

文章编号 :0253-9721(2006)06-0055-03

基于虚拟仿真的服装缝制流水线优化

楼亚芳¹, 张祖芳²

(1. 浙江纺织服装职业技术学院 服装分院, 浙江 宁波 315211; 2. 东华大学 服装学院, 上海 200051)

摘要 服装缝制流水线不同于一般的直线流水线, 在实际生产中必定存在逆工序, 因而采用常见的优化目标不一定能达到最终优化目标——生产时间最短。提出直接以生产时间最短为工序编排的优化目标, 并用遗传算法来进行流水线优化设计, 以虚拟流水生产过程计时得到生产时间, 最后用 MatLab 进行实例编程计算验证其可行性。

关键词 服装缝制流水线; 虚拟仿真; 遗传算法; 工序

中图分类号: TS941.63 文献标识码: A

Optimization of garment sewing lines scheduling based on virtual simulation

LOU Ya-fang¹, ZHANG Zu-fang²

(1. Institute of Fashion, Zhejiang Textile & Fashion College, Ningbo, Zhejiang 315211, China;

2. Fashion Institute, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract Garment sewing line is not a beeline, there are reverse working procedures. So common optimization goal may not be conformed with the one needed in garment production whose ultimate goal is to use the least actual work time for completion of a piece of job. This paper proposed that the optimized goal is the actual work time. The paper establishes a garment sewing lines scheduling by genetic algorithms and gets the least actual work time by virtual simulation. And its feasibility is verified by MatLab through programming and computation with actual examples.

Key words garment sewing lines; virtual simulation; genetic algorithms; working procedures

流水线优化问题是服装 CAPP 的核心内容之一。在文献[1~5]中, 流水线优化目标函数大致是以下几种或由其组合: 工时平均偏差率, 工作地编制效率, 均衡指数, 总纯加工时间。

流水线编排的目的是缩减生产时间, 节约生产成本。而服装缝制流水线存在逆工序, 上述优化目标有一定的局限性。本文提出以生产时间最短为优化目标进行流水线优化编排。生产时间不同于纯加工时间, 不能简单地用数学公式进行表达计算, 本文采用虚拟仿真计时得到。

1 优化目标的提出

优化目标是要使流水线上各工作地的加工时

间尽量相等, 减少各工作地的等待时间, 从而减少生产时间(即从加工第一件衣服的第一道工序开始到最后一件衣服的最后道工序结束), 减少成本。因为服装缝制流水线存在回流(即逆工序), 不是直线流水线, 所以导致即使每个工作地的加工时间相等, 不同的工序组合, 在有回流的流水线上也会存在不同的等待时间, 最终使总生产时间不等, 因而利用工时平均偏差率、工作地编制效率或总纯加工时间作为流水线编排优化目标或评价函数存在一定的局限性。本文对流水线编排直接以总的生产时间为优化目标函数, 但总的生产时间很难用简单的数学公式进行表达计算, 进而又提出用内部虚拟仿真来得到实际的总生产时间——模拟实际的生产流水线来计时得到总生产时间。

2 优化模型的建立

2.1 问题的描述

工序编排模型需满足以下条件:1) 已知总加工量 Q (订单的大小); 2) 工人对各工序的操作熟练程度已知,且略有不同; 3) 一名工人只使用一种设备,但允许存在几个工人可操作多种设备; 4) 设备的数量满足加工需要; 5) 工人间半成品传递的时间相等,均为 $T_{\text{运}}$; 6) 工人间半成品的传递方式为捆绑式,对标准加工时间超过理论节拍上限的工序,将其捆绑传递的工作量拆分; 7) 单一品种的流水线。

2.2 参数初始化

在编排前,首先应根据实际情况和算法的需要对算法中涉及的各种参数作初始化设置,以便传递与调用。

2.3 个体(染色体)表示

用二维矩阵 $S = [S_{ij}]$ 来表示个体,

$$S_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{工序 } j \text{ 由工人 } i \text{ 加工} \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

式中, i 表示工人数; j 表示拆分后的工序数。

个体满足可行解的约束条件: 1) 每道工序只能由一名工人进行加工; 2) 每个人都有需加工的工序; 3) 各工序的加工设备必须与工序流程图信息相对应。

2.4 初始群体的设定

采用类似蒙特卡洛法确定初始群体,因为这样可以一定程度上保证初始群体的有效性,也就避免了后继遗传法出现病态遗传的现象。具体做法是先从队列 n 中选出最大的 K 个元素,分别分至 K 个子队列中,然后把剩余元素随机分配至 K 个子队列中。

2.5 适应值的计算

模型的目标函数是最小化问题,即生产周期 $T_{\text{实}}$ 最小。用仿真流水线流动的方法来得到 $T_{\text{实}}$ 。开始记 $T_{\text{实}} = 0$ 。根据遗传算法的特点,模型取适应度函数为

$$f = 1/(T_{\text{实}} + 1)$$

计算 f 的具体步骤: 1) 先根据个体的工序分配

情况在标准加工时间的基础上计算各工序的实际生产时间。如果工序 j 的加工工人就是其随后工序的加工工人,则工序 j 的准实际生产时间就是标准加工时间乘以捆绑数,否则应加上衣片的转移时间 $T_{\text{运}}$ (有利于把相连工序合并在同一工作地)。对由一人多机型操作工序的加工时间乘以小于 1 的随机系数。

2) 实际生产时间在步骤 1 的基础上再乘以各对应工人的操作熟练程度系数。

3) 产品的加工顺序严格按照工序流程图进行,每道工序只有在其所有的前道工序完成后才能进行加工。要得到实际生产时间,必须假设: 一名工人同时只能加工一道工序,且只有当前工序完成后才能加工下一道工序; 当一名工人有多道等待加工的工序时,先加工产品编号、工序编号小的工序。

4) $T_{\text{实}}$ 加上各工人当前操作工序中最小的剩余加工时间 $T_{\text{小}}$ 。各工人当前工序的加工时间也减去 $T_{\text{小}}$,如果相减为零表明该工序完成; 如果不为零则进入下一时刻(循环)的加工,即该工序在下一时刻不参加排序,直接排在该工人可加工工序中的第一位。判断最后一件衣服的最后道工序是否完成,是则跳到下一步,否则重复该步。

5) 个体 S 的适应值 $f = 1/(T_{\text{实}} + 1)$ 。

2.6 交叉算子的父代选择方法

采用轮盘赌法。

2.7 交叉算子

采用均匀交叉。交叉后所得的子个体满足个体可行解的约束条件。

2.8 变异算子

变异之后必须满足设备的约束。将需要变异的个体,随机选择下列两种变异的一种进行变异: 1) 随机选择一非零元素 S_{ij} , 判断其加工设备,在可加工工序 j 的工人(包括多工能工人)中随机选择一工人(行号) k , 使 $S_{kj} = S_{ij}$, $S_{ij} = 0$ 。 2) 随机选择加工设备相同的两工序,并互换工人即行号。

3 实例

用文献[4]中的衬衫节选流程图为例进行验证。假设有 7 名工人进行加工,则只有工序 17 超过理论

节拍上限 $U.P.T(U.S.T=S.P.T \div 95\% = T_{\text{总}} \div W \div 95\% = 84.6 \div 0.95 = 89.1 \text{ s})^{[2]}$, 应将其工作量的 $89.1 \div (89.1 + 6.9) \times 100\%$ (取整数) 假设为工序 17 的工作量, 余下的假设为紧随其后的工序 18 的工作量。现又假设以 10 件为单位捆绑传递, 则工序 17 的工作地加工 9 件, 另外 1 件给工序 18 加工。有 2 名工人专门进行手工熨烫操作, 3 名工人专门进行平缝机操作, 1 人专门操作五线包缝机。余下 1 名

($N_y = 7 - (2 + 3 + 1) = 1$) 工人操作多设备。

用 MatLab 进行编程计算, 则按表 1 所设置的参数运行 50 代后工序的编排运行结果见表 2, 总生产时间为 12 545 s。

表 1 参数设置

初始种群数/个	迭代代数/次	交叉率	变异率	转移时间 $T_{\text{运}}/s$	产量 Q 件
10	50	0.5	0.01	10	100

表 2 运行结果

工人	A	B	C	D	E	F	G
加工工序	2,5,11	1,14	3,7,10	6,12	4,15,16	17	8,9,13,18

4 结 论

提出直接以生产时间为目标, 用遗传算法优化服装缝制流水线编排, 实例证明具有可行性。但服装厂实际缝制流水线编排是一个非常灵活和随机的过程, 该优化过程离实际情况还有一定的距离, 有待进一步的完善提高。 FZXB

参考文献:

[1] Keith C C Chan. Handling the assembly line balancing

problem in the clothing industry using a genetic algorithm [J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 1998, 10(1) :21 - 37 .

[2] 张向辉. 服装生产组织快速反应中智能技术的应用研究[D] :[硕士学位论文] .上海:东华大学, 2003 .

[3] 郭钊侠, 方建安. 遗传算法在服装生产流水线平衡问题中的应用[J] . 计算机仿真, 2003, 20(11) : 98 - 99 .

[4] 楼亚芳. 基于遗传算法的服装工序编排规划[J] . 中原工学院学报, 2003, 14(4) :50 - 52 .

[5] 王东云, 刘惠琴, 胡洛燕, 等. 基于遗传算法服装缝制调度技术的研究 [J] . 纺织学报, 2003, 24(5) :52 - 54 .