

FMS 物流系统的动态仿真及评价(I)

——动态仿真及“物流场”概念

DYNAMIC SIMULATION AND EVALUATION OF MATERIALS HANDLING SYSTEM IN FMS (I) ——DYNAMIC SIMULATION AND THE CONCEPT OF ' MATERIALS FLOWING FIELD'

杨志成

Yang Zhicheng

(重庆大学机械工程二系)

摘要 首次提出了“物流场”的概念,对动态的物流系统进行计算机离散仿真,探讨了FMS物流系统的研究理论和方法,研究了加工系统的随机性。本文的结果为物流系统的研究提供了一个理论依据和实用综合软件。

关键词 物流; 数字仿真; 评价

中国图书资料分类法分类号 TH165.1; TP391.9

ABSTRACT The concept of 'materials flowing field' is presented for the first time and the dynamic process of materials handling system is simulated with the computer in a discrete method. The research theory and method for FMS materials handling system is probed and the stochastic problem of working system is discussed. As a result, a theoretical basis and practical software for the research of materials handling system is provided.

KEY WORDS materials handling; numerical simulation; evaluation

0 引言

物流系统是FMS的重要组成部分,它蕴藏着极大潜力。由于柔性制造系统FMS的复杂性和仿真技术的发展,对FMS进行动态仿真越来越受到人们的重视并得到不断完善。但用这种方法对FMS物流系统进行专门研究却较少。国内外进行了一些纯理论性的研究,忽略了一些实际环节,因此其结果往往具有局限性。传统的物流研究只是要求物流“畅通”,本文将考虑物流系统对整个FMS的综合影响,并由此提出“物流场”的概念,以研究物流过程的特性及其影响因素。

物流系统是一个复杂的系统,提高其整体效益是研究的目的。为研究系统的运行状况,计算机仿真是一个最有效的工具。为此,建立FMS物流系统的研究方法,研制在微型计算机

进行动态仿真的软件包,对于我国发展柔性加工技术具有现实意义。

1 仿真建模及加工工件的选择

在建模时,作者设置了几个专门数组表示物流过程的组成及其动态运行参数。以这些数组的关系来确定地表示整个物流过程,如将工件的流动过程记录在加工工序数组[PCS]中,设备数量及加工单元数(包括无人自动小车AGV)记录在[MFAC]数组之中,设备的布局记入[FLD],机床的加工、上料、下料平均时间记录在[TIM]、[ST]、[KT]之中,再考虑到AGV的速度,这样就将整个物流过程用以上数组及其相互关系表示出来。这种建模方式简单易行,适用于各种系统。

在确定系统的加工工件时,可采用两种方式:

- 1) 输入所有加工工件的工艺参数[PCS]、[TIM]、[ST]、[KT]及其加工批量。
- 2) 用成组技术对工件进行分组,由此确定典型加工零件,再输入每组工件的加工工艺参数及批量。

2 加工系统的随机性

在加工系统中,实体(毛坯)的到达速度由系统的加工能力确定。在满足系统加工能力的情况下,实体的到达分布,除平均速度和速度范围受到限制外,实体的到达将是随机的。由于加工系统的随机性,工件到达系统的间隔时间应在一定范围内随机分布。也就是说,在此范围内下一实体的到达与上一实体的到达时间完全无关,而在时间 $(t, t + \Delta t)$ 区间内到达的概率正比于 Δt ,与 t 无关。因此,根据理论假设和实际相结合的原则^[1,8],系统在 t 时刻到达 n 个实体的概率满足Poisson分布模式;其数学表达式如下:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!} \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

其中 λ 为单位时间内平均到达的实体数。

在到达过程为Poisson分布时,两实体到达间隔时间 τ 当然也是随机变量,其概率分布函数 $F(\tau)$ 服从负指数分布: $F(\tau) = 1 - e^{-\lambda\tau}$ 概率密度

$$f(\tau) = \lambda e^{-\lambda\tau} \quad (2)$$

期望值 $E(\tau) = 1/\lambda$

影响加工中心的服务时间分布的因素很多,如材料分布、加工准备、夹具或模具更换等,即使在同一加工中心上加工同一类零件,前后两个工件的加工时间也会不一样。但是同一类工件在同一中心加工的平均服务时间是一个定值,而实际的加工服务时间则在平均服务时间左右变化。根据理论分析和一些统计结果表明,加工中心对同一类零件的加工服务时间成负指数分布^[1,8]。

在充分考虑了系统的随机性以后,可使研究结果更符合实际。

3 “物流场”概念的提出

• 研究FMS物流系统目的之一是为FMS配置最佳的物流系统。最佳的物流系统不仅包括最佳的物流硬设备的选择,同时物流设备及加工中心的平面布置是很重要的因素。怎样才

能表示出 FMS 中的加工设备和物流设备的平面布局对整个系统的效益的影响,怎样研究系统中物流的运输路径对系统的影响,为了解决这些问题作者引进“物流场”的概念。即将 FMS 中的物流设备及加工中心的布置和无人小车的运输路径用物流场来表示。当前者发生变化时,后者即物流场能用确定的数值表示,从而可以研究物流场的变化对整个系统的影响。在以前对 FMS 物流系统研究的文献中,均没有考虑设备布置、材料运输路径等对 FMS 系统效益的影响,建立“物流场”的概念则可以综合考虑这些因素。只有研究了物流场对整个系统的影响,才能使物流系统更加符合实际。因此,“物流场”的概念对以后的研究是很重要的。

物流场是一个随时间变化的非稳定的矢量场。图1为一平面物流场示意图, M_1 、 M_2 、 M_i 为系统中的加工中心或物料传输的起迄点, l 为小车 AGV 的运行路径。在 xoy 坐标系中, l 的方程可写成 $y = f(x)$ 。假如小车从 M_1 运输到 M_i 点,则 $\overrightarrow{M_1M_i}$ 的矢端约束在路径 l 上,因此 l 是 $\overrightarrow{M_1M_i}$ 的矢端曲线。

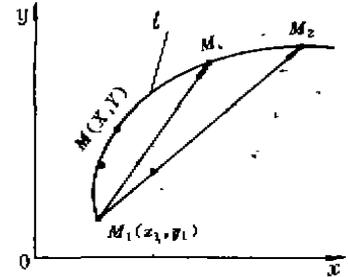


图1 物流场示意图

从 M_1 点开始,小车行走时间 t 后到 (X, Y) 点,则小车行走的距离为

$$S = v \cdot t \quad (3)$$

其中 v 为小车 AGV 的平均速度。

从 M_1 到 (X, Y) 点的路径由曲线积分得:

$$S = \int_1 ds = \int_{x_1}^X \sqrt{1 + f'^2(x)} dx \quad (4)$$

由上两式相等可得出

$$X = X(v, t) \quad (5)$$

$$Y = f(X(v, t)) \quad (6)$$

由 $M_1(x_1, y_1)$ 到 $M(X, Y)$ 点的矢量 \vec{A} 可表示为

$$\vec{A} = \overrightarrow{M_1M} = (X - x_1)\mathbf{i} + (Y - y_1)\mathbf{j}$$

将式(5)和式(6)代入上式得

$$\vec{A} = \vec{A}(M_1, f(x), v, t) \quad (7)$$

M_1 为某一时刻物流的起点; $f(x)$ 即小车运行路线; v 为小车速度,此处设为常数,因此式(7)可以写成

$$\vec{A} = \vec{A}(t, t) \quad (8)$$

此即为物流场表达式。物流场是由系统的平面布局及 AGV 的运输路径确定的,物料的运送方向及距离随时间而变。

“物流场”概念和分析方法的提出,一改物流系统的传统设计方法,可用精确的数量化方法研究物流系统的设计。物流场的分析方法综合考虑了柔性加工系统中各种因素的影响,使研究更加符合实际。因此“物流场”的概念对柔性加工物流系统的研究和设计有着重要意义。

4 仿真结果的检验

仿真时间的确定是必须解决的问题。在初次仿真时一般是根据经验而定。确定的原则是,在仿真时间以内系统要达到稳定状态。对于一般的加工系统,在工作两班即16小时(960分钟)以后,系统一般会达到稳定的工作状态。因此仿真时间初次确定可选 $N=1000\text{min}$,按照到达的平均间隔时间可以确定最大实体数 ZTX 。在仿真时,可以确定一综合衡量目标,如生产率与设备利用率,以及工件的平均通过时间三者的综合(具体的衡量指标见评价指标部分)。在确定出衡量目标后,即可改变仿真时间 N 进行多次仿真,比较系统每次的仿真结果,当结果相差微小时,可取最小的仿真时间 N 作为后续的仿真时间。

仿真结果的准确性是当今离散仿真技术面临的一个问题,因为这很难用实验的结果加以检验。如果要用实验方法来检验仿真结果的正确性,就要建立一条实际的生产线(或模型),这在人力、物力、财力上都是难以支付的,而且也不可能用大量的时间来实验操作,以得到正确的结果。因此利用理论的方法来检验仿真结果的正确性,是一个重要课题。图形仿真是一个辅助的检验方法,作者提出用敏感度的分析方法来研究仿真结果的正确性。基本原理是,当系统处于稳定运行状态时,结果的变化相对输入值的变化之比是较小而平稳的,即生产系统总是连续而平稳地变化。

由于仿真结果在很大程度上难以人为地判断其正确性,而在过去又没有一个对仿真结果检验的方法,因此仿真结果难以令人信服。本文用敏感度分析的方法,给仿真结果的衡量提供了一个有效的措施。同时用敏感度也可以分析某一变量对结果的影响程度,从而可以对每个参数进行深入的分析及优选。

5 结 论

本文提出了一个“物流场”的全新概念,将物流系统与整个生产系统联系起来,重点研究了系统的动态特性及仿真,同时也探讨了仿真结果的检验方法。这些结果方便实用,比较符合实际。作者在这方面作了初步的研究和实践,在此领域中,有关“物流场”、结果检验及仿真建模等问题需要在今后继续深化和完善。

参 考 文 献

- 1 Buzacott J A, Yao David D. Flexible Manufacturing System, A Review of Analytical Models. Management Science, 1986, 32(7): 890
- 2 Vinod B, Altirk T. Approximating Unreliable Queuing networks Under the Assumption of Exponentiality. J of Operational Research Society, 1986, 37(3): 309
- 3 Mellichamp J M, Wahab A F A. Process Planning Simulation, An FMS Modeling Tool for Engineers. Simulation, 1986, 48(5): 186
- 4 刘雄伟等. 柔性制造系统规划设计的计算机仿真. 组合机床与自动化加工技术, 1988, (7): 11
- 5 马之行等. 串联柔性制造系统的分析. 组合机床与自动化加工技术, 1985, (11): 2
- 6 张曙. 柔性制造系统的排队网络模型. 组合机床, 1984, (1): 18
- 7 Yang Zhicheng etc. Simulation and Evaluation of Materials handling System in Sheet Metal Forming. In: Yu Xinlu. Advances in metal Forming Machines. Beijing: Tsinghua University Press, 1989, 54
- 8 杨志成. 柔性加工中物流系统的仿真研究. 清华大学博士论文, 1989