

机器人卫星自主控制系统地面微重力实验平台¹⁾

刘 宏 洪炳熔 彭成宝 蔡鹤皋

(哈尔滨工业大学, 哈尔滨 150001)

本文介绍了我国自行研制的第一个机器人卫星自主控制系统地面微重力实验平台的关键技术及“九五”期间将开发的新一代机器人卫星自主控制系统地面微重力实验平台。前者已于1995年通过部级鉴定

1 机器人卫星及其自主控制

机器人卫星(Robot Satellite, 简称RS)是在卫星上搭载空间机械臂构成的一种空间自由飞行机器人。RS可以在恶劣的宇宙空间环境中代替宇航员完成舱外作业(EVA),减轻宇航员的工作负担和危险性,提高空间作业效率。空间环境的特殊环境及空间作业的复杂性,要求自由飞行的RS具有比地面机器人更高的自主性。欧、美、日等国已经建立了各种地面实验平台,如美国MIT的卫星机器人模动车,日本东京工业大学研制的二维自由飞行机器人卫星地面实验平台以及美国Stanford大学研制的双臂空间机器人地面实验平台。1987年我国正式立项开始空间机器人研究,“八五”期间我国的目标是研制空间智能机器人地面实验综合平台。本文介绍的RS微重力地面实验平台是上述计划的重要部分。

2 微重力环境模拟技术

在地面实现和宇宙空间相同的微重力环境是RS地面实验的关键技术,如何选择和实现对微重力的模拟是本文研究工作的出发点。目前,微重力环境的模拟方法有以下几种:(1)在降落塔或弹道飞行的飞行器上进行实验。(2)利用水的浮力在水中进行实验。(3)利用空气的润滑性,在平面上以非接触形式支持模型进行实验。(4)利用数学模型实现。

本文研究根据实验室环境的特点及自主控制的研究需要,采用方法(3)实现的微重力模拟系统包括:玻璃实验平台、RS实验模型及装在实验模型上的高压气罐。高压气罐喷气时,RS模型与玻璃平台之间形成6个空气轴承,形成微重力无拖动的实验

效果^[1]。应当指出的是,与国外目前建立的多数系统相似,该系统只是在水平面内模拟微重力环境

3 RS自主控制系统

根据NASA提出的定义,自主系统构成:传感→识别→知识库→规划→控制→执行等组成的循环。本文介绍的RS自主控制系统以上述循环为设计原则,并具有以下特点:

(1)实时的视觉处理功能:完成对RS模型及动态环境信息的识别和定位

(2)基于广义雅可比矩阵和卫星姿态调解节的RS运动控制策略

(3)视觉、规划、控制模块构成的主/从式计算机系统

(4)微重力环境下的避免碰撞运动规划。这项与人工智能技术相结合的研究是国外同类研究中尚未见报道的开拓性工作^[2,3]。

4 计算机仿真系统

计算机仿真系统包括:RS运动学仿真、RS动力学仿真、RS遥控仿真、RS自由飞行仿真、RS姿态控制仿真和RS避免碰撞障碍物运动仿真等。仿真软件由C语言编写程序,在BM486型微机上运行。通过计算机仿真验证了这里提出的微重力环境下运动模型及规划算法的可行性。

5 “九五”期间将要开发的双臂RS自主控制系统地面实验平台

“九五”计划期间我们将开发双臂型机器人卫星自主控制系统地面实验平台。现将两个平台的主要技术性能进行比较:

	“八五”期间	“九五”期间
RS模型:	单臂模型	双臂模型
运动状态:	自由浮动	具有喷气移动功能

¹⁾国家自然科学基金资助项目、航天部“八五”国防科技预研项目资助

控制策略:	单臂控制	双臂协调控制
目标状态:	静态目标	动态目标
视觉功能:	二维视觉	三维立体视觉
	目标定位	跟踪、对接
硬件环境:	主/从系统	支持自主控制的 计算机网络系统

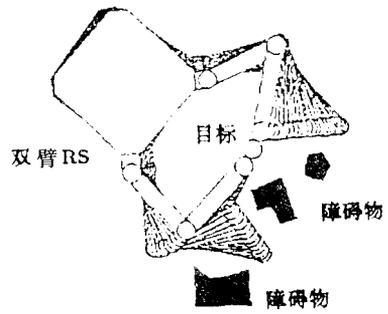


图2 微重力环境下双臂RS无碰运动规划

目前已经完成双臂RS自主控制系统的计算机仿真部分,建立了动力学干扰模型^[4],基于双臂协调的卫星姿态控制算法及路径优化算法^[5],提出了实验模型设计和网络系统的设计。图1为“八五”期间开发的地面实验平台的照片,图2为“九五”工作计划中,目前已经建立的双臂RS避免碰撞运动规划系统计算机仿真实验结果

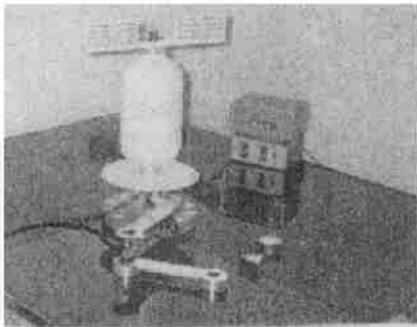


图1 RS自主控制系统地面实验平台

参 考 文 献

- 1 洪炳熔,刘宏等.空间自由飞行机器人自治控制系统地面实验模型的研究.第一届全球华人智能控制与智能自动化大会论文集,北京:科学出版社,1993
- 2 Hong, Hong Bingrong, Wu Wein. Knowledge-based Space Robot Motion Planning System. IFAC: International Conference on Intelligent Autonomous Control in Aerospace, Beijing, 1995
- 3 吴为民,洪炳熔,刘宏,朱铁一,车骊.空间机械手无碰撞路径规划策略与实现.第二届海内外华人航天科技研讨会论文集,北京,1994
- 4 Hong, Hong Bingrong, Cai Hegao. Dynamics oriented configuration space optimum modelling for robot satellite. 哈尔滨工业大学学报(英文版),1996,3(3)
- 5 Bingrong, Liu Hong. Space Robot Dual-manipulator Coordinate Motion Planning. IFAC: International Conference on Intelligent Autonomous Control in Aerospace, Beijing, 1995

(本文于1996年4月22日收到)

中国科协第9次“青年科学家论坛”纪要(节录)

中国科协第9次“青年科学家论坛”于1996年5月在北京举行。由清华大学杨卫教授,郑泉水教授,中国矿业大学谢和平教授,中国科学院力学研究所洪友士研究员担任执行主席。“论坛”分为3个报告单元和2个讨论单元,报告单元主题是:现代力学与中国的基础建设(谢和平,顾元宪主持);现代力学与中国的高新技术(方竞,郑晓静主持);现代力学的学科进展(洪友士,涂善东主持)。讨论单元的主题是:跨世纪期间力学理论与应用的重大问题(杨卫主持);年轻力学专家的跨学科、跨地区、跨国

合作(郑泉水主持)。

本次“论坛”体现出3个显著特点:(1)与会年轻专家的高水平;(2)各项准备工作的规范和周密;(3)会议期间由于大学准备充分,报告认真,从而交流了大量信息,并作了热烈讨论。

本次“论坛”报告于1996年6月由清华大学出版社以《走向21世纪的中国力学——中国科协第9次青年科学家论坛报告文集》为书名,作为正式出版物出版。国家自然科学基金委员会资助了此

(下转第62页)