



图 13 PSO 流程图

PSO 中每次迭代粒子 i 的速度 v_i 和位置 x_i 更新公式为:

$$v_i^k = wv_i^{k-1} + c_1r_1 * rand() * (pbest_i - x_i^{k-1}) + c_2r_2 * rand() * (gbest - x_i^{k-1})$$

$$x_i^k = x_i^{k-1} + v_i^k$$

其中, w 为惯性权重 (*inertia weight*), c_1 和 c_2 为加速常数 (*acceleration constants*), $rand()$ 为在 $[0,1]$ 范围里变化的随机值, $pbest$ 为粒子自身的最佳过去位置, $gbest$ 为整个群或近邻的最佳过去位置。

采用粒子群算法优化随机森林模型的参数, 可以将模型返回预测结果计算得到的 F1 值作为目标函数, 通过更新迭代得到最佳位置, 即最优参数。

本项目中, 在采用粒子群算法的基础上, 还引入了惯性权重线性递减和多样性维护参数的概念, 对算法加以改进。其中惯性权重 w 线性递减, 根据迭代进度, 逐渐减小惯性权重, 可以在一定程度上优化粒子的寻优能力; 多样性维护参数 c_3 可以确保种群中的粒子保持一定的多样性, 避免陷入局部最优解。

$$w = w_{\max} - \frac{t}{T}(w_{\max} - w_{\min})$$

$$V = c_3 * (Rand() - 0.5) * range$$

$$v_i^k = v_i^k + V$$

其中, $w_{\max} = 0.9$, $w_{\min} = 0.4$, t 为当前迭代次数, T 为最大迭代次数, $c_3 = 0.1$, V 为多样性维护项, $range$ 为各参数取值范围长度。