

ローカルサーチに関する考察

01206340 (株)構造計画研究所 *齊藤努 SAITO Tsutomu

1. 目的

これまで、研究開発や運用システムにおいて、ローカルサーチを用いて組合せ最適化問題の近似解法をいくつか作成してきた。そこで、ローカルサーチの性質を探ることにより、今後の近似解法作成の手助けとしたい。

2. ローカルサーチとは

STEP1) 初期解を求める

STEP2) 近傍内の改善解に移動する

STEP3) 改善解がなければ終了

ローカルサーチ(局所探索法、以下 LS)とは、上記のような非常に単純なアルゴリズムである。しかし、単純故に、応用範囲が広く、多点探索法、タブサーチ、遺伝的アルゴリズムなどの多くの解法のベースになっている。

LS が有効なのは、以下の場合である。

- ・ 解空間を全探索できない場合
- ・ よい解の近傍に、よい解があると期待される場合
- ・ 局所最適解でも OK な場合

得られる解は、一般に局所最適解である。(全探索可能ならば、全探索を行い大域的最適解を得ればよい。)しかし、Simplex 法のように大域的最適解が得られる場合もある。(小規模な線形計画問題を解く代表的な解法である Simplex 法も上記枠組みを満たしており、LS の一種である。)

LS の性質は、対象となる問題や近傍による。ここでは、普遍的な性質をみるために、あえて近傍と解の相関がないケースを考えてみる。

3. モデル

入力パラメータ

- ・ 解の個数(n) : 2^{16} 個と 2^{24} 個。
- ・ 解の分布 : 一様分布(U)、指数分布(E)、対数正規分布(N)
- ・ 近傍のサイズ(m) : 2, 4, 6, 8
- ・ 近傍の種類 : Aタイプと Bタイプ(下記)
- ・ 更新方法 : 最初の改善解(C)、全近傍(D)

解0の近傍(サイズ6の場合)

Aタイプ	$\pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \pm 5, \pm 6$
Bタイプ	$\pm 1, \pm 3, \pm 7, \pm 15, \pm 31, \pm 63$

解は、0 から n-1 までの番号で表す。また、解 -1 は、解 n-1 を表す。

出力パラメータ

- ・ 解の値
- ・ 評価数
- ・ 探索精度
- ・ 近傍速度

8回の平均とする。

評価数は、目的関数の値を評価した回数とする。探索数は、実際に探索した数とする。(複数回評価しても1回とする。)探索精度は、探索数/評価数とする。近傍速度は、2段の探索数/1段の探索数とする。近傍速度は、近傍の種類で決まる。

(Aタイプ= $(2m+1)/(m+1)$ 、Bタイプ= $(m-1)(m-2)/(m+1)$)

3. 結果と考察

- 解の個数による変化はない。
→ 解空間の一部しか探索していないので、解空間の大きさは無関係と考えられる。
- 分布の違いによる変化は少ない。
→ 値を小さい順に並べ替えて、順位を値の代わりとしても、結果は変わらない筈である。そうすると、分布の違いによる差はないと考えられる。
しかし、分布により傾向が異なるところもある。
- 解の値は、探索数と正の相関がある。
→ 乱数なので当然と考えられる。

- 探索精度は近傍サイズに依らない。
- 探索数は、近傍のサイズに比例する。
→ 評価数も探索数にほぼ比例することから、更新回数(=評価数/近傍サイズ)は、近傍サイズに依らず、ほぼ一定と考えられる。
ためしに、近傍の種類を、2次元タイプ、1-opt、2-opt、3-opt、4-opt と変えてみたが、やはり比例する。さらに、巡回セールスマン問題でためしてみても、おおよそ比例する。

近傍種類と更新方法による探索数

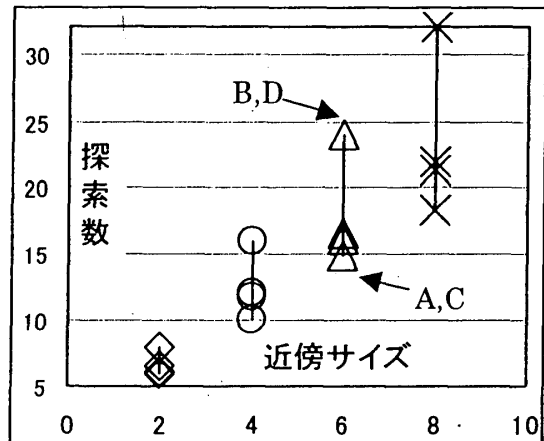
更新\近傍	Aタイプ	Bタイプ
C(最初)	小	並
D(全て)	並	大

(一様分布)

- 最初に見つけた時点で終了するよりは、近傍内を全部調べる方が探索数は多

い。また、近傍速度の大きい方が探索数が多い。

C または D の優位性は、同じ時間内での解の精度で比較すべきである。1-opt、2-opt、3-opt を実装する場合、1-opt で改善解が得られたら、2-opt や 3-opt は調べないことが多い。



近傍種類と更新方法による探索精度

更新\近傍	Aタイプ	Bタイプ
C(最初)	0.72	0.87
D(全て)	0.69	0.94

(一様分布除く)

- 近傍速度の大きい B タイプの方が、当然、探索精度はよい。しかし、思ったほど差がない。

4. 今後の課題

- 近傍の設計はローカルサーチの核と言える。次は、近傍サイズと局所最適解の精度について検討し、近傍サイズ決定の参考にしたい。

5. 参考文献

- 応用数理計画ハンドブック 久保幹雄・田村明久・松井知己 著、朝倉書店、ISBN4-254-27004-6
- (株)構造計画研究所: www.kke.co.jp/