

凸型境界を初期状態とする巡回セールスマン問題の解法
(2次元情報の線形スキニングの1手法)

4C-3

秋山 修二 重松 征史 松本 元

電子技術総合研究所

巡回セールスマン問題は、ニューロネットワークコンピューティングにより、比較的良好な近似解が、速やかに得られるとされている。しかし、この問題の最適あるいは準最適解の取得は、実はもっとも困難なもののひとつに分類される。本報告では、比較的都市系が凸集合に近い配置構成になっているときに速やかに良好な近似解を得る手法と、その解が2次元平面を最小の距離で、距離感覚を保持しながら1次元スキニングできる閉曲線としても適していることを述べる。

本方法は、第1次解として、(1)都市系の凸型境界都市連合の建設、(2)逐次最短経路の都市の逐次組み込み、(3)連結経路の振動、(4)個々の都市の解放とその最短経路への組み込み、により、最短長経路を定める。

第2次解は、前回と独立な境界都市連合から出発して同様に最短長経路を求めたものである。すなはち、

(1)初期条件として、まず全都市群を内包する凸集合をつくる。

(ここで、全都市を含んでいれば最適解である。)

(2)連結されていない残りの都市群から、連結都市群の連結長の増加を最小にする都市を選び出し連結都市群に加える。この動作を順次実行しすべての都市群を連結させる。

(3)得られた連結都市群のある一定の長さの部分連結領域で都市対を交換して連結長が減少させる。部分領域を順次移動して全連結領域をカバーする。

(4)連結都市群から、一個の都市を分離して、連結長を最小にするように再び都市群へ組み込む。

(3)、(4)を繰り返し、収束解をえる。これが第1次解である。

巡回セールスマン問題はローカルミニマム解(近似解)が多く、最適解はこれらの近似解とまったく関係のない場合が珍しくない。そこで、第一次解と関連のできるだけ少ない都市連結初期状態として、第1次解の都市結合から、80-90%の都市をランダムに解放して残った都市結合を、あらためて初期都市連結集合として定め、上記の2、3、4、の手順により再び全都市の連結経路を求める。

このやりかたを、数種類の初期都市連合に繰り返し適用して、最良の近似解を得る。これを第2次解と呼ぶ。

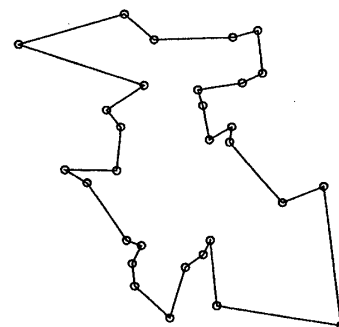


Fig 1. A solution of 30 cities randomly located. found in first phase. length: 3.905035.

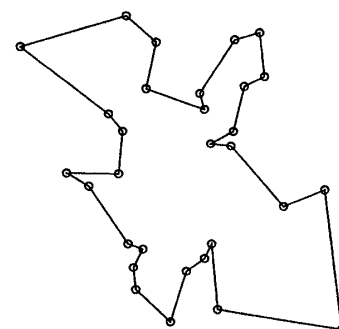


Fig 2. A solution of 30 cities randomly located. found in second phase. length: 3.904890 claimed optimum in (1).

A solution of Traveling Salesman Problem with enclosure

Shuji AKIYAMA

Electro_Technical Laboratory

この第2次解ではそれぞれの試行結果は、前回の答より必ずしも良いものとは限らない。しかし実際に一様乱数により、

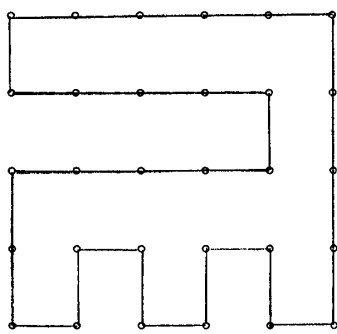


Fig 3. A solution of 30 cities arrayed squarely found intuitively by author.

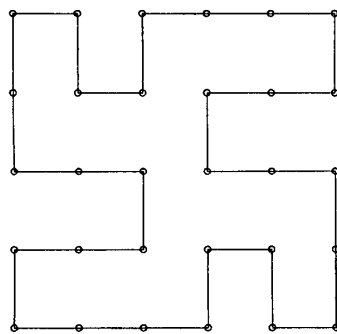


Fig 4. A solution of 30 cities arrayed squarely found in second phase.

1、2のごとくデータの読みとり誤差範囲でほとんど同じ程度の良い解を得る。(文献1) また、碁盤目のように規則的な配置の都市群にも、すみやかに良い解が得られる。(図3、4は縦経路長が横経路長より20%長い30都市系、図5、6は縦横同じ経路長の144都市系) このときは(1)、(2)ステップの単調解は斜線を多用するが、(3)、(4)ステップを数回繰り返すとほとんどが平行線になる。(図4、6)

規則的配置の都市群問題(図4、6)では、連結曲線は2次元平面をスキャンしかつ、かなりの程度まで距離間感覚を保っている。本報告の巡回セールスマン問題の解になっている閉曲線は、2次元情報を一次元情報に写像し、かつ空間的な距離特性を近似的に保存している。このような特性は、ハミルトン経路探索操作ともいえる。(文献2)

おわりに、本解法は、海馬の神経ネットワークモデルに関する研究考察と、田中、宮下氏(日本電気)らの巡回セールスマン問題の解法の談話で触発されて検討されたものである。両氏に感謝します。 参考文献

(1) Hopfield JJ & Tank DW Neural computation of decision in optimization problems. Bio Cybern 52:141-152(1985)

(2) Richard Durbin & Grame Mitchison A dimension reduction framework for understanding cortical maps Nature Vol.343.15 Feb 1990

解放都市を割当て、計算してみるとかなり良い頻度で第1次解より良い解がでてくる。実際の計算結果では、都市群が近似的に凸集合に近い分布をしているときは、第1次解で、良好な近似解が簡単に得られる。分布が凸集合から離れるほど多くの第2次解が必要である。個々の巡回セールスマン問題の解が最適か否かは、難しいが、人に分かりやすい構成の問題では、一応最適、あるいは準最適に近い解がでている。

しかし直感的にわかりにくい問題でも、図

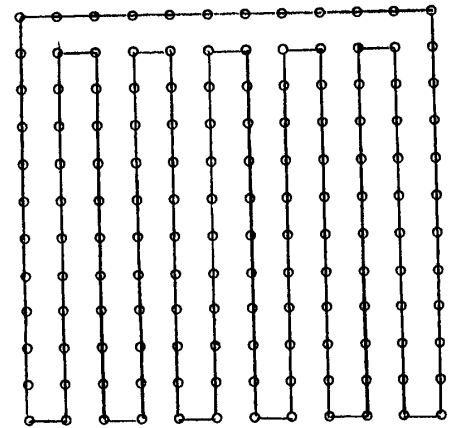


Fig 5. A solution of 144 cities arrayed squarely found intuitively and is optimum.

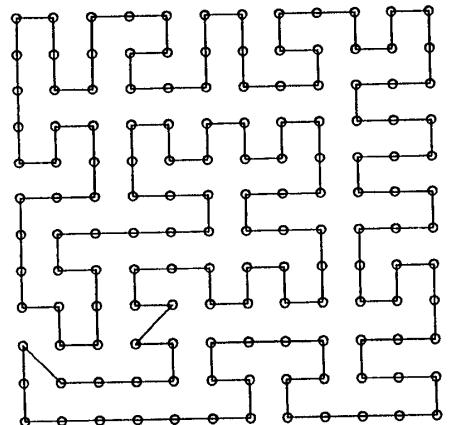


Fig 6. A solution of 144 cities arrayed squarely found in second phase and second to optimum.