



SPRINT 1:

Computação Quântica e Supercomputadores.

São Paulo

2025

RESTRICTED



Ana Clara Silveira Salvatico - 555389 - rm555389@fiap.com.br – Engenharia da Computação –

2025 – 2ECR

Eduardo Rodrigues Fernandes – 557219 - rm557219@fiap.com.br - Engenharia da Computação –

2025 – 2ECR

Emily Pereira Ribeiro – 554704 - rm554704@fiap.com.br - Engenharia da Computação –

2025 – 2ECR

Fernanda Pereira Molina Teixeira – 552587 - rm552587@fiap.com.br - Engenharia da Computação –

2025 – 2ECR

Geovana Carvalho Pederneschi – 559092 - rm559092@fiap.com.br - Engenharia da Computação –

2025 – 2ECR

Thais Helena Ferreira Vieira – 552387 - rm552387@fiap.com.br - Engenharia da Computação –

2025 – 2ECR

Resumo dos Principais Conceitos Aprendidos

A computação quântica é uma área inovadora que utiliza os princípios da mecânica quântica para processar informações de maneira diferente dos computadores clássicos. Em vez de bits, ela utiliza qubits, que podem estar em superposição, permitindo cálculos paralelos. Conceitos como emaranhamento, portas quânticas e medição são essenciais para os algoritmos quânticos.

Qubit

Definição: O qubit (quantum bit) é a unidade fundamental de informação na computação quântica. Ao contrário de um bit clássico, que pode ser 0 ou 1, um qubit pode existir em uma combinação de ambos os estados devido à superposição.

Representação: Um qubit pode ser representado como um vetor em um espaço de Hilbert, onde seu estado é descrito por um par de números complexos que representam as probabilidades de encontrar o qubit em cada estado ao ser medido.

Superposição

Conceito: Superposição é a propriedade que permite que um qubit esteja em múltiplos estados ao mesmo tempo. Isso significa que um qubit pode ser 0, 1 ou uma combinação de ambos (por exemplo, 0 e 1 ao mesmo tempo).

Importância: Essa característica é o que permite que computadores quânticos realizem cálculos de forma paralela, aumentando exponencialmente a capacidade de processamento em comparação com os computadores clássicos.

Emaranhamento

Definição: O emaranhamento é um fenômeno quântico onde dois ou mais qubits se tornam interligados de tal forma que o estado de um qubit está diretamente relacionado ao estado do outro, independentemente da distância que os separa.

Significado: O emaranhamento é fundamental para a computação quântica, pois permite a comunicação instantânea entre qubits e é a base para muitos protocolos quânticos, como a teletransporte quântico e a criptografia quântica.

Portas Quânticas

Definição: Portas quânticas são operações que manipulam o estado dos qubits. Elas são análogas às portas lógicas na computação clássica, mas operam em estados quânticos, permitindo a criação de circuitos quânticos.

Exemplos: Algumas portas quânticas comuns incluem:

- **Hadamard (H):** Cria superposição de um qubit.
- **CNOT (Controlled NOT):** Emaranha dois qubits, invertendo o estado do segundo qubit se o primeiro estiver em estado 1.
- **Pauli-X, Y, Z:** Realizam rotações em torno dos eixos do espaço de estados quânticos.

Medição

Conceito: A medição em computação quântica é o processo que colapsa a superposição de um qubit em um estado definido (0 ou 1). O resultado da medição é probabilístico e reflete a distribuição de probabilidades do estado do qubit antes da medição.

Impacto: A medição altera o estado do qubit, o que é uma diferença crucial em relação à computação clássica, onde a medição não afeta o estado do bit.

Circuitos Quânticos

Definição: Um circuito quântico é uma representação gráfica de um algoritmo quântico, composto por qubits e portas quânticas que descrevem a sequência de operações a serem realizadas.

Estrutura: Os circuitos quânticos são organizados em camadas, onde cada camada aplica uma série de portas quânticas a um conjunto de qubits, permitindo a implementação de algoritmos quânticos complexos.

Qiskit

Definição: Qiskit é uma biblioteca de código aberto desenvolvida pela IBM para a programação de computadores quânticos. Ela fornece ferramentas para a criação, simulação e execução de circuitos quânticos em hardware quântico real.

Funcionalidades: Com Qiskit, os usuários podem:

- Criar circuitos quânticos usando uma interface de programação de alto nível.
- Simular circuitos quânticos em diferentes níveis de abstração.
- Executar algoritmos quânticos em simuladores ou em computadores quânticos reais da IBM.

Cenários de Aplicação na Indústria Farmacêutica

Gestão de cronogramas com IA quântica

A computação quântica pode ser aplicada na gestão de cronogramas na indústria farmacêutica de várias maneiras inovadoras, principalmente através do uso de algoritmos quânticos e técnicas de otimização. Aqui estão algumas ideias sobre como isso pode ser feito:

1. Otimização de Cronogramas

- **Algoritmos Quânticos:** Utilizando algoritmos quânticos, como o Algoritmo de Grover, é possível realizar buscas em grandes conjuntos de dados de forma mais eficiente. Isso pode ajudar a encontrar a melhor combinação de tarefas e recursos para otimizar cronogramas de desenvolvimento de produtos farmacêuticos.
- **Problemas NP-Difíceis:** Muitos problemas de programação e alocação de recursos são NP-difíceis. A computação quântica pode fornecer soluções mais rápidas e eficientes para esses problemas, permitindo que as equipes farmacêuticas desenvolvam cronogramas que minimizem atrasos e maximizem a utilização de recursos.

2. Simulação de Processos

- **Simulações Quânticas:** A física quântica permite a simulação de sistemas complexos que não podem ser facilmente modelados com computação clássica. Isso é particularmente útil na indústria farmacêutica, onde a simulação de interações moleculares e reações químicas pode informar sobre o tempo necessário para desenvolvimento e testes de novos medicamentos.
- **Cenários de Testes:** Simulações quânticas podem ajudar a prever diferentes cenários de testes clínicos e suas implicações em cronogramas, permitindo uma melhor preparação e planejamento.

3. Análise de Dados

- **Machine Learning Quântico:** A aplicação de técnicas de aprendizado de máquina quântico pode ser utilizada para analisar grandes volumes de dados relacionados a cronogramas, como históricos de projetos, desempenho de tarefas e eficiência de equipes. Isso pode resultar em insights valiosos que ajudam na tomada de decisões mais informadas sobre cronogramas.
- **Previsão de Resultados:** Modelos quânticos podem ser usados para prever resultados de projetos com base em dados históricos, ajudando a identificar potenciais gargalos e riscos antes que eles afetem o cronograma.

4. Gerenciamento de Riscos

- **Análise Probabilística:** A física quântica permite uma abordagem mais sofisticada para a análise de riscos, utilizando conceitos de probabilidade quântica. Isso pode ajudar a identificar e quantificar incertezas associadas a diferentes tarefas e fases do projeto, permitindo um gerenciamento de riscos mais eficaz.
- **Decisões Baseadas em Dados:** Com a capacidade de processar informações complexas rapidamente, as ferramentas quânticas podem fornecer recomendações em tempo real sobre como ajustar cronogramas em resposta a novas informações ou mudanças nas condições do projeto.

5. Integração de Sistemas

- **Sistemas Inteligentes:** A combinação de computação quântica com inteligência artificial pode resultar na criação de sistemas inteligentes que automatizam a gestão de cronogramas, ajustando-se dinamicamente às mudanças nas condições do projeto e otimizando recursos em tempo real.

Conclusão

Embora a aplicação direta da computação quântica na gestão de cronogramas ainda esteja em estágios iniciais de desenvolvimento, as possibilidades são promissoras. À medida que a tecnologia quântica avança, sua integração em processos de gestão na indústria farmacêutica pode não apenas melhorar a eficiência, mas também acelerar o desenvolvimento de novos produtos e a resposta a desafios emergentes.

Detecção de padrões em embalagens com algoritmos quânticos

A computação quântica pode ser aplicada na detecção de padrões em embalagens por meio de algoritmos quânticos, oferecendo vantagens significativas em relação aos métodos clássicos. Aqui estão algumas maneiras de como isso pode ser feito:

1. Aceleração de Algoritmos de Aprendizado de Máquina

- **Algoritmos Quânticos de Aprendizado:** Algoritmos quânticos, como o Quantum Support Vector Machine (QSVM) e o Quantum Principal Component Analysis (QPCA), podem ser utilizados para melhorar a detecção de padrões em dados de embalagens. Esses algoritmos podem processar e analisar grandes volumes de dados de forma mais

rápida e eficiente, identificando padrões que podem ser difíceis de detectar com técnicas clássicas.

2. Análise de Imagens

- **Processamento Quântico de Imagens:** A detecção de padrões em embalagens, como a verificação de rótulos, formatos e características físicas, pode se beneficiar de técnicas de processamento de imagens quânticas. Algoritmos quânticos podem ser aplicados para melhorar a precisão e a velocidade na análise de imagens, permitindo a identificação de anomalias, como desalinhamentos ou falhas de impressão.

3. Otimização de Recursos

- **Redução de Dimensionalidade:** A física quântica permite a redução de dimensionalidade de dados complexos, facilitando a análise de grandes conjuntos de dados relacionados a embalagens. Isso pode ser feito por meio de algoritmos quânticos que extraem características relevantes, ajudando a concentrar a análise nos aspectos mais importantes para a detecção de padrões.

4. Detecção de Anomalias

- **Identificação de Falhas:** Os algoritmos quânticos podem ser usados para detectar anomalias em processos de embalagem, como a presença de amassados, rótulos mal posicionados ou ausência de produtos. A capacidade de processar dados em paralelo permite que esses algoritmos identifiquem rapidamente padrões que indicam falhas, contribuindo para a melhoria da qualidade.

5. Simulação de Cenários

- **Simulações Quânticas:** A física quântica permite a simulação de diferentes cenários de produção, ajudando a prever como alterações nos processos de embalagem podem afetar a qualidade e a detecção de padrões. Isso pode incluir a simulação de variáveis como temperatura, pressão e velocidade de produção, permitindo otimizações antes da implementação real.

6. Integração com Sistemas de Visão Computacional

- **Visão Quântica:** A combinação de algoritmos quânticos com sistemas de visão computacional pode resultar em soluções mais robustas para a detecção de padrões em embalagens. A capacidade de processar dados de forma mais eficiente pode melhorar a precisão dos sistemas de inspeção automática, reduzindo erros e aumentando a eficiência.

Conclusão

A aplicação da computação quântica e algoritmos quânticos na detecção de padrões em embalagens oferece um potencial significativo para melhorar a

eficiência e a qualidade na indústria. À medida que a tecnologia quântica avança, a integração dessas técnicas pode resultar em soluções inovadoras que transformam processos de controle de qualidade e otimização na fabricação de produtos farmacêuticos e outros setores.

Otimização de KPIs usando machine learning quântico

A aplicação da computação quântica na otimização de KPIs (Indicadores-Chave de Desempenho) na indústria farmacêutica, utilizando machine learning quântico, pode trazer avanços significativos na análise de dados e na tomada de decisões. Aqui estão algumas maneiras de como isso pode ser feito:

1. Análise de Dados em Grande Escala

- **Processamento Rápido de Dados:** A computação quântica permite o processamento de grandes volumes de dados de forma mais rápida e eficiente do que os métodos clássicos. Isso é especialmente útil na indústria farmacêutica, onde frequentemente são gerados grandes conjuntos de dados provenientes de ensaios clínicos, produção e controle de qualidade.
- **Identificação de Padrões:** Algoritmos quânticos podem ser utilizados para identificar padrões complexos nos dados, ajudando a entender melhor como diferentes fatores impactam os KPIs, como tempo de desenvolvimento de produtos, eficiência de processos e qualidade dos produtos.

2. Otimização de Modelos de Machine Learning

- **Algoritmos Quânticos de Aprendizado:** Algoritmos como o Quantum Support Vector Machine (QSVM) e o Quantum Neural Network (QNN) podem ser aplicados para melhorar a precisão e a eficiência dos modelos de machine learning. Esses algoritmos podem ser usados para prever KPIs com base em dados históricos e variáveis de entrada, permitindo uma otimização mais eficaz.
- **Treinamento Acelerado:** O uso da computação quântica pode acelerar o treinamento de modelos de machine learning, permitindo que os analistas ajustem e melhorem continuamente os modelos com base em novos dados.

3. Simulação de Cenários

- **Simulações Quânticas:** A física quântica pode ser utilizada para simular diferentes cenários e suas implicações nos KPIs. Isso pode incluir a simulação de variáveis como tempo de produção, qualidade do produto e custos, permitindo que os gerentes de projeto avaliem o impacto de diferentes decisões antes de implementá-las.
- **Análise de Sensibilidade:** A simulação de cenários também permite realizar análises de sensibilidade para entender como mudanças em

variáveis específicas afetam os KPIs, ajudando a identificar quais fatores têm maior impacto no desempenho.

4. Gerenciamento de Riscos

- **Análise Probabilística:** A física quântica pode melhorar a análise de riscos, permitindo uma avaliação mais precisa da incerteza associada a diferentes KPIs. Isso pode ajudar a identificar riscos potenciais e desenvolver estratégias para mitigá-los.
- **Decisões Baseadas em Dados:** Com a capacidade de processar informações complexas rapidamente, os sistemas baseados em machine learning quântico podem fornecer recomendações em tempo real sobre como otimizar KPIs, ajustando estratégias conforme necessário.

5. Integração de Dados

- **Centralização de Informações:** A aplicação de machine learning quântico pode ajudar a integrar dados de diferentes fontes, como ensaios clínicos, produção e feedback do mercado. Isso proporciona uma visão holística do desempenho, facilitando a identificação de áreas que necessitam de melhoria.
- **Dashboards Dinâmicos:** A combinação de machine learning quântico com visualização de dados pode resultar em dashboards dinâmicos que mostram KPIs em tempo real, permitindo que os gerentes tomem decisões informadas rapidamente.

Conclusão

A utilização da computação quântica e do machine learning quântico na otimização de KPIs na indústria farmacêutica representa uma abordagem inovadora que pode transformar a forma como os dados são analisados e utilizados para a tomada de decisões. À medida que a tecnologia quântica avança, sua integração pode levar a melhorias significativas na eficiência operacional, qualidade dos produtos e agilidade no desenvolvimento de novos medicamentos.

Segurança da Informação com Criptografia Quântica

A aplicação da computação quântica na segurança da informação, especialmente através da criptografia quântica, pode trazer benefícios significativos para a indústria farmacêutica. Aqui estão algumas maneiras de como isso pode ser feito:

1. Criptografia Quântica

- **Distribuição Quântica de Chaves (QKD):** A criptografia quântica utiliza a distribuição quântica de chaves para garantir que a comunicação entre partes seja segura. No contexto da indústria farmacêutica, isso é

essencial para proteger informações sensíveis, como dados de pesquisa, formulações de produtos e resultados de ensaios clínicos.

- **Segurança Baseada em Princípios Quânticos:** A segurança da QKD é garantida pelas leis da mecânica quântica, que asseguram que qualquer tentativa de interceptar a comunicação alterará o estado dos qubits, alertando os usuários sobre a presença de um invasor.

2. Proteção de Dados Sensíveis

- **Dados de Pacientes e Ensaios Clínicos:** A indústria farmacêutica lida com uma quantidade significativa de dados sensíveis, incluindo informações de pacientes e resultados de ensaios clínicos. A criptografia quântica pode proteger esses dados durante a transmissão e o armazenamento, garantindo que apenas partes autorizadas tenham acesso às informações.
- **Integridade dos Dados:** A criptografia quântica também ajuda a garantir a integridade dos dados, assegurando que as informações não sejam alteradas durante a transmissão, o que é crucial para manter a confiabilidade dos dados em pesquisas e desenvolvimento de produtos.

3. Comunicação Segura Entre Departamentos

- **Segurança em Comunicações Internas:** A implementação de criptografia quântica pode assegurar que as comunicações internas entre departamentos, como pesquisa e desenvolvimento, produção e marketing, sejam protegidas contra acessos não autorizados.
- **Colaboração com Parceiros Externos:** Quando a indústria farmacêutica colabora com parceiros externos, como universidades ou outras empresas, a criptografia quântica pode garantir que as informações compartilhadas permaneçam seguras, reduzindo o risco de vazamentos de informações confidenciais.

4. Resistência a Ataques Futuras

- **Proteção Contra Computadores Quânticos:** À medida que a computação quântica avança, há preocupações sobre a possibilidade de que computadores quânticos possam quebrar algoritmos de criptografia clássicos. A criptografia quântica oferece uma solução robusta, pois é baseada em princípios quânticos que não podem ser facilmente quebrados por computadores quânticos.
- **Preparação para o Futuro:** Implementar sistemas de criptografia quântica agora pode preparar a indústria farmacêutica para um futuro onde a segurança da informação se tornará ainda mais crítica, garantindo que os dados permaneçam protegidos contra novas ameaças.

5. Auditoria e Conformidade

- **Transparência em Processos:** A criptografia quântica pode proporcionar um nível adicional de transparência em processos de auditoria e conformidade, permitindo que as empresas farmacêuticas provem que suas comunicações e dados estão protegidos de maneira eficaz.
- **Atendimento a Regulamentações:** A implementação de criptografia quântica pode ajudar as empresas a atender a regulamentações rigorosas de segurança de dados, como as exigências da HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) e da GDPR (General Data Protection Regulation).

Conclusão

A aplicação da computação quântica e da criptografia quântica na segurança da informação na indústria farmacêutica representa uma abordagem inovadora e eficaz para proteger dados sensíveis e garantir a integridade das informações. À medida que a tecnologia quântica avança, sua integração nas práticas de segurança da informação pode proporcionar uma proteção robusta e preparar as empresas para enfrentar os desafios futuros em segurança cibernética.

Possibilidades de Aplicações da Computação Quântica no Desafio Aché

DESAFIO I - SOFTWARE

Objetivo: Criar ferramentas para auxiliar na gestão de projetos, com foco em uma abordagem modular em cronogramas e gestão à vista.

1. Otimização de Cronogramas:

- **Algoritmos Quânticos de Otimização:** A computação quântica pode utilizar algoritmos quânticos, como o Quantum Approximate Optimization Algorithm (QAOA), para otimizar cronogramas de forma mais eficaz do que os métodos clássicos. Isso permitirá que o sistema identifique rapidamente as melhores sequências de tarefas e alocação de recursos, considerando as condições específicas de cada projeto.

2. Análise de Dados:

- **Processamento Rápido de Dados:** A física quântica permite o processamento de grandes volumes de dados, facilitando a análise das informações sobre tarefas (número, classificação, categoria, etc.) de forma mais ágil. Isso pode resultar em uma interface mais responsiva e capaz de oferecer insights em tempo real sobre o andamento do projeto.

3. Interface Inteligente:

- **Machine Learning Quântico:** A aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina quântico pode ajudar a desenvolver uma interface que aprenda com os dados inseridos pelo usuário, sugerindo automaticamente as melhores práticas e condições para a criação de cronogramas, melhorando a eficiência do processo.

DESAFIO II - HARDWARE

Objetivo: Desenvolver ferramentas para auxiliar na gestão de qualidade, focando na padronização de embalagens farmacêuticas.

1. Análise e Classificação de Imagens:

- **Visão Computacional Quântica:** A utilização de algoritmos quânticos para visão computacional pode melhorar a capacidade de identificar e classificar formatos, dimensões e características físicas das embalagens. Algoritmos como o Quantum Convolutional Neural Network (QCNN) podem ser aplicados para

detectar anomalias, como desalinhamentos e amassados, com maior precisão.

2. Simulação de Testes:

- **Simulações Quânticas:** A física quântica permite simular ambientes de testes complexos, ajudando a prever como as embalagens se comportarão sob diferentes condições. Isso pode ser útil para validar a resistência e a integridade das embalagens antes da produção em larga escala.

3. Integração de Sistemas:

- **Centralização de Dados:** A computação quântica pode facilitar a centralização das informações relevantes entre diferentes áreas, permitindo uma comunicação mais eficiente. Sistemas quânticos podem integrar dados de produção, qualidade e pesquisa, assegurando que todos os departamentos tenham acesso às informações necessárias para a padronização e validação de embalagens.

4. Automação em Tempo Real:

- **Medições em Tempo Real:** Sistemas quânticos podem ser projetados para realizar medições em tempo real e emitir sinais de rejeito quando necessário. Isso garante que qualquer embalagem que não atenda aos padrões estabelecidos seja identificada imediatamente, melhorando a eficiência do controle de qualidade.

Conclusão

A física quântica oferece uma gama de ferramentas e técnicas que podem ser aplicadas para resolver os desafios propostos, tanto na gestão de cronogramas quanto na padronização de embalagens. A combinação de algoritmos quânticos, machine learning e simulações avançadas pode resultar em soluções inovadoras que aumentam a eficiência, a precisão e a qualidade nos processos industriais. À medida que a tecnologia quântica avança, sua integração nas práticas de desenvolvimento e controle de qualidade pode levar a melhorias significativas na indústria farmacêutica.