資源追加削減法の高速化の検討

The acceleration of the DORAR method

小栗　伸
Shin OGURI

Abstract: The DORAR method is a new parallel and distributed algorithm for optimum design of discrete systems. However, on the principle of the algorithm for the problem of resource's being minimized, DORAR method didn't suit the problem with Non Linear objective function. In this paper describes speed up of DORAR method by fusing of DORAR and the gradient method.

1　はじめに

並列処理における最適化手法の一つとして提案された資源追加削減法（以下 DORAR 法）は並列処理に適した新しい最適化手法であり，現在までに電気回路最適化問題，トラス構造物最適化問題に適用されその有効性が検証されている．本報告では，解近傍での収束性向上のための改良を行い，その有効性について検討する．

2　資源追加削減法の高速化

資源追加削減法は，任意の初期値から最適解に収束するというロバスト性を有するが，設計点を制約条件に近づける処理を反復することで最適化を達成するというアルゴリズムの原理上，一度制約条件に張りつくと収束までの繰り返し数を要するという問題点があった．そこで，本研究では DORAR 法と傾斜法の組み合わせによる加速アルゴリズムの提案を行い，高速化を試みる．

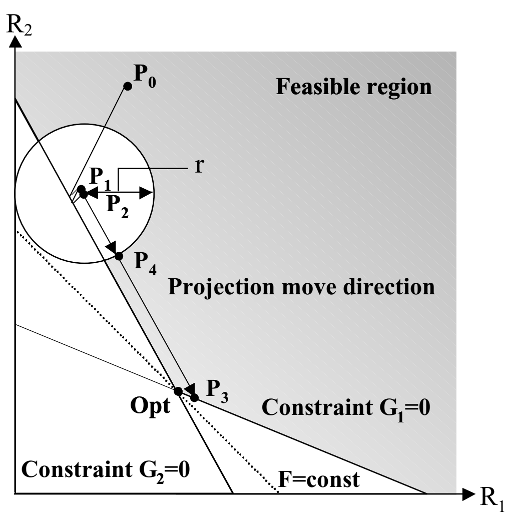

Fig. 1　The change of design point

非線形最適化問題においても，問題の変換を行うことで，目的関数，制約条件を線形近似することができるため，ここでは目的，制約条件共に線形関数の問題を例に示す．提案する手法による設計点の推移を Fig. 1 に示す．ここでは，初期点 P_0 から探索が開始され P_1 において資源余裕が微少となる．ここで，設計点 P_1 が制約条件に張りついたと判断し，資源削減処理後，傾斜法を用いて探索を行う．具体的には，資源削減処理で P_2 に推移した後，傾斜法を用いて探索を行う．傾斜法を用いる場合は，Move Limit を設定し設計点の移動を制御する．加速アルゴリズムは以下の手順で示される．

1. 資源余裕の総和が一定置以下の場合 (P_1)，資源削減処理を行った後 (P_2)，DORAR 法から傾斜法へ切り替える．
2. P_2 において，勾配射影法を用いて探索方向（Projection move direction）を決定する．
3. 2) で決定した探索方向を用いて，活性な制約条件との交点 P_3 を求める．
4. P_3 が Move Limit を満たしている場合は次の探索点とし，満たしていない場合は探索方向において Move Limit を満たしている点 P_4 を次の探索点とする．
5. Kuhn-Tucker 条件を満たしていない場合は，2) へ，満たしている場合は終了とする．

3　数値実験

加速アルゴリズムを用いた資源追加削減法を例題に適用する．例題における n は任意の整数である．

$$Minimize \quad \sum_{i=1}^{n} R_i^{(n-i+1)} \tag{1}$$

$$Subject\ to \quad \sum_{i=1}^{n} 4^{(i-n)} R_i - 2n \geq 0 \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{n} 25^{(1-i)} R_i^{(i)} - 4n \geq 0 \tag{3}$$

$$5(n+1) \geq R_i \geq 0 \tag{4}$$

4　実験結果

Move Limit r=1.0,5.0 とし，初期点 P_0 から探索を行った結果を設計点の推移を Fig.2,Fig.3 に示す．Fig.4 には，Move Limit の値を変化させた場合における総資源量の推移を示す．Fig.2 では数 step で収束しているが，Fig.3 のように Move Limit の値によっては解近傍で振動していることが分かる．この場合，Fig.4 に示すように総資源量の値は増加，減少を繰り返している．これらの問題を解消するために，傾斜法を用いて得られた探索点における総資源量が増加した場合は，黄金分割法を用いてスッテプ幅を決定するという処理を加える．

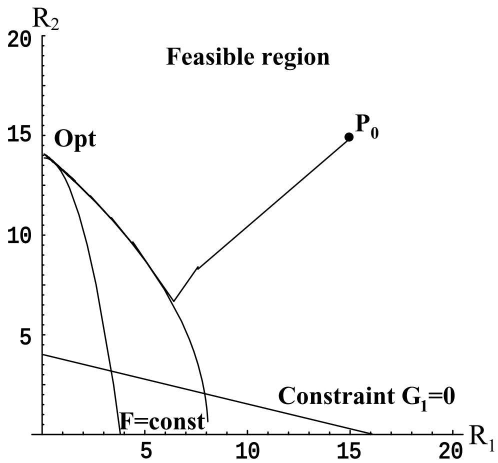

Fig. 2　The change of design point(Move Limit r=1.0)

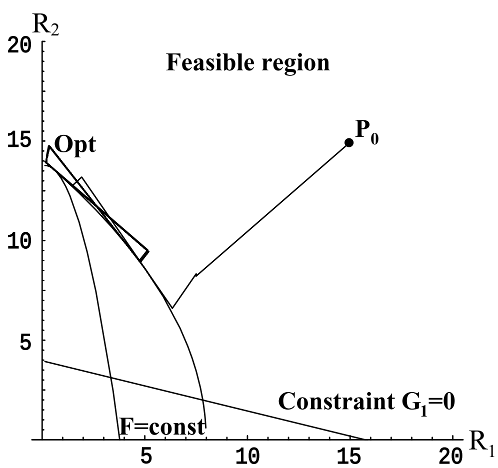

Fig. 3　The change of design point(Move Limit r=5.0)

5　黄金分割法を用いたスッテプ幅決定方法

設計点 P_0 から傾斜法を用いて設計点 P_1 に推移した場合を考える．Fig.5 に示すような $f(P_0) < f(P_1)$ 状態においては，黄金比 $t = (1+\sqrt{5})/2$ を用いて新たな点

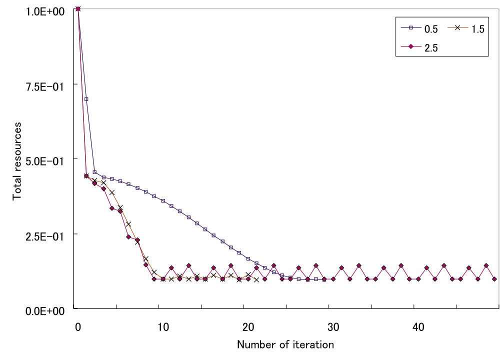

Fig. 4　Change of total resource

P_2，P_3 を生成する．その後，$f(P_2) < f(P_3)$ ならば，$P_1 = P_3$ として再び同様の処理を行う．これらの処理を繰り返すことで $P_0 - P_1$ 間において最小となる f を求めることができる．本研究では $f(P_0) > f(P_1)$ となった時点で終了とする．

$$P_2 = (P_1 - P_0)(t-1)/t + P_0 \tag{5}$$

$$P_3 = (P_1 - P_0)/t + P_0 \tag{6}$$

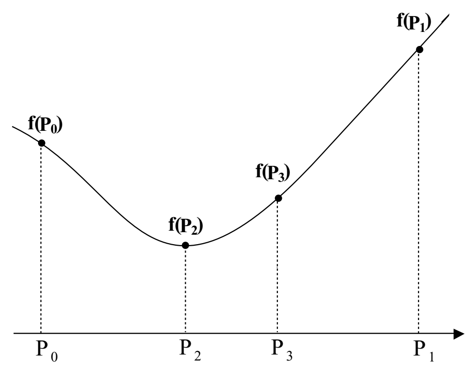

Fig. 5　The way of fixing width

6　結論

資源追加削減法と傾斜法を組み合わせ，Move Limit を設定することで収束性の向上が実現できた．Move Limit の値によっては，収束しない場合があったが黄金分割法を用いてスッテプ幅を決定することで良好な解を得ることが可能となった．

参考文献

1) M.Miki M.Furuichi Y.Watanabe『Smart Distributed Minimization of the Volume of Discrete Structure』Proc,AIAA,SDM Conference,pp.2344-2352,1996