

文章编号:1000-582x(1999)04-0001-05

①
99.22(4)
1-5

1-134

一种基于敏捷制造思想的 自动化车间任务动态分配方法

TH166

刘进江¹, 何频², 刘京诚³, 刘飞¹

TP391.73

(1. 重庆大学 机械工程学院 重庆 400044; 2. 重庆建筑大学 计算机科学系; 3. 重庆大学 光电工程学院)

摘要:描述了适于网络化制造环境的一种分布式调度方法。基于工厂局域网信息,提出了一种分布式系统中的动态任务分配算法。设计目的是取得在成本代价、负载均衡、等待时间以及系统效率等综合指标上的优化。

关键词:信息网络; 分布式系统; 动态任务分配

敏捷制造

中图分类号: TP 391.73; TP393

文献标识码: A

自动化车间

敏捷制造以网络技术、并行工程及计算机集成制造等为基础^[1],并强调企业的信息环境基于信息互联网络的信息开放、共享与集成。市场需求要求现代化生产能做到按订货组织生产,用户各种各样的要求都要得到满足,同时交货必须迅速及时。工厂接到任务后,立即将其转移到各自治单元加工。当一个节点产生一个任务时,它若不能在本地处理,就必须转移到其它节点上。采用动态转移方法,通过收集和利用系统的状态,可以提高转移目标的优化程度。在分布式系统中,如何分配任务到合适的节点以使得通信开销较小、负载均衡、减少等待时间以及提高系统效率等,仍是一个需要探索的问题。为此,人们研究了许多任务分配算法和策略。针对目前市场要求多品种、小批量的生产,一些企业具备很好的柔性设备,但没有充分利用的情况,笔者设计了一种基于敏捷制造思想的自动化车间任务动态分配方法。它可以提供自动化设备的有效利用,合理地、均衡地自动调度生产任务,同时,自动化车间的任务分配都是按经验,即是按一些启发式规则进行分配,没有使机床本身的能力和调度管理统一协调起来,因此,往往造成瓶颈设备、加工排队混乱等现象。本文讨论的方法主要是利用发送者启动和接受者启动算法,充分发挥智能制造的优势,使整个单元系统的任务安排能均衡地进行。为了充分利用自动化车间的设备及支撑环境的有利条件,使企业的生产制造能力更具适应性和应变能力,一些专家提出了利用人工智能专家系统进行任务分配的设计,但没有明确提出设计方法。笔者从工厂的实际情况出发,基于敏捷制造(AM)思想的生产单元采用虚拟生产单元的形式,即生产单元的构成随加工零件族的变化而变化,实现生产单元的构成在逻辑上可变^[2]。为此采用局域网络技术单元之间交流将起到重要作用,

• 收稿日期:1998-10-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(59789502)

作者简介:刘进江(1965-),男,江苏高邮人,博士,高级工程师,从事计算机集成制造系统研究。

它可以使系统控制简易化和模块化。

1 制造系统中制造单元的信息传递方式

为了实现敏捷制造,在自动化工厂和由计算机控制的机器中建立有效的通信装置非常重要。基于AM组织形式,从诸多因素来看,总线布局是最适合于计算机集成制造(CIM)环境的,它提供的是分布式控制,因此总线布局更容易满足要求和更可靠(图1)^[2]。



图 1 车间制造系统网络结构

在分布式调度中,在数据信息的存取控制方面应具有以下特点:1)通过数据软件包传递信息,由发送站指定接收站在软件包中的地址;总线布局许可每个站都能接收到所有传递的内容。2)这些站通过一个接口,监控所有通过总线的存储单元。接收站检查信息软件的地址字段;如果地址正确,接收站将作出适当反应;相反,则忽略该信息。3)存取控制方案以权标传递为基础,可以使用一种特殊的存储单元图案,这种图案被称作围绕网络循环的标记。当一个站想传递一个软件包时,需要在传递前抓住这个标记,并把它从总线上移走;当一个站完成了软件包最后一个字节的传递时,则必须把标记放回原位,这样便于其它站取得该标记,然后开始数据传递。仅仅只有一个站可以取得标记并传递软件包,而且也必须有一段预定时间。象这样的权标传递可以保证所有的站都有机会发送信息软件,并且没有传递冲突。与这样的建网环境相联系,在调度设计下可设计两种控制结构:(a)使用一个主管任务分配的集中调度器,这个调度器通过一个集中数据库监测着整个单元系统的动向。(b)使用分布式调度方案,让单元集完成以局部信息为基础的调度。通过比较,分布式调度控制有如下优点:(a)向上延伸能力。在网络未饱和时,控制结构同新单元的扩建部分保持一致。(b)改善调度性。因为调度是通过并行处理而获得。(c)成本有效性。由于在计算机上处理需求更少和为全局更新所需的通信活动更少,所以具有更高的成本有效性。

2 分布式动态任务分配的基本思想

对于多品种小批量的单件生产车间来说,其车间作业计划是很复杂的,每台自动化机床的任务排序有可能受新任务的加入而使排序计划发生波动,理论上的算法求解困难,且不易得到最佳解,这样自动化车间的敏捷性不能体现,造成零件在机床前等待时间很多。另外用计算机处理时,常会发生工件的分派有偏向的情况。CAPP系统生成的工艺方案大多是单一的,选择的机床也是单一的,而在动态的实际制造环境下,这一计划很可能不是最优的^[3]。故动态转移方法一直是分布式系统中任务分配的主要研究对象。

现代的自动化车间都是根据成组技术,按相似零件的工艺特性组合机床。利用区域网将车间的各个自治体联起来。称自治单元中一台自动设备为一个节点。由于是按零件相似性分组,因此,各节点的工艺性基本相同,根据每个节点的通过能力设置阈值向量 $T = \{T_1, T_2, \dots, T_N\}$ (N 为节点数),同时根据节点的工作能力设置阈长向量 $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N\}$ (N 为节点数),通过这两个参数,把单元的节点分为三类^[4]。当负载小于 $T - \alpha$,称接受节点,负载大于 $T + \alpha$,称为发送节点,负载在 $[T - \alpha, T + \alpha]$ 上的节点称为负载适中节点。在任务分

配时, 设定新任务到达某节点和旧任务从某节点释放这两个时刻作为任务分配的起点。在动态任务分配时, 采用双向启动策略, 即发送者和接受者都可以实施启动行为。在启动策略上, 发送者启动是超载节点寻找合适接受节点的过程, 接受者启动是负载节点去寻找合适待处理任务的过程。

3 动态任务分配的算法设计

此处参考计算机分布式系统的算法设计方法^[4,5], 考虑三种数据结构。

1) 加工成本代价向量 $C(M) = \{C_1, C_2, \dots, C_N\}$ (N 为节点数)。为简化起见, 用合作伙伴 PM 向量代表按加工代价递增的有序节点向量。

2) 标志数组 FA 定义元素 $FA[i]$ ($1 \leq i \leq N$) 为 0, 1, 2 分别表示节点 i 为接受节点、负载适中节点和发送节点。

3) 状态子黑板 SD 它用来记录所有节点的包括排序计划、资源状态、负载以及阈值等在内的状态和资源信息。

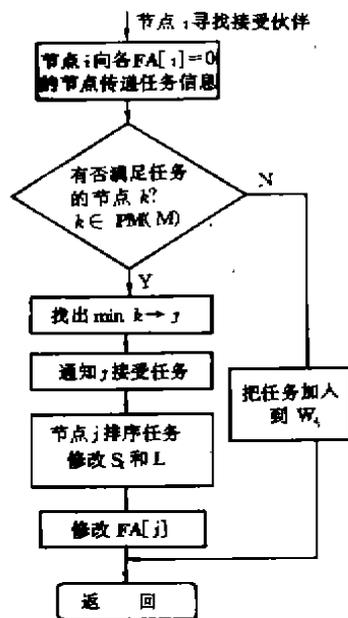


图 2 发送者启动模块

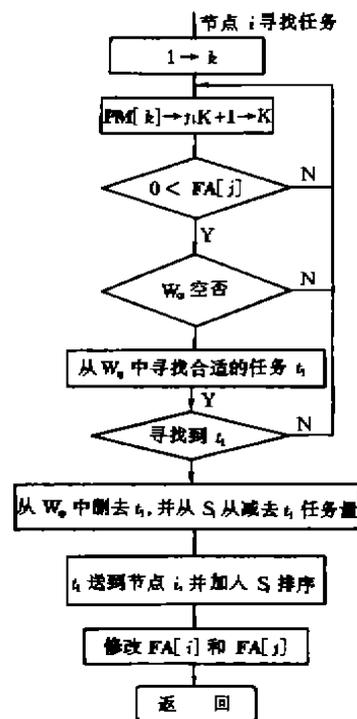


图 3 接受者启动子模块

根据以上数据结构, 可以设计出在制造系统单元任务动态分配的算法。为了叙述简化, 我们把问题作一些简化, 在子黑板数据结构 SD 中, 使 S_i , W_q , T_i , α_i 分别表示节点 i 的负载量、等待队列、阈值、阈长, L 表示系统总负载。首先设计发送者、接受者启动模块, 见图 2 图

3. 在这两种情况下, 可以根据系统总负载轻重来有选择地调用发送、接受者启动小模块。根据所述的任务动态分配思想, 图 4 图 5 分别给出了这两种情况下的算法实现流程图。

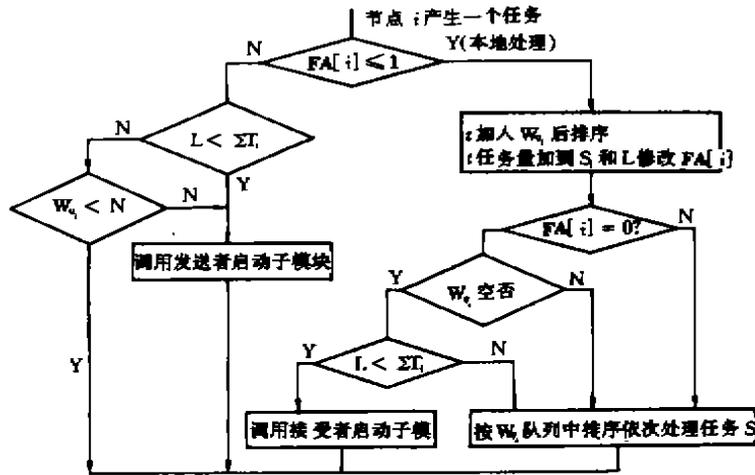


图 4 节点 i 产生任务后的分配

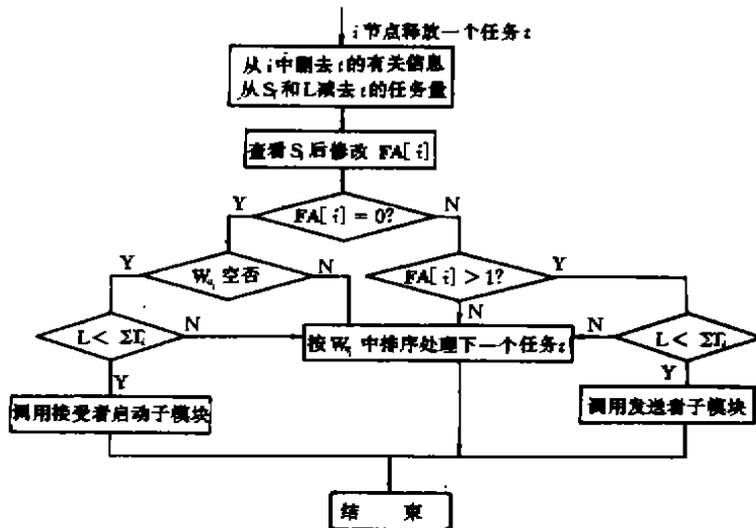


图 5 节点 i 释放任务后的分配流程

4 结束语

基于敏捷制造车间制造单元的动态任务分配利用了计算机领域中分布式任务动态分配的基本思想, 因此而设计的任务动态分配的方法考虑了如何选择加工伙伴、负载均衡、等待时间以及系统效率等综合优化算法。它可以根据系统总负载等状态信息自动地去选择两种

启动策略之一去完成任务分配,保证了寻找合作节点的优化和寻找速度的提高,是一种有应用前景的启发式算法。动态分配任务是制造单元调度的基本问题,一些复杂问题还需作进一步研究,使之能达到实用。

参 考 文 献

- [1] 张华,刘飞.敏捷制造的内涵与敏捷制造企业模式的探讨[J].机电一体化,1996,2(2):1~3.
- [2] 李宏,张秋菊.基于敏捷制造思想的自动化车间生产组织管理方式[J].组合机床与自动化加工技术,1997,2(6):20~22.
- [3] 邓超,李培根,段正澄.一种车间作业计划方法的研究[J].组合机床与自动化加工技术,1997,9(5):16~18.
- [4] 毛国君,扬名生.分布式系统中的双向启动自适应任务分配算法[J].计算机学报,1996,9(8):38~41.
- [5] ROITHOR H G. Taxonomy of Dynamic Task Scheduling Schemes in Distributed Computing Systems[J]. IEEE PROCEEDINGS COMPUTERS AND DIGITAL TECHNIQUES, 1996, 141(1): 56~59.

Method for Dynamic Tasks Allocation in Automatic Shop Based - on the Idea of AM

LIU Jin-jiang¹, HE Pin², LIU Jing-cheng³, LIU Fei¹

(1. College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2. Department of Computer Science, Chongqing Jianzhu University; 3. College of Optoelectronic Engineering, Chongqing University)

ABSTRACT: A distributed scheduling method in a networked manufacturing environment is given. A allocation algorithm for dynamic tasks in distributed systems based on LAN information in factories is introduced. The design goal is to obtain some better comprehensive targets, such as cost price, load balance, waiting time and efficient of systems.

KEYWORDS: information network; distributed system; dynamic task allocation

(责任编辑 张小强)