

# PSO优化

PSO速度和位置更新公式：

$$v_i = \omega \times v_i + c_1 \times rand() \times (pbest_i - x_i) + c_2 \times rand() \times (gbest_i - x_i)$$

$$x_i = x_i + v_i$$

## 1、优化目的

1) PSO\_0  $\rightarrow$  PSO\_1

$$\omega = \begin{cases} \omega_{\min} + \frac{(\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f - f_{\min})}{f_{\text{avg}} - f_{\min}} & f \leq f_{\text{avg}} \\ \omega_{\max} & f > f_{\text{avg}} \end{cases}$$

PSO\_0中 $w$ 是常数，在PSO\_1中， $w$ 满足上式

$w$ 越大，粒子移动越快，每次移动的跨度也越大，因此适当增大 $w$ 会缩短优化时间。

但 $w$ 大同样会带来问题，即粒子可能会直接跳过极值点导致无法找出最优解。

因此对粒子按照当前适应度值是否大于平均适应度值进行分类。若该粒子的适应度值大于均值，说明该粒子距离最优位置还有很远的距离，因此要使 $w$ 大一些，取  $\omega_{\max}$ 。若小于等于均值，则利用

$\omega = \omega_{\min} + \frac{(\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f - f_{\min})}{f_{\text{avg}} - f_{\min}}$  来求解 $w$ 。首先，因为此时该粒子的适应度值小于均值，说

明它已经比较接近最优位置了，因此 $w$ 要偏小一些，以防 $w$ 过大导致粒子跳过最佳位置。但这时又会带

来一个问题：陷入局部最优解。为了解决这个问题，我采用了  $\frac{(f - f_{\min})}{f_{\text{avg}} - f_{\min}}$  来进行 $w$ 的约束，当该值较大

时，说明均值很接近最小值，即粒子靠的很近，聚在一个点，这很可能是局部最优解，因此要增大 $w$ 来跳出这个局部最优位置。但又不能使 $w$ 过大，因此在这里，利用  $\omega_{\min}$  加上一个部分：

$\frac{(\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f - f_{\min})}{f_{\text{avg}} - f_{\min}}$ ，类似于惩罚因子。

2) PSO\_1  $\rightarrow$  PSO\_2

$$\omega = \begin{cases} \omega_{\max} - 500 \times (f_{avg} - f) * (\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f_{avg} - f_{\min}) & f \leq f_{avg} \\ \omega_{\max} & f > f_{avg} \end{cases}$$

在PSO\_2中，我针对PSO\_1做出了以下几个改动：

### 1) 将 $\omega_{\min}$ 改成了 $\omega_{\max}$

因为在实际测试中发现若取 $\omega_{\min}$ 则会导致迭代速度很慢并且常常因为w值不够大而无法跳出局部最优位置。因此在这里将其改成了 $\omega_{\max}$ ，这样一来w就足够大，既可以加快收敛速度，又能使粒子更好地跳出局部最优位置。

### 2) 改变了乘积项

将原先的 $\frac{(\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f - f_{\min})}{f_{avg} - f_{\min}}$ 改为了

$$500 \times (f_{avg} - f) * (\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f_{avg} - f_{\min})$$

因为这里采用的是 $\omega_{\max} - 500 \times (f_{avg} - f) * (\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f_{avg} - f_{\min})$ ，因此后面的多项式越小w就越大。而当当前粒子的适应度值接近所有粒子的平均适应度值、平均适应度值又十分接近最小值时，则说明所有粒子都聚集在一个位置了，而这个位置有可能是局部最优位置，因此要使w大一些，即减得少一些。

对于500这个常数，是我经过测试得到的经验值，并无实际含义。

## 2、具体方法

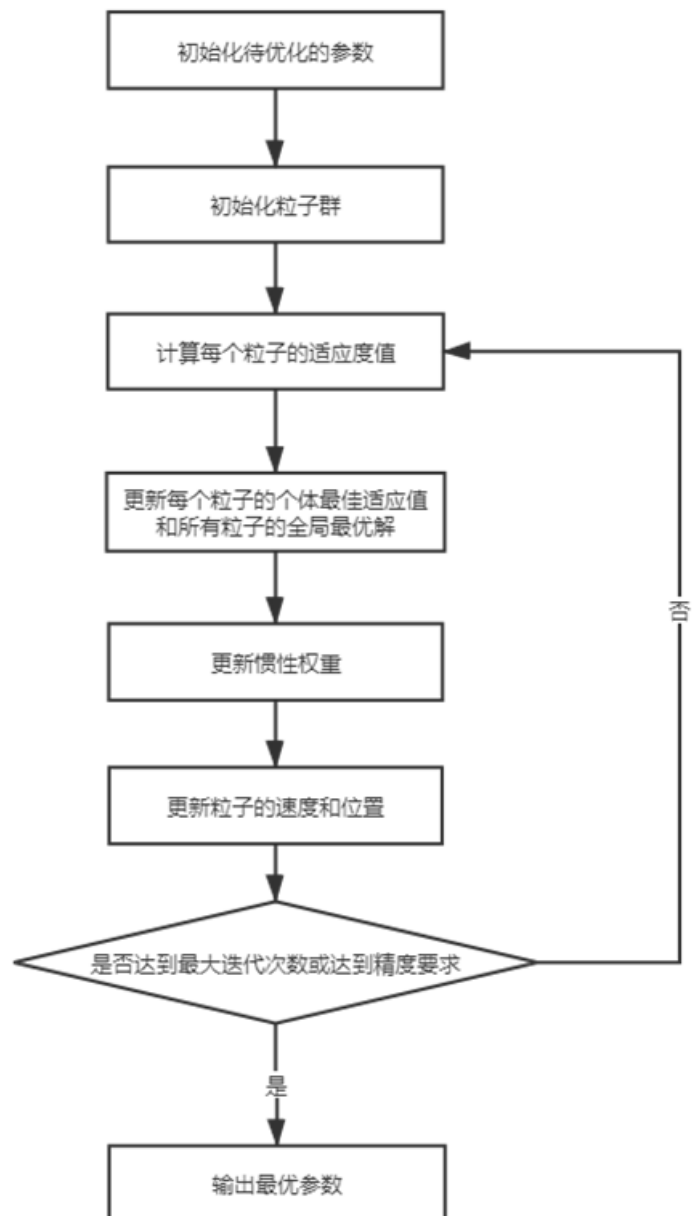
PSO\_1惯性权重w更新公式：

$$\omega = \begin{cases} \omega_{\min} + \frac{(\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f - f_{\min})}{f_{avg} - f_{\min}} & f \leq f_{avg} \\ \omega_{\max} & f > f_{avg} \end{cases}$$

PSO\_2惯性权重w更新公式：

$$\omega = \begin{cases} \omega_{\max} - 500 \times (f_{avg} - f) * (\omega_{\max} - \omega_{\min}) * (f_{avg} - f_{\min}) & f \leq f_{avg} \\ \omega_{\max} & f > f_{avg} \end{cases}$$

流程图：



### 3、优化效果

```
In [90]: 1 pd.concat([lgb_history_df, lgb_history_df1, lgb_history_df2], axis=1).plot()
```

```
Out[90]: <matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x230c2b85748>
```

