

# 量子计算与机器学习 Lab1 Report

PB21111653

李宇哲

## 环境依赖

```
1 import numpy as npy
2 from mindquantum.core import X, Y, Z, H, RX, RY, RZ
3 from mindquantum.core import Circuit
4 from mindquantum.simulator import Simulator
5 from mindquantum.core import Measure
```

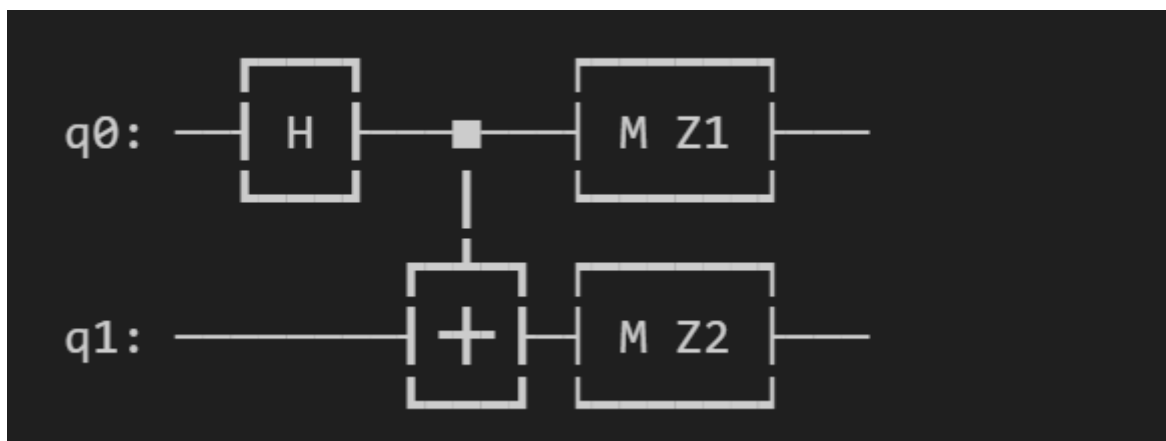
由于我原先的 mindquantum 版本落后，没有S门和T门，因此是手动用RZ门实现，而后在第三题遇到了必须更新版本的问题，重新配置了环境，更新的mindquantum版本

## 第1题 纠缠态操作

### 1-1

使用 H 门和 CNOT 门创建两个比特的纠缠态 (Bell态)

```
1 circuit = Circuit()
2 circuit += H.on(0)      # Apply H gate on the first bit
3 circuit += X.on(1, 0)   # Apply CNOT gate on the second bit controlled by the
                           # first bit
4 circuit += Measure('Z1').on(0)
5 circuit += Measure('Z2').on(1)
6
7 print(circuit)
```



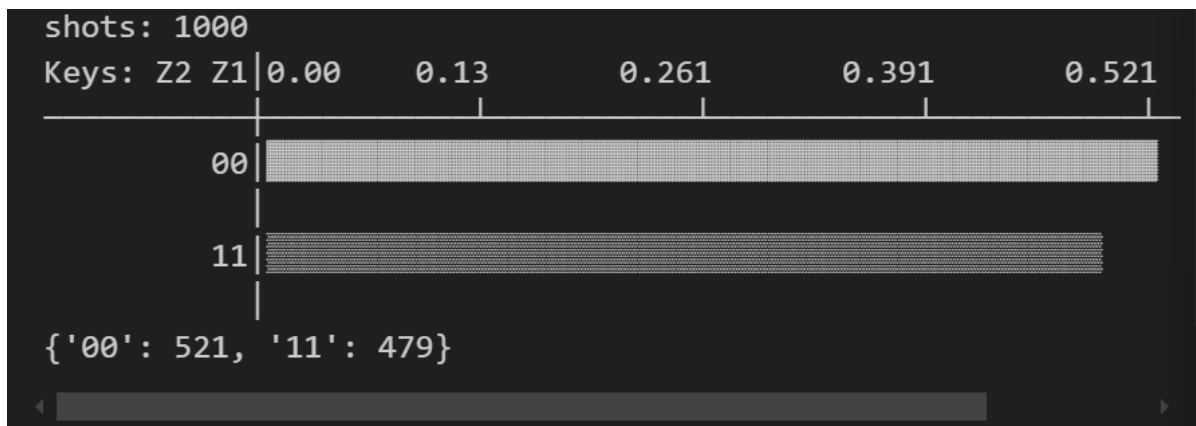
### 1-2

验证 Bell 态的非局域性，即测量一个比特对另一个比特测量结果的影响（提示：进行多次测量并记录结果组合，观察两个比特之间的关系）。

```

1  sim = Simulator('mqvector', circuit.n_qubits)
2  shots = 1000
3  result = sim.sampling(circuit, shots=shots)
4  print(result)

```



假设有两个Bell态  $|\Phi+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$

对两个量子比特进行测量，在计算基 ( $|0\rangle$ 和  $|1\rangle$ )下测量第一个量子比特

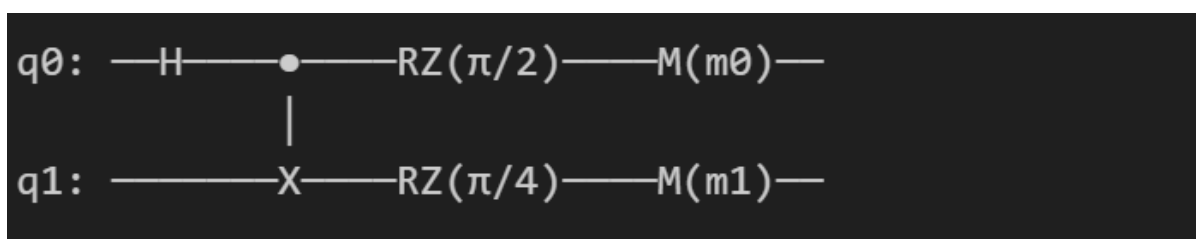
经过多册验证，应该只有 00 和11两种情况，且概率大致相等，表明对一个量子比特的测量结果会影响另一个比特的测量结果，体现了Bell态的非局域性

## 第2题 量子比特与相位

```

1  circuit = Circuit()
2  S = RZ(npy.pi/2)    # 创建S门
3  T = RZ(npy.pi / 4)  # 创建Z门
4  circuit += H.on(0)
5  circuit += X.on(1, 0)
6  circuit += S.on(0)
7  circuit += T.on(1)
8
9  circuit += Measure('m0').on(0)
10 circuit += Measure('m1').on(1)
11
12 print(circuit)

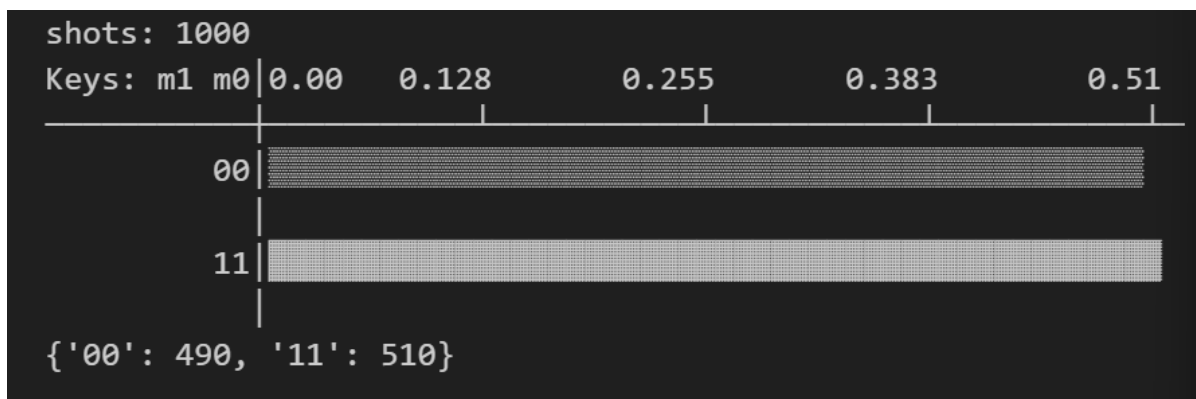
```



```

1  sim = Simulator('projectq', circuit.n_qubits)
2  shots = 1000
3  result = sim.sampling(circuit,shots=shots)
4  print(result)

```



相位门会改变量子态的相位，但不改变量子态振幅的模，因此相位变化不影响测量概率。

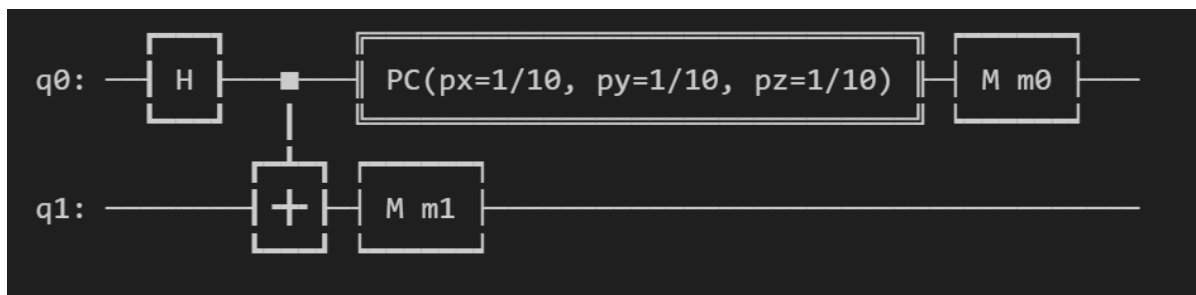
结果中00与11的概率分布相同，说明概率不受相位变化影响

### 第3题 探讨Bell态的稳定性

```

1  from mindquantum.core.gates import PauliChannel
2  circuit = Circuit()
3  circuit += H(0)
4  circuit += X.on(1, 0)
5
6  circuit += PauliChannel(0.1, 0.1, 0.1).on(0)
7
8  # 添加测量操作
9  circuit += Measure('m0').on(0)
10 circuit += Measure('m1').on(1)
11
12 print(circuit)

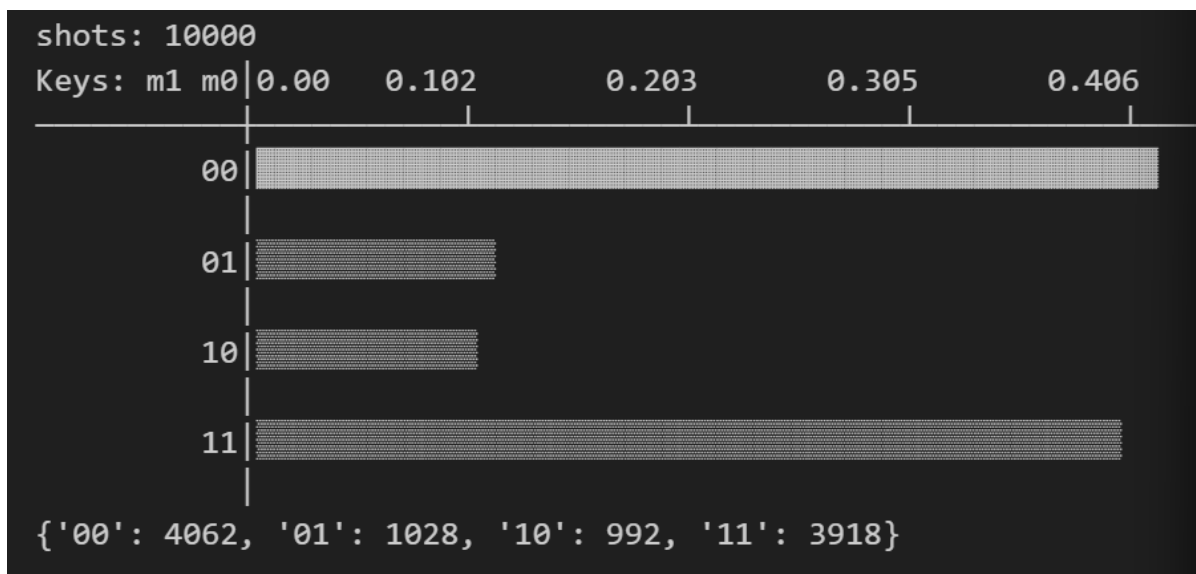
```



```

1  sim = Simulator('mqvector', circuit.n_qubits)
2  shots = 10000
3  result = sim.sampling(circuit, shots=shots)
4  print(result)

```



通过X门后的Bell态  $|\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|10\rangle + |01\rangle)$  为例

测量第一个量子比特时，测量得到  $|0\rangle$  坍缩到  $|01\rangle$ ，测量  $|1\rangle$  坍缩到  $|10\rangle$ ，概率均为0.5

没有噪声时，测量第一个量子比特得到  $|0\rangle$ ，探索到  $|00\rangle$ ，另一个坍缩到  $|11\rangle$

因此，噪声改变了量子态，体现了量子纠缠的脆弱性