

自旋玻璃教学演示工具说明书

钱昱希 (PB22020458)

一、 依赖项

本软件已打包 PyQt5，若需运行源代码，请确保已安装 PyQt5。

二、 自旋玻璃

本软件实现了对自旋玻璃的蒙特卡洛模拟，具体采用了 EA (Edwards-Anderson) 模型。下面我们将对自旋玻璃的主要特征进行介绍：

(1) 无序性 (Disorder)

相互作用可能是随机的正负混合（既有铁磁性，也有反铁磁性），且强度无序分布，形成复杂的能量景观。

(2) 阻挫 (Frustration)

当自旋间的相互作用无法同时满足所有能量最低条件时，系统陷入“阻挫”状态。例如，三个自旋形成三角形，若相互作用为反铁磁性，则无法同时满足相邻自旋反向排列的条件。这导致了系统存在大量亚稳态，长时间无法达到全局能量最低的基态。

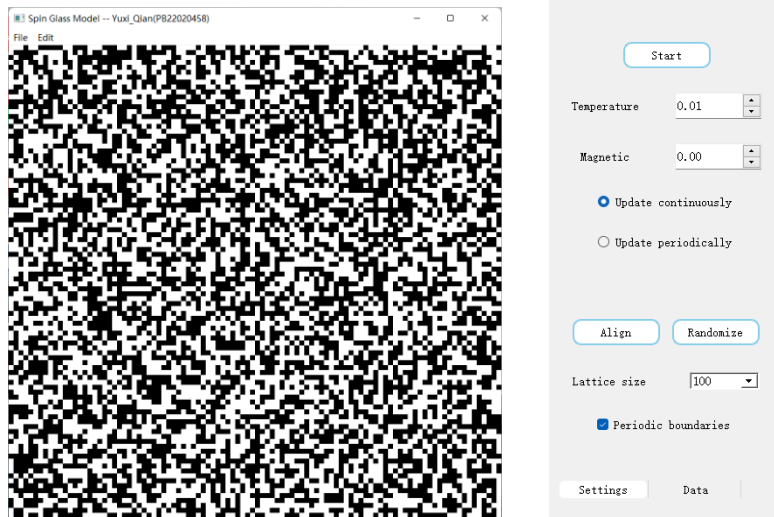
对于这种情况，常见的处理方式模拟退火。为了能够直观地观察到阻挫现象，我们并未采取这样的处理方式。

在本软件中，采用的体系哈密顿量：

$$H = - \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij} S_i S_j - M \sum_i S_i$$

其中 J_{ij} 表示最近邻相互作用，在本软件中满足高斯分布 $\sim N(0, 1/3)$, $\sigma = 1/3$ 的设置是为了让大部分取值在 $[-1, 1]$ 区间中。 $S_i = \pm 1$ 表示自旋情况。

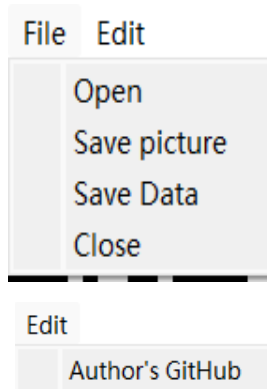
三、 界面功能介绍



1. 主界面



(1) 按钮区：



本软件可以生成/读取 .spinglass 文件，该文件为二进制文件，用于记录想保存的基本设定和模拟数据。

Open: 打开相应文件并读取数据

Save picture: 将模拟图像保存为.png 文件

Save Data: 生成二进制文件，保存相应数据和设定

Close: 退出程序

Author's GitHub: 弹出该程序的开源 GitHub 网页

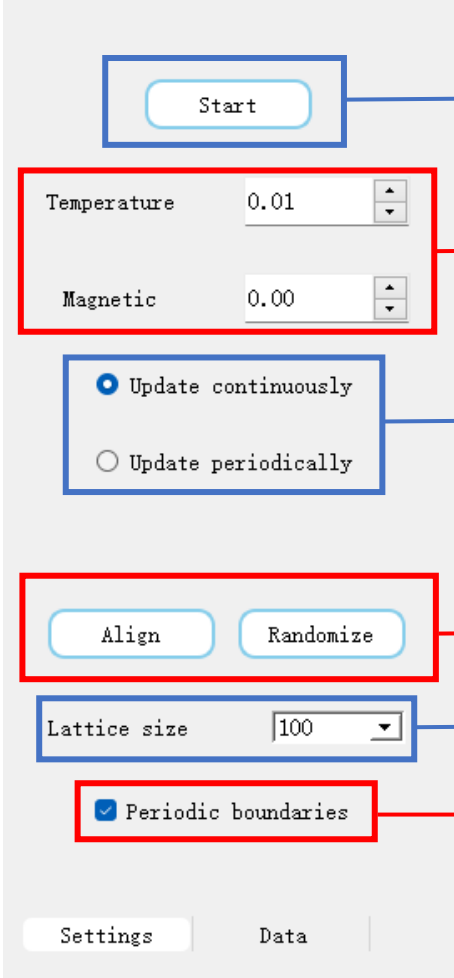
(2) 模拟区

黑色块代表自旋向上，取值为+1；白色块取值为-1。为了防止模拟次数过快而使得数据计算造成的程序卡顿，我们每 300 步进行一次界面更新。

同时本程序还提供了两种更新方式，对标 Ising.exe。

2. 设定与数据界面

(1) 设定界面



The screenshot shows the 'Settings' tab of the simulation interface. It includes a 'Start' button, input fields for 'Temperature' (0.01) and 'Magnetic' (0.00), radio buttons for 'Update continuously' (selected) and 'Update periodically', 'Align' and 'Randomize' buttons, a 'Lattice size' dropdown (100), and a checked 'Periodic boundaries' checkbox. Annotations with arrows point to these elements, explaining their functions.

Start → 开始/暂停模拟

条件设定区域:
温度设定: 从 0.01 到 50, 步长为 0.02
磁场设定: 从 -50 到 50, 步长为 0.05

更新选项:
Update continuously: 连续更新, 每 300 步更新一次
Update periodically: 每 0.5 秒更新一次

Align: 将界面变为全黑或者全白
Randomize: 随机将每个块变为黑或者白

改变模拟界面每行块数, 会自动进行 Align 初始化
注意: 一定要先暂停模拟后进行改变, 否则退出程序!

边界条件设定: 选定后为周期性边界条件

(2) 数据界面

记录了模拟的相应数据 (模拟步数, 当前能量, 平均能量, 能量的标准差, 当前磁化强度, 平均磁化强度, 磁化强度标准差)

按下 Reset 按键后清除之前的数据, 但保留当前能量和当前磁化强度数值。

Steps:	6900
Energy:	-11.5336
Average E:	-18.3729
Sigma E:	17.7917
Magnetization:	-0.0060
Average M:	0.0177
Sigma M:	0.0106
Reset	
Settings	Data

四、 与我们联系

作者邮箱: gianyx20040130@mail.ustc.edu.cn

项目 GitHub 网站: https://github.com/lkbrain/Spin_Glass