

PEGA: 一种考虑表观遗传特征平衡全局和局部优化的 概率环境梯度驱动遗传算法

段峙宇, 杨顺昆, 邵麒, 杨明浩

北京航空航天大学可靠性与系统工程学院, 中国北京市, 100191

摘要: 表观遗传学的灵活性使进化机制更加精细和多样化。从表观遗传的角度来看, 提升遗传算法的稳定性和准确性需要重点解决两个方面的问题: (1) 恒定外部环境导致突变或交叉后表型变化的过度无序性; (2) 表观遗传算子类型有限导致的过早收敛。为此本文提出一种考虑表观遗传特征的概率环境梯度驱动遗传算法(PEGA)。提出概率环境梯度下降策略(PEG), 其基于多维异构指数环境向量在解空间中沿梯度方向生成更多后代, 以提高局部收敛效率并获得稳定的局部搜索能力。为了在不同进化阶段平衡全局和局部搜索, 设计了可变核小体重组算子(VNR)以动态调整参与突变和交叉的基因数量。在此基础上, 引入3个表观遗传算子, 通过丰富遗传多样性来减少过早收敛的可能。在CEC'17基准函数集上10维, 30维, 50维和100维的实验结果表明, PEGA的准确性和稳定性均优于10种先进的进化和群体智能算法。消融分析验证了PEG和VNR在96.55%的测试函数上的有效性, 并可将准确性提高至多4个数量级。此外, PEGA在航天器轨迹优化问题上也表现出了最佳综合性能。

关键词: 进化算法; 表观遗传学; 表观遗传算法; 概率环境向量; 可变核小体重组
<https://doi.org/10.1631/FITEE.2300170>