

# 制約条件の確率的選択に基づく資源追加削減法の改良

## An Improvement of the DORAR Method Based on the Random Selection of Constraints

正 三木 光範 (同志社大工)    正 廣安 知之 (同志社大工)  
 学 小林 繁 (同志社大院)

Mitsunori MIKI, Doshisha University, Tatara Miyakodani 1-3, Kyo-Tanabe, Kyoto  
 Tomoyuki HIROYASU, Doshisha University  
 Shigeru KOBAYASHI, Graduate School of Engineering, Doshisha University, tt0714@mail4.doshisha.ac.jp

*Key words:* Optimum Design, Parallel Distributed Algorithm, DORAR method, Parallel Optimization

### 1 はじめに

並列コンピュータの発達とともに並列最適化の研究が注目されている<sup>1)</sup>。中でも従来の最適化手法を並列化するのではなく、最初から分散的な計算モデルを用いるアプローチの開発はひとつの挑戦である。この観点から離散構造物の最適設計に対して提案された局所ルールに基づく分散最適化の手法である資源追加削減法<sup>2)</sup>(以下 DORAR 法)は、複数の制約条件の中で最も厳しいものを基準として全体資源の最小化を目指す。しかしこのメカニズムでは局所解に陥る場合がある。本研究では、このような問題を克服するために、基準とする制約条件を複数の制約条件の中からランダムに選択するという新たなアルゴリズムの改良を提案し、電気回路最適化問題およびトラス構造物最適化問題に適用し、その効果を検証する。

### 2 資源追加削減法 (DORAR 法) の概略

DORAR 法は、システムを構成する離散的な各要素が、要素に関する情報を頼りに、要素の持つ知識のみで自律的に挙動し、その結果としてシステム全体がより最適な方向へ近づくという考えである。アルゴリズムを以下に示す。

- (1) 局所制約条件に関する資源余裕を評価する。
- (2) 全体制約条件に関する資源余裕を評価する。
- (3) 上の資源余裕の最小値を各要素の臨界資源余裕とし、これを削減する。(資源削減処理)
- (4) 各要素に一定の微少な資源を追加する。(資源追加処理)
- (5) 上記を繰り返すことにより最適解を得る。

### 3 制約条件の確率的選択によるアルゴリズムの提案

従来のアルゴリズムでは、各要素は与えられた複数の制約条件の中で最も厳しいものを基準として挙動するため、局所解に陥る場合がある。そこでこのような問題を

解決するために、制約条件の確率的選択によるアルゴリズムの改良を提案する。以下にその手順を示す。

- (1) 基準とする制約条件を確率的に選択する。
- (2) 選択された制約条件を基準としてランダムな区間挙動する。その際、各要素は選択されなかった制約条件との距離を記憶する。
- (3) 記憶した履歴をもとに評価を行う。もし、その大きさが減少した場合、さらにその制約条件を基準として挙動する。逆に増加した場合、(1)にもどる。
- (4) 上記を繰り返す。

このアルゴリズムにより局所解からの脱出が期待できる。

### 4 適用問題

#### 4.1 電気回路最適化問題

ここでは、Fig. 1 に示した節点と導体のみで構成された非に単純な電気回路を考える。目的は、回路全体の体積の最小化である。制約条件は、全体制約条件として節点 1 と節点 5 の間の電位差が 5.0[V] 以下とし、局所制約条件として各導体の電流密度が 1.0[A/cm] 以下であるとした。また各導体の抵抗率は  $1.0 \times 10^{-8}$  [Ω/m] である。

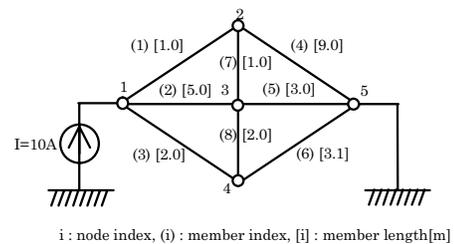


Fig. 1 Electric circuit

#### 4.2 トラス構造物最適化問題

ここでは、Fig. 2 に示したトラス構造物を考える。目的は構造物全体の体積の最小化である。制約条件は、全

体制約条件として節点 8 の変位を 0.01[m] 以下とし，局所制約条件として各部材の引張応力，圧縮座屈を考える．また負荷荷重として節点 8 に 1[kN] の水平荷重を付加した．

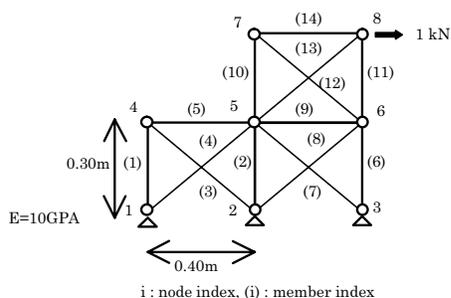


Fig. 2 Truss structure

## 5 実験結果

3 章で提案したアルゴリズムの有効性を検証するために，4 章で説明した二つの最適化問題を解いた．Fig. 3 および 4 に乱数によって得られた各々 10 種類の初期値のうちの各々 2 例を示す．

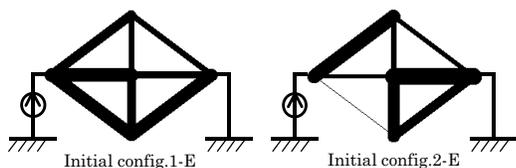


Fig. 3 Electric circuit

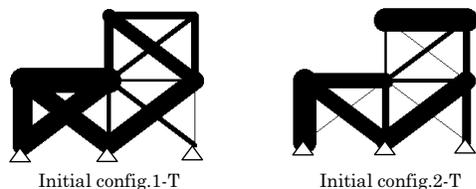


Fig. 4 Truss structure

そして，これらの初期値を，従来の DORAR 法および 3 章で提案した制約条件の確率的選択に基づくアルゴリズムを適用し，繰り返し数を 400 回として最適化を行った．得られた収束解をそれぞれ Fig. 5 および 6 に示す．また総資源量の履歴を Fig. 7 および 8 に示す．

Fig. 5 および 6 をみると，従来のアルゴリズムを適用した結果，不必要である要素の資源が残り局所解に陥っていることがわかる．しかし，提案手法を適用した結果，前述した本来不必要な要素の資源が減少した．これは，ランダムに基準とする制約条件を選択することにより，設計点が収束解に悪影響を及ぼす制約条件に張り付くことなく挙動することが可能となったからである．また，Fig.

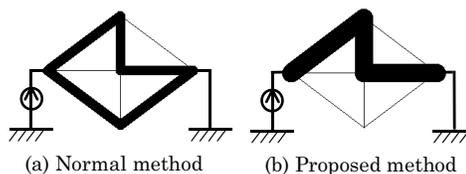


Fig. 5 Converged solutions (Electric circuit)

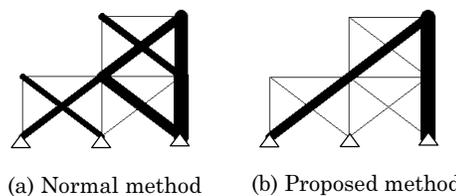


Fig. 6 Converged solutions (Truss structure)

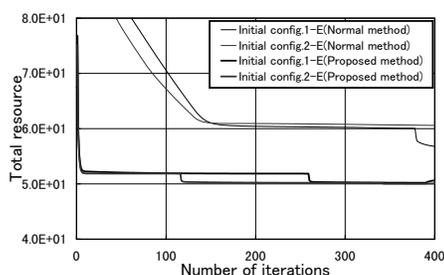


Fig. 7 History of the total resource (Electric circuit)

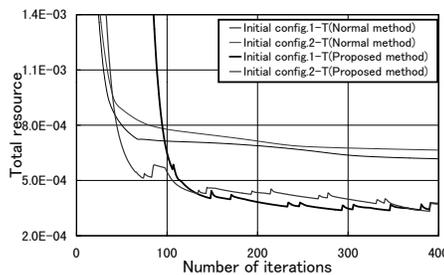


Fig. 8 History of the total resource (Truss structure)

7 および 8 より，収束解が大幅に改善されていることが分かる．したがって良好な収束解を得ることが可能となり，提案手法により局所解からの脱出が実現できた．

## 6 結論

本研究では，与えられた複数の制約条件の中から確率的に基準とする制約条件を選択する新たなアルゴリズムを提案した．そして，電気回路，トラス構造物といった工学的な最適化問題に適用した結果，従来法では，最適解を得るのが困難な場合においても良好な収束解を得ることが可能となった．

## 参考文献

- 1) R.B.,Schnabel "A View of the Limitations, Opportunities, and Challenges in Parallel Nonlinear Optimization", Parallel Computing,21,pp.875-905,1995

- 2) Mitsunori Miki , Tomoyuki Hiroyasu , Taiju Ikeda , "Parallel Distributed Optimization by Resource Addition and Reduction" , Lecture Notes in Computer Science 1615 , Springer , pp.194-205 , 1999