15],流程如图 3 所示,具体步骤如下。

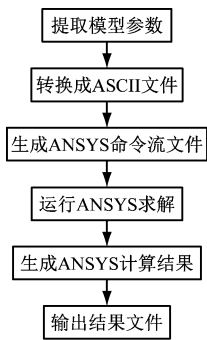


图 3 远程参数化 CAE 分析流程

Fig. 3 CAE analysis flow of remote parameterization

- (1) 客户端输入 CAD 模型实际工作时的各种载荷、约束条件与有限元模型网格尺寸等,服务器端利用 ASP.NET 技术获得模型几何信息和有限元

模型信息。

- (2) 利用 VB.NET 文本处理函数将界面输入参数写入 APDL 文本文件中(数据写入以文本追加的方式实现),转换成 ANSYS 软件能够处理的 ASCII 文件,并生成 ANSYS 命令流文件。通过 VB.NET 中 Process 组件的 Start 方法,调用 ANSYS 自动读入命令流文件并解算。

- (3) 求解过程完成后生成 ANSYS 计算结果并输出结果文件,供设计人员下载。

2.3.3 CAD/CAE 集成方法

利用参数传递的自定义接口程序实现 CAD/CAE 集成,具体步骤如下。

- (1) 将零部件 CAD 模型的相关参数转化成 ASCII 文件,供 ANSYS 直接调用。
- (2) 利用 APDL 读取 ASCII 文件,须在 ANSYS 中说明有限元模型的载荷、材料、网格尺寸等参数,模型参数应与文件中数据的存放顺序、读取格式保持一致,形成有限元分析参数文件。
- (3) 利用 .NET 技术调用 ANSYS 软件,自动读入有限元分析参数文件,进行参数化有限元分析。

3 结语

采煤机创新设计服务平台提供了大量创新知识与创新资源服务,有助于打破采煤机设计人员的思维定式,达到提高设计人员产品创新能力的目的。该平台为设计人员提供了特定的创新设计信息抓取、采煤机零部件三维模型网页显示、远程参数化 CAD 建模与远程参数化 CAE 分析等功能,提高了采煤机创新设计效率和设计人员创新设计能力。

参考文献(References):

[1] 丁华,杨兆建,王义亮.基于知识工程的采煤机数字化设计系统研究[J].机械设计,2011,28(4):15-19.
DING Hua, YANG Zhaojian, WANG Yiliang. Research on digital design system for coal mining machine based on KBE [J]. Journal of Machine Design, 2011, 28(4): 15-19.

[2] 姚晶,杨兆建,丁华.基于实例推理的电牵引采煤机概念设计系统研究[J].煤矿机械,2011,32(3):15-17.
YAO Jing, YANG Zhaojian, DING Hua. System research for conceptual design of electricity traction shearer base on CBR[J]. Coal Mine Machinery, 2011, 32(3): 15-17.

[3] 范秋霞,杨兆建.基于实例规则的采煤机 CAE 设计知

识集成[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(5): 84-87.

FAN Qiuxia, YANG Zhaojian. Integration method for shearer CAE design knowledge based on case rules [J]. Coal Science and Technology, 2014, 42 (5): 84-87.

[4] 沈国强. 计算机辅助产品创新设计系统开发[J]. 科技展望, 2016, 26(23): 11.

[5] DORR N, BEHNKEN E, MULLER-PROTHMANN T. Web-based platform for computer aided innovation [J]. International Federation for Information Processing, 2008, 277: 229-237.

[6] FLORES R L, BELAUD J P, LANN J M, et al. Using the collective intelligence for inventive problem solving: a contribution for open computer aided innovation[J]. Expert Systems with Applications, 2015, 42(23): 9340-9352.

[7] 林岳, 段海波. 基于 TRIZ 和领域本体的计算机辅助创新设计平台框架[J]. 机械设计与研究, 2005, 21 (2): 15-18.

LIN Yue, DUAN Haibo. The framework of computer aided innovative design platform based on TRIZ and domain ontology[J]. Machine Design and Research, 2005, 21(2): 15-18.

[8] 罗佳龙. 基于 Pro/Innovator 的功能分析与知识管理 [D]. 广州: 广东工业大学, 2015.

[9] 陈林, 李彦, 李文强, 等. 计算机辅助产品创新设计系统开发 [J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19 (2): 319-329.

CHEN Lin, LI Yan, LI Wenqiang, et al. Development of a computer-aided product innovation and design system—CAIP [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2013, 19(2): 319-329.

[10] 姜杉彪, 黄凯林, 卢昱江, 等. 基于 Python 的专业网络爬虫的设计与实现[J]. 企业科技与发展, 2016(8): 17-19.

[11] 霍冬, 郑伟华, 盛步云. 基于 WebGL 的机械产品三维展示技术研究[J]. 制造业自动化, 2013(18): 73-77.

HUO Dong, ZHENG Weihua, SHENG Buyun. A research of mechanical products's 3D display technology based on WebGL [J]. Manufacturing Automation, 2013(18): 73-77.

[12] 姚震, 仲梁维, 陈彩凤. 基于 Three.js 的机械产品展示研究[J]. 软件导刊, 2018, 17(5): 187-190.

YAO Zhen, ZHONG Liangwei, CHEN Caifeng. Mechanical product display based on Three.js [J]. Software Guide, 2018, 17(5): 187-190.

[13] DING Hua, YANG Zhaojian, WANG Xuewen, et al. The study of CAD/CAE integrated technology in network environment [C]//International Symposium on Advanced Rolling Equipment Technologies, Taiyuan, 2010: 567-572.

[14] 丁志勇, 丁华, 王学文. 基于网络的采煤机 CAD/CAE 集成设计[J]. 煤矿机械, 2011, 32(1): 23-25.

DING Zhiyong, DING Hua, WANG Xuewen. Web-based shearer CAD/CAE integrated design[J]. Coal Mine Machinery, 2011, 32(1): 23-25.

[15] 杨兆建, 王学文. 矿山机械装备云仿真 CAE 服务系统研究与应用[J]. 机械工程学报, 2013, 49 (19): 111-118.

YANG Zhaojian, WANG Xuewen. Study on cloud simulation CAE service system for mining machinery equipment [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2013, 49(19): 111-118.