

文章编号: 1001-0920(2001)05-0624-03

FMS 的 CONWIP 控制

黄敏, 王兴伟, 汪定伟

(东北大学信息科学与工程学院, 辽宁沈阳 110004)

摘要: 生产存储控制是 FMS 设计的重要方面之一。CONWIP 控制系统可以保证在有效地使用昂贵的 FMS 设备的同时, 使 FMS 满足顾客的需求。为此, 对 CONWIP 控制下的 FMS 进行仿真, 以分析不同处理时间对 CONWIP 控制下的 FMS 性能的影响。

关键词: FMS; 生产存储控制; CONWIP; 仿真

中图分类号: TP 29 **文献标识码:** A

A CONWIP Control for FMS

HUANG Min, WANG Xing-wei, WANG Ding-wei

(School of Information Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

Abstract: Production inventory control is one of the most important aspects of FMS design. CONWIP is an alternative to effective utilization of the expensive FMS equipment while still meeting customers requirements. The simulation of the CONWIP-controlled FMS is proposed. The investigation is further extended to study the influence of the variant of process time to the performance of a CONWIP-controlled FMS.

Key words: FMS; production inventory control; CONWIP; simulation

1 引言

FMS 是为了结合流水车间大批量生产的有效性和作业车间小批量生产的柔性而设计的^[1]。FMS 设计包括很多方面, 生产存储控制就是其中重要的方面之一。

生产存储控制有多种方式, 它们通常可分为推式系统和拉式系统^[2,3]。CONWIP 系统继承了拉式系统的实质, 即直接控制在制品数量, 并可用于更广泛的应用环境。因此, CONWIP 控制系统可保证在有效地使用昂贵的 FMS 设备的同时, 使 FMS 满足顾客的需求。

在 FMS 中, 经常采用物料储运系统(如传输系统)会构成能力约束, 使所研究的问题比作业车间和流水线车间的问题更为复杂。同时, 因为 FMS 的柔性, 各加工中心的操作内容是经常改变的, 这可用处理时间的变化来表示。

本文对 CONWIP 控制下的 FMS 进行仿真, 通过仿真分析不同处理时间对 CONWIP 控制的 FMS 性能的影响, 以解决 FMS 的设计问题。

2 FMS 模型

所考虑的 FMS 模型是一个生产发动机外罩的

收稿日期: 2000-01-03; 修回日期: 2000-04-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(69684005); 国家 863 计划 CIMS 主题项目(863-511-944-012)

作者简介: 黄敏(1968—), 女, 福建长乐人, 副教授, 博士, 从事面向全球制造、生产计划等研究; 汪定伟(1948—), 男, 江西彭

© 1994-2024, 泽人, 教授, 博士生导师, 从事面向全球制造、生产计划、调度与控制等研究。rights reserved. <http://www.cnki.net>

系统。系统的工作机制如图 1 所示, 每个工件的加工过程见表 1。

表 1 FMS 的运行过程

步骤	操作内容	设 备
1	物料检索	AS/RS
2	传送到代码识别检测设备	传送带
3	检 测	代码识别检测设备
4	传送到机器人 1	传送带
5	上 料	机器人 1
6	车加工	车 床
7	下 料	机器人 1
8	传送到机器人 2	传送带
9	上 料	机器人 2
10	钻加工	钻 床
11	下 料	机器人 2
12	传送到视觉检测设备	传送带
13	检 测	视觉检测系统
14	传送到 AS/RS	传送带

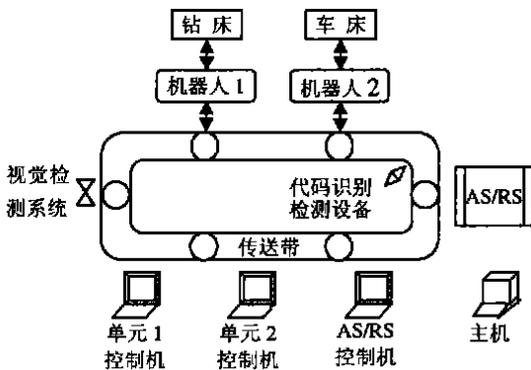


图 1 FMS 模型的工作机制

在上述 FMS 模型中, 完成每个工件共有 14 项操作, 工作流通过 FMS 不同操作时严格服从相同顺序。这一问题可看作是流水车间问题。在纯流水车间问题中, 各工作中心是串行的, 任何工作中心的运行都是连续进行的, 直到工作中心前的队列消失。然而在 FMS 中, 由于传送带同时完成运输和存储的任务, 它限制了工作中心物流的连续性。同时, 14 项操作由 8 台设备完成: AS/RS、传送系统、代码识别检测设备、机器人 1、车床、机器人 2、钻床、视觉检测系统。因此, FMS 并不是纯流水车间问题, 它构成了一类特别的流水车间问题。

操作 5~7 可连续进行, 因此可看作是一个操作。类似地, 操作 9~11 可看作是一个操作。操作过程可描述为图 2, 其中每个操作有一个紧前库存和紧后库存。值得注意的是 2, 4, 6, 8 和 10 用的是一条

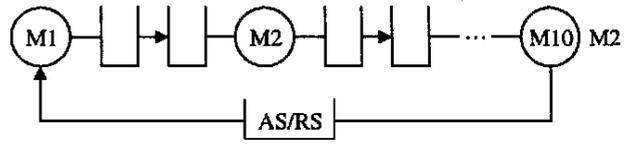


图 2 FMS 的工序

传送带, 它构成了对 FMS 的约束。

不同的制造系统具有不同的特性, 可用结构模型来描述这些特性^[4]。为描述 FMS, 首先将它看作是流水车间并建立结构模型^[3], 然后用节点类型特性(NTC)描述传送带所构成的约束。即用 1 表示结构模型中构成约束的节点(传送带), 0 表示其它节点。

3 仿真分析

通过仿真可以分析不同处理时间对 FMS 性能的影响。不同处理时间的变化用变差系数(CV)表达, CV 是处理时间均方差与处理时间均值的比值。这里假设不同机器具有相同的 CV。仿真中采用平均在制品量、平均机器使用率和平均通过率 3 项性能指标。

假设处理时间服从正态分布, 传送带在不同工序间的运输时间为 3, 平均处理时间见表 2。

表 2 FMS 生产线数据

机器	M 1	M 3	M 5	M 7	M 9
1	8	7	9	12	8
2	11	6	4	9	7
3	10	14	5	7	9
4	12	9	5	4	7
5	7	6	4	10	7
6	11	6	9	10	12

对于 CONWIP 控制而言, 其控制变量是流通卡数, 这一数值在不同变差系数下, 可通过绘制平均在制品量和平均通过率随流通卡数变化的曲线来确定^[5]。

为分析不同处理时间对 CONWIP 控制下的 FMS 系统性能的影响, 考虑不同处理时间的变差系数。对于不同的变差系数, 最优平均在制品量、平均机器使用率和平均通过率见表 3。

可以看出, 在变差系数为 0 时, 尽管流通卡数偏高, 但此时平均机器使用率和平均通过率是最高的, 这意味着当 FMS 变化较小时, 平均机器使用率和平均通过率可达到最高值; 当变差系数为 0.4 时, 尽管所需流通卡数很多, 但平均机器使用率和平均通过

表3 不同变差系数下的优化性能指标

变差系数	最优平均在制品量	平均机器使用率	平均通过率
0	6.8	0.4	0.085
0.1	6.5	0.39	0.083
0.2	6	0.37	0.080
0.3	7.3	0.382	0.080
0.4	10.9	0.364	0.071

率仍很低;当变差系数为0.2时,尽管所需流通卡数最少,但平均机器使用率和平均通过率也很低。

从上述分析可以看出,当FMS变化较小时,可以在使用较少流通卡数的情况下,使平均机器使用率和平均通过率达到较高水平;当FMS变化较大时,平均机器使用率和平均通过率较低,且所需的流通卡数很高。

4 结 论

本文通过仿真分析了处理时间变化对CONWIP控制下FMS系统性能的影响。仿真结果表明,当FMS变化较小时,可在使用较少流通卡数的情

况下,使平均机器使用率和平均通过率达到较高水平;当FMS变化较大时,平均机器使用率和平均通过率较低,且所需的流通卡数很高。这一结论对CONWIP控制下FMS的设计具有重要意义。

参考文献:

- [1] Kazerooni A, Chan F T, Abhary K. Real-time operation selection in an FMS using simulation: A fuzzy approach [J]. *Production Planning & Control*, 1997, 8(3): 771-779.
- [2] Spearman M L, Woodruff D L, Hoop W J. CONWIP: A pull alternative to kanban [J]. *Int J of Production Research*, 1990, 28(5): 879-894.
- [3] 汪定伟. MRP-与JIT结合的生产管理方法[M]. 北京: 科学出版社, 1996. 26-31.
- [4] Wang D, Xu C G. Hybrid push/pull production control strategy simulation and its applications [J]. *Production Planning & Control*, 1997, 8(2): 142-151.
- [5] Min Huang, Dingwei Wang, W H Ip. Simulation study of CONWIP for a cold rolling plant [J]. *Int J of Production Economic*, 1998, 54(3): 257-266.

(上接第623页)

令 $\epsilon = 0.25$, 可以得到一组可行解

$$P = \begin{bmatrix} 0.7 & 0 \\ 0 & 0.7 \end{bmatrix}, \quad L = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$$

$$Q = \begin{bmatrix} 2.24 & -0.7 \\ -0.7 & 2.24 \end{bmatrix}$$

计算得到阈值的一个上界为 $\mu = 0.4835$ 。设系统在 $t_1 = 6s$ 时发生故障 $n(t) = 3\sin(2t)$ 。从图2可见,故障发生后, e 明显大于阈值,可以及时检测到故障。

5 结 论

本文关于连续系统的结论很容易扩展到离散系统,因为未知具体模型的实际工程系统在其取值范围内都可视为 Lipschitz 非线性系统,并可用 WNN 故障观测器进行在线校正和故障监测,所以该方法的应用前景相当广阔。

这里只讨论了网络神经元数的上界。实际上由于二进小波的冗余性,该网络也是冗余的,因此上述小波神经网络的规模有可能进一步减小。相关探讨将另文分析。

的取值应比无白噪声干扰要大,而 d 增大的趋势与噪声强度、滤波方法等多种因素有关。目前对具体系统已得到一些有用的结论,但仍需深入研究。

参考文献:

- [1] 周东华,叶昊,王桂增,等. 基于观测器方法的故障诊断技术若干重要问题的探讨[J]. *自动化学报*, 1998, 24(3): 338-344.
- [2] Narendra S, Parthasarathy K. Identification and control of dynamical systems using neural networks [J]. *IEEE Trans on Neural Network*, 1990, 1(1): 4-27.
- [3] 李力,方华京. 小波神经网络逼近能力及 T_{hau} 定理推广 [J]. *控制与决策*, 2000, 15(5): 561-564.
- [4] 黄琳. 稳定性理论[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992.
- [5] 廖晓昕. 稳定性的理论、方法和应用[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1999.
- [6] Zhang J, Walter G G, Miao Y *et al.* Wavelet neural networks for function learning [J]. *IEEE Trans on Signal Processing*, 1995, 43(6): 1485-1498.
- [7] 李建平. 小波分析与信号处理——理论、应用及软件实现[M]. 重庆: 重庆出版社, 1997.
- [8] Mallat S, Zhang S. Characterization of signals from multiscale edges [J]. *IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1992, 14(7): 710-732.