

Introduction to Artificial Intelligence

Homework1 Report

1. 如何實現Brute Force，試敘論.

對於暴力法(Brute Force)主要是用兩層for迴圈來跑完所有x,y來找出可能對應到的z解。如果找到的result是比目前的z值小，就更新上去。

```
def Brutal_Force(x1,x2,y1,y2):
    z = 0
    for i in range(x1,x2):
        for j in range(y1,y2):
            result = func(i,j)
            if result < z:
                x = i
                y = j
                z = result
    print('----- Brute_Force -----')
    print(x)
    print(y)
    print('{:.3f}'.format(z))
```

2. P2通過調整參數(Temperature, Cooling Rate)，觀察到什麼.

通過改了溫度的最高值T_max會讓step的次數走得更多，同時也會讓整個while迴圈跑更多次，讓每次random的 threshold有更多機會通過逐漸縮小的probability值，找出最佳解。

再來是通過對T_min的值減小(無限接近零， e.g. 0.001,0.0001)也會讓整個下限繼續擴大，讓我們有更多的機會去遞迴找出最佳解。

最後是Cooling Rate，由於cooling_rate是每次迴圈的時候會乘上目前的溫度(Temperature)，使溫度逐漸降低的關鍵，所以如果試着給Cooling_Rate 的值為0.9或者0.99的話，

```
----- Brute Force -----  
0  
30  
-30.010  
----- Simulated Annealing -----  
0  
35  
-23.365
```

會出現以上output結果，證明並沒有找到最佳解(Minimum value)，原因不難理解，是因為Temperature每次縮小的間隔太大了，所以在還沒有來得及找到最佳解前溫度就已經接近零且結束迴圈了。

所以我建議把Cooling_Rate提高準確到小數三位以上(如果 $T_{max} = 10000$, $T_{min} = 0.001$ ，大約0.9999就能得到最佳解)，才會得到兩種演算法一致的答案。我這裡是使用0.99999(我預計測資的範圍是-500~500之間啦，但是如果助教跑到一千以上我也沒辦法，我的電腦跑不了那麼細，會爆掉...)，是為了以防助教的測資，雖然會跑得比較久一點，但是跑得比較細，也不會出現錯過最佳解的機會。

總結來說， T_{max} 調高， T_{min} ,Cooling_Rate準確到多小數後幾位都會對找出最佳解有幫助。

3. 比較兩種演算法的差別，並寫下實做的心得。

先說我這裡的Simulated Annealing跑的比Brute Force還要慢很多，其實有不少原因造成的。主要是Annealing中決定如何選取neighbour的方法是最重要的，我這裡是用random的方式，且可重覆選取，所以會有很多多餘的步驟，導致執行時間過長。其實只要嚴格限制不可重複選到出現過的組合就會縮小回歸地更快更准了。Brute Force沒什麼好說的，就是兩層for迴圈跑完全部結果。

這裡先不說我自己測試的大範圍測資，如果單純是原本的測資的話，我們可以看到其實最佳解是-30左右，所以暴力法一開始很快就可以遇到最佳解，後面的判斷式更新最小值的情況直接越過，會快很多，但是如果最佳解

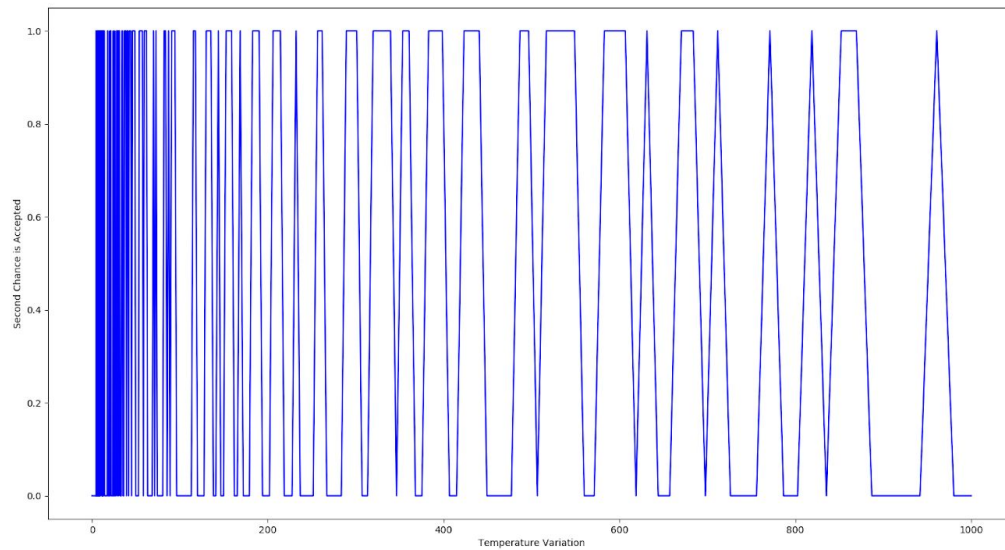
是在最後一個，則最糟糕的情況是會跑完全部。所以Annealing如果選取NextState, Neighbour的方式再更新一下，執行效率會比暴力法(Brute Force)來得更高很多。

實做心得中主要的關鍵地方是如何選取NextState，以及plotting畫圖是比較麻煩的(例如如何把兩種演算法對x, y的選取對z的影響)。一開始我就不打算用三維圖來表達變數的關係，因為可視性，實用性，且意義不大。最後還是沒有找到適合的圖表表達的方式。

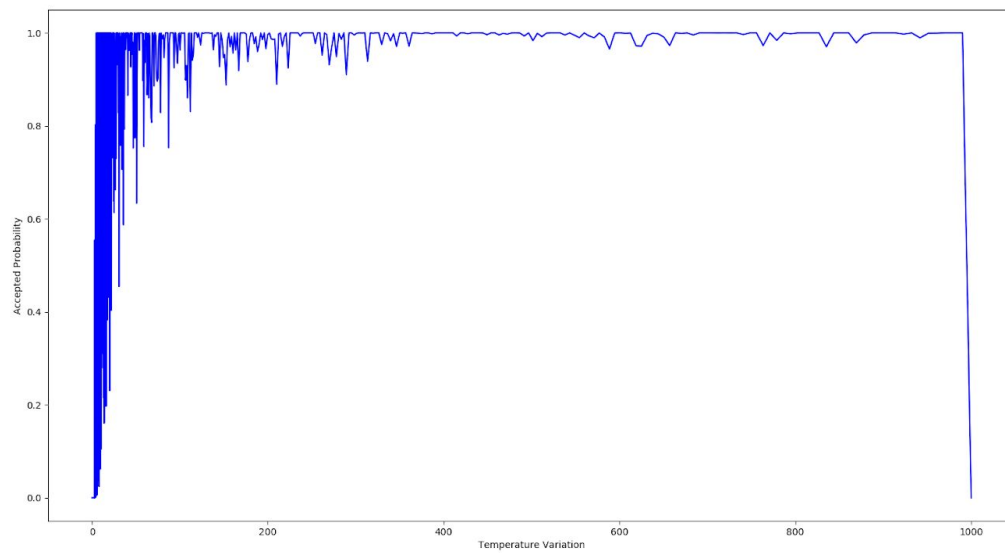
4. 輸出結果

```
----- Brute Force -----  
0  
30  
-30.010  
----- Simulated Annealing -----  
0  
30  
-30.010
```

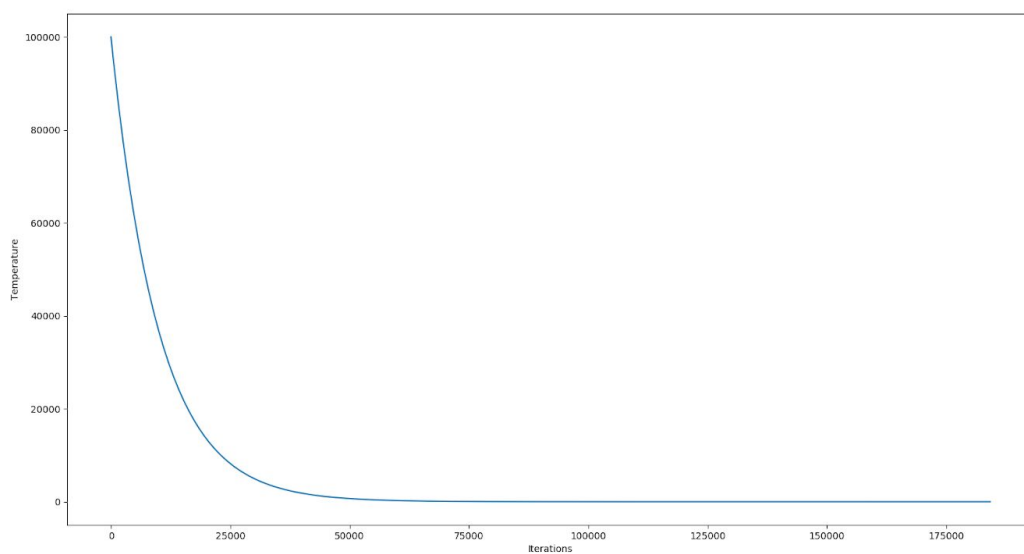
5. 圖表



隨着溫度的變化量增大，Threshold大過Probability且更新最解值的機會越小



隨着溫度的變化量增大，Probability越來越小



隨着迭代次數增多，溫度的變化曲線