

## HOPFIELD NET で TSP を解く

氏名; 津波古正輝  
学籍番号;075739  
提出日;7/4(日曜日)

<http://www.eva.ie.u-ryukyu.ac.jp/tnal/Job/NN/Reaeme.html> を参照し以下をレポートとして提出すること

**Q1:** 実行結果の解説

得られた結果 (巡回経路の図, エネルギー関数値の推移グラフなど) ? パラメータ, 乱数シード変更により複数回実行すること ? 都市数や配置を換えてより大規模な問題について実行してみること

**Q2:** 次の都市は位置について実験し、結果の考察をせよ

{0.0,0.0},{1.0,0.0},{2.0,0.0},{0.0,1.0},{1.0,1.0},{2.0,1.0},{0.0,2.0},{1.0,2.0},{2.0,2.0},

**Q3:** Hopfield Net アルゴリズムの改良についての考察をせよ。

**Q1: 実行結果の解説**

得られた結果 (巡回経路の図, エネルギー関数値の推移グラフなど)? パラメータ, 乱数シード変更により複数回実行すること? 都市数や配置を換えてより大規模な問題について実行してみることに

与えるパラメータ (3つすべて) を変化させた。

- 1/2 倍: 都市の巡回方法が定まらないまま終了した。エネルギー関数も 5 サイクル以降は変化がない。
- 1 倍: 28 サイクル目で巡回方法が決定した (数値が 0.9 以上のものが出現)。エネルギー関数はだんだん数値が下がっていき、27 サイクル目以降は変化がない。
- 2 倍: 3 サイクル目で巡回方法が決定した。エネルギー関数も 5 サイクル以降は変化がない。
- 4 倍: 3 サイクル目で巡回方法が決定した。エネルギー関数も 3 サイクル以降は変化がない。

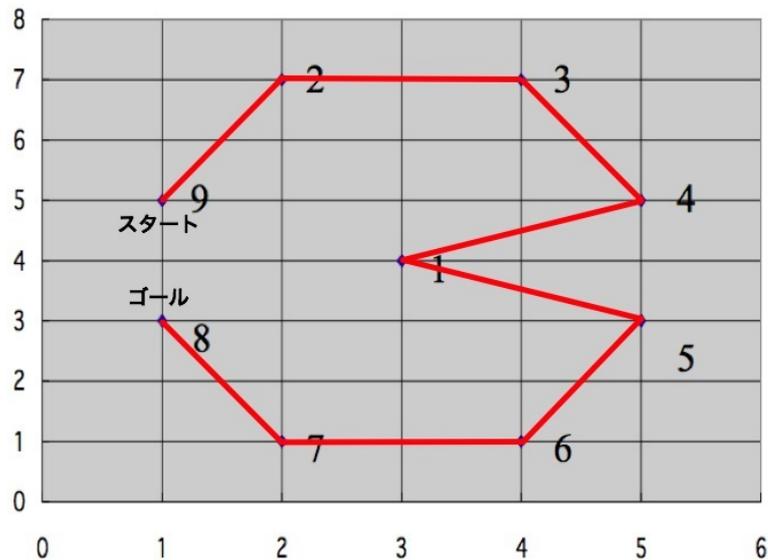


FIGURE 1. 巡回経路

都市数を倍にして上と同じような実験をおこなった。新たに追加した都市を以下に示す。

$$\{7,8\}, \{8,8\}, \{6,8\}, \{4,9\}, \{2,9\}, \{3,8\}, \{1,9\}, \{5,10\}$$

- 1/2 倍: 5 サイクルまでエネルギー関数が上下した後、5 サイクル以降は変化がなくなった。都市の巡回方法が定まらないまま終了した。
- 1 倍: 6 サイクル目まではエネルギー関数が上下し、23 サイクル以降はエネルギー関数が安定した。都市の巡回方法は定まった。
- 2 倍: 都市の巡回方法は定まった。
- 4 倍: 都市の巡回方法は定まった。

**わかったこと**

エネルギー関数が安定し始めたらほぼ巡回順路が決まっている。もしくはサイクル数以内に順番が定まらない。都市数を 2 倍してみた。都市数を増加させると、指数的に道の選択が増えるので、かなり時間がかかると予想したが実行時間はあまり変化がなかった。ニューラルネットはすごいと思った。

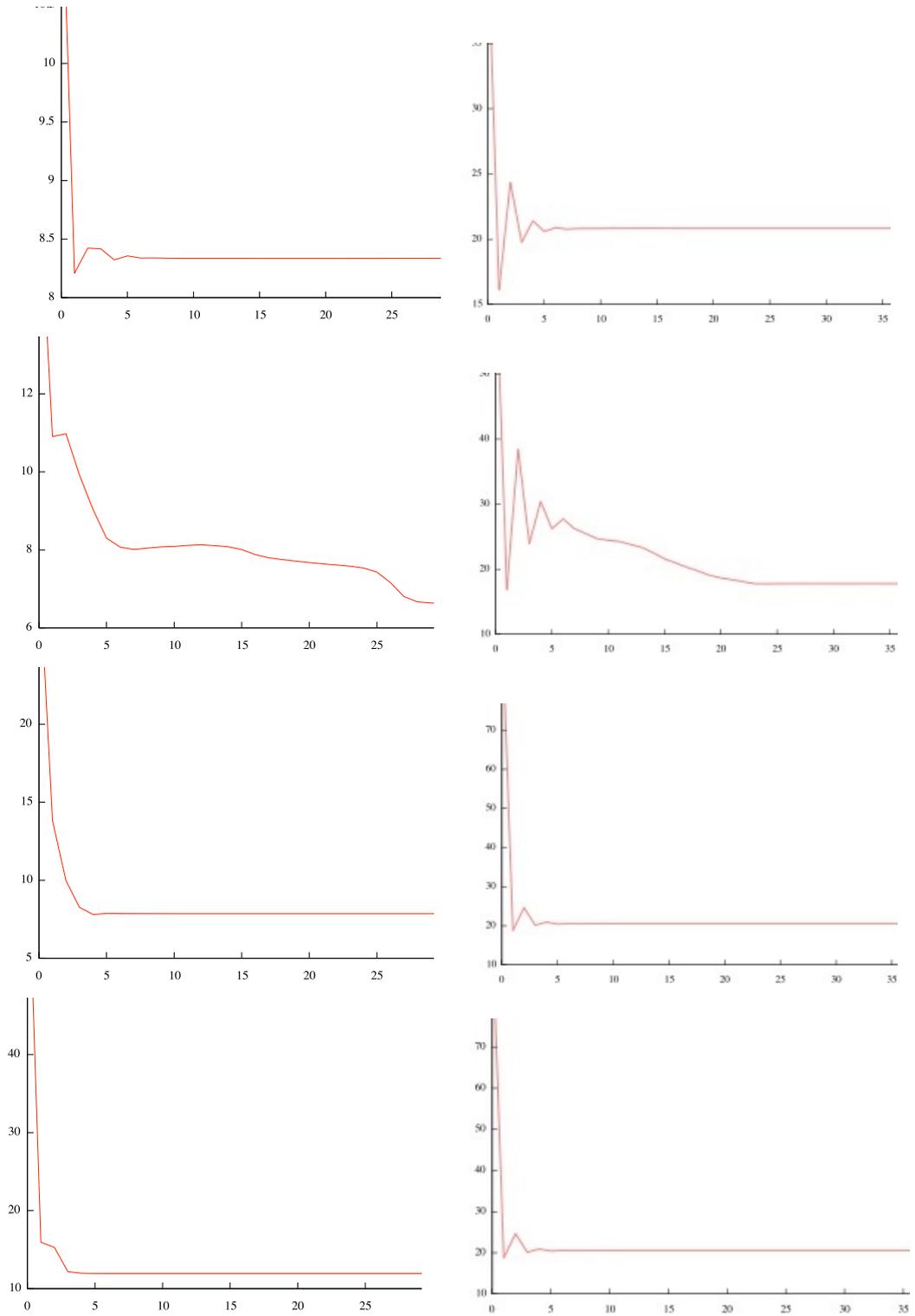


FIGURE 2. エネルギー関数の数値の変化  
 (右上1段:数値1/2倍, 都市数2倍, 左上1段:数値1/2倍, 都市数1倍, 右上2段:数値1倍, 都市数1倍, 左上2段:数値1倍, 都市数2倍, 右上3段:数値2倍, 都市数1倍, 左上3段:数値2倍, 都市数2倍, 右上4段:数値4倍, 都市数1倍, 左上4段:数値4倍, 都市数2倍)

**Q2:** 次の都市は位置について実験し、結果の考察をせよ

$\{0.0,0.0\},\{1.0,0.0\},\{2.0,0.0\},\{0.0,1.0\},\{1.0,1.0\},\{2.0,1.0\},\{0.0,2.0\},\{1.0,2.0\},\{2.0,2.0\}$  ,

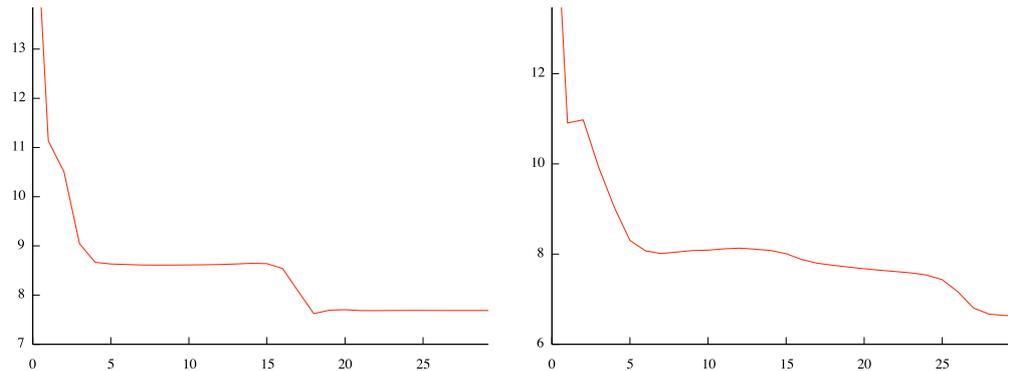


FIGURE 3. 都市数の変化によるエネルギー関数変化の違い  
(右:都市座標はそのまま 左:都市座標を変更)

エネルギー関数の変化からみると、最初のデフォルトの都市座標ではかなり遅めに決まっている (26 から 27 サイクルあたり)。変更した座標の場合、20 サイクルになる前にエネルギー関数が安定している。このことから、座標変更前より、座標変更後の都市の方が、巡回方法が簡単に決められるということが予想できる。

**Q3:** Hopfield Net アルゴリズムの改良についての考察をせよ。

ホップフィールドネットワークは、ニューロン間の結合をエネルギーに置き換えてそのエネルギーを最小にするようにすることで解を求める相互結合型のニューラルネットワークである。相互結合型は信号がネットワークの中を何度もめぐり平衡状態になるまで状態が変化し続けるので、やや時間がかかる (と思われる)。この時間を短縮することと、結合をエネルギーに置き換える手間を軽減するともっといいかもしれない。