

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАБОТЫ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ

Винокуров Д.В., Буздalова А.С., Университет ИТМО

Научный руководитель – Буздalов М.В., кандидат технических наук, доцент ФИТиП,
Университет ИТМО

Введение

Анализ работы эволюционных алгоритмов обычно подразумевает под собой получение оценок на время оптимизации (нахождения оптимума) для данного алгоритма на данной функции приспособленности. За все время было сделано много работ по нахождению верхних и нижних оценок на это время для многих видов эволюционных алгоритмов [1-3], но иногда хочется знать время работы до нахождения определенного уровня приспособленности (т.н. *fixed-target*) [4], и таких оценок существует уже намного меньше. В данной работе планируется проанализировать существующие методы по нахождению верхних и нижних оценок времени работы эволюционных алгоритмов и найти *fixed-target* результаты на типовых функциях приспособленности для одной из вариаций $(1+1)$ EA.

Цель работы

Целью работы является получение *fixed-target* верхних и нижних границ для *LeadingOnes*, *OneMax* и линейных функций на $(1+1)$ EA с гарантированной мутацией как минимум одного бита особи [5]. Эти результаты, к примеру, могут быть в дальнейшем использованы для доказательства границ на других функциях приспособленности или для другого типа эволюционных алгоритмов.

Базовые положения исследования

Для функций *LeadingOnes* (число лидирующих единиц в особи) и *OneMax* (число единиц в особи) для анализа удобно использовать метод уровней – уровень i в таком методе это все особи, имеющие значение функции приспособленности, равное i . Тогда для каждого такого уровня можно найти вероятности перехода с одного уровня на уровень выше (рассматривается эволюционный алгоритм с элитизмом, т.е. выбираем всегда потомка не хуже, чем текущий родитель, и поэтому алгоритм никогда не перейдет на уровень ниже). Для *LeadingOnes* и *OneMax* несложно посчитать эти вероятности и обнаружить описывающее их распределение, и таким образом можно найти математическое ожидание перехода до оптимума или до поставленного в задаче конкретного уровня приспособленности. К примеру, для *LeadingOnes* эту величину можно посчитать точно, и поэтому нижняя и верхняя граница совпадают, а для *OneMax* получится ее только снизу и сверху ограничить.

Для линейных функций метод уровней уже не подходит, и поэтому используются другие эвристики: обе границы доказываются с помощью теоретического анализа структуры линейных функций.

Результаты

Для $(1+1)$ EA с мутацией как минимум одного бита были успешно найдены верхние и нижние границы для *OneMax* и линейных функций, а также точная граница для *LeadingOnes*.

Список использованных источников

1. J. Lengler. Drift Analysis // arXiv:1712.00964 [cs.NE], 2017
2. Jun He, Xin Yao. Drift analysis and average time complexity of evolutionary algorithms // Artificial Intelligence, Volume 140, Issues 1–2, p. 245-248, 2002

3. C. Witt. Tight bounds on the optimization time of a randomized search heuristic on linear functions // *Comb. Probab. Comput.* 22, p. 294-318, 2013
4. B.Doerr, T. Jansen, C. Witt, C. Zarges. A Method to Derive Fixed Budget Results From Expected Optimisation Times // *GECCO '13 Proceedings of the 15th annual conference on Genetic and evolutionary computation*, p. 1581-1588, 2013
5. E. C. Pinto, C. Doerr. Towards a More Practice-Aware Runtime Analysis of Evolutionary Algorithms // *arXiv:1812.00493 [cs.NE]*, 2017