

空间多载荷协同工作信息可视化研究

李博权^{1,2,3}, 王红飞², 李绪志²

(1 中国科学院 光电研究院, 北京 100094; 2 中国科学院 空间应用工程与技术中心, 北京 100094;

3 中国科学院 研究生院, 北京 100190)

摘 要: 针对载人航天器有效载荷多、数据量大、运控工作信息不便于总结分析管理的问题, 利用 GIS 可视化显示功能, 在地图上显示对地观测载荷观测区域; 统计有效载荷的工作时间、任务号使用量、工作次数、数据量, 利用 ZedGraph 控件将其进行可视化显示对比, 并通过甘特图实时显示载荷的工作进程。通过验证, 可展示各载荷间协同工作时序关系, 并友好显示载荷的工作信息, 方便决策者根据显示的工作信息分析载荷的工作进展。

关键词: 载荷; 地理信息系统; 可视化; 甘特图

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)08-0078-04

Research on Visualization of Space Multi-Payload Coordinated Work Information

LI Bo-quan^{1,2,3}, WANG Hong-fei², LI Xu-zhi²

(1 Academy of Opto-Electronics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China; 2 Technology and Engineering Center for Space Utilization, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China; 3 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: With the consideration of spacecraft problems that the quantity of payload was great and it had large amount of data, which was unsuitable for summary and analytical management. Through utilizing the function of GIS visual display, each payload observation field could be displayed on the map. Statistics of payload include work time, amount of task numbers, work times and quantity of data which were visualization compared and displayed by using ZedGraph control. Working process of payloads were displayed by Gantt Chart. Through verification, each payload can work coordinated and the information was all displayed visually, so that policy maker analyses the work of payloads in accordance with displaying work information.

Key words: payload; GIS; visualization; gantt chart

1 引言

空间是一个天然实验室, 太空的高真空、强辐射、高洁净、高热、深冷和微重力环境, 都是地面上难以获得的资源。载人航天器能够提供更多的资源, 具备开展较大规模空间应用的条件, 可以系统地、高水平地开展地球观测、空间科学实验和空间应用新技术试验等方面的任务。并且载人航天器具有相当的装载能力和很长的寿命, 能提供高速数据传输和海

量数据存储, 具备开展综合性、多波段、多参数和长期对地观测的能力, 有利于观测和研究较长时段观测对象的变化和趋势。

本文将针对载人航天器地球观测领域对地观测载荷多、观测区域广的特点, 综合显示载荷对地观测区域, 在地图上进行可视化显示; 并将科学实验载荷、空间探测载荷、航天遥感载荷等有效载荷的工作数据分别进行统计, 通过柱状图直观方便显示各个载荷的工作情况; 将各个载荷的工作进展通过甘特

收稿日期: 2012-01-11; 修回日期: 2012-02-23

基金项目: 国家“八六三”计划基金资助项目(2007AA120202)

图实时显示. 通过以上数据处理, 将有效载荷的工作信息进行的可视化处理, 提供了数据管理的技术支持, 方便决策者根据显示的工作信息, 分析载荷的工作进展, 并对以后的工作任务进行规划调度, 使有效载荷可以协同工作.

2 多载荷工作信息可视化设计

载人航天器多载荷工作信息可视化系统主要解决载荷协同工作以及信息友好显示问题, 系统要将载荷信息通过图形界面进行直观方便的可视化显示, 方便决策者了解载荷的工作进展. 根据设计目标, 系统功能包括对地观测区域显示, 载荷工作信息统计比较和载荷工作进程显示, 如图 1 所示.

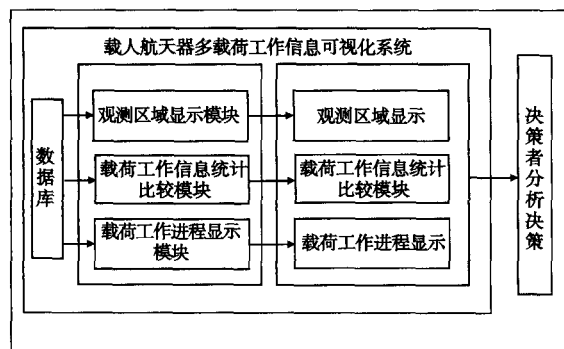


图1 载人航天器多载荷工作信息可视化模块结构

载人航天器多载荷工作信息可视化系统中各个模块的功能如下:

(1) 对地观测区域显示模块

对地观测区域显示模块的主要功能包括将对地观测系统 XML 文件中记录的对地观测区域在地图上显示, 地图上显示观测区域的经纬度, 查找自己关心的区域是否被载荷拍摄, 测量观测区域之间的距离.

(2) 载荷工作信息统计比较模块

载荷工作信息统计比较模块的主要功能包括将科学实验载荷、空间探测载荷、航天遥感载荷等有效载荷的工作信息文件中的内容进行记录, 将有效载荷的工作时间、任务号使用量、工作次数、数据量进行统计, 利用 ZedGraph 工具通过柱状图将统计的数据进行显示比较.

(3) 载荷工作进程显示模块

载荷工作进程显示模块负责利用甘特图显示空间生命科学及生物技术载荷、空间材料科学载荷、微重力流体物理科学载荷、空间环境及物理探测载荷、空间天文观测载荷、地球环境探测载荷等有效载荷

已经完成的工作时段以及即将进行的工作时段, 方便决策者了解载荷的工作进程.

3 软件主要功能模块的实现

3.1 观测区域显示模块

地理信息系统(GIS)是在计算机软硬件的支持下, 综合地、动态地获取、存储和分析地理环境信息的空间信息系统.

GIS 可视化技术是目前信息领域中广泛应用的一项技术, 它具有人性化设计界面风格, 实现了文本、图形图像信息相结合的定位、查询、检索模式, 信息表达形象化、直观化, 操作简便等特点^[1]. 与传统意义上的数据表示相比, 地理信息可视化的特征主要体现在交互性、集成性、动态性等几个方面^[2].

对地观测区域显示模块的开发方式是基于嵌入 GIS 软件-ArcGIS Engine 在 .NET 平台上做集成式的二次开发, 采用 ArcGIS Engine 中的 MapControl 控件来加载地图. MapControl 控件是独立开发中主要使用的控件之一, 主要用于地理数据的显示和分析, 提供了许多属性、方法和事件, 如显示控件的地图属性、在控件中添加和管理数据图层、将地图文档文件载入控件等^[3].

载人航天器多载荷对地观测区域显示流程包括数据建立、数据查询以及观测显示. 数据建立是将计划软件生成对地观测计划文件导入数据库中. 数据查询是查询所关心时间段内各个载荷对地观测情况. 观测显示是将查询到 XML 数据文件后, 从数据库中导入对地观测的 XML 文件, 读取文件中对地观测区域, 利用 IMap 接口管理 Map 对象中的 layer 对象, 将 XML 文件中表示同一区域的点坐标相连, 添加到 World.mxd 地图上, 同时显示, 载荷的观测区域默认用红色填充. 决策者可以根据地图显示情况协调载荷对地观测工作. 图 2 所示为对地观测系统有效载荷某一时间段观测区域显示.

地图的基本操作包括:

(1) 图层控制: 控制地图图层的显示顺序和图层数目.

(2) 保存: 将显示的观测地图进行保存.

(3) 放大: 选择放大功能, 可以选择放大区域, 使地图只显示放大的区域, 或以某点为中心进行放大.

(4) 缩小: 选择缩小功能, 可在地图上以已所选择的点为中心进行缩小.

(5) 选择中心点: 以选择的点为中心显示地图.

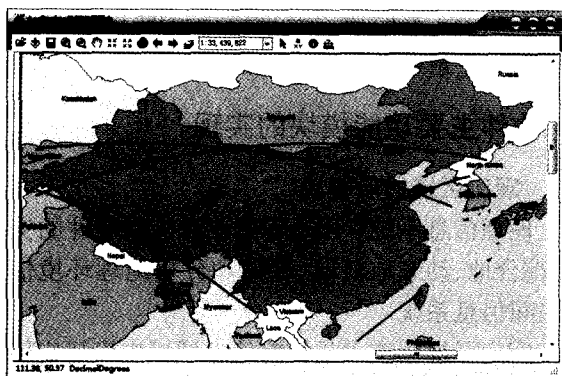


图2 多载荷对地观测区域显示

(6) 全球显示:可直接显示全球所有的观测区域。

(7) 选择显示比例:以选择的中心点按比例显示地图。

(8) 选择点坐标:可以查看自己所关心的区域是否被观测到。

(9) 选择观测区域所属国家省份:选择自己所关心的区域,地图弹出窗口会自动显示此区域所属的国家以及省份。

(10) 折线测距:计算地图上任意多点的距离,点的位置用鼠标在地图上点击确定,弹出的窗口显示计算结果。

3.2 载荷工作信息统计比较模块

ZedGraph 是一个开源的 .NET 图表类库,它可以创建 2D 的线性图、条形图和饼图。这个类库适应性强,几乎所有式样的图表都能创建。ZedGraph 既可以作为 Windows 窗体用户控件又可以作为 ASP 网页控件^[4]。ZedGraph 的类库灵活性高,几乎图表的每个层面都可以被用户修改。同时,为了保证类库的易用性,所有的图表属性都提供了缺省值。

ZedGraph 主要包含以下类:

(1) MasterPane:从 PaneBase 继承,一个可以操纵多个 GraphPane 对象的类。当 GraphPane 类能直接为单个画图板所使用时,MasterPane 类就可不用了。同时提供了布局、排列和操作单个 GraphPane 对象的方法。

(2) GraphPane:图表的主要类,从 PaneBase 继承,作为属性包含所有其他的类。可以改变画图板的标题,框架和轴,以及背景等等。

(3) XAxis, YAxis, Y2Axis: Axis 的子类,包括轴显示方面的属性,如 tics, grids, colors, pens, fonts, labels 和 styles。

(4) PointPairList:是一个集合类,是 PointPair 对象的集合,PointPair 类是一个包含 (X, Y) 的坐标类。

载荷工作信息统计比较模块是利用 ZedGraph 控件在 .NET 平台上开发,制图流程包括数据建立、数据录入、数据查询以及数据制图 4 部分。

数据库中的数据包含 2 个部分,一部分是记录载荷工作信息的历史数据,二是每日生成的载荷工作计划数据。数据中的基本信息包括开机的有效载荷、有效载荷工作开始时间、有效载荷工作结束时间、有效载荷的工作模式、有效载荷所使用的任务号、载人航天器飞行的圈数、有效载荷工作数据的压缩率、有效载荷工作数据量等。数据录入是将自己所关心的工作时间段内的有效载荷工作数据导入载荷工作信息统计比较模块中,并显示出来。

数据查询是查询所选择时间段内各个载荷总共的工作时间、任务号使用量、工作次数、工作数据量。数据显示是根据不同的查询结果,应用 ZedGraph 控件绘制成柱状图。

柱状图的绘制步骤为:选择存放于 ListView 中的查询出的数据,将点数据放于 PointPairList 中,由 AddBar 函数将存于 PointPairList 的点数据写入柱状图对象 myCurve 中。管理者可以根据载荷的工作时间以及实际的观测需求,修改载荷的工作计划,使各载荷协同工作。图 3 所示为模拟的科学实验载荷、空间探测载荷、航天遥感载荷某一时间段工作次数,利用 ZedGraph 控件将查询和统计结果绘制为柱状图的比较。

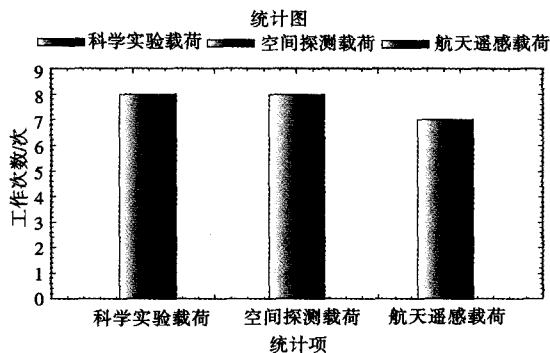


图3 有效载荷工作次数统计比较

3.3 载荷工作进程显示模块

甘特图(Gantt chart)又叫横道图、条状图(Bar chart)。它是以图示的方式通过活动列表和时间刻度形象地表示出任何特定项目的活动顺序与持续时间。甘特图内在思想简单,基本是一条线条图,横轴

表示时间,纵轴表示活动(项目),线条表示在整个期间上计划和实际的活动完成情况.它直观地表明任务计划在什么时候进行,及实际进展与计划要求的对比^[5].管理者由此极为便利地弄清一项任务(项目)还剩下哪些工作要做,并可评估工作进度.在工程控制的方法中,甘特图是一种十分有效的工具.

GanttPlanner 控件是一个由纯.NET 编写的 WinForm 控件,以甘特图和日程表的形式展示数据,提供较为丰富的 API 和功能支持.其架构最初源自 codeproject 上一个仿 outlook 日程表的 Day-View 控件,修改成适合时间进度展示的 GanttPlanner 控件,并做了功能上的扩充.其功能特点包括:(1)纯.NET 代码编写,不含 Win32API 引用;(2)节点支持各种拖拽模式;(3)可以通过拖拽来缩放节点;(4)可以直接在线编辑(数据源同步更新);(5)支持百分比指标的显示/隐藏;(6)根据一行中的节点数自动调整节点高度;(7)可高亮显示指定的时间段(如工作日);(8)支持行、列定位;(9)支持 Tooltip 的显示及自定义 Tooltip 内容;(10)时间刻度可缩放;(11)支持各节点不同背景、边框颜色,支持自定义主题.

载荷工作进程显示模块是利用 GanttPlanner 控件在.NET 平台上开发,在已经建立的数据库基础上进行数据查询、数据导入、显示 3 个部分内容.

数据库中的数据包括 2 个部分,一部分是已经规划好的载荷工作时间,一部分是规划中的载荷工作计划时间.数据查询是查找载荷已完成的工作时间文件以及新生成的载荷工作计划.数据导入是导入已选择的载荷工作文件.显示部分是根据导入的载荷工作文件显示载荷的工作进程,横坐标为时间轴,纵坐标为科学实验、空间探测、航天遥感等空间应用有效载荷,进度条代表载荷的工作时间段.

通过 DisplayItemForGantt 函数导入载荷拍摄开始时间,载荷拍摄结束时间,同时显示其工作进程.图 4 所示为模拟的 2011 年 10 月 10 日空间生命科学及生物技术载荷、空间材料科学载荷、微重力流体物理科学载荷、空间环境及物理探测载荷、空间天文观测载荷的工作进程,途中黑竖线左半部分是载荷已完成的工作时段,右半部分为载荷即将进行的工作时段.

4 结束语

本系统将载人航天器多载荷协同工作信息与地理信息系统、ZedGraph、甘特图相结合,将复杂的载

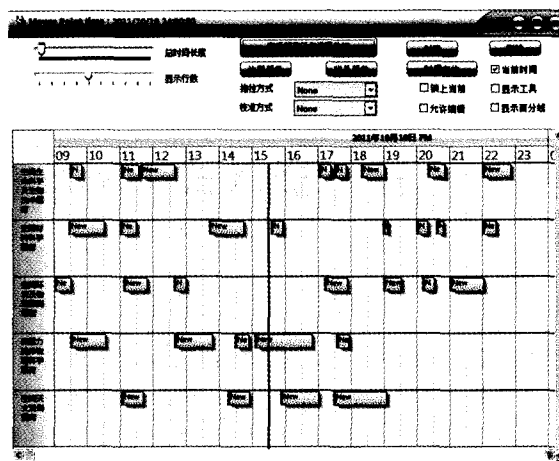


图 4 载荷工作进程显示

荷协同工作信息进行综合分析处理,并可视化显示,使之协调工作,同时提供了友好的人机交互界面,使决策者了解载荷的工作进展,并支持下一步的任务规划.在软件仿真实验中,系统针对科学实验、空间探测、航天遥感等空间应用有效载荷的工作信息进行可视化显示.同时本系统具有很强的扩展性,可以根据未来我国空间站的实际建设情况动态配置应用场景,进行可视化显示,决策者可以根据显示的载荷工作信息进行规划,使各个载荷可以协同工作.

参考文献:

- [1] 柴秀荣,王儒敬.基于 GIS 的农产品价格聚类的可视化[J].微电子学与计算机,2009,26(6):86-92
- [2] 彭际奎,胡平.基于 Web 的空间数据可视化研究[J].微电子学与计算机,2010,27(1):147-150.
- [3] 严丽.基于 ArcGIS Engine 的海洋动目标综合显示系统的研究与开发[D].成都:电子科技大学,2009.
- [4] 化成君,张胜茂.基于 ZedGraph 的大洋金枪鱼渔获信息统计制图[J].电脑开发与应用,2011,24(3):59-61.
- [5] 薛炳良,段香丽,陈冬.先进制造车间生产计划的干特图显示方法研究[J].现代生产与管理技术,2003,20(4):23-26.

作者简介:

- 李博权** 男,(1987-),硕士研究生.研究方向为任务规划.
- 王红飞** 男,(1981-),博士研究生.研究方向为卫星智能计划调度系统.
- 李绪志** 男,(1968-),研究员,博士生导师.研究方向为地面应用系统总体设计、综合信息系统、智能化航天器运行管理系统、智能信息处理.