

重庆化工职业学院 2020 年公开招聘工作人员 智造学院专业专任教师（机械类、仪器类、材料 类）能力测试

试讲课题：粒子群优化算法的基本原理

6.3.1 粒子群优化算法的基本原理

粒子群优化（particle swarm optimization，PSO）算法是美国普渡大学的 Kennedy

和 Eberhart 受到鸟类群体行为的启发，于 1995 年提出的一种仿生全局优化算法。PSO 算法将群体中的每个个体看作 n 维搜索空间中一个没有体积、没有质量的粒子，在搜索空间中以一定的速度飞行，通过群体中粒子间的合作与竞争产生的群体智能指导优化搜索。

粒子群优化算法在 n 维连续搜索空间中，对粒子群中的第 i ($i=1, 2, \dots, m$) 个粒子，定义 n 维当前位置向量 $x^i(k) = [x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i]^T$ 表示搜索空间中第 i 个粒子的当前位置， n 维速度向量 $v^i(k) = [v_1^i, v_2^i, \dots, v_n^i]^T$ 表示该粒子的搜索方向。

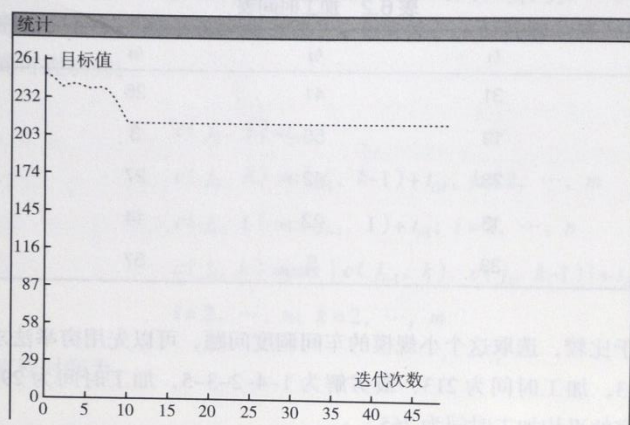


图 6.3 最优解收敛图

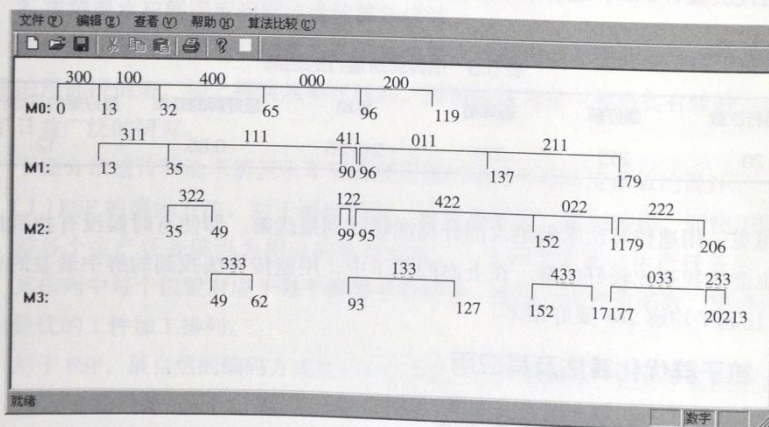


图 6.4 机器甘特图

群体中第 i 个粒子经历过的最优位置 (pbest) 记为 $p^i(k) = [p_1^i, p_2^i, \dots, p_n^i]^T$, 群体中所有粒子经历过的最优位置 (gbest) 记为 $p^g(k) = [p_1^g, p_2^g, \dots, p_n^g]^T$, 则基本的 PSO 算法为:

$$v_j^i(k+1) = \omega(k)v_j^i(k) + \varphi_1 \text{rand}(0, a_1)(p_j^i(k) - x_j^i(k)) + \varphi_2 \text{rand}(0, a_2)(p_j^g(k) - x_j^i(k)) \quad (6.8a)$$

$$x_j^i(k+1) = x_j^i(k) + v_j^i(k+1) \quad (6.8b)$$

$$i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

其中, $\omega(k)$ 是惯性权重因子; φ_1 、 φ_2 是加速度常数, 均为非负值; $\text{rand}(0, a_1)$ 和 $\text{rand}(0, a_2)$ 为 $[0, a_1]$ 、 $[0, a_2]$ 范围内的具有均匀分布的随机数, a_1 与 a_2 为相应的控制参数。

式 (6.8a) 右边的第一部分是粒子在前一时刻的速度对下一时刻速度的影响; 第二部分为个体“认知 (cognition)”分量, 表示粒子本身的思考, 将现在的位置和曾经经历过的最优位置相比; 第三部分是群体“社会 (social)”分量, 表示粒子间的信息共享与相互合作。 φ_1 和 φ_2 分别控制个体认知分量和群体社会分量相对贡献的学习率。引入 $\text{rand}(0, a_1)$ 和 $\text{rand}(0, a_2)$ 将增加认知和社会搜索方向的随机性和算法多样性。

粒子群优化算法的流程如下:

①初始化每个粒子, 即在允许范围内随机设置每个粒子的初始位置和速度。

②评价每个粒子的适应度, 计算每个粒子的目标函数。

③设置每个粒子经历过的最好位置 P_i 。对每个粒子, 将其适应度与其经历过的最好位置 P_i 进行比较, 如果优于 P_i , 则将其作为该粒子的最好位置 P_i 。

④设置全局最优值 P_g 。对每个粒子, 将其适应度与群体经历过的最好位置 P_g 进行比较, 如果优于 P_g , 则将其作为当前群体的最好位置 P_g 。

⑤根据式 (6.8) 更新粒子的速度和位置。

⑥检查终止条件。如果未达到设定条件 (预设误差或者迭代的次数), 则返回第②步。

粒子群优化算法流程图如图 6.5 所示。

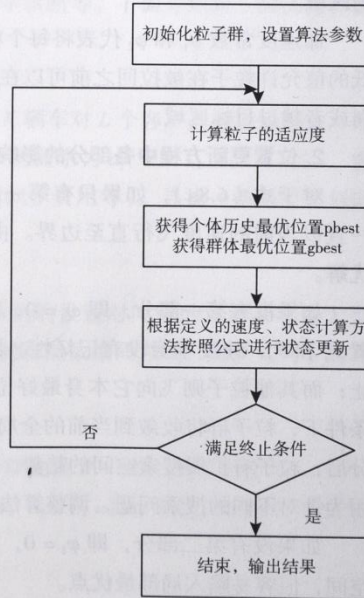


图 6.5 粒子群优化算法流程图