

数字化飞机维护服务 系统研究与实现*

Research and Development of Digital Aircraft Maintenance and Service System

西北工业大学现代设计与集成制造技术教育部重点实验室 初建杰 余隋怀 冯雷 卢慧颖



初建杰

西北工业大学机电学院讲师, 博士生, 主要从事数字化工业设计技术、人机工效设计技术、飞机维护服务系统关键技术等研究, 作为主要完成人参与了多项国家 863 计划项目以及国家科技支撑计划项目。

据统计, 国防军工领域对军事装备支持服务的经费投入超过总费用的 50%, 但目前尚未有一个基于三维产品模型的、能够有效承载产品应用服务的信息化平台, 这给三维设计软件带来了新的挑战和突破创新的机遇^[1]。本研究提出的数字化飞机维

本研究提出的数字化飞机维护服务系统旨在为高效实现飞机应用维护提供必要的设计信息与操作方法, 提高飞机维护效率, 降低维护成本, 扩展三维 CAD 的应用空间。

护服务系统旨在为实现高效飞机应用维护提供必要的设计信息与操作方法, 提高飞机维护效率, 降低维护成本, 扩展三维 CAD 的应用空间。

飞机维护服务现状分析

目前, 国内飞机产品使用维护服务时, 1 个飞机型号的初步维护培训需要 1~2 个月, 维护人员达到熟练需要 2 年, 装备的使用维护服务占用了设计研制单位很大的人力和物力, 主要存以下问题。

(1) 目前主要以纸介质形式存在的技术手册有许多弊端, 落后于三维数字化设计制造条件下对飞机武器装备维护的技术需求。

(2) 受成本、技术条件限制, 目前航空制造企业普遍采用的国外大型 CAD 软件无法在飞机产品应用服务领域推广使用。

(3) 飞机产品三维设计模型数据量大, 缺乏飞机应用服务所需的模型轻量化及可视化工具。

(4) 现有应用维护培训方式单一, 信息化程度较低。

(5) 缺少统一的应用服务(维护、培训等)数据管理平台。

当前, 数字化飞机维护服务系统的应用需求包括资料电子化、培训系统开发、外场信息化保障。

飞机维护服务系统应用模式

1 飞机维护信息数据分类

飞机维护信息主要来源于飞机使用和维护过程中直接生成的数据, 包括机载数据、地面应用系统数据、手工录入数据等。飞机维护信息数据分类如下。

(1) 飞机基本情况。包括机型、批次、机号、用户名称、出厂日期、飞行时间、飞行起落。

(2) 故障信息。包括故障日期、批架次、故障现象、相关数据(飞参、NAMP 代码、MBIT 数据、MFL 清单和 PFL 清单、视频录象等)、故障原因、排除方法、串件信息、换件信息、

2010 年第 20 期·航空制造技术 51

* 国家 863 计划重点项目(2007AA040406)资助。

故障件名称、型号、件号、制造厂所、出厂日期、修理厂所等。

(3) 飞机使用信息。包括飞行日期、批架次、起落数、地面时间、飞行时间、执行工卡信息、保障设备及工具的故障信息、使用意见或建议、保障设备工具的使用频率等。

(4) 备件信息。包括名称、图号或型号、库存数量、备件状态、价格等。

(5) 飞机定检和大修情况。包括飞行时间及起落、定检类型、定检的起始时间、定检的结束时间、定检内容、大修单位、大修内容、大修开始时间、大修结束时间等。

(6) 重大故障或事故情况。包括飞机批架次、时间、地点、故障模

飞机维护服务系统关键技术

1 三维模型轻量化描述与管理

通过定义模型的轻量化格式,将大数据量的现有 CAD 模型转化为数据量小的基于 Solid3000 的轻量化模型,便于在线浏览器 S3kviewer 中查看模型属性。轻量化数据包括产品的几何数据、产品维护流程数据和其他数据(如批注信息等)。通过在线查看轻量化模型,获得模型的名称、修改时间和类别等信息,同时可以实现对模型文件及其属性信息的编辑、修改和删除等操作。具体实现包括三维产品模型轻量化转换工具、轻量化模型管理以及模型展示工具,技术体系如图 1 所示^[2]。

2 飞机维护规程管理与编辑

按照归纳好的飞机维护服务规程表达方式及现有的飞机维护服务规程模板构建技术,建设军机行业的产品使用维护规程模板库。通过编辑产品维护服务规程模板,生成产品维护规程,用于细化产品维护服务中的任务分工、流程控制等。

用户可以使用现有规程模板节点或添加自定义规程模板节点,生成树状规程模板,提供对现有飞机维护服务数据的管理功能,实现维护数据的查询搜索等功能,规范维护信息的组织和管理,提高飞机维护服务的工作效率。

3 飞机维护任务训练与应用反馈

飞机维护任务训练建立在维护规

程的基础上,把定义好的飞机维护规程导入飞机维护教程中,并在改进、优化现有产品维护教程制作技术的基础上,有效组织包含文字、图片、动画和三维模型混合内容的信息,构建基于三维可视化环境的产品维护教程编辑器^[3]。教员利用产品维护教程编辑器训练课程、训练任务与试题的协同编辑操作;学员登录系统进行飞机维护的课程学习、任务训练、在线考试、学习效果综合评估等;管理员负责进行训练课程的分配、系统权限的设置与系统的维护操作,系统后台根据学员的训练时长与训练效果生成学员报告,建立学员档案库。

应用反馈综合了飞机日常维护、故障诊断、大修等过程中发现的设计问题与制造问题,飞机维护人员培训问题以及应用服务系统自身问题的反馈信息,为飞机产品全生命周期管理中信息过滤、分类、索引,知识提炼、加工、整合、创新与更新提供支持。

系统开发与实现

1 系统运行平台

Maple Tree 是一个基础的运行平台和开发环境,在此基础上可以实现复杂的网络协同应用系统,适用于工程设计、分析、制造、实验、仿真领域,平台特点如下^[4-5]。

(1) 开放的数据库架构,通过 ODBC 支持多种数据库,如 Microsoft



图1 三维模型轻量化描述与管理技术体系

式、故障现象、排故工作和流程、故障原因、故障责任等。

2 飞机维护服务系统应用模式

在飞机维护服务信息分类的基础上,结合飞机维护服务现状及系统应用需求,采用制作、发布、应用及反馈 4 步循环的应用模式。围绕轻量化模型展示、维护规程、任务训练等维护内容,建立基于国产三维设计平台(solid3000)的飞机维护服务系统,实现飞机研制全生命周期管理(PLM)中设计数据管理向应用服务的延伸,形成数字化飞机服务系统的整体解决方案。

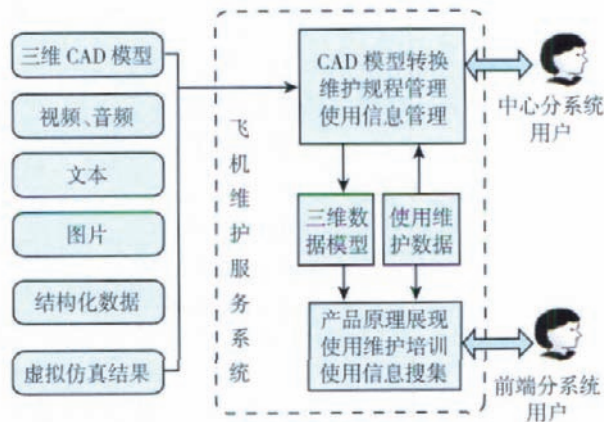


图2 数字化飞机维护服务系统功能

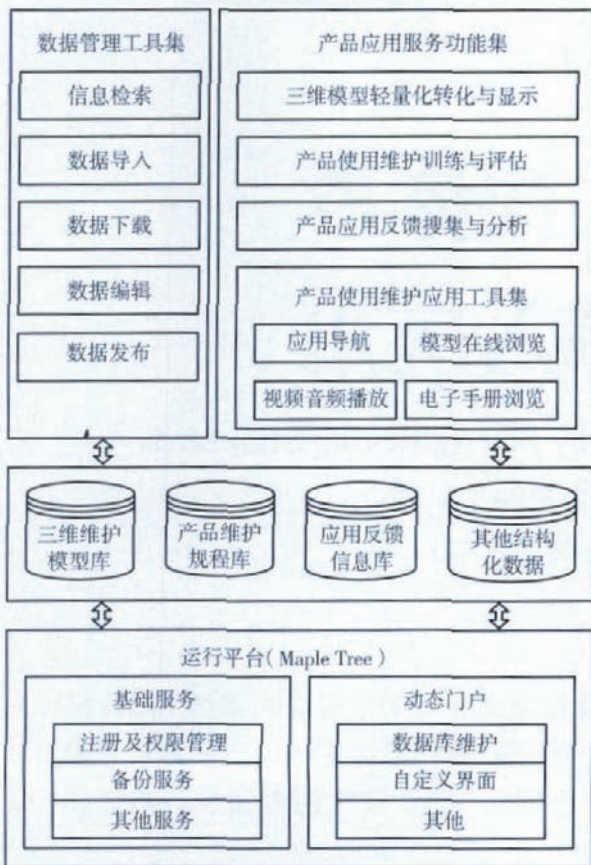


图3 数字化飞机维护服务系统框架

SQL Server、Oracle;

(2) 数据库可以轻松地储存主要对象,如三维轻量化模型、文本、图像、表格、视频、音频、警告等信息,方便检索;

(3) 以 B/S 为骨干的体系结构,方便基于网络的数据管理与应用;

(4) 大规模三维模型轻量化处理技术,使产品设计模型转化为可供所有维护的轻量化模型;

(5) 允许用户按照一定的工作项目浏览维护数据库;

(6) 增强的超链接功能,支持



图4 三维模型轻量化描述与管理

IETM 电子手册链接浏览;

(7) 具有以描述信息、任务信息、零件信息和故障信息为主题的数据快速查询通道。

2 系统功能

面向产品全生命周期,针对飞机等复杂产品应用服务的需求,构建基于三维CAD系统和协同门户技术的产品应用服务系统。系统采用中心分系统和前端分系统的2级应用架构。中心分系统负责创建产品应用模型,前端分系统负责浏览产品应用模型(见图2)。

3 系统总体框架

针对飞机产品维护服务的需求,开发基于三维CAD系统和协同门户技术的数字化飞机维护服务系统。系统开发了信息检索、数据导入、数据下载、数据编辑、数据发布等数据管理工具集以及三



图5 飞机维护规程管理与编辑



图6 飞机维护任务训练与应用反馈

维模型轻量化转化与显示、产品使用维护训练与评估、产品应用反馈搜集与分析以及产品使用维护应用工具集等飞机维护服务功能集。系统总体框架如图3所示。

4 系统实现

基于 Maple Tree 基础运行平台和开发环境,结合飞机维护规程手册以及具体的飞机维护任务实例,开发了数字化维护服务原型系统,并进行了初步的应用验证,功能模块如图4~6所示。

结束语

以产品维护过程定义和维护信息共享为重点,基于三维数字模型和国产三维CAD平台Solid3000,结合飞机产品应用服务领域的知识规范,构建了数字化维护服务原型系统。

该数字化维护服务原型系统直接针对飞机产品使用维护设计过程,所提出的飞机产品应用服务技术正是目前飞机设计企业急需解决的问题,有着强烈的型号需求背景,对提高国防设计企业快速研发能力和创新技术水平,降低研发成本,具有重要的军事、经济和社会效益。

参考文献

- [1] 冯雷,范玉青. 飞机维护虚拟样机技术研究及实现. 航空制造技术,2004(10): 88-91.
- [2] 刘云华,刘俊. 陈立平产品三维数据模型轻量化表示实现. 计算机辅助设计与图形学学报,2006,18(4): 602-607.
- [3] 官颂. 波音757飞机维护CBT课件的开发与研制. 中国民航学院学报,2001,19(1): 58-62.
- [4] Hsia T C. Evaluating the writing quality of aircraft maintenance technical orders using a quality performance matrix. International Journal of Industrial Ergonomics, 2007(37): 605-613.
- [5] Vora J, Nair S. Using virtual reality technology for aircraft visual inspection training: presence and comparison studies. Applied Ergonomics, 2002(33): 559-570.

(责编 良辰)