

量子软件工程师 面试

高丁超

2024 年 6 月 25 日

- 应聘岗位：量子软件工程师
- 岗位要求：
 1. 具有国内外知名高校计算机相关领域硕士或博士学位，具有良好的数学基础；
 2. 具有国内外知名高校数学或物理相关领域硕士或博士学位，具有良好的代码能力。
- 个人简介
- 项目经历

个人简介

个人信息

- 出生年份: 2000.01
- 教育经历:
 - **2017-2021**, 西安电子科技大学, 学士
 - **2021-2024**, 中科院软件研究所, 硕士
- 邮件地址: by.gdc@outlook.com
- Github:
<https://github.com/gcc-bug>



项目经历

1. 张量决策图项目

- 使用 python 完善基于张量决策图的工具
- 使用 C++ 重构张量决策图工具，并设计 python 接口

2. 线性可逆量子电路综合 *,2024, 用 C++ 实现线性可逆量子电路综合

3. 量子密码项目,2024, 调研并部分实现 simon 和量子随机游走在密码领域的应用

4. ...

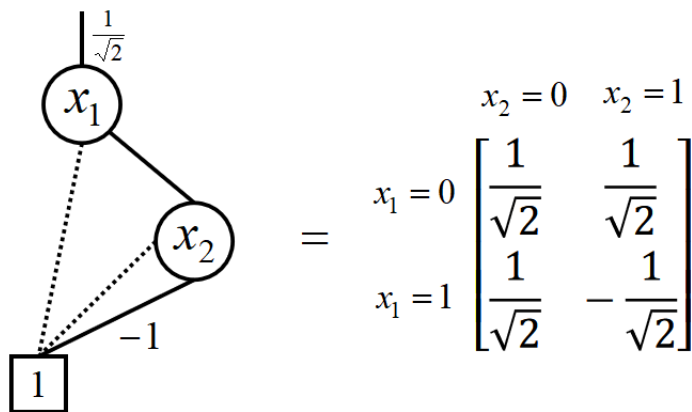


图 1: 张量决策图提供了更紧凑的表示量子操作的方式

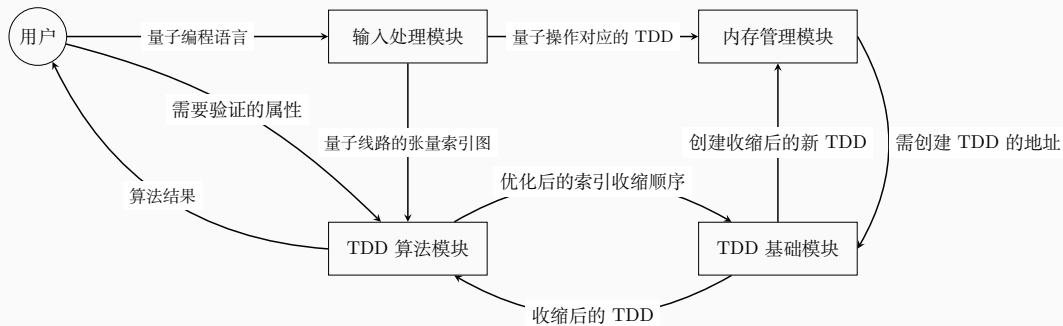


图 2: 软件模块之间的调用关系

- python, c++, c-python 混合编程
- xtensor, qiskit, numpy 等软件包
- cmake, pybind11 架构

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

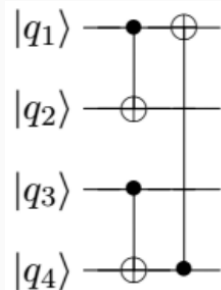


图 3: 线性可逆电路可以用矩阵的行列变换表示

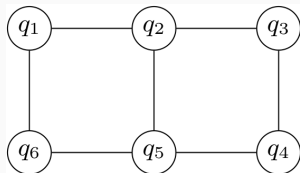


图 4: 如何在物理比特的连接性受限的约束下, 减少 cnot 的数量是项目的重点

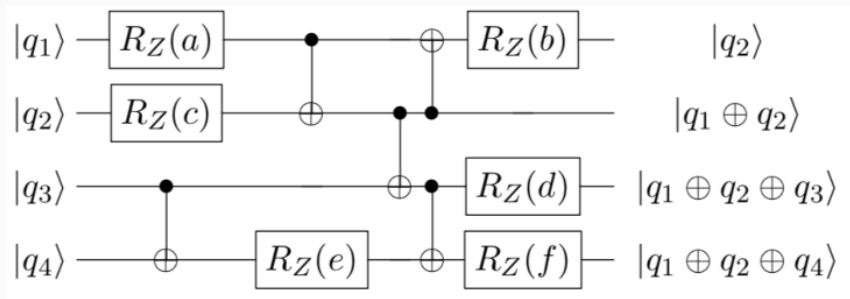


图 5: 可以进一步推广线路可逆电路综合方法到 phase network 电路

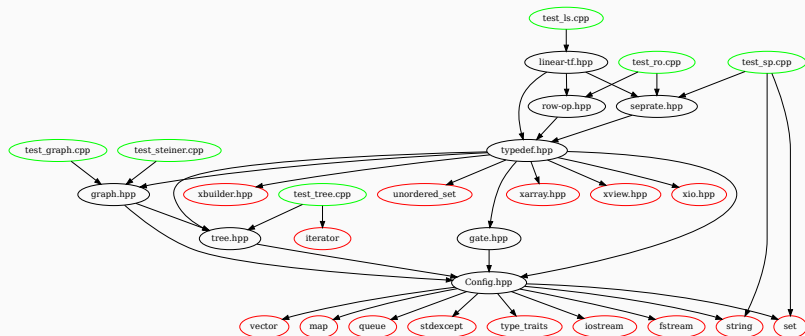


图 6: 项目文件依赖图。其中绿色为测试文件，红色为外部库，黑色为项目文件。该项目中所有常数以及自定义类型在 `Config.hpp`，项目中算法涉及的自定义类在 `typedef.hpp`。

密码项目-simon

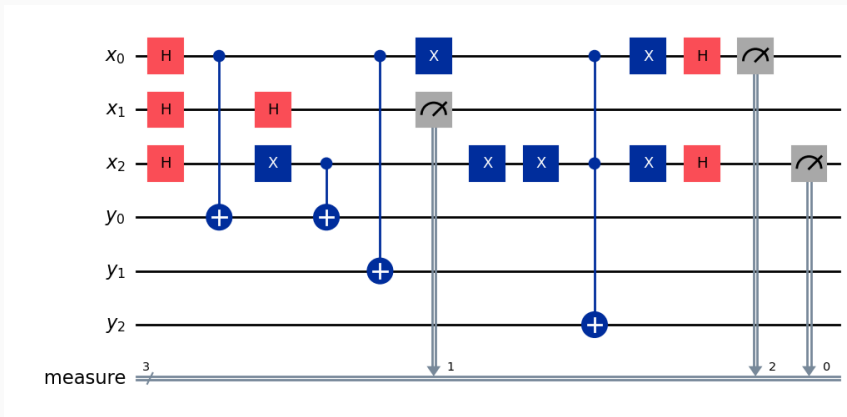


图 7: simon 算法对于一个黑盒函数 (black box) 或 oracle $f: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}^n$, 已知存在一个比特串 $s, s \in \{0,1\}^n$ 使得对任意 $x, y \in \{0,1\}^n$, 当且仅当 $x \oplus y \in \{0^n, s\}$ 时 $f(x) = f(y)$ 。问题的目标是使用尽可能少的查询或者调用函数, 得到 s 的值。

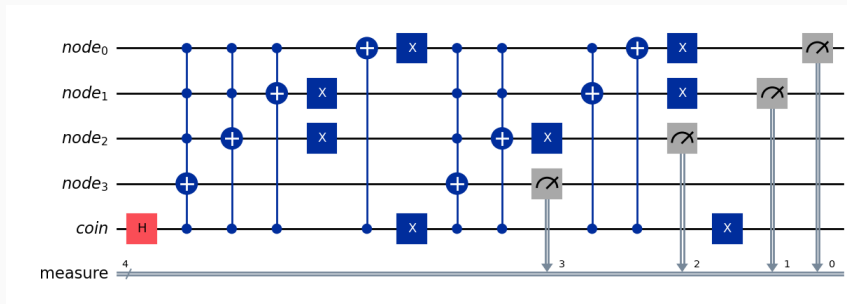


图 8: 量子随机行走是经典随机行走的量子版，它在多边形上的应用包括图论、搜索算法和物理模拟等。量子游走可以分为离散时间量子游走和连续时间量子游走。离散时间量子游走 (Discrete-Time Quantum Walk) 的演化空间可记为： $H = H_p \otimes H_c$ 其中， H_p 是粒子游走的位置所张成的空间， H_c 是硬币态所张成的空间。对于一维量子游走，位置空间和硬币空间分别为： $H_p = \text{span}\{|x\rangle : x \in \mathbb{Z}\}$ ， $H_c = \text{span}\{|0\rangle, |1\rangle\}$

- **VQE** 项目，用 isq-python 实现氢分子基态能量的计算
- **VHDL**，实现过 STM32 架构下蓝牙模块与传感器的通信
- **COQ**，完成过 Softwarefoundation 中卷一的逻辑命题的证明

谢谢各位！