

理论作业三 量子纠错

姓名 学号

2025 年 11 月 26 日

1. 写出 9 量子比特 Shor 编码的稳定子，并证明其稳定 $\{|0_L\rangle, |1_L\rangle\}$ 张成的向量空间，其中

$$|0_L\rangle = \frac{(|000\rangle + |111\rangle)(|000\rangle + |111\rangle)(|000\rangle + |111\rangle)}{2\sqrt{2}}$$
$$|1_L\rangle = \frac{(|000\rangle - |111\rangle)(|000\rangle - |111\rangle)(|000\rangle - |111\rangle)}{2\sqrt{2}}$$

2. 证明操作 $\bar{Z} = X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9$ 和 $\bar{X} = Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 Z_5 Z_6 Z_7 Z_8 Z_9$ 可以充当 Shor 编码中逻辑量子比特上的逻辑 Z 操作和逻辑 X 操作。(提示：推导 \bar{Z} 和 \bar{X} 作用在 $|0_L\rangle$ 和 $|1_L\rangle$ 上的形式)

3. 下图展示了一个二维网格上码距为 3 的表面码。其中，空心圆点表示数据量子比特，实心圆点表示辅助量子比特，每个辅助量子比特对其相邻的数据量子比特执行征状测量。写出该纠错码的稳定子，并推导逻辑态 $|0_L\rangle$ 和 $|1_L\rangle$ 的形式。

