

智能交互与可视化设计方法研究

彭金伟,冯 圆

(西北机电工程研究所 信息中心,陕西 咸阳 712099)

摘 要:计算机技术及人工智能技术的不断发展实现了武器装备设计数字化,推动了行业应用的变革。为了增强武器装备在设计过程中的规范性,交互性,提高武器装备的设计效率,将智能交互技术和可视化技术引入到装备设计中,提出了智能交互与可视化设计方法和流程,搭建了验证系统,实现了武器装备设计过程的流程驱动,实现了语音或手势等交互形式对模型进行操作,取得了预期效果。该方法践行智能设计理念,是智能设计方法落地的有效探索,使装备研发更加智能、简便和高效。

关键词:智能交互;可视化;设计方法;装备;快速设计

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2022)0110-04

Research on Intelligent Interaction and Visualization Design Method

PENG Jin-wei, FENG Yuan

(Information Center, Northwest Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Xianyang 712099, China)

Abstract: The continuous development of computer technology and artificial intelligence technology has realized the digitization of weapon equipment design and promoted the reform of industrial application. In order to enhance the standardization and interactivity of process in the weapons and equipment design and improve the design efficiency of weapons and equipment, intelligent interaction technology and visualization technology are introduced into equipment design, methods and processes of intelligent interaction and visualization design are proposed, a verification system is built, the process of driving weapons and equipment design is realized, the interactive forms such as voice or gesture are realized to operate the model, and the expected results are achieved. This method implements the concept of intelligent design, which is an effective exploration of the implementation of intelligent design methods, and makes the equipment research and development more intelligent, simple and efficient.

Key words: intelligent interaction; visualization; design method; equipment; rapid design

0 引言

武器装备的研制与发展一直受到世界各国的高度重视。在传统的武器装备研制过程中,工作原理、系统功能以及参数设定主要依靠经验和试验,大量的验证工作均在实物样机上进行,其优点是比较直观,与实际相符,缺点在于费时费力,成本高昂^[1]。为了提高装备研发效率,降低研制成本,各国不断探索先进的设计方法和研发手段,相继提出了模块化设计^[2]、协同设计^[3]、智能化设计^[4]等方法,将数字技术应用到武器装备的研制中,提高科研能力^[5]。20 世纪 80 年代,苏联在潜艇研制中使用了模块化技术,潜艇配备的武器装备与电子系统可以在短时间内迅速得到更换,使潜艇的执行任务能力在短期内得到变换^[6]。美国率先将数字化设计技术应用到飞机结构件的设计与加工制造中,成功研发了波音 777 客机,大幅提升研发效率。

根据相关统计,与传统飞机制造技术相比,结构件的设计时间缩短近一半,制造的时间节省了 66%^[7]。另外,计算能力、信息技术的迅猛发展推动人工智能技术突飞猛进,并在诸多领域大显身手,逐步形成了“人工智能+X”^[8]的新模式,国外相关研究机构试图通过引入人工智能促进装备研制手段的革新。由此可见研制方法的更迭推动了装备研制的发展与进步,开展先进研制方法的研究对我国武器装备的研制有着重大的意义。

随着科技的发展,武器装备越来越复杂,呈现出跨学科、高耦合、多系统集成等特征。传统的设计方法难以达到快速设计与验证的目标,主要表现在:(1)装备结构总体把控不足,装备设计通常需要经过概念设计,草图设计,详细设计等多个阶段,传统的设计方法难以将各阶段有效融合;(2)人机交互方式单一、繁琐,对

收稿日期:2022-03-24

作者简介:彭金伟(1981-),男,硕士,高级工程师,研究方向为企业信息化、智能设计。

模型的呈现不够直观,缺乏沉浸感^[9]; (3) 缺乏设计体验和辅助性智力支撑^[10-11]。针对上述问题,针对武器装备提出了智能交互式与可视化设计方法,针对武器装备的特殊性,以已有的知识、数据和模型为基础,利用模块化、参数化技术对武器装备进行快速建模,利用智能交互技术实现模型与参数的交互,采用三维可视化环境下关键点提取技术^[12]试下模型拾取和控制,从而快速构建一个直观的、数字化的虚拟装备武器系统。

1 智能与可视化交互设计方法

随着计算机技术、智能交互技术和虚拟现实技术的不断发展与成熟,智能交互式设计得到了长足的发展,并应用到汽车^[13]、农业机械^[14]以及船舶制造^[15]等领域。同时,基于虚拟现实技术的可视化技术为装备研制提供了一个新的更为直观的呈现方式。

1.1 遵循的基本原则

(1) 符合人的常规思维原则。

人作为装备研制的主体,人机交互的便捷性和有效性受到了人们的普遍重视,在人机交互过程中将计算机和人看成一个整体,运用与人类思维、习惯相符的图像、语音等各种方式开展信息交互,这一点已经受到了国内外研究人员的普遍重视。

(2) 注重便捷和可操作性原则。

所谓的便捷、可操作性主要是指在设计过程中是能够让研发人员在操作过程中产生更好的体验,是否可将操作任务更加高效的完成,不会产生额外的时

间成本、空间成本和过多的掌握成本。

1.2 智能交互的特点

智能交互是指为设计人员提供一个具有良好交互性和可视性的智能设计系统,是目前智能交互领域提升交互性能的有效手段。智能交互是智能系统自适应学习(adaptive learning)中的重要环节。自适应学习是指在人与智能系统交互过程中,通过积累用户反馈,或主动好问式地向用户询问提取所需要的关键信息,并据此适当地修改模型及其参数,提升模型预测准确性,从而支持模型的不断地学习与修正,继而完善和进化。

1.3 基本原理

在装备研制过程中,智能与可视化交互的设计框架由编号①-③的3个区域组成,即:数据输入、用户意图预测及发起响应动作,输入的数据包括与智能交互发生的关键数据和高度相关的上下文数据。通过智能交互的引入,获得提升模型准确度所需要的信息,及时更新模型,实现对用户意图更准确的匹配。智能系统根据实际的客观情况对模型的推理结果进行观察比对后,获取用户对预测结果的反馈与评估。智能交互包含了3个要素,分别是出现点、方式和内容。其中,“内容”是指智能交互设计中出现什么信息以及行动;“方式”是指根据内容对当下情境的主要任务的影响程度,选择合适的出现形式;“出现点”是指在制定的触发条件或判断逻辑后,内容出现的情境与时间点。智能交互的设计中有可能包括一个或多个相对独立的智能交互,灵活出现在交互的过程中。

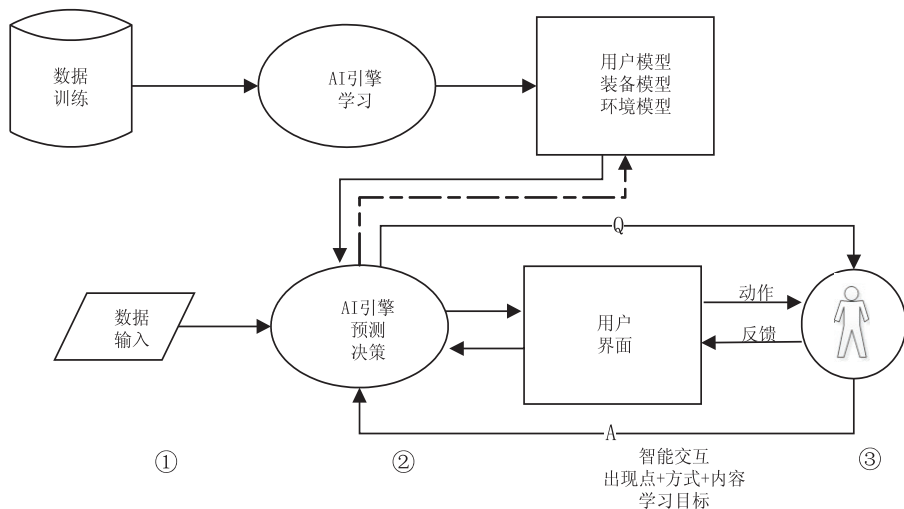


图1 智能交互的主动式响应交互框架

1.4 基本流程

对于装备研发设计来讲,满足功能和指标要求是设计的关键,一切试图“智能化”和“交互性”的设计思路,均是解决问题和以人为本为初衷的,是对设计方法的一种延伸和丰富,而不是改变或者颠覆,其目的是在满足设计要求的前提下提高智能性和交互性,在装

备设计中引入智能化与可视化技术,按照装备的特点建立了智能与可视化交互设计流程,见图2。

该流程分为3个阶段和4个步骤,在准备阶段,设计师需要提出一个基本的设计构想,对构想中可能存在的问题进行分析,形成具有一定约束性的指标要求;在设计阶段,设计师要将设计构想转化成切实可行的

设计方案;在完善阶段,通过综合利用知识库进行模型配置,以批判、约束和反思的方式,对设计方案进行有效评估,以扩展、重组完成整个设计过程。

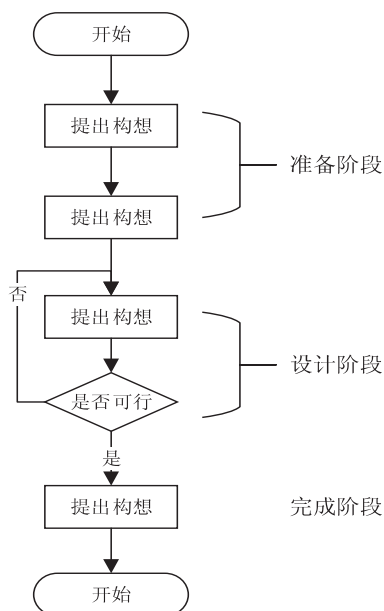


图2 智能与可视化交互设计方法流程

2 图 表

2.1 系统架构

针对装备设计,运用智能与可视化交互设计方法,搭建了验证系统,系统架构如图3所示。

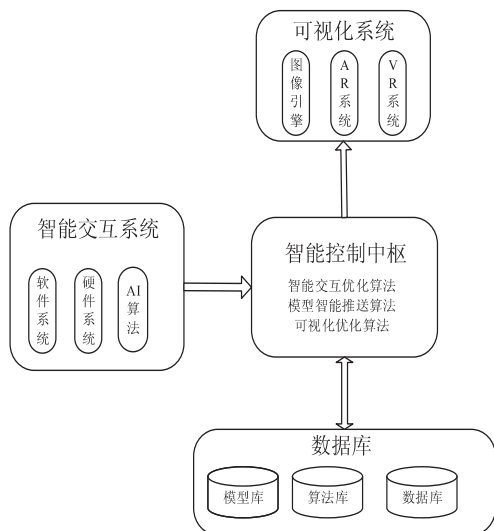


图3 验证系统架构

验证系统由四部分组成,分别是数据库、智能控制中枢、智能交互系统和可视化系统。其中数据库是整个系统的资源库,存放着武器装备设计所需的所有资源与数据,包括三维模型、算法模型和数据(仿真数据,测试数据);智能控制中枢是整个系统的“大脑”,负责整个系统的智能控制,主要依据智能交互控制流程进行控制,所有信息和数据经该板块处理后进入下一个环节;智能交互系统是人机交互的媒介,实现系统

对设计输入的智能判断,理解设计意图,智能判断和推送模型、数据,主要由软件系统、硬件系统和AI算法库组成;可视化系统为设计人员提供了一套较好可视性的显示系统,实现信息的直观展示,增强数据的可视性,模型的真实性以及设计人员的沉浸感,由图像引擎、AR系统和VR系统组成。

2.2 主要功能

该系统的主要功能由三部分组成:“模型树谱”、“模型装配与分析”及“模型智能设计”。其中“模型树谱”本质上讲是各类装备模型的隶属关系。系统根据模型体系信息以及本身携带的表明隶属关系的身份信息,将模型库中的所有模型组织成模型树,将零散的模型有效的组织起来,增强了装备模型的体系性,规范性和通用性。另外,智能算法模型通过对模型树谱的学习可掌握装备模型的所属关系,模型特点,通用性指标等,可为设计人员提供模型推荐。“模型装配分析”模块为设计人员提供了一个多种交互形式的的装配环境,用户可使用鼠标、动作对装备模型进行操作,如模型更换、放大、缩小、旋转等。“模型智能设计”模块为设计人员提供了一个智能化的快速设计环境,对用户的有效输入(语音、文字、设计文档)做出智能理解与判断,一方面自动生成相对符合设计要求的推荐模型,另一方面向设计人员推送相对符合设计要求的部件模型。三者的关系如图4所示。“模型树谱”为设计基础,提供模型和信息;“模型智能设计”为设计主体,实现模型的快速构建;“模型装配与分析”对模型进行显示和分析,三者之间交互数据为装备模型。“模型树谱”会根据用户设计意图将模型和参数信息推送给“模型智能设计”;“模型智能设计”建立的有效模型会作为一个新的节点,存储到“模型树谱”中;“模型装配与分析”承接了其余两者模型的可视化显示。

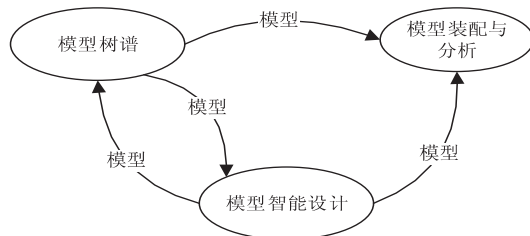


图4 智能交互设计系统主要功能关系图

3 实验结果及讨论

基于上述设计构想,开发了武器装备智能设计系统,以通用化、模块化应用为目的,为武器装备论证、研制提供通用化技术支撑。

当用户通过“模型智能设计”模块进行设计时,通过语音、文字、设计文档等交互形式向设计系统发送设计输入,系统会通过智能控制中枢调用相关的算法自

动判断信息输入形式,识别用户设计需求。自动在“模型树谱”中检索符合要求的各类资源数据,系统按分类将模型推送给设计人员。设计人员选择需要的模型后,系统快速构建出总体模型,在可视化环境下直观展示,如图 5 所示。



图 5 验证系统界面

在本例中,以文档形式向系统输入了某型装备的总体方案,系统正确识别输入形式,系统为用户构建了推荐模型,并将相似率超过 60% 的模型按分类推送给用户。

在可视化环境下,实现了语音控制和手势控制,采用了科大讯飞的语音识别工具,建立了关键词库,识别准确率达到 85%;实现了手势对模型的简单操作,如缩放、旋转、移动等等,较为复杂的操作可以通过数据手套等外设实现;实现了 VR 显示,让设计人员更具沉浸感。在上述过程中,由于各种因素(如习惯、情绪)导致的手部动作不标准或不到位时,系统会自动调用智能交互优化算法进行必要的优化控制,以保证人机的交互性。

4 结束语

在装备设计中引入了智能与可视化交互技术,提出了智能与可视化交互设计方法和流程,并搭建了验证系统,实现了语音或手势的形式操作模型。该设计方法较传统设计方法更方便、更简单,是对对装备武器系统研发手段的拓展和补充,对武器系统的研发具有重要意义。

参考文献:

- [1] 毛保全,邵毅.装备自动武器优化设计[M].北京:国防工业出版社,2007:33-55.
- [2] 王珂.支持快速设计的 CBR 技术其应用研究[D].南京:南京航空航天大学,2007.
- [3] 齐尔麦.机械产品快速设计原理、方法、关键技术和软件工具研究[D].天津:天津大学,2003.
- [4] 程庆和,马彦军.船舶智能化设计技术现状及发展规划[C]//2018 年数字化造船学术交流会议论文集.北京:中国造船工程学会,2018:44-49.
- [5] 倭俐.自动武器快速设计方法研究与应用[D].南京:南京理工大学,2012.
- [6] 朱宙宇,滕大伟,国占东,等.潜艇模块化设计与建造[J].舰船科学技术,2011,33(8):3-7.
- [7] 谢剑,李正强,黄帅,等.浅析飞机结构件数字化设计与制造技术[J].大飞机数字化设计与制造,2016(5):87-92.
- [8] 王友发,陈辉,罗建强.国内外人工智能的研究热点对比与前沿挖掘[J].计算机工程与应用,2021,57(12):46-53.
- [9] 吴国良,马登武.虚拟现实系统中的人机交互技术[J].电光与控制,2001(3):39-42.
- [10] SENFT E, LEMAIGNAN S, BAXTER P E, et al. Leveraging human inputs in interactive machine learning for human robot interaction[C]//Companion of the 2017 ACM/IEEE international conference on human-robot interaction. New York: ACM Press, 2017:281-282.
- [11] ALBERTO P, LETICIA G E. Command-based voice teleoperation of a mobile robot via a human-robot interface[J]. Robotica, 2014, 33(1):1-18.
- [12] 傅敏,张江龙,刘培刚.三维环境下交互式点云对象提取方法[J].计算机工程与应用,2019,55(24):265-270.
- [13] 李璟璐,孙效华,郭炜炜.基于智能交互的汽车主动响应式交互设计[J].图学学报,2018,39(4):668-674.
- [14] 刘建军.农业机械智能化设计技术发展现状与展望[D].衡阳:湖南交通工程学院,2021.
- [15] 杨振,龚建东,胡小才.舾装安装顺序智能化设计技术[J].船海工程,2021,50(2):102-105.