

補足資料 ～太陽光発電 2～

上智大学 助教授

宮武 昌史

1 Maximum Power Point Tracking (MPPT) 手法あれこれ

(1) 最適化手法に基づく探索

- 山登り法探索
簡単・実績多・応答悪・部分影非対応
- 一変数探索法 (次章参照)
比較的簡単・応答特性やや改善・部分影非対応
- 遺伝的アルゴリズム (GA)
部分影得意・応答悪・定常時の発電性能悪
- Particle Swarm Optimization (PSO)
部分影得意・応答悪・定常時の発電性能悪

(2) $I-V$ 特性等の実測

確実な MPP 把握可・部分影得意・応答良・定常時の発電性能悪

(3) ダミーモジュールの利用

確実な MPP 把握可・部分影非対応・応答良・モジュール数少のとき発電量少

(4) 特性の推定

- 日射・表面温度等測定値から理論的に計算
単純・部分影非対応・誤差要因によって真の MPP から外れる
- ニューラルネットワーク
環境適応能力大・計算量多・部分影対応難
- 固定トレース法
環境適応能力比較的大・計算量多・部分影対応難

2 一変数探索法 ～ 黄金分割探索の例 ～

この方法は、1変数の場合に適用でき、図1のように、探索区間中に(1)式で示される黄金分割比 τ によって分けられた2点で目的関数の大きさを調べて、探索区間を小さい方に絞っていく方法で、微分係数が要らない、計算量が少ない、精度を正確に指定できるなどの特長を持つ、非常に簡単な非線形最適化手法である。また、多変数の最適化手法である最大勾配法と組み合わせて用いることもできる。

$$\tau = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \quad (1)$$

ただし、この方法では local minimum に対応できないので注意が必要である。なお、最大化問題の場合は、目的関数に -1 をかけて考えればよい。

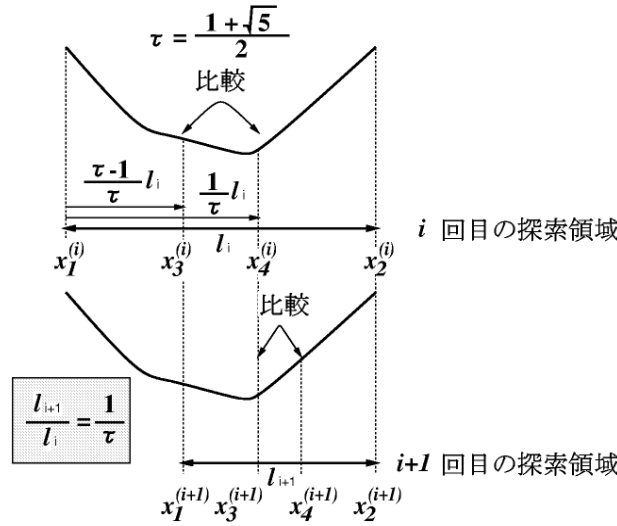


図 1: 一変数探索法のアルゴリズム

ある 1 変数関数 $f(x)$ について、区間 $[x_1^{(0)}, x_2^{(0)}]$ 内での最小点を求める場合を考える。探索区間で、2 に基づき、黄金分割比 τ で分けられた 2 点を取る。

$$\begin{aligned} x_3^{(i)} &= \frac{\tau-1}{\tau}(x_2^{(i)} - x_1^{(i)}) + x_1^{(i)} = \frac{1}{\tau}x_1^{(i)} + \frac{\tau-1}{\tau}x_2^{(i)} \\ x_4^{(i)} &= \frac{1}{\tau}(x_2^{(i)} - x_1^{(i)}) + x_1^{(i)} = \frac{\tau-1}{\tau}x_1^{(i)} + \frac{1}{\tau}x_2^{(i)} \end{aligned} \quad (2)$$

$x_3^{(i)}, x_4^{(i)}$ について、 $f(x)$ の値を求め、大小関係によって次の処理を行なう。

(1) $f(x_3^{(i)}) > f(x_4^{(i)})$ の場合
探索区間を x_2 側に移動する。

(2) $f(x_3^{(i)}) < f(x_4^{(i)})$ の場合
探索区間を x_1 側に移動する。

$$x_1^{(i+1)} = x_3^{(i)}, x_2^{(i+1)} = x_2^{(i)}, x_3^{(i+1)} = x_4^{(i)}$$

$$x_1^{(i+1)} = x_1^{(i)}, x_2^{(i+1)} = x_4^{(i)}, x_3^{(i+1)} = x_3^{(i)}$$

さらに、関数 f の計算値が次のステップ $i+1$ でも使える。

さらに、関数 f の計算値が次のステップ $i+1$ でも使える。

$$f(x_3^{(i+1)}) = f(x_4^{(i)})$$

$$f(x_4^{(i+1)}) = f(x_3^{(i)})$$

上記の作業を $i = 0, 1, 2, \dots$ と繰り返すことにより、図 1 のように探索区間を縮小でき、最適点を所定の精度で求めることができる。精度 δ は、反復回数を n とすると、(3) 式で与えられる。

$$\delta = \frac{l_0}{\tau^n} = \frac{x_2^{(0)} - x_1^{(0)}}{\tau^n} \quad (3)$$

なお、図 1 の区間長だけを見ると、 $l_i = l_{i+1} + l_{i+2}$ の関係がある。これは、数列の順序が逆だが、フィボナッチ数列の漸化式そのものである。黄金分割比を使わず、フィボナッチ数列の初期値を条件として使うと、フィボナッチ探索となる。このように、黄金分割とフィボナッチ数列は深い関係を持ち、探索領域が広い場合は両者は近似的に同一である。