

[制造·维修]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.011

基于MMAS的贴片机元件贴装顺序优化

徐丽莉, 刘文杰, 严震宇, 吴秉羲

(苏州大学机电工程学院, 江苏 苏州 215021)

摘 要:贴片技术是印刷电路板生产中的重要技术,而如何提高贴片机效率则是一个热门研究问题。文章对贴片机贴装元件的过程进行了数学建模,并应用最大-最小蚂蚁系统算法对贴装的顺序进行分析优化,结果表明,该算法大大缩短了元件贴片时间,从而提高了贴片机的效率。图3 参11

关 键 词:贴片机;表面贴装技术;最大-最小蚂蚁系统;顺序优化

中图分类号:TN41

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2012)06-0040-03

Optimization of Component Placing Sequence on Placement Machines Based on MMAS Algorithm

XU Lili, LIU Wenjie, YAN Zhenyu, WU Bingxi

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Soochow University, Suzhou 215021, Jiangsu, China)

Abstract: Surface mount technology is an important part in the production of printing circuit boards. How to improve efficiency of placement machines is a hot issue. This paper proposed a mathematical model for the process of mounting components on placement machine, then analysed and optimized the mounting sequence with MMAS algorithm. The results show that the algorithm greatly shortens the patch time, thereby increases the efficiency of placement machine. [Ch, 3 fig. 11 ref.]

Key words: placement machines; surface mount technology; max-min ant system; sequential optimization

0 引言

随着电子技术的不断发展,电路越来越复杂,表面贴装技术成为现代电子产品制造业的核心,成为主流电子制造技术^[1]。为了适应时代的发展,厂家需要努力提高生产效率,才能立足于该行业。而贴片机作为整个表面贴装生产线的关键一环,其工作效率直接影响生产线的生产效率^[2],因此研究如何提高贴片机效率有着极其重要的意义。

文中以 Quad QSP-2 型贴片机为平台进行研究,其工作效率主要由以下因素影响:①贴片头的运行速度;②供料槽排列的位置以及 PCB 板需贴装的元件数;③贴装元件的顺序;④视觉系统效率及吸嘴完成率的影响。结合实际考虑,以调整元件的贴装顺序为着重点,采用最大-最小蚂蚁系统,优化贴装顺序来提高贴片效率。

1 蚁群算法的基本原理

蚂蚁能在其走过的路径上分泌一种信息素,并在

运动过程中能够感知这种物质的存在及其强度,蚂蚁倾向于朝着该物质强度高的方向移动,通过这种内在优化找到食物源和蚁穴之间的最短路径。根据自然界真实蚁群集体行为的启发,Marco Dorigo^[3]等学者提出了一种基于蚂蚁种群的新型优化算法——蚁群算法^[4]。在蚁群算法中,提出了人工蚂蚁的概念,人工蚂蚁和真实蚂蚁一样,是一群相互合作的个体并且有着寻找起点和终点最短路径的共同任务,它能够在全局范围释放信息素^[5],并且某条路径上通过的蚂蚁越多,其留下的信息素就越多,这样后来蚂蚁选择该路径的概率就越大。

为了建立蚁群算法的数学模型,引入旅行商(TSP)问题^[6],TSP问题是指已知N个城市两两之间的距离,旅行者从其中一个城市出发,经过所有城市最终回到起始城市,要求一条最短路线。

下面以蚁群算法寻找最短路径来解决TSP问题,

收稿日期:2012-06-07;修回日期:2012-06-29

作者简介:徐丽莉(1989),女,江苏如东人,硕士研究生,主要研究方向为智能控制技术。E-mail:404391618@qq.com

做如下记号:

m 表示所有蚂蚁的数量, d_{ij} 表示城市 i 和城市 j 间的距离, $b_i(t)$ 表示 t 时刻在城市 i 的蚂蚁个数, $\eta_{ij}(t)$ 反映边 (i, j) 的局部启发程度, 它在蚂蚁系统的运行过程中为常量, $\tau_{ij}(t)$ 表示在第 t 次循环时 (i, j) 上的信息素浓度, $P_{ij}^k(t)$ 表示蚂蚁 k 在第 t 次循环时选择从城市 i 到城市 j 的概率。

在初始状态下, 每条路径上的信息素浓度相等, 根据各条路径上的信息素, 蚂蚁 k 选择其转移方向, 在 t 时刻, 蚂蚁 k 在城市 i 处选择城市 j 的转移概率 $P_{ij}^k(t)$ 为

$$P_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^\alpha(t) \eta_{ij}^\beta(t)}{\sum_{s \in a_k} \tau_{is}^\alpha(t) \eta_{is}^\beta(t)}, & j \in a_k \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

其中, $a_k = \{0, 1, \dots, N-1\}$ 为蚂蚁 k 下一步可以选择移动的城市, α 反映了蚂蚁移动过程中信息素对其路径选择的影响力, β 表示 $\eta_{ij}(t)$ 对其路径选择的影响力。

每只蚂蚁走完一个城市或所有城市后, 需进行残留信息更新, 信息素更新^[7]如下

$$\tau_{ij}(t+n) = (1-\rho)\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t) \quad (2)$$

$$\Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k(t) \quad (3)$$

其中, ρ 表示信息素挥发系数, 则 $(1-\rho)$ 为信息素残留系数, $\Delta\tau_{ij}^k(t)$ 表示第 k 只蚂蚁留在边 (i, j) 上的信息素, $\Delta\tau_{ij}(t)$ 为路径 (i, j) 上信息素的总增加量。

通过不断的求解转移概率, 从而找到信息素最多的路径, 也就是要求得到的最优路径。

2 最大-最小蚂蚁系统

蚁群系统在解决一些小规模的 TSP 问题时比较有优势, 但随着问题规模的扩大, 蚂蚁系统很难在可接受的循环次数内找出最优解, 并且可能会由于某些边上的信息素增长过快而出现停滞现象, 当所有蚂蚁都搜索同一条路径时, 即使这些边所在路径比较好, 也不能保证这就是最优路径。针对传统蚂蚁系统的这些不足, Thmoas Stutzle 和 Holger H. Hoos 首先提出了最大-最小蚂蚁系统 (MMAS)^[8]。MMAS 为了充分利用循环最优解以及当前找出的最优解, 在每次循环之后只有本次循环中找到最短路径的蚂蚁才能进行信息素更新。为避免搜索停滞, 在每个节点上的信息素浓度限制在 $[\tau_{\min}, \tau_{\max}]$ ^[9] 区间内。为使蚂蚁在算法的初始阶段能够搜索更多新的解决方案, 将信息素浓度初始化为 1^[10]。

每次循环之后由找到最优解的蚂蚁进行信息素的更新, 更新规则如下

$$\tau_{ij}(t+1) = \rho\tau_{ij}(t) + (1-\rho)\Delta\tau_{ij}^{\text{best}} \quad (4)$$

$$\Delta\tau_{ij}^{\text{best}} = \begin{cases} \frac{1}{f(s^{\text{best}})}, & \text{若边}(i, j) \text{ 是当前最优解的一部分} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

其中, $f(s^{\text{best}})$ 表示此次循环最优蚂蚁途径路径的长度。由此可以有效避免早熟收敛, 获得较优性能的蚁群算法。

3 优化算法的设计

3.1 贴片机工作流程数学模型

贴片机进行贴片有以下几个过程: ①按 PCB 板的大小调节 PCB 板传输轨道, 通过传输机构将 PCB 板送到待贴片区域并进行 Mark 点定位; ②移动带有吸嘴的贴片头到供料槽上方进行取料, 取料完成后移动到视觉纠偏机构, 进行拍照并纠正元件的角度; ③移至指定贴装元件坐标点处, 完成一个元件的贴装; ④贴片头再移至下一个贴片元件的料槽处开始下一次循环, 重复 ②和③的步骤直到完成所有元件的贴装。为了方便描述, 忽略了贴片头吸嘴上下运动吸取和贴装元件的时间, 具体定义如下:

N 为 PCB 板上需贴装的元件个数, k 表示贴装的第 k 个元件, $T_1(k)$ 表示贴片头从 $k-1$ 次贴片元件处移至 k 次贴片元件料槽处的时间, $T_2(k)$ 表示贴片头从料槽处移至纠偏机构处的时间, $T_3(k)$ 表示贴片头从纠偏机构移至贴片元件处的时间。

则整个 PCB 板贴片过程的时间可以计算如下

$$T = \sum_{k=1}^N [T_1(k) + T_2(k) + T_3(k)] \quad (6)$$

假设贴片头做匀速运动, 由 (6) 式看来, 在贴片过程中, 通过合理的选择贴片顺序, 可以达到优化的目的。每个元件从料槽到视觉纠偏机构以及从纠偏机构到元件贴装点的距离是固定不变的, 这样只需对当前元件贴装点到下一个元件料槽的顺序进行优化。可以看出贴片的顺序优化问题和典型的旅行商问题相似, 这样就可以用解决旅行商问题的方法来解决贴片优化问题。

3.2 贴片顺序优化算法的设计方案

首先设定保存两节点间距离和信息素的二维数组, 并设置初始时信息素全为 1。第 1 只蚂蚁随机从某个节点出发, 按照状态转移概率找到下一个节点, 然后移至此节点再按同样的方式找下一个节点……, 直到这只蚂蚁走过所有的节点结束。然后让第 2 只蚂蚁以相同的方法遍历完所有的节点……, 直到所有的蚂蚁都搜索完所有节点, 这个时候按信息素更新规则来

更新信息素,并使得搜索次数加1,将此时的最优路径保存。然后让所有的蚂蚁以上述相同的方法重新搜索一遍,并更新信息素,搜索次数加1,保存最优路径,比较两次最优路径,舍弃相对较差的路径……,反复循环直到完成设定的搜索次数,输出最终最优路径。其流程如图1所示。

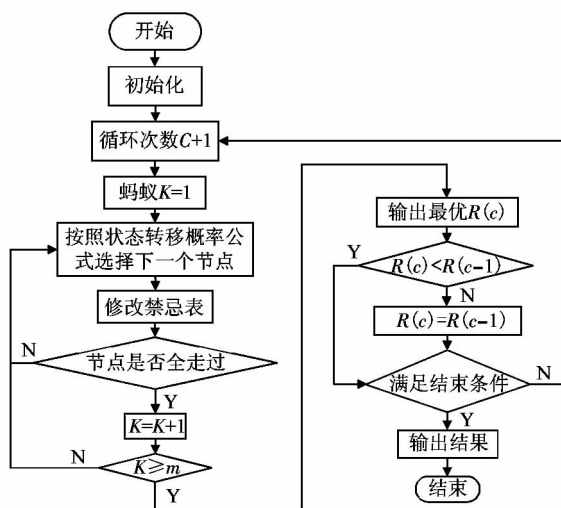


图1 元件贴装优化流程图

Figure 1 Flow chart of component placement optimization

4 实验验证和结果分析

采用规模为8的样本进行试验,将样本数据导入Quad QSP-2贴片机控制系统,将其参数设置为: $m=50$,启发因子 $\alpha=1$,期望因子 $\beta=2$,信息素挥发系数 $\rho=0.1$ ^[11],循环次数为2 000次。试验中,贴片头以第一个贴片元件的料槽位置[即图2和图3中的(0,0)坐标]为起点开始贴片,所有元件贴片结束后贴片头又回到起点位置,准备下一次贴片。贴片优化前和经过优化处理之后的顺序分别如图2和图3所示。

经计算,未优化前元件贴装路径为122.28 cm,顺序优化后总路径为63.45 cm。

5 结语

综上所述,可以看出在使用最大-最小蚂蚁系统进行贴片顺序优化之后,可以将其原来杂乱无章的贴片顺序变得比较合理,减少了贴片路程,这样不仅节约了贴装时间提高了效率,而且能延长贴片机的使用寿命,降低了其维护保养的费用。

参考文献(References):

- [1] 杜轩,李宗斌,高新勤,等. 基于遗传算法的转塔式贴片机贴装过程优化[J]. 西安交通大学学报,2008,42(3):295-299.
- [2] 胡以静,胡跃明,吴忻生. 高速高精度贴片机的贴装效率优化方法[J]. 电子工艺技术,2006,27(4):191-196.

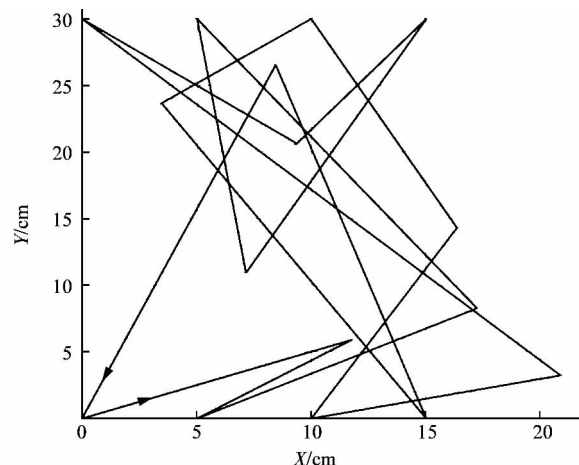


图2 优化前的元件贴装顺序

Figure 2 Component placement sequence before optimization

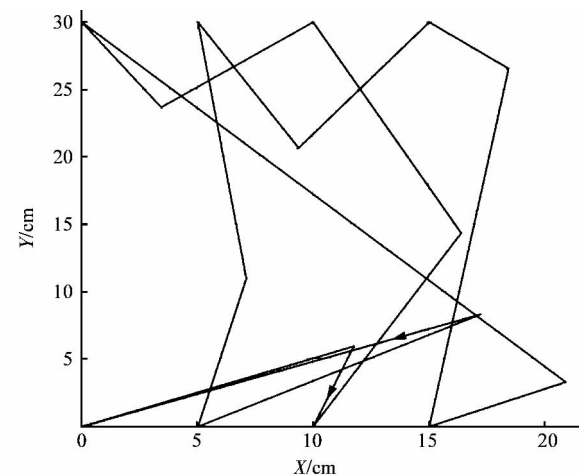


图3 经过最大-最小蚂蚁系统优化之后的元件贴装顺序

Figure 3 Component placement sequence after optimization of max-min ant system

- [3] DORIGO M, MANIEZZO V, COLNMI A. Ant system: optimization by a colony of cooperating agents [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-part B, 1996, 26(1):29-41.
- [4] 李士勇,陈永强,李研. 蚁群算法及其在应用[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.
- [5] 覃刚力,杨家本. 自适应调整信息素的蚁群算法[J]. 信息与控制, 2002, 31(3):198-201.
- [6] 李晓英,万剑怡,何首武. 求解TSP问题的一种改进遗传算法[J]. 科技广场,2006(2):10-12.
- [7] 李有梅,王文剑. 关于求解组合优化问题的蚁群优化算法[J]. 计算机科学,2002,29(3):115-118.
- [8] 马良,朱刚,宁爱兵. 蚁群优化算法[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [9] STUTZLE T, HOOS H H. Max-min ant system[J]. Future Generation Computer Systems, 2000, 16(9):889-914.
- [10] DORIGO M, STUTZLE T. 蚁群优化[M]. 张军,胡晓敏,罗旭耀,等,译. 北京:清华大学出版社,2007.
- [11] 段海滨. 蚁群算法原理及其应用[M]. 北京:科学出版社,2005.

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.012

全自动塑封捆钞机控制系统

吴旭东^{1,2}

(1. 苏州江南航天机电工业有限公司, 江苏 苏州 215101;
2. 苏州方林科技股份有限公司, 江苏 苏州 215151)

摘 要:为解决现行捆钞方式所引起的现钞易抽张、易受潮、易受损、钞捆不易于管理等问题,设计出从送币、钞捆数量检测、钞捆信息打印、一次捆扎、钞捆转运、二次塑封、三次热缩成型等整个过程的全自动控制塑封捆钞机,实现了钞捆的唯一身份标识、钞捆塑封完整牢靠、钞捆塑封效果美观,满足银行系统“十二五”规划对五好钞捆的要求。图4参8

关 键 词:捆钞;全自动塑封捆钞;金融包装机具;分布式控制系统;二维汉信码

中图分类号:TH693.5 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2012)06-0043-06

Fully Automatic Plastic Banknote Bundling Machine Control System

WU Xudong

(1. Suzhou Jiangnan Spaceflight Mechanical and Electrical Industrial Company Limited, Suzhou 215101, Jiangsu, China;
2. Suzhou Fang Lin Polytron Technologies Inc., Suzhou 215151, Jiangsu, China)

Abstract: In order to solve the bundling mode caused by the cash easily losing, damped, damaged and hard in bundled money management issues, the paper designed whole process automatic control plastic bundling machine from the note-feeding, bundled money amount detection, bundled money information print, first time strapping, bundled money transfer, second time, thermal sealing, third time thermo plastic formation etc, thus realizes the bundled money only identity logo, integrity and reliable bundled money plastic sealing, bundled money plastic in aesthetic effect to meet five-good bundled money demand in "Twelfth Five-Year Plan" of banking system. [Ch, 4 fig. 8 ref.]

Key words: bundling; full automatic plastic bundling; financial packaging machine; distributed control system; two-dimensional code

0 引言

捆钞机是金融系统专用的包装机具,其功能是将已打把的现钞打捆,便于现钞的管理、运输与保存。目前现有的捆扎机多采用捆扎带,这样的捆扎方式使现钞易丢张、易受潮、易受损的问题比较严重^[1]。此外,现行的钞捆信息由贴标机完成,但贴标的耗材成本过高,且标识内容易磨损;我们采用打码机直接将钞捆信息(汉字和二维汉信码)打印在塑封膜的内侧,解决了标识易磨损及贴标耗材成本高的问题。据此,我们开发了立体捆扎塑封一体化设备——纸币全自动塑封捆钞机,文章介绍捆钞机控制系统的设计^[2]。

1 系统组成及工作流程

1.1 系统组成

全自动塑封捆钞机控制系统主要由检测、控制、人机交互及执行4部分组成,如图1所示。其各部分功能分别介绍如下:

1) 检测部分

控制系统利用光电开关、磁环开关检测电机、气缸的相关位置信号,位置信号作为电机及气缸动作停止与切换的依据;利用压力开关检测空压机的气罐压力,压力信号作为空压机启停的依据;利用热电偶检测热缩炉、I型封切刀及L型封切刀的温度,温度信号作为

收稿日期:2012-04-20;修回日期:2012-06-10

作者简介:吴旭东(1987),男,江苏建湖人,硕士研究生, AES 高级工程师,主要研究方向为运动控制系统及机器人应用。

E-mail: wxd540178298126@163.com