

大域的最適化アルゴリズムの実行に際しては、NLP モジュール 及び NUOPT/Global が必要です。NUOPT/Global は有償アドオンであり、別途購入が必要となります。

## 1. 機能

一般の非線形最適化問題に対し、大域的最適解を求めます。整数変数(IntegerVariable)を用いて記述された問題(非線形混合整数計画問題)にも対応します。

起動方法は

```
options.method = "global";
```

と設定します。もし、global アドインがインストールされていない場合には NUOPT エラー56 番:

```
<<NUOPT 56>> Method "global" not installed.
```

と出ます。インストールされているのならば、NUOPT の起動時のメッセージ(Windows 版 GUI ではメッセージウィンドウに出力されます)が

```
NUOPT 8.0.5 (with GLOBAL module), Copyright (C)...
```

のようになります。

用いることのできる(非線形)関数は「NUOPT/SIMPLE マニュアル」第二部、4.2章の"global"の説明に挙げられている

```
+ , - , * , / ,  
log , exp , pow , sqrt , cbrt  
sin , cos , tan , sec , csc , cot  
sinh , cosh , tanh , sech , csch , coth  
fabs , ceil , floor  
min , max , ifelse  
asin , acos , atan , asec , acsc , acot  
asinh , acosh , atanh , asech , acsch , acoth
```

もののみに限ります。ここでの関数「min,max」は二項演算です。Ver.7 から導入された

```
min(式, 範囲指定並び)
```

```
max(式, 範囲指定並び)
```

には対応しておりません。

## 2. 一般的注意

本パッケージは変数の範囲を分割し、分枝限定法を行います。

そのため、パフォーマンスは変数や制約式の数のみならず実行可能解の出現のタイミング、問題の記述に用いられている関数の性質、変数や制約式の上下限に比較的大きく左右されます。

不要に変数や制約式の上下限の範囲を広げると時間を所要する原因となりますのでご注意ください。変数や制約式の上下限はできるだけ実際の最適解が存在する付近に特定しておくことを推奨します。

### 3. チューニングパラメータ

大域的最適化機能の動作を調整する上でよく用いられるパラメータを以下に挙げます。モデルに solve() 文をお書きの場合には、パラメータ設定は solve() の前に記述してください。

- 制限時間(秒単位)の設定

```
options.maxtim = 60; // 60秒の時間制限
```

このように指定すると、指定された時間内で探索を打ち切り、現状の暫定解を出力します。その際暫定解と最良の緩和問題の最適解との差(ギャップ:g)を参考情報として出力します。出力された解は大域的最適解ではありませんが、現在出力された暫定解よりも目的関数がg以上良い解は存在しないことは保証できます。

- 上下界ギャップによる終了条件設定

```
options.gaptol = 0.001; // 上下界の差が 0.001 以下になったら終了
```

暫定解と最良の緩和問題の最適解との差(ギャップ:g)が指定された値以下になったら計算を停止し、現在の暫定解を出力します。大域的最適解から一定範囲の解が許容されている場合にはこのパラメータの設定によって、探索の手間を削減することができます。

- 内点法の起動頻度の調整

```
options.ipmdepth = 7; // 探索木の深さが 7 以下の場合には内点法を起動 (デフォルト)
```

元の問題を凸緩和した問題(内部で自動的に生成されます)を解く際に、内点法を起動して暫定解を求める頻度を調整します。変数の上下限を限定して内点法を起動、出力された実行可能解(暫定解)の情報を用いることにより、探索プロセス全体の削減が可能であることが確認されていますが、このパラメータはその内点法の起動の頻度を調整するためのものです。

0または正の整数	探索木の深さがこの値以下の際に内点法を起動します
- 1	内点法は毎回起動します
- 2以下の整数	内点法はまったく起動しません

実行可能解を早く得ようとするならば、一般に非線形性の強い(関数が直線で近似しにくい)問題の場合には、この値を大きくして、内点法の起動頻度を上げるのが有利と言えます。ただ、内点法はあくまで実行可能解(暫定解)を求めるために用いるもので、あまり大きくしすぎると、緩和問題の求解時間を圧迫し、解の存在範囲を詰めることができず、探索全体が非効率になる場合もございます。デフォルトは弊社での数値実験の結果ほぼ良いパフォーマンスが得られることが確認されています。

- デフォルトの上下限値の設定:

変数に上下限が与えられなかった場合に無意味に変数の分割を行うことを避けるため、変数にはデフォルトで一律 1.0e7 という上下限が与えられております。このパラメータはその値を調整するものです。

```
options.globalVarBound = 1.0e3; // 変数のデフォルトの上下限値を 1000 に設定する
```

一般に小さい値であるほど、探索は速く終了しますが、あくまで「安全弁」としての設定であり、個別の変数に対して意味のある上下限を与えるという方法にくらべて効果は副次的です。

#### 4. サンプル

メディアの

大域的最適化サンプル

というフォルダにプロジェクトファイル

global サンプル.prj

があり、大域的最適化の例題が含まれています。また、同じフォルダにある

大域的最適化紹介.doc

は MP.doc (ワードを用いて最適化を起動する NUOPT のアドイン) を用いたデモンストレーションです。