

COMPUTAÇÃO E INFORMAÇÃO QUÂNTICA – UMA INTRODUÇÃO

Anderson Dario Arendt (PIBIC/CNPq/FA/UEM), e-mail: ra90093@uem.br,
Eduardo Brandani da Silva (Orientador), e-mail: ebsilva@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas
Maringá, PR.

Ciências Exatas e da Terra – Matemática

Palavras-chave: Algoritmos Quânticos, Circuitos Quânticos, Qubits.

Resumo:

O projeto teve como objetivo realizar o estudo sobre como a informação é representada e como computações são realizadas no contexto quântico utilizando-se da álgebra linear para teorizar tais conceitos. O foco foi em compreender a estruturação de circuitos lógicos e como sua combinação se dá para construir alguns algoritmos que são muito mais eficientes do que qualquer análogo algoritmo de computação clássica. Resultando assim em um estudo introdutório em aspectos de diversos contextos, tais como matemático, físico e computacional, a fim de gerar uma compreensão clara sobre a computação e informação quântica.

Introdução

Muitas estratégias vêm sendo aplicadas para prover um maior desempenho nos computadores modernos, focadas principalmente em otimizar a arquitetura e organização dos processadores e memórias. Entretanto a técnica mais utilizada para conseguir maior desempenho – que é diminuindo o tamanho dos componentes (principalmente transistores), acarretando assim que a distância física que a corrente elétrica tenha que percorrer seja também menor – está próxima de se tornar impraticável. Isto ocorre porque esse processo de miniaturização de componentes está esbarrando em uma limitação física, com componentes alcançando tamanhos semelhantes aos de um átomo. Sendo assim, nessa escala, efeitos quânticos começam a influenciar na conformidade do desempenho dos componentes. Portanto, uma alternativa para contornar esse problema é desenvolver computadores quânticos, cujo princípio de operação se dá através da manipulação de elementos quânticos para representar a informação ao invés de utilizar corrente elétrica.

A ideia de construir um computador quântico envolve diversas questões complexas. Primeiramente é definir o que é bom e viável com características quânticas que possa representar a informação e a sua facilidade de sofrer manipulação. A segunda é como abstrair e manipular

essa informação. Se o contexto é o mundo quântico, então uma forma de lidar com a abstração é usar das ferramentas já conhecidas da mecânica quântica. Sendo assim, conceitos já conhecidos da computação clássica podem ser adaptados para o da computação quântica, tais como bits, portas-lógicas, algoritmos e teoria de computação. Assim, conceitos de física e uma presença forte de álgebra linear se fazem necessários para lidar com tal tema.

Com a computação nesse novo paradigma, espera-se que ela seja capaz de resolver problemas que em computadores clássicos são muito custosos em termos de eficiência. De fato já há bons exemplos de algoritmos quânticos criados que reduzem consideravelmente a quantidade de passos necessários para solucionar um problema comparado com algoritmos clássicos, sendo exemplos os algoritmos de Shor e Deutsch (NIELSEN; CHUANG, 2010). Isso ocorre por causa do fenômeno conhecido como “superposição” no mundo quântico que, quando utilizado de forma inteligente, fazendo os análogos quânticos dos bits clássicos, (chamados qubits) entrarem nesse estado e aplicarem operações que aproveitem das características desse estado, acaba se tornando possível a realização de diversos cálculos simultaneamente (YANOFSKY; MANNUCCI, 2008).

Por conta das razões citadas acima, faz necessário que a ideia de construção de um computador e desenvolvimento de algoritmos sejam encaradas de uma forma completamente diferente do que se conhece classicamente, fazendo-se necessário o estudo e desenvolvimento cada vez mais técnicas para este meio que está recebendo cada vez mais atenção de empresas e órgãos de pesquisa de todo o mundo que vem nele o futuro da computação.

Materiais e métodos

Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema, onde deu-se pela leitura de livros e artigos sobre os assuntos. Quanto a metodologia do projeto, foi escolhida uma abordagem típica da área de Matemática, consistindo de apresentações semanais de seminários com o orientador, visando discutir e aprofundar os assuntos estudados.

Resultados e Discussão

Apresentamos abaixo as principais definições e resultados sobre os quais falaremos na apresentação. Maiores detalhes podem ser encontrados nas referências listadas ao final deste resumo.

Iniciamos os estudos em tópicos mais avançados de álgebra linear, pois ela é a ferramenta principal na formalização dos conceitos envolvidos na computação e informação quântica. Posteriormente, com tais fundamentos consolidados, focou-se em adaptá-los para trabalhar no contexto quântico, integrando-os com as nomenclaturas, normas e postulados definidas pela área da física, conhecida como Mecânica Quântica. Em sequência, foi dado início aos estudos das questões que

permeiam o projeto de um computador quântico. Dentre as questões, o estudo de como é a caracterização de bits em tal contexto, que em suma, são vistos como vetores em um espaço vetorial complexo conforme ilustrado na Figura 1.

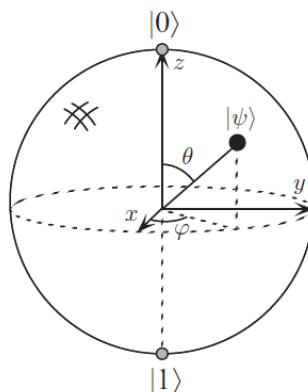


Figura 1 – Representação tridimensional de um bit quântico no seu espaço vetorial. Essa representação é conhecida como Esfera de Bloch. Fonte: Nielsen e Chuang (2011).

Pelo fato das componentes de um bit quântico representarem as probabilidades dele assumir um valor de uma de suas bases quando observado, conforme explica McMahon (2008), isso acaba fazendo com que o tema seja tratado também com um viés probabilístico. Além disso, o fato de um bit quântico (qbit) ser tratado como um vetor, faz com que a manipulação de um qbit seja formalizada como sendo uma aplicação de operadores lineares atuando sobre ele, fazendo com que questões como quais operadores podem atuar como uma porta-lógica fossem estudadas e como a combinação de portas-lógicas são feitas visando construir circuitos e algoritmos quânticos. Quanto ao assunto de algoritmos quânticos, foi buscado na literatura alguns exemplos de algoritmos bem conhecidos e eficientes para que fosse possível observar características, truques algébricos e considerações adotadas pelos autores no desenvolvimento de tais. Por fim, por ser uma questão inerente no projeto de algoritmos, foi necessário realizar um estudo de como a questão de complexidade computacional é tratada neste meio, pois por meio dela é que obtém-se uma noção de o quão eficiente ou custoso é ou não um algoritmo (RIEFFEL; POLAK, 2011).

Os resultados obtidos tratam-se da introdução do acadêmico a aspectos gerais da computação quântica. Levantou-se informações a respeito do diferente tratamento, manipulação e abstração da informação no contexto quântico, bem como técnicas de projeto de algoritmos para tal, além das diversas semelhanças existentes entre a computação clássica e a computação quântica.

Conclusões

O acadêmico foi introduzido a conceitos de computação quântica. As conclusões obtidas foram a respeito da complexidade de tratamento da informação e do desenvolvimento de técnicas para tal.

A participação do acadêmico em um projeto de pesquisa possibilitou à ele a introdução ao meio da pesquisa científica despertando seu interesse em aprofundar os estudos em tal área que por sua vez não é abordada na grade curricular do seu respectivo curso.

Agradecimentos

Agradecimentos ao CNPq, a Fundação Araucária e a UEM pelo apoio financeiro.

Referências

MCMAHON, D. **Quantum Computing Explained**. New Jersey: Hoboken, 2007.

NIELSEN, M. A.; CHUANG, I. L. **Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition**. New York: Cambridge University Press, 2011.

RIEFFEL, E. G.; POLAK, W. H. **Quantum Computing: A Gentle Introduction (Scientific and Engineering Computation)**. Massachusetts: The MIT Press, 2011.

YANOFSKY, N. S.; MANNUCCI, M. A. **Quantum Computing for Computer Scientists**. New York: Cambridge University Press, 2008.