ニューラルネットワーク

-report2-

055702B 池野谷克俊

2007 年 6 月 19 日 火曜日

1　プログラムの概説

以下にコメント付けしたソースコードを示す。

```
/*
 * Traveling sales person problem.
 * example;
 * > tsp 1.0 1.0 2.0 394
 *
 */

#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>

#define CityNo    9 //都市数

/*#define rnd()     ( (double)rand() / 0x7fffffff )*/
#define rnd()     ( (double)rand() / RAND_MAX ) //0~1の乱数を生成する関
数


double distance[CityNo][CityNo];  //都市間の距離
double unitout[CityNo][CityNo], //ユニットの状態
   Acoef, Bcoef, Dcoef; //重みWの導出に使う係数

//各都市の位置 [座標 (x,y)] を定義した構造体
struct { double x, y; } cityxy[CityNo] =
{ { 3.0, 4.0 }, { 2.0, 7.0 }, { 4.0, 7.0 }, { 5.0, 5.0 },
    { 5.0, 3.0 }, { 4.0, 1.0 }, { 2.0, 1.0 }, { 1.0, 3.0 },
    { 1.0, 5.0 } };

int main( int argc, char *argv[] )
{
  int      no; //繰り返し回数
  double   en; //合計距離
  unsigned seed; //シード値
  void     initialize(), update_state(), display_state(); //関数の定義
  double   energy(); //関数の定義

  /*引数が少ない場合*/
  if ( argc <= 1 )
    {
      printf(" Usage: tsp Acoef Bcoef Dcoef seed\n");
      exit(0);
    }

  //atof(str) は文字列 str を double 型変数に変換して返す
  Acoef = atof( argv[1] ); //重みWの導出に用いる係数
  Bcoef = atof( argv[2] ); //重みWの導出に用いる係数
  Dcoef = atof( argv[3] ); //重みWの導出に用いる係数
  seed  = atoi( argv[4] ); //シード値

  printf("reading args: Acoef=%f, Bcoef=%f, Dcoef=%f, seed=%d\n",Acoef,Bcoef,Dcoef,seed);
```

```
  srand( seed );

  initialize(); //都市間の距離, ユニットの状態の初期設定を行う
  display_state( 0 ); //初期状態のユニットの状態などを表示
  update_state(); //ユニットの状態の更新を行う

  for( no = 1; no < 50; no++ )
    {
      update_state(); //ユニットの状態の更新
      display_state( no ); //no 回目のユニットの状態を表示
      en = energy(); //エネルギー関数の値を求める
      printf(" Energy = %f\n",en);
    }

  return( 0 );
}


/*都市間の距離, ユニットの状態の初期設定を行う関数*/
void initialize()
{
  int    i, j;
  double dtotal;

  dtotal = 0.0; //dtotal を初期化
  for( i = 0; i < CityNo; i++ )
    for( j = 0; j < CityNo; j++ )
{
//都市 i,j 間の距離を 0.1 倍する
distance[i][j] = 0.1 *
  sqrt( (cityxy[i].x - cityxy[j].x)*(cityxy[i].x - cityxy[j].x) +
       (cityxy[i].y - cityxy[j].y)*(cityxy[i].y - cityxy[j].y));
dtotal += distance[i][j]; //distance の合計
      }

  //都市 i,j 間の距離を決定する
  for( i = 0; i < CityNo; i++ )
    for( j = 0; j < CityNo; j++)
      distance[i][j] = 10.0*distance[i][j]/dtotal;

  //ユニットの状態を仮決定
  for( i = 0; i < CityNo; i++ )
    for( j = 0; j < CityNo; j++ )
      unitout[i][j] = rnd();
}


/*ユニットの状態の更新を行う関数*/
void update_state()
{
  int    i, j, n, m, jm, jp;
  double un, unitin;
  double aterm, bterm, dterm;
```

```
  for( i = 0; i < CityNo; i++ )
    for( j = 0; j < CityNo; j++ )
      {
aterm = bterm = dterm = 0.0; //初期化

//重み W の式の第一項目
for( n = 0; n < CityNo; n++)
  aterm += unitout[i][n]; //i 行のユニットの状態の和
aterm = -Acoef*( aterm - unitout[i][j] ); //-A δ (1-δ) を表している

//重み W の式の第二項目
for( m = 0; m < CityNo; m++)
  bterm += unitout[m][j];//j 列のユニットの状態の和
bterm = -Bcoef*( bterm - unitout[i][j] );//-B δ (1-δ) を表している

if( j-1 == -1 ) jm = CityNo - 1;
else jm = j - 1;
if( j+1 == CityNo ) jp = 0;
else jp = j + 1;

//重み W の式の第三項目
for( m = 0; m < CityNo; m++)
  dterm += distance[i][m]*(unitout[m][jp] + unitout[m][jm]);
dterm = -Dcoef*dterm;

unitin = aterm + bterm + dterm + Acoef + Bcoef; //u(ij) を表している
unitout[i][j] = 0.5*( 1.0 + tanh( unitin/0.5 ) ); //ユニットの状態を決定
      }
}


/*n 回目の状態の表示を行う関数*/
void display_state( n )
int n;
{
  int    i, j;

  printf("    ###   Sequence     Cycle : %4d   ###\nCity ",n );
  for( i = 0; i < CityNo; i++ )
    printf(" %4d  ",i+1 );
  printf("\n");
  for( i = 0; i < CityNo; i++ )
    {
      printf("%4d  ",i+1 );
      for( j = 0; j < CityNo; j++ )
{
  printf("%5.2f  ",unitout[i][j] );
}
      printf("\n");
    }
}


/*エネルギー関数を計算する関数*/
```

```
double energy()
{
  int    i, j, m, jp, jm;
  double term1, term2, term3;

  term1 = term2 = term3 = 0;

  //関数φの第一項の計算
  for( i = 0; i < CityNo; i++ )
    for( j = 0; j < CityNo; j++ )
      for( m = 0; m < CityNo; m++ )
if( m != j ) term1 += unitout[i][j]*unitout[i][m];
  term1 = 0.5*Acoef*term1; //関数φの第一項

  //関数φの第二項の計算
  for( j = 0; j < CityNo; j++ )
    for( i = 0; i < CityNo; i++ )
      for( m = 0; m < CityNo; m++ )
if( m != i ) term2 += unitout[i][j]*unitout[m][j];
  term2 = 0.5*Bcoef*term2; //関数φの第二項

  //関数φの第三項の計算
  for( i = 0; i < CityNo; i++ )
    for( j = 0; j < CityNo; j++ )
      {
if( j-1 == -1 ) jm = CityNo - 1;
else jm = j - 1;
if( j+1 == CityNo ) jp = 0;
else jp = j + 1;
       for( m = 0; m < CityNo; m++ )
 term3 += distance[i][m]*unitout[i][j]*(unitout[m][jp]+unitout[m][jm]);
      }
  term3 = 0.5*Dcoef*term3; //関数φの第三項

  return( term1 + term2 + term3 ); //関数φの値を返す
}
```

2　実行結果の解説

2.1　入力パラメータの変更による結果の考察

まずは以下のパラメータで実行してみた。

パラメータ

Acoef=1.0 Bcoef=1.0 Dcoef=1.0 seed=1.0

以下に実行結果とエネルギー関数値の推移グラフを示す。

実行結果

```
[j05002@source]% ./tsp2 1 1 1 1
reading args: Acoef=1.000000, Bcoef=1.000000, Dcoef=1.000000, seed=1
    ###   Sequence     Cycle :    0   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.00   0.13   0.76   0.46   0.53   0.22   0.05   0.68   0.68
   2   0.93   0.38   0.52   0.83   0.03   0.05   0.53   0.67   0.01
   3   0.38   0.07   0.42   0.69   0.59   0.93   0.85   0.53   0.09
   4   0.65   0.42   0.70   0.91   0.76   0.26   0.05   0.74   0.33
   5   0.63   0.76   0.99   0.37   0.25   0.98   0.72   0.75   0.65
   6   0.07   0.63   0.88   0.27   0.44   0.77   0.48   0.24   0.27
   7   0.36   0.17   0.49   0.90   0.91   0.06   0.90   0.50   0.52
   8   0.32   0.99   0.49   0.27   0.09   0.95   0.07   0.50   0.38
   9   0.28   0.91   0.53   0.46   0.94   0.05   0.76   0.77   0.83
    ###   Sequence     Cycle :    1   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   1.00   0.98   0.48   0.09   0.04   0.00   0.00   0.00   0.00
   2   0.94   0.40   0.51   0.39   0.08   0.00   0.01   0.00   0.00
   3   0.22   0.60   0.45   0.52   0.23   0.01   0.01   0.00   0.00
   4   0.10   0.13   0.49   0.48   0.53   0.02   0.04   0.01   0.00
   5   0.03   0.03   0.07   0.30   0.55   0.16   0.20   0.04   0.02
   6   0.01   0.01   0.01   0.03   0.14   0.60   0.30   0.10   0.04
   7   0.00   0.00   0.00   0.00   0.02   0.03   0.80   0.16   0.24
   8   0.00   0.00   0.00   0.00   0.01   0.91   0.02   0.19   0.16
   9   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.01   0.92   0.78
 Energy = 22.156134

～省略～

    ###   Sequence     Cycle :   49   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.08   0.50   0.12   0.13   0.09   0.08   0.08   0.08   0.07
   2   0.99   0.02   0.03   0.03   0.02   0.02   0.02   0.03   0.08
   3   0.07   0.98   0.06   0.04   0.02   0.02   0.02   0.02   0.03
   4   0.03   0.02   0.99   0.11   0.04   0.03   0.02   0.02   0.02
   5   0.00   0.00   0.00   0.89   0.89   0.01   0.00   0.00   0.00
   6   0.01   0.01   0.02   0.03   0.11   0.99   0.06   0.03   0.02
   7   0.01   0.01   0.02   0.02   0.05   0.08   0.99   0.06   0.02
   8   0.03   0.01   0.02   0.03   0.03   0.04   0.07   0.99   0.06
   9   0.07   0.01   0.03   0.03   0.02   0.03   0.03   0.07   0.99
 Energy = 8.487881
```

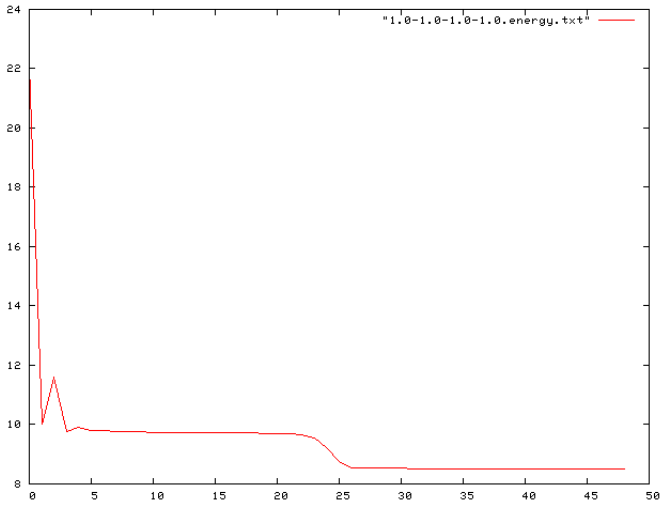

図 1: エネルギー関数

結果を見るとエネルギー関数の値が収束していることからある程度正確な答え (近似解) を出していると考えられる。

次に Acoef の値を大きくした場合の結果を示す。

パラメータ

Acoef=20.0 Bcoef=1.0 Dcoef=1.0 seed=1.0

実行結果

```
[j05002@source]% ./tsp2 20 1 1 1
reading args: Acoef=20.000000, Bcoef=1.000000, Dcoef=1.000000, seed=1
    ###   Sequence     Cycle :    0   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.00   0.13   0.76   0.46   0.53   0.22   0.05   0.68   0.68
   2   0.93   0.38   0.52   0.83   0.03   0.05   0.53   0.67   0.01
   3   0.38   0.07   0.42   0.69   0.59   0.93   0.85   0.53   0.09
   4   0.65   0.42   0.70   0.91   0.76   0.26   0.05   0.74   0.33
   5   0.63   0.76   0.99   0.37   0.25   0.98   0.72   0.75   0.65
   6   0.07   0.63   0.88   0.27   0.44   0.77   0.48   0.24   0.27
   7   0.36   0.17   0.49   0.90   0.91   0.06   0.90   0.50   0.52
   8   0.32   0.99   0.49   0.27   0.09   0.95   0.07   0.50   0.38
   9   0.28   0.91   0.53   0.46   0.94   0.05   0.76   0.77   0.83
    ###   Sequence     Cycle :    1   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.97   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.38
   2   0.35   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00
   3   0.09   0.02   0.01   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00
   4   0.07   0.12   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00
   5   0.04   0.31   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00
   6   0.00   0.14   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00
   7   0.00   0.14   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00
   8   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00   0.02
   9   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00
 Energy = 44.440574

～省略～

    ###   Sequence     Cycle :   49   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   1.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.22
   2   0.00   0.00   0.90   1.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   3   0.00   0.00   0.00   0.39   1.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   4   0.00   0.71   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00
   5   0.00   0.22   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00
   6   0.00   0.12   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00
   7   0.00   0.15   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00
   8   0.00   0.00   0.22   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00   0.00
   9   0.30   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00
 Energy = 70.890430
```

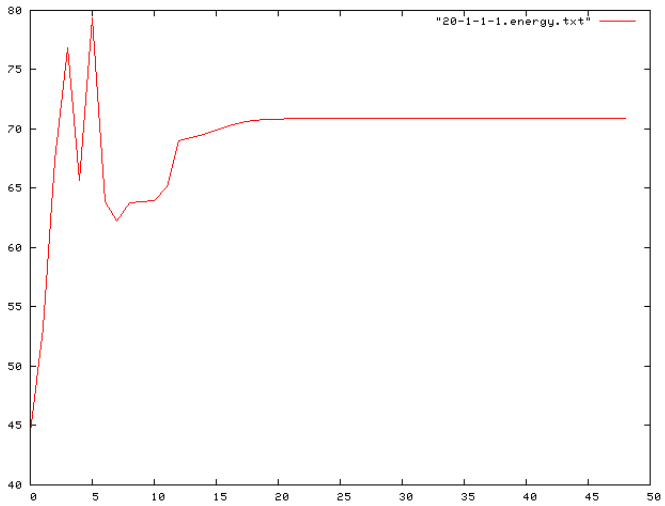

図 2: エネルギー関数

同様に Bcoef,Dcoef の値を大きくしてみた時の結果を示す。

パラメータ

Acoef=1.0 Bcoef=20.0 Dcoef=1.0 seed=1.0

実行結果

```
[j05002@source]% ./tsp2 1 20 1 1
reading args: Acoef=1.000000, Bcoef=20.000000, Dcoef=1.000000, seed=1
    ###   Sequence     Cycle :    0   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.00   0.13   0.76   0.46   0.53   0.22   0.05   0.68   0.68
   2   0.93   0.38   0.52   0.83   0.03   0.05   0.53   0.67   0.01
   3   0.38   0.07   0.42   0.69   0.59   0.93   0.85   0.53   0.09
   4   0.65   0.42   0.70   0.91   0.76   0.26   0.05   0.74   0.33
   5   0.63   0.76   0.99   0.37   0.25   0.98   0.72   0.75   0.65
   6   0.07   0.63   0.88   0.27   0.44   0.77   0.48   0.24   0.27
   7   0.36   0.17   0.49   0.90   0.91   0.06   0.90   0.50   0.52
   8   0.32   0.99   0.49   0.27   0.09   0.95   0.07   0.50   0.38
   9   0.28   0.91   0.53   0.46   0.94   0.05   0.76   0.77   0.83
    ###   Sequence     Cycle :    1   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.96   0.00   0.31   0.14   0.04   0.06   0.19   0.02   0.00
   2   0.00   0.00   0.00   0.00   0.19   0.05   0.00   0.36   0.09
   3   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   4   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   5   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   6   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   7   0.12   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00
   8   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00   1.00   0.00   1.00   1.00
   9   0.00   1.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00   0.00   0.00
 Energy = 42.848073

～省略～

    ###   Sequence     Cycle :   49   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   1.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.32   0.00   0.00
   2   0.00   0.79   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.10   0.32
   3   0.16   0.00   1.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   4   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   5   0.00   0.00   0.15   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00   0.00
   6   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   7   0.00   0.00   0.00   0.19   0.00   0.00   1.00   0.00   0.00
   8   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   1.00   1.00
   9   0.00   1.00   0.00   0.00   0.13   0.11   0.00   0.00   0.00
 Energy = 49.718545
```

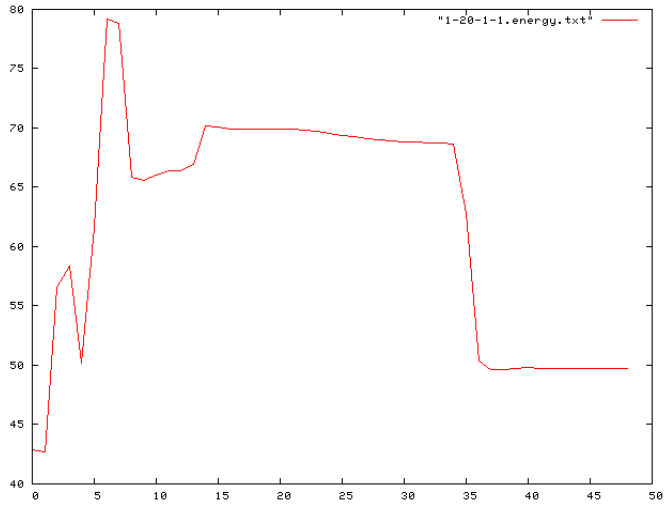

図 3: エネルギー関数

パラメータ

Acoef=1.0 Bcoef=1.0 Dcoef=20.0 seed=1.0

実行結果

```
[j05002@source]% ./tsp2 1 1 20 1
reading args: Acoef=1.000000, Bcoef=1.000000, Dcoef=20.000000, seed=1
    ###   Sequence     Cycle :    0   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.00   0.13   0.76   0.46   0.53   0.22   0.05   0.68   0.68
   2   0.93   0.38   0.52   0.83   0.03   0.05   0.53   0.67   0.01
   3   0.38   0.07   0.42   0.69   0.59   0.93   0.85   0.53   0.09
   4   0.65   0.42   0.70   0.91   0.76   0.26   0.05   0.74   0.33
   5   0.63   0.76   0.99   0.37   0.25   0.98   0.72   0.75   0.65
   6   0.07   0.63   0.88   0.27   0.44   0.77   0.48   0.24   0.27
   7   0.36   0.17   0.49   0.90   0.91   0.06   0.90   0.50   0.52
   8   0.32   0.99   0.49   0.27   0.09   0.95   0.07   0.50   0.38
   9   0.28   0.91   0.53   0.46   0.94   0.05   0.76   0.77   0.83
    ###   Sequence     Cycle :    1   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.77   0.99   0.71   0.05   0.03   0.00   0.00   0.00   0.00
   2   0.00   0.00   0.01   0.38   0.99   0.02   0.01   0.00   0.00
   3   0.00   0.00   0.00   0.00   0.33   0.00   0.04   0.00   0.00
   4   0.00   0.00   0.00   0.00   0.02   0.00   0.05   0.00   0.00
   5   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.02   0.00   0.00
   6   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00
   7   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.03   0.00   0.00
   8   0.00   0.00   0.00   0.00   0.01   0.00   0.54   0.00   0.00
   9   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.38   0.12   0.67
 Energy = 6.050144

～省略～

    ###   Sequence     Cycle :   49   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.00   0.96   0.01   0.00   0.01   0.00   0.01   0.00   0.01
   2   0.00   0.01   0.00   0.02   0.97   0.00   0.01   0.00   0.01
   3   0.00   0.01   0.00   0.02   0.97   0.00   0.01   0.00   0.01
   4   0.00   0.96   0.00   0.00   0.01   0.00   0.01   0.00   0.01
   5   0.00   0.01   0.00   0.00   0.01   0.00   0.95   0.00   0.01
   6   0.00   0.01   0.00   0.00   0.01   0.00   0.01   0.00   0.95
   7   0.00   0.13   0.00   0.00   0.06   0.00   0.20   0.00   0.19
   8   0.00   0.01   0.00   0.00   0.01   0.00   0.95   0.00   0.01
   9   0.00   0.01   0.00   0.00   0.01   0.00   0.01   0.00   0.95
 Energy = 5.829668
```

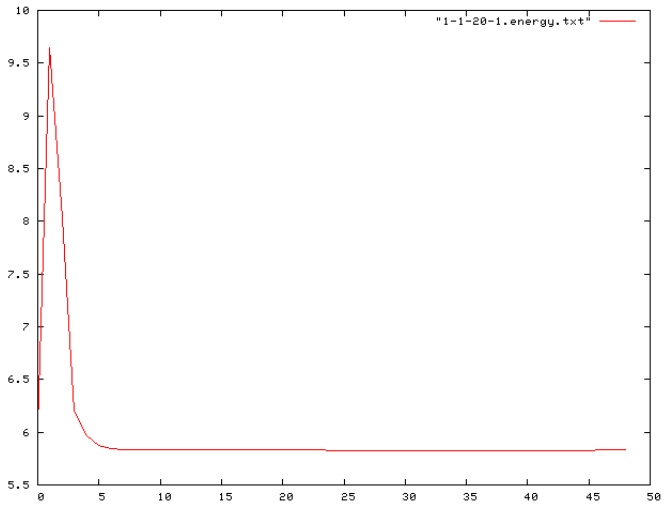

図 4: エネルギー関数

以上の結果を見てみると Acoef,Bcoef の値を大きくするとエネルギー関数の値が増え、うまく答えを出してくれなくなり、Dcoef の値を大きくすると最初のパラメータ (全てのパラメータが 1) の時よりもエネルギー関数の値が小さくなるのだが、途中でエネルギー関数の値が増えているのがグラフから分かる。それでも、うまく収束しているので近似解を求められていると考えた。

2.2 都市の配置の変更による結果の考察

いくつかの都市の配置を変行して実行してみた。都市 2 、 7 、 9 の位置を他の都市からかなり遠くしてみた。

初期値

struct double x, y; cityxy[CityNo] = 3.0, 4.0 , 2.0, 7.0 , 4.0, 7.0 , 5.0, 5.0 , 5.0, 3.0 , 4.0, 1.0 , 2.0, 1.0 , 1.0, 3.0 , 1.0, 5.0 ;

変更後

struct double x, y; cityxy[CityNo] = 3.0, 4.0 , 50.0, 40.0 , 4.0, 7.0 , 5.0, 5.0 , 5.0, 3.0 , 4.0, 1.0 , 100.0, 40.0 , 1.0, 3.0 , 6.0, 150.0 ;

実行結果

```
[j05002@source]% ./tsp2 1 1 1 1
reading args: Acoef=1.000000, Bcoef=1.000000, Dcoef=1.000000, seed=1
    ###   Sequence     Cycle :    0   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.00   0.13   0.76   0.46   0.53   0.22   0.05   0.68   0.68
   2   0.93   0.38   0.52   0.83   0.03   0.05   0.53   0.67   0.01
   3   0.38   0.07   0.42   0.69   0.59   0.93   0.85   0.53   0.09
   4   0.65   0.42   0.70   0.91   0.76   0.26   0.05   0.74   0.33
   5   0.63   0.76   0.99   0.37   0.25   0.98   0.72   0.75   0.65
   6   0.07   0.63   0.88   0.27   0.44   0.77   0.48   0.24   0.27
   7   0.36   0.17   0.49   0.90   0.91   0.06   0.90   0.50   0.52
   8   0.32   0.99   0.49   0.27   0.09   0.95   0.07   0.50   0.38
   9   0.28   0.91   0.53   0.46   0.94   0.05   0.76   0.77   0.83
    ###   Sequence     Cycle :    1   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   1.00   0.98   0.51   0.11   0.06   0.00   0.00   0.00   0.00
   2   0.92   0.39   0.52   0.44   0.10   0.00   0.01   0.00   0.00
   3   0.26   0.66   0.43   0.48   0.37   0.01   0.02   0.00   0.00
   4   0.11   0.20   0.60   0.43   0.47   0.04   0.06   0.01   0.00
   5   0.05   0.09   0.15   0.52   0.44   0.17   0.16   0.01   0.01
   6   0.02   0.04   0.07   0.13   0.42   0.40   0.28   0.03   0.03
   7   0.00   0.00   0.00   0.00   0.01   0.07   0.49   0.25   0.25
   8   0.00   0.00   0.00   0.01   0.02   0.97   0.04   0.06   0.13
   9   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.00   0.01   0.89   0.33
 Energy = 23.662912

～省略～

    ###   Sequence     Cycle :   49   ###
City     1      2      3      4      5      6      7      8      9
   1   0.99   0.07   0.07   0.07   0.07   0.03   0.02   0.02   0.03
   2   0.06   0.02   0.02   0.02   0.02   0.04   0.03   0.09   0.98
   3   0.05   0.99   0.08   0.07   0.07   0.04   0.03   0.02   0.03
   4   0.05   0.07   0.99   0.08   0.07   0.04   0.03   0.02   0.03
   5   0.05   0.07   0.08   0.99   0.07   0.04   0.03   0.02   0.03
   6   0.05   0.07   0.07   0.08   0.99   0.04   0.02   0.02   0.03
   7   0.02   0.01   0.01   0.01   0.01   0.04   0.97   0.14   0.02
   8   0.04   0.07   0.07   0.07   0.07   0.99   0.03   0.02   0.03
   9   0.01   0.00   0.00   0.00   0.00   0.01   0.05   0.97   0.05
 Energy = 8.068277
```

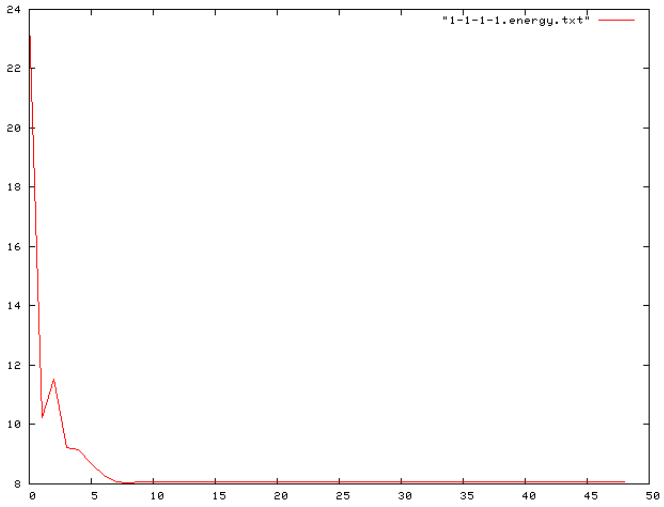

図 5: エネルギー関数

結果より、いくつかの都市の配置を大幅に変えてもエネルギー関数の値は収束し、正しい答えが得られることが分かる。

3 Hopfield Net アルゴリズムの改良についての考察

Hopfield Net アルゴリズムは最小化問題に適応した場合に、極小値は求められるのだが、求めた極小値が最小値であるかどうかの保証が無いのが問題点である。極小解に陥る問題を解決するために、ボルツマンマシンという方法がある。ボルツマンマシンは、Hopfield Network に新しく温度 T というパラメータを導入し拡張したものである。はじめは、温度 T に高い値を設定し大きなエネルギーを与え、極小値の位置で停止せずに、その位置からさらに移動できるようにし、大域的な最小値にたどり着くようにするという方法である。しかし、ボルツマンマシンにも時間がかかるという欠点がある。他の方法として、多段遷移 (ハミング距離 2 以上離れた状態間の遷移) を許すニューラルネットを提案し、極小値から抜け出し大域的最小値へ収束させるという方法もある。

参考文献

[1] 村島　定之 渕田　孝康 『多段遷移ニューラルネットによる最小値探索 』Vol.J73-D2 No.12 pp.2012-2021 1990 年

http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=j73-d2_12_2012&category=&year=1990&lang=J&abst=

[2] ボルツマンマシン
http://mars.elcom.nitech.ac.jp/java-cai/neuro/bz1.html