

進捗報告

1 今週行ったこと

- 既知解 1 を初期個体（の平均ベクトル）として CMA-ES の実験.
- CMA-ES の論文調査.

2 問題設定

ガスタービン一台、ボイラー一台、ターボ式冷凍機一台、蒸気吸収式冷凍機二台の 5 つの機器からなる 24 時刻運用問題である. 120 次元の変数 x が存在するが、24 時刻としてそれぞれ 5 つの機器の熱生成量及びガス消費量を表すためである. 以下の表 1 に変数説明を表す.

表 1: 変数説明

変数	変数の定義域	変数の意味
x_t	1.5~5.0	ターボ式冷凍機の熱生成量
x_{s1}	4.5~15.0	蒸気吸収式冷凍機 1 の熱生成量
x_{s2}	4.5~15.0	蒸気吸収式冷凍機 2 の熱生成量
x_g	1103~3679	ガスタービンのガス消費量
x_b	8.02~803	ボイラーのガス消費量

なお、変数の定義域は動かした場合のものであり、停止している場合は当然 0 となる.

2.1 実験 1

CMA-ES を用いて既知解を初期解として実験した. なお、実験パラメータは表 2 の通りである.

表 2: 実験パラメータ

パラメータ	値
sigma (初期標準偏差)	1e-10
入力変数の次元	120
最大世代数	2000
一世代の個体数	2400
ρ (ペナルティ関数の係数)	1e+4

図 1, 2 にそれぞれ目的関数と y 軸が片対数の制約違反関数の遷移を示す. 初期解を既知解 1 としたとき、その局所解から抜け出そうと探索が進んだため、既知解よりも良い結果は得られなかった.

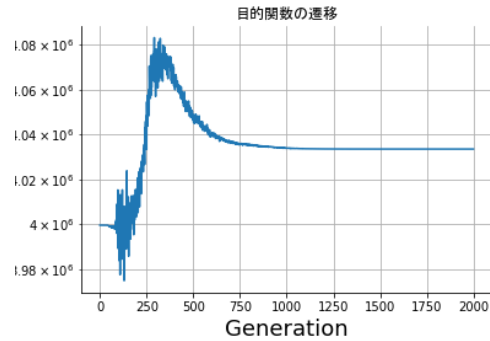


図 1: 目的関数 (seed=0)

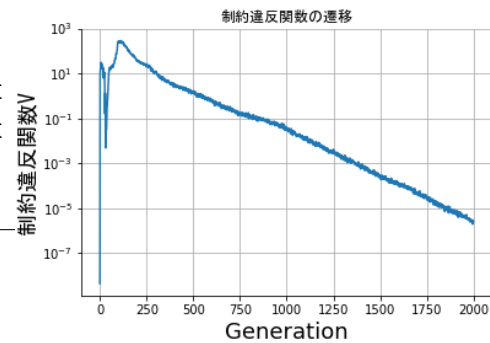


図 2: 制約違反関数 (seed=0)

3 論文

3.1 ブラックボックス最適化のための不変性を考慮した線形制約対処法の提案

阪本らは適応的ランキングに基づく線形不等式制約対処法 (Adaptive Ranking Based Linear Constraint Handling Method, AR-LCH) を提案した [1]. AR-LCH は制約付き最適化問題を, 制約なし最適化問題へと変換する. このとき, 以下の 3 つの不変性を持たないと CMA-ES の性能を十分に発揮できない. 目的関数と制約関数それぞれの単調増加変換に対する不変性, 探索空間のアフィン変換に対する不変性, 冗長制約に対する不変性. AR-LCH は, 二種類のランキングの適応的荷重和を考慮することで, 候補解のランキングを決定する. これにより単調増加変換に対する不変性を獲得した. 二種類のランキングとは, 目的関数値に基づくランキングと, 制約違反解から最近傍の実行可能点までのマハラノビス距離を用いた制約違反量に基づくランキングである. マハラノビス距離を用いることで, アフィン不変性を獲得し, 制約違反を距離で定義することで冗長制約に対する不変性を獲得した. また, 提案法は制約無し最適化に近い解解釈を行い, 結果として効率的な探索を行えることも示した.

3.2 CMA-ES のための集団サイズ適応機構の提案と評価

西田らは, CMA-ES において最も探索性能の探索効率に影響を与える事前パラメータである集団サイズを適応的に更新する機構を提案した [2]. CMA-ES におけるパラメータ更新の精度を進化パスを導入することで定量化し, この精度指標を一定に保つように集団サイズを適応する. 実験的評価から, 単峰性関数では集団サイズが比較的小さな値で安定すること, 多峰性関数では探索序盤に集団サイズを増加させることで最適でない局所解への収束を始めると集団サイズを減少させて冗長な解評価を削減することが確認された.

4 今後の展望

- 変数 x から一部の変数を定数として固定し, 探索を進める.

参考文献

- [1] 阪本直気, 秋本洋平. ブラックボックス最適化のための不変性を考慮した線形制約対処法の提案. 進化計算学会論文誌, Vol. 9, No. 1, pp. 21–30, 2018.
- [2] 西田昂平, 秋本洋平. Cma-es のための集団サイズ適応機構の提案と評価. 進化計算学会論文誌, Vol. 8, No. 2, pp. 61–74, 2017.