

PROJETO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JAIME SANTOS & LUÍS BARBOSA & BRUNO CHAGAS

SUMÁRIO

1	Introdução	2
2	Programação em Python	2
3	Caminhadas Quânticas	3
4	Avanços e Perspectivas	3
4.1	Caminhada Quântica Discreta com Moeda	3
4.2	Continuous-Time Quantum Walk	4
4.3	Szegedy Quantum Walk	4
4.4	Staggered Quantum Walk	4

1 INTRODUÇÃO

O grande objetivo deste projeto será implementar uma caminhada quântica escalonada. Um dos desafios será criar o circuito para que a implementação seja feita e, dessa forma, fazer análises em problemas de busca e outros mais que sejam atrativos.

Portanto, gostaria de propor um roteiro de estudos e pesquisa e que possa trazer conhecimentos abrangentes e que não se resuma à produção de um artigo apenas. Proponho uma sequência de estudos, e que seja de tempo viável para a conclusão, e que dê uma visão completa das caminhadas quânticas:

1. Programação em Python;
2. Estudo de Caminhadas Quânticas;
3. Implementação das Caminhadas Quânticas.

2 PROGRAMAÇÃO EM PYTHON

Como iremos construir um circuito que ainda não sabemos qual será, precisamos de um *benchmark* seguro para conferirmos. Portanto, acho necessário implementarmos as caminhadas em alguma linguagem, baseadas nos operadores de evolução do sistema e não pensando, neste momento, nos circuitos. Penso que a linguagem Python é a mais adequada ao projeto, já que utilizaremos de certo modo nas implementações – até mesmo para fazer um código integrado.

A vantagem é que não é necessário um conhecimento vasto de Python para implementarmos as caminhadas quânticas. Basicamente, precisamos de estruturas de dados muito simples de vetores e matrizes, e de controle de fluxo de loop.

Um livro que recomendo muito é o *Learn Python The Hard Way* que, apesar do nome, é uma ótima introdução ao Python e de forma prática. Ele vai te dar certas coisas que outros livros e manuais gerais não têm. Não precisa cobrir todo o livro, a menos que queira, mas até o capítulo 35 é mais que suficiente – ele é muito fácil e rápido de ler, acredite.

Depois precisamos das ferramentas de Álgebra Linear e de Plotagem de gráficos. Aqui eu recomendo o *Scipy Lecture Notes* que é um manual que percorre o Python todo. Você vai precisar dominar os capítulos 3, 4, 5 e 11 – este último capítulo é importante por ser de matrizes esparsas.

Uma terceira coisa, mas que não é essencial, é a questão tratada no livro *Clean Code* sobre boas práticas de programação. É um livro que

eu gosto muito, mudou muito minha forma de programar e de compartilhar código sem precisar fazer muitos comentários. Há um canal do Youtube que trata desse livro, basta procurar por *Filipe Deschamps Clean Code* que ele fez uma série de vídeos sobre isso.

3 CAMINHADAS QUÂNTICAS

São quatro modelos de caminhadas quânticas que iremos estudar: caminhada discreta com moeda, caminhada a tempo contínuo, caminhada de szegedy e caminhada escalonada. O que proponho é estudar todas elas no problema unidimensional da reta, isto para termos uma visão geral das caminhadas. Contudo, a caminhada escalonada será nosso foco e aplicaremos em outros grafos também.

Recomendo o livro *Quantum Walks and Search Algorithms* para quase tudo sobre caminhadas quânticas. Poderá seguir o capítulo 3 para estudar o básico das caminhadas com moeda e a tempo contínuo, depois o capítulo 11 para a caminhada de Szegedy e, por último, o capítulo 8 para a caminhada escalonada.

Reforço a ideia que seria importante implementar todos esses modelos de caminhadas em um grafo de uma reta – na verdade, um ciclo. Depois, se tivermos tempo, podemos investir na análise destas caminhadas, mas receio que o tempo seja curto para isso.

4 AVANÇOS E PERSPECTIVAS

4.1 Caminhada Quântica Discreta com Moeda

O primeiro avanço nessa pesquisa de mestrado deu-se através de simulações em Python na Caminhada Quântica Discreta com Moeda. Estudamos através do livro de Renato Portugal [1] o problema do grafo linha. Temos, por tanto, um código que implementa para algumas condições iniciais e moedas.

Uma proposta seria construir um código que implementasse uma caminhada com moeda para qualquer grafo. Existe um artigo que implementa o passeio a tempo contínuo, e que seria um pouco mais simples pois necessita apenas da estrutura da matriz de adjacência, e que podemos tomar como base [2]. Este artigo utiliza a linguagem Julia e poderíamos utilizar Python.

4.2 Continuous-Time Quantum Walk

Obtivemos este segundo avanço ao implementar a caminhada a tempo contínuo, também no grafo do ciclo. Esta caminhada serve de auxílio para o entendimento do Staggered Quantum Walk pela construção da matriz unitária e outras particularidades.

4.3 Szegedy Quantum Walk

Estamos a implementar a caminhada de Szegedy que, de todas, é a mais intrincada em detalhes de implementação e entendimento. Por sorte, não necessitaremos para análise futura, mas será de importância pelo conhecimento das caminhadas existentes na literatura.

4.4 Staggered Quantum Walk

REFERENCES

- [1] Renato Portugal. Quantum walks and search algorithms. *Springer*, 2018.
- [2] Adam Glos, Jarosław Adam Mischczak, and Mateusz Ostaszewski. Qswalk.jl: Julia package for quantum stochastic walks analysis. *Computer Physics Communications*, 2018.