

GA を用いた超臨界プロセスにおける最適設計

武田研究室 5031-2144 山崎裕也

1. 背景

化学プラントを効率よく運転するための条件を決定する。しかし、化学プロセスの構造は離散的で、設計変数である温度、圧力は連続な数値である。そのようなプロセスで最適条件を探索するのは困難である。そこで、連続な数値と離散な構造が混在する問題も最適化可能な GA(Genetic Algorithm)を用いて、超臨界プロセスを対象とした最適条件を探索する。

2. 超臨界プロセス

Fig. 1 に超臨界プロセスを示す。空気を圧縮、予熱し高温・高圧で超臨界水酸化させ家畜廃棄物を完全燃焼させ熱回収する。本研究では、前工程で2通り、反応工程で2通りの全4通りのプロセスを考える。

プロセスから排出される全エネルギーと投入する全エネルギーの差を求めて、余剰エネルギーを計算する。余剰エネルギー値が大きいほど熱効率がよい。設計変数である温度、圧力を変え熱効率の良い超臨界水酸化プロセスの設計を支援するシステム開発を行う。

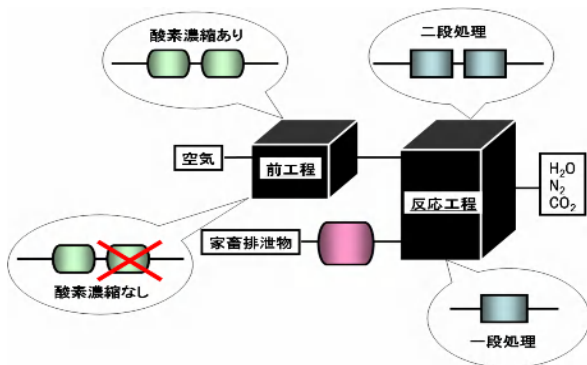


Fig.1 超臨界プロセス

3. GAの概要

GA は確率的探索法の1つであり、複数の解候補を並列に探索するアルゴリズムである。解候補である個体の集団を考え、その集団に生物の進化の仕組みを模倣した操作を行い、より良い解を得ようとする。以下に基本的な GA の流れを示す。

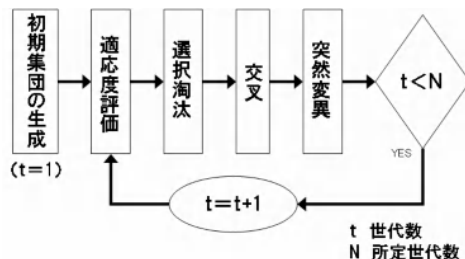


Fig.2 GA の流れ

解候補が複数出力されるため、変数を決定する際に、使用者が解を選択することができる利点がある。

4. GA による処理手順

次に、単純な GA の処理手順について説明する。

(1) 初期集団の生成

ランダムに決定された遺伝子を持つ S 個*の個体から成る初期集団を生成。遺伝子は2進数表示。

(2) 適応度評価

適応度はシステムの性能を評価する評価関数であり、生物の進化過程の環境への適合の度合いを示す。

(3) 選択淘汰

適応度を元に、重複を許して S 個*の次世代の個体候補を選択する。

(4) 交叉

個体を2個1組に選び、両親とし交叉させ2個の子孫となる新しい個体を作る。

(5) 突然変異

ある箇所の遺伝子を一定の割合で反転させる。

この操作によって変数が多様となり、大局的最適解を探索する役割を果たす。

※ S : 個体数

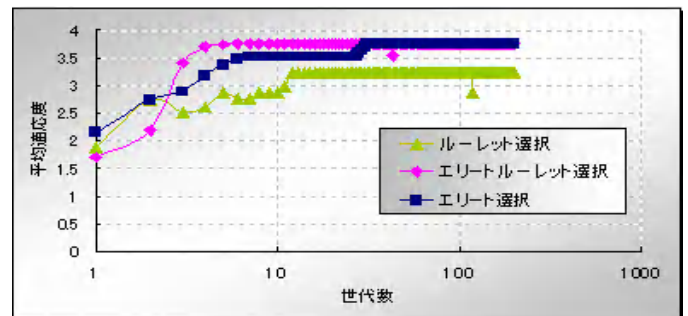


Fig.3 実験結果

5. これまでの成果

超臨界水酸化の4つのプロセスについて、概ね理解することができた。最適手法である GA の一連の流れを掴むことができ、単純な最適化問題のプログラム (C言語) を作成することができた。そのプログラムの実行結果から選択淘汰はエリート・ルーレット選択が好ましいと考えた。

6. 今後の課題

遺伝子設計のパラメータは、種類が多く、解く問題によって様々な選択ができる。多様なプログラムを組み、最適なプログラムの選択をする。また、超臨界プロセスの設計変数はプロセス構造、温度、圧力があり、このような変数を取り扱えるように変数を拡張していく。

プロセス全体での熱効率を求めるために、個々のエネルギーを温度、圧力を変え計算し、最適なプロセス設計を行う。