

目录	1
----	---

目录

1 问题	2
------	---

2	2
---	---

蒙特卡罗伊辛模型

202011010101 物理 2001 孙陶庵

2023 年 5 月 10 日

1 问题

1. 模型定义：定义一个 2 维的 $N \times N$ 伊辛模型，每一个点上有一个自旋，可上可下，体系的哈密顿量为 $H = -J \sum_{\langle i,j \rangle} s_i s_j$ 其中的 s_i 为第 i 个格点上的自旋为 1 或 -1, j 为交换常数，模拟中设为 1, $\langle i,j \rangle$ 表示对所有最近邻格点求和。2. Metropolis 算法：使用 Metropolis 算法来模拟这个伊辛模型。在每一步中，随机选择一个格点，计算反转这个格点的自旋后能量变化为 ΔE ，如果 $\Delta E < 0$ 则接受这个反转；如果 $\Delta E > 0$ 则以概率 $\exp(\frac{\Delta E}{kT})$ 接受这个反转，其中 k 为 boltzmann constant, T 为温度 3. 在不同温度下运行模拟程序，计算并绘制体系的序参量以及其涨落随着温度的变化

2

```
1
2   N = 1000000;
3   n = 100;
4   J = 1;
5   temperatures = linspace(1, 10, 10); % 不同的温度
6
```

```

7     monte_carlo_ising_model(N, n, J, temperatures);
8
9
10    function z = f(k, T, dE)
11
12        z = exp(-dE / (k * T));
13
14    end
15
16    function monte_carlo_ising_model(N, n, J, temperatures)
17
18        SPINARRAY = zeros(length(temperatures), 1);
19
20        order_params = zeros(N, length(temperatures));
21
22
23        for k = 1:length(temperatures)
24
25            T = temperatures(k);
26
27            array = zeros(N, 1);
28
29            S = 2 * randi([0, 1], n, n) - 1;
30
31
32            for i = 1:N
33
34                index = randi(n, 1, 2);
35
36                x1 = mod(index(1) - 2, n) + 1;
37
38                x2 = index(1);
39
40                x3 = mod(index(1), n) + 1;
41
42                y1 = mod(index(2) - 2, n) + 1;
43
44                y2 = index(2);
45
46                y3 = mod(index(2), n) + 1;
47
48                dE = 2 * J * S(x2, y2) * (S(x1, y2) + S(x3, y2) + S(x2, y1)
49
50                + S(x2, y3));
51
52
53                if dE > 0
54
55                    a = rand();

```

```

35         if a < f(1, T, dE)
36             S(x2, y2) = -1;
37         end
38     else
39         S(x2, y2) = -S(x2, y2);
40     end
41
42     ss = sum(sum(S)) / (n * n);
43     array(i) = ss;
44 end
45
46 array1 = array .^ 2;
47 MEANSQ1 = mean(array1(floor(N * 3 / 10):end)); % 平方和平均值
48 MEANSQ = mean(array(floor(N * 3 / 10):end)) .^ 2; % 平均平方
49 ANS = MEANSQ1 - MEANSQ; % 序参量的涨落
50 SPINARRAY(k) = ANS;
51 order_params(:, k) = array;
52 end
53
54 figure;
55 subplot(2, 1, 1);
56 plot(1:N, order_params);
57 xlabel('MC Steps');
58 ylabel('Order Parameter');
59 title('Order Parameter vs MC Steps');
60 legend(string(temperatures), 'Location', 'northwest');
61
62 subplot(2, 1, 2);
63 plot(temperatures, SPINARRAY, 'ro-');

```

```
64     xlabel('Temperature');  
65     ylabel('Fluctuation');  
66     title('Fluctuation of Order Parameter vs Temperature');  
67 end
```

Listing 1: 代码