

基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制方法研究

庞阿源, 刘亚洲

(南京理工大学 计算机科学与工程学院, 南京 210094)

摘要: 传统的武器装备混合调度控制方法抗干扰能力差, 控制的武器装备数量很少; 为了解决上述问题, 基于高性能并行计算研究了一种新的武器装备混合调度控制方法, 通过高性能并行计算求出混合调度周期, 与基本调度周期进行对比, 判断武器装备是否适合混合调度, 设置实时调度集和优先调度集, 确定实时调度命令, 根据得到的调度命令, 多次传递武器信息, 实现调度工作; 通过研究的调度方法在武器装备上标记电子标签, 引入计算机技术提取控制指令, 在多次审核武器装备信息后, 完成武器装备的控制工作; 为验证研究的调度控制方法操作效果, 与传统调度控制方法进行对比实验, 结果表明, 基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制方法具有很强的抗干扰能力, 控制的武器装备数量也远远大于传统控制方法, 对于现代武器装备管理有着积极的促进意义。

关键词: 高性能并行计算; 武器装备; 混合调度; 调度控制方法

Research on Hybrid Scheduling Control Method for Weapon Equipment Based on High Performance Parallel Computing

Pang Ayuan, Liu Yazhou

(School of Computer Science and Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: The traditional hybrid scheduling control method of weapons and equipment has poor anti-jamming ability, and the number of controlled weapons and equipment is very small. In order to solve the above problems, a new hybrid scheduling control method for weapon equipment is studied based on high performance parallel computing. The hybrid scheduling cycle is obtained by high performance parallel computing, and compared with the basic scheduling cycle to determine whether the weapon equipment is suitable for hybrid scheduling. Real-time scheduling set and priority scheduling set are set to determine the real-time scheduling command. According to the obtained scheduling command, The information of weapon is transmitted many times to realize the dispatching work. Through the research of scheduling method, electronic tags are labeled on weapons and equipment, and computer technology is introduced to extract control instructions. After checking and verifying the information of weapons and equipment several times, the control work of weapons and equipment is completed. In order to verify the operation effect of the scheduling control method studied, a comparison experiment with the traditional scheduling control method is carried out. The results show that the hybrid scheduling control method based on high performance parallel computing has strong anti-jamming ability, and the number of controlled weapons and equipment is much larger than that of the traditional control method. It has a positive promotion significance for modern weapon and equipment management.

Keywords: high performance parallel computing; weapon equipment; hybrid scheduling; scheduling control method

0 引言

高性能并行计算在发达国家的国防战略、作战方案分析评估、危机预测预警、武器装备体系规划等军事领域得到广泛应用。在武器装备混合调度控制方法上, 如果能够应用高性能并行计算的相关技术, 将会更加利于发现并解决过程中存在的问题, 不断优化武器装备的调度控制过程^[1]。

随着我国武器装备建设的不断发展, 武器装备的种类

和数量大量增加, 因此, 现代军事对计算机的计算能力也提出了更高的要求, 单处理器已经无法满足现代武器装备的混合调度控制。高性能并行计算指的是利用多处理器集群, 以提高计算能力为目的, 将计算任务进行分配, 在不同的计算节点处进行并行处理, 形成高性能计算环境的一种计算方法^[2]。它具有高可靠性、高性价比、高应用支持性等优点, 因此, 高性能并行计算技术是一种解决当前武器装备混合调度控制的有效方法。

当前武器装备在指挥、侦察、控制、通讯、动力等方面, 都趋向于标准化、自动化、模板化。高性能并行计算具有数据量大、计算量大的特点, 能够满足武器装备调度控制规模不断扩大的要求。将高性能计算应用于武器装备混合调度控制方法中, 可以扩大计算范围, 加大通讯和数

收稿日期:2018-12-26; 修回日期:2019-01-18。

作者简介: 庞阿源(1988-), 男, 陕西周至人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事图像处理, 模式识别, 计算机仿真方向的研究。

刘亚洲(1979-), 男, 内蒙古土默特右旗人, 博士, 副教授, 主要从事图像处理, 模式识别方向的研究。

据交换量,提高调度控制效率。本文基于高性能并行计算,从实际需求出发,针对武器装备混合调度控制的关键技术和方法进行研究,充分发挥高性能计算的优势,满足武器装备体系的多样性和复杂性的要求,对武器装备混合调度实现实时控制^[3]。

1 基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制

1.1 判断武器装备是否适合调度

在进行混合调度控制时,要通过计算调度周期判断是否适合调度,武器装备混合调度周期基本周期计算公式为:

$$T_{BC} = GCD(T_1, T_2, \dots, T_M) \quad (1)$$

公式(1)中, (T_1, T_2, \dots, T_M) 为周期集合, GCD 为周期值中的最大公约数, T_{BC} 为求得的基本周期。

$$T_{MC} = LCM(T_1, T_2, \dots, T_M) \quad (2)$$

公式(2)中, LCM 为周期值中的最小公倍数, T_{MC} 为求得的矩阵周期。

通过公式(1)和周期集合求得调度周期与基本周期的比值 k_i :

$$k_i = \frac{T_i}{T_{BC}} \quad (3)$$

公式(3)中, $T_i \in (T_1, T_m)$ 。

基本周期个数 $N_{BC} = \frac{T_{MC}}{T_{BC}}$, 基本周期内可以调度控制的最大调度武器数量为:

$$Y_{max} = \frac{(T_{BC} - N_{BC})}{T_m} \quad (4)$$

当调度数量 $Y_s \leq Y_{max}$, 则可以实现调度控制; 当 $Y_s > Y_{max}$, 则不可以实现调度控制。

1.2 基于高性能并行计算的武器装备混合调度

武器装备调度原理图如图1所示。

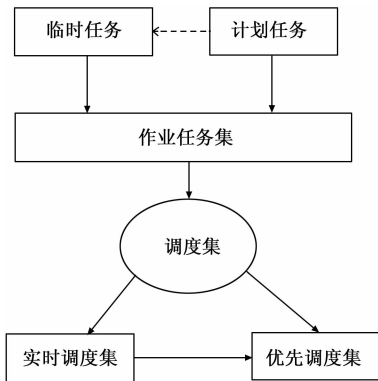


图1 武器装备混合调度原理

如图1所示,为了将武器调度效果优化,按任务下达的时间将调度周期中的任务分为计划任务和临时任务两个集合。在调度任务集中,计划任务集相对稳定,是确定的,作为整个周期的主体部分,一般采取优化调度的方法。而临时任务集则是随机的,是临时紧急任务,一般具有较高的优先性,其内容和时间都不确定,要采取实时动态的调度方法。调度时将各种资源进行比较,判断任务的紧急性,将资源进行分派,有效利用调度资源,最大程度保证任务

的按时完成^[4]。

由于武器装备数量大,因此调度控制时需要加大工作量,确保调度工作高效、协调地运行。如若调度质量无法达到有效保证的标准,将直接威胁武器装备系统的效能,甚至直接影响战时作战状况。

如何保证武器装备混合调度的质量,有效发挥其辅助论证作用,是当前研究的一大课题。在进行武器装备调度时,要严格遵守军用软件相关规定指南,基于需求分析,设定调度方法,进行调度过程设计,完成验证和确认,最终进行调度结果评审和管理。

如图2所示,本文基于高性能并行计算的武器装备混合调度的工作流程大致如下:

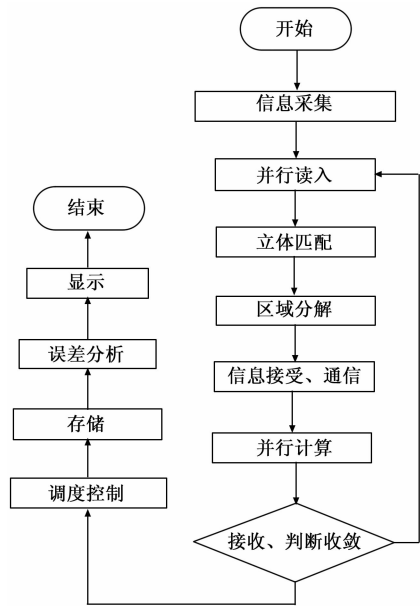


图2 基于高性能并行计算的武器装备混合调度过程

调度时, Oracle 数据库管理后台中会将采集到的信息进行分类、分别进行用户、部门、环境、装备管理,通过人机接口管理调度工作的正常运行,进行分段并行读入。将信息立体匹配,进行区域分解。区域分解是并行计算中的有效策略,能够将一个复杂问题分解成一组小问题,再将小问题进行求解、将解进行合并,从而得到大问题的解,达到提高计算效率的目的。并行计算简单来说就是多个处理器并行完成数据信息的分类处理,以完成对武器装备的混合调度控制。将处理后的数据进行存储和误差分析,将结果进行显示,结束武器装备的混合调度控制。

执行调度命令的用户可分为管理员、操作员以及普通用户3种不同身份,因此不同身份登录系统会被给予不同的权限,从而保证系统的机密性和安全性。

武器装备管理是整个调度过程最重要的一步,能够完成对调度工作的查看和管理,确保结果的准确性。通过对武器装备的现状、出厂信息进行统计管理,满足用户实时了解武器装备状况的要求,另外在武器装备实际管理中,会将所有武器装备的实际信息进行实时添加和修改,以满足混合调度的目的。在武器装备进行维修、交接、定级、

出入库等工作时, 武器装备的质量管理将会对其进行动态化管理, 自动生成对武器装备的盘点、分配, 在空间角度上提升对武器装备物资的有效调度控制。调度时, 还要对环境进行分析和处理, 这一步骤可以获取现场环境的各种信息, 以实现武器装备的全方位可视化远程管理控制。在数据维护时, 已录入的信息要不断进行维护和更新。

一旦调度过程出现问题, 武器装备的信息就会丢失, 进而造成严重后果, 因此, 调度时要设置备份功能, 及时更新备份信息, 并能够随时将实际信息进行打印输出, 满足工作人员对数据信息的需求。本文研究的基于高性能并行计算的武器装备混合调度方法能够提高武器设备的管理和维护效率, 帮助技术人员实时掌握设备的综合情况, 减少人工劳动量, 降低工作成本^[5]。

1.3 基于高性能并行计算的武器装备控制研究

通过本文设计的调度方法实现武器装备的控制, 控制过程同时引进了计算机技术、网络技术、通信技术等大量先进的技术, 其中计算机技术为核心技术, 计算机技术主要包括了以下几种关键技术, 作为混合控制方法的核心技术, 组件化构建技术采用事件驱动机制, 为实现调度的操作和拓展打下坚实的基础。调度后的武器装备, 对象数量多, 操作范围广, 需要调度控制的过程复杂, 因此, 运行过程中会产生高交互频率的信息。这就会造成整个过程数据量、通讯量、计算量和存储量的急剧增多, 因此在控制时加入了协同控制机制, 保障结果的准确可靠性, 满足信息时效性的要求。

由于武器装备系统目标数量多, 交互复杂度高且事件并发性强, 因此回退频繁和效率下降的问题频频出现, 必须要加强底层服务的事件调度、消息管理、时间管理工作效率, 在保证信息调度正确的同时, 提高控制过程的时效性。

武器装备控制工作模式如图3所示。

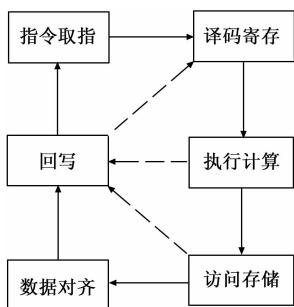


图3 武器装备控制工作模式

如图3所示, 混合武器装备控制模式工作比较复杂, 在使用本文研究的调度方法对武器装备进行控制时, 电子标签和条码号会嵌入在武器装备实体上, 根据种类的不同, 不同的武器装备会进行不同的管理, 采用多传感器控制模式进行数据的控制^[7]。

装备信息传递是保障整个控制过程顺利运行的基础, 传统的信息传递方法受地域和装备的种类和数量的因素影响较为严重, 缺乏信息的交流和共享, 使得各单元重复大量工作, 影响控制工作效率。因此, 在利用本文设计的调

度方法控制武器装备时, 必须要注意信息的传递, 对任务进行量体裁衣, 确保精密性, 实现分散部署、联合保障的目标, 通过前方的快速采集和实施诊断实时反映武器状况, 为一线人员服务^[8]。同时, 武器装备的完整数据会及时传递至后勤保障中心, 方便技术人员进一步分析装备状况, 预计分析装备的故障情况, 并由技术人员与使用人员沟通, 进行信息交互, 解决故障隐患^[9]。

为了确保调度后的武器装备控制结果准确性, 在使用本文调度方法控制武器装备的过程中, 所有信息都要在文件中记录, 工作人员要对每一次控制结果进行审核, 判断控制的结果是否符合实际情况和军事要求, 如果能够同时满足上述限定条件, 则证明达到预期的控制效果; 如果不能满足上述限定条件, 则证明与预期的控制效果不符合, 需要重新进行控制。

2 验证实验

2.1 实验目的

为了检测本文基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制方法的实际工作效果, 将本文设计调度控制方法的与传统调度控制方法进行对比, 设计了对比实验。

2.2 实验参数设置

设置实验参数如表1所示。

表1 实验参数

项目	数据
电压	100V
电流	30A
功率	500W
CPU 硬盘容量	1T
CPU 主频	2.4GHz
运行内存	1024GB
像素点	1024 * 768
对比度	100:1
响应时间	10-30 μ s
工作温度	-45-85 $^{\circ}$ C
辐射级别	B级
操作系统	Windows 10
设备接口类型	I/O型

2.3 实验过程

根据上述设定的参数进行实验, 选取传统武器装备调度控制方法和本文基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制方法在同一环境下进行工作, 分别对同一批武器装备进行调度和控制, 记录两个方法的抗干扰能力和控制范围, 分析实验结果。

2.4 实验结果与分析

实验结果如下。

2.4.1 抗干扰能力测试比较

由图4可知, 武器装备调度控制方法在信息传递过程中受地域和装备的种类和数量等因素的影响较为严重。在进行抗干扰能力测试时, 传统武器装备调度控制方法的波

动幅度较大, 干扰值在 $-0.6 \sim 0.6$ 之间, 而本文基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制方法波动幅度较小, 干扰值在 $-0.2 \sim 0.2$ 之间。综上所述, 本文基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制模型具有更高的抗干扰能力, 性能明显优于传统武器装备调度控制模型。传统调度控制方法对于信息的传递能力很差, 在调度和控制过程中缺少降噪处理, 信号内部加入大量干扰信息, 直接影响工作效果。本文研究的武器装备混合调度方法加入了降噪处理, 信号中的干扰信息被有效剔除, 进一步促进调度工作的顺利进行。

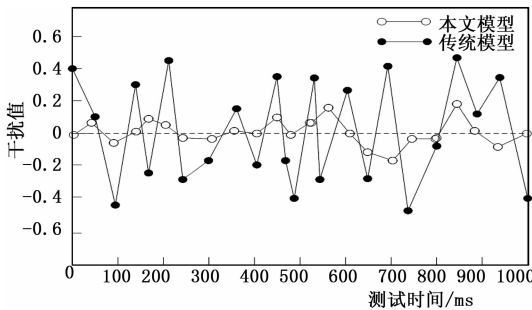


图 4 抗干扰能力比较结果

2.4.2 调度控制数量对比

随着调度次数的增加, 调度控制的难度会不断增加, 调度控制的武器装备数量会逐渐下降。由图 5 可知, 随着混合调度控制次数的增加, 传统方法和本文方法调度的武器装备数量在不断下降, 但本文方法的下降程度明显低于传统方法。当混合调度控制次数为 7 次时, 本文方法调度的武器装备数量仍然大于 90%, 但传统方法在第 4 次混合调度控制时, 调度的武器装备数量就已经低于 90%。由此可知, 本文基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制方法的调度能力明显优于传统的武器装备混合调度控制方法。由于传统调度控制方法对信息缺少足够的把控, 所以大量调度信息不准确, 还有一部分信息在调度和控制中丢失, 因此在调度武器装备时, 信息不充足大大限制了调度效果, 很多武器装备必须要重新采集信息, 才能完成调度控制工作。本文研究的混合调度控制方法对信息进行备份, 所有的装备信息都被记录在文件中, 在进行调度控制时, 只需要合理使用文件内部的信息就可以完成调度工作, 因此调度范围更大, 效果更好。

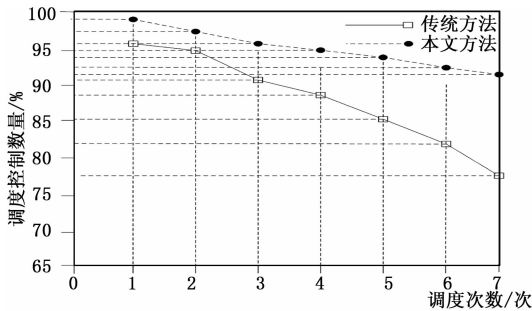


图 5 武器装备的混合调度控制数量对比结果

2.5 实验结论

根据上述实验结果与分析, 得到如下实验结论: 现代

战争的复杂性不断提高, 传统武器装备调度控制方法和本文基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制方法都能够对武器装备进行调度控制, 保证队伍的战斗力, 确保武器装备的安全性和稳定性, 但与传统方法相比, 本文基于高性能并行计算的武器装备混合调度控制方法的工作效率更高, 实时性效果更好, 抗干扰能力更强, 具有很高的应用价值。

3 总结与展望

部队武器装备的混合调度工作是部队信息化建设中的薄弱环节, 逐渐难以满足未来战争的要求。利用现代信息技术将武器装备混合调度控制进行智能优化, 降低成本、提高效率已是当前形势要求。准确、高效、智能的对武器装备进行调度控制, 将信息进行自动识别、采集、上传、存储, 满足管理人员对信息的实时统计、查询和分析, 是目前部队提出来的基本要求。

随着计算机技术的迅速发展, 数值计算方法的不断进步, 高性能计算集群得到迅速发展, 高性能并行计算成为计算科学领域的重要手段。传统的串行计算方法受到限制过多, 运行时间长, 无法适应当前精度要求较高的任务计算。目前高性能并行计算方法已在资源勘探、模型构造、军事等领域发挥重大作用。武器装备混合调度模型会对武器装备的基本信息进行统计, 包括对武器装备基本信息的添加、修改、删除等操作, 并且实时显示装备的应用、维修、保养、封存、报废状况, 方便实现实时调度控制。

本文将高性能并行计算方法引入到武器装备混合调度控制方法中, 利用高性能并行计算方法解决传统方法中存在的问题, 通过多次通信, 完成数据的共享和交互。本文研究的武器装备混合调度控制方法虽然具备一系列优点, 但是仍缺少一定的实际操作基础, 在未来的使用中可能存在一些潜在问题, 需要进一步研究和探讨。

参考文献:

- [1] 曹强, 荆涛, 周少平. 武器装备体系能力矩阵评估方法[J]. 火力与指挥控制, 2016, 44 (2): 142-147.
- [2] 赵忠文. 基于高性能并行计算的电子信息装备体系建模与仿真系统[J]. 装备学院学报, 2017, 21 (3): 22-22.
- [3] 姚旺, 胡欣, 刘飞, 等. 基于 GPU 的高性能并行计算技术[J]. 计算机测量与控制, 2016, 22 (12): 4160-4162.
- [4] 云计算环境下基于模糊聚类的并行调度策略研究[J]. 计算机科学, 2017, 41 (8): 75-80.
- [5] 朱英, 雷领红, 黄文明. 基于并行遗传蚁群混合算法的网格资源调度研究[J]. 计算机系统应用, 2018, 17 (10): 99-102.
- [6] 张青, 王珂, 张春艳, 等. 基于高性能并行计算的旋转网球空气动力学模拟[J]. 计算机工程, 2017, 43 (12): 45-50.
- [7] 韩宗芬, 江锋, 章勤, 等. 一种基于对等网络高性能计算的任务调度算法[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2017, 35 (3): 31-34.
- [8] 王晓睿, 张振, 贾晓风. 基于高性能并行计算的隧道开挖数值模拟[J]. 地球科学, 2017, 23 (12): 2119-2124.
- [9] 王黎明, 郑健, 吕琳, 等. 基于多核并行计算的舰艇通用视频录取系统[J]. 电子设计工程, 2017, 19 (13): 52-54.