

# LocalSolver QAP ベンチマーク

2017/10 MSI (株)

LocalSolver 開発元 Innovation24 WEB サイト(英語)を併せて参照ください。

---

- ① ★「スライダーバー」の参照:<http://www.localsolver.com/benchmarks.html>
  - ② ★日本語の説明 : (下記)
- 

## LocalSolver QAP ベンチマーク

二次割当問題 (QAP) は、現実の問題に基づく基本的なオペレーションズ・リサーチの問題です。n 施設のセットと n ロケーションのセットがあります。各場所の組に対して距離が設定され、各施設の対ごとに重量または流量が設定されます (たとえば、2 つの施設間で輸送される供給量など)。問題は、距離の合計に対応するフローを乗じることを最小限にするという目的で、すべての施設を異なる場所に割り当てることです。この問題の難しい主な点は、コスト関数の二次的な性質にあります。

## データ

ここで使用される例は、QAP ライブラリからのものです。文献では、これらの例に対する解決策または下限を計算するために様々な技法が適用されており、それらのうちのいくつかは、様々な例の特別構造を使用する、または実行時間内でコンピュータ・クラスタを使用しています。

このベンチマークでは、LocalSolver とその競合他社が得た結果を、デフォルト設定と制限付き実行時間 (10 秒~1 時間) とを比較します。最適解が既知である 124 例の結果をレポートし、この最適解に対するギャップを下のベンチマークの指標として使用します。これらのすべての試行は、MacBook Pro (Intel Core i5 2.5GHz、6GB RAM) で実行しました。

## LocalSolver モデル

Example Tour で説明した通り、QAP の最も単純な LocalSolver モデルは、工場の順列を表す単一のリスト変数に基づいています。リストの最初の項目は、最初の都市に割り当てられた工場の ID などに対応します。そして、目的関数は極めてシンプルで、モデルは 4 行しか必要としません。

```
function model()
{
  x <- list(n);

  constraint count(x) == n;

  obj <- sum[i in 0..n-1][j in 0..n-1]( distance[i][j] * flow[x[i]][x[j]] );

  minimize obj;
}
```

## 「商用 MIP ソルバー」 vs. 「LocalSolver」

多くの商用 MIP ソルバーは、混合整数計画問題を扱います。ここでは、商用 MIP ソルバーと LocalSolver のパフォーマンスをデフォルト設定で比較します。

LocalSolver 6.0 と最先端商用 MIP ソルバーとの比較は、特別な設定やチューニングをせず行います。LocalSolver で使用するモデルは、上に示した 4 行のモデルを使います。MIP モデルは標準的な 2 次 (MIQP) 形式です。

### 結果

下のグラフは、横軸の対数スケール上の例のサイズと、縦軸上の既知の最適解とのギャップの結果を示しています。ソルバーが時間内に実現可能な解に到達できなかった場合は、「X」としてプロットされます。スライダを使用して異なる時間制限を選択し、それに応じてチャートを更新することができます。

MIP ソルバーは、たとえ小さな例であっても、設定された実行時間に高品質のソリューションを見つけることが困難です。例えば、5 分後には、ギャップ (15 箇所) が 30% を超えています。さらに、MIQP モデルの  $O(n^4)$  サイズのために、より多くの 45 箇所以上を持つ例の実行可能解は生成されていません。

逆に、LocalSolver は問題の大きさに関係なく実行可能解を即座に生成し、高品質のソリューションに素早く到達しています。10 秒以内にほとんどの例で 10% 未満の最適化ギャップが得られています。計算時間を 5 分間に増やすと、例の 90% で 2% 以下のギャップが減少します。すべての例と時間制限について、LocalSolver は MIP ソルバーよりも優れたソリューションを 99.5% のケースで提供しています。

### 比較表

次の表は、前の図に含まれる情報をまとめたものです。最適解とのギャップが所定の閾値以下になるように、ソルバーとランタイムごとに例の一部を解きます。表示された閾値は、スライダーバーで変更できます。

### 結論

LocalSolver が提供するモデリング形式は、4 行で QAP (Quadratic Assignment Problem : 二次割当問題) をモデリングすることができ、内部最適化アルゴリズムはチューニングを行わずに数秒で高品質なソリューションを生成します。コンパクトな数理モデルと革新的な解法を使用することで、LocalSolver は MIP ソルバーでは求解が困難な多くの QAP 例も解くことができます。

(以上)