

# 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. ...

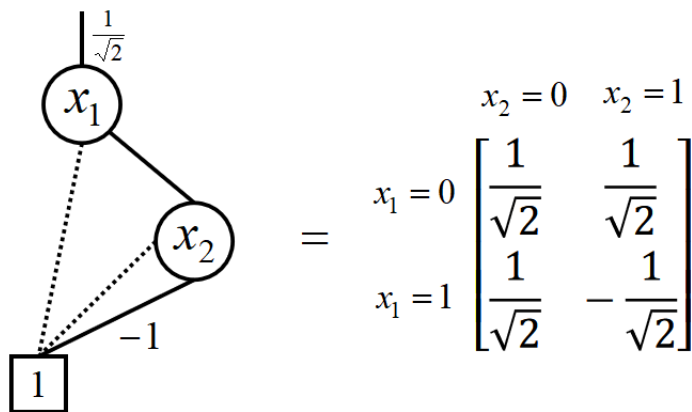


图 1: 张量决策图提供了更紧凑的表示量子操作的方式

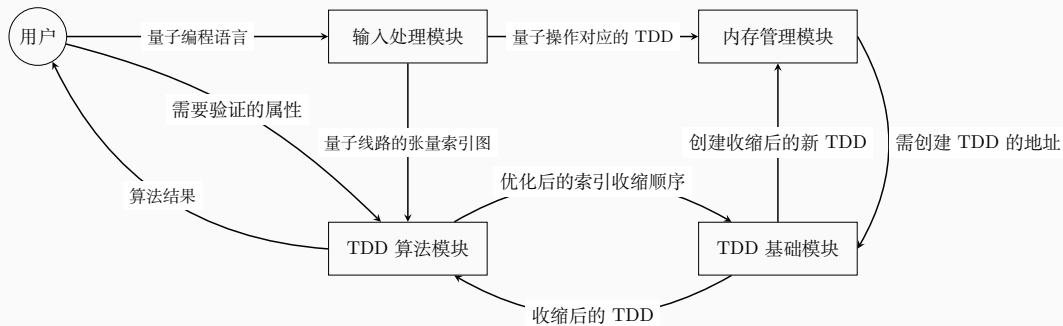


图 2: 软件模块之间的调用关系



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

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

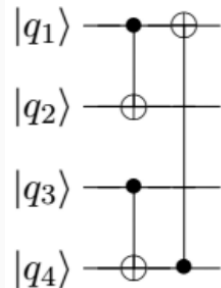


图 3: 线性可逆电路可以用矩阵的行列变换表示

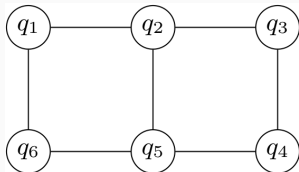


图 4: 如何在物理比特的连接性受限的约束下, 减少 cnot 的数量是项目的重点

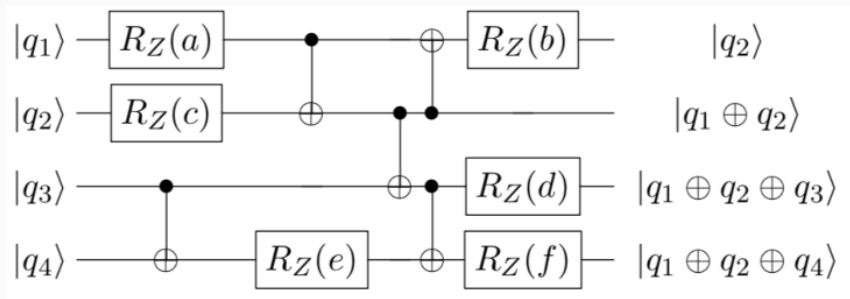
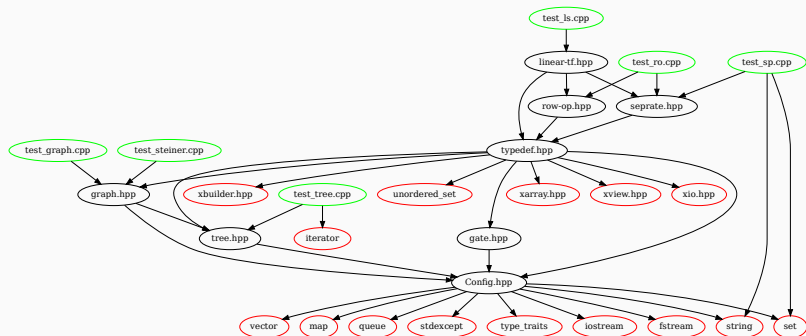
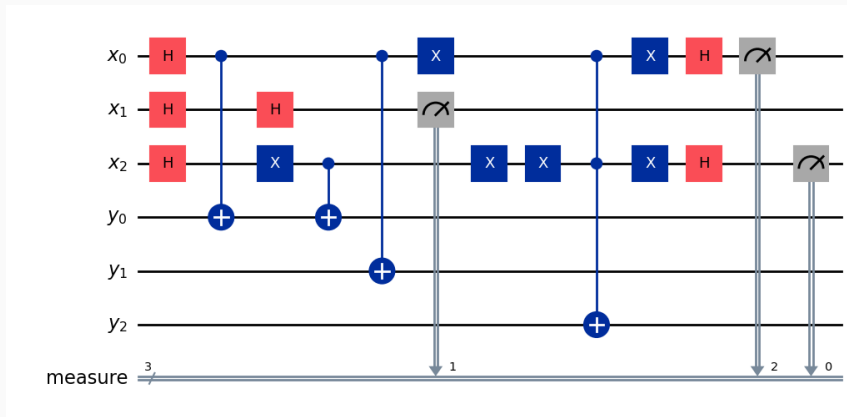


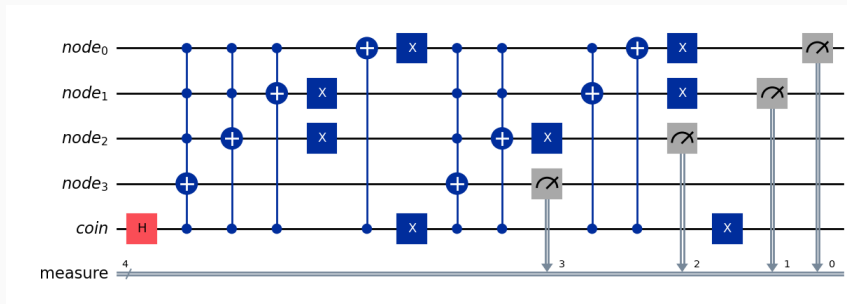
图 5: 可以进一步推广线路可逆电路综合方法到 phase network 电路



**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`。



**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

- 代码能力
  - 熟练掌握 Python, C++ 编程, 及常用软件包的使用特别是量子相关的软件包;
  - 熟悉 VHDL 等硬件语言, 了解 Coq。
- 数学能力
  - 有阅读并实现复杂算法的经验
  - 有一定定理证明能力



谢谢各位！