

COMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN CLASSICAL AND QUANTUM VERSIONSHector Martins Menezes - FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SOROCABA - Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0437-1098>Maria Das Graças Junqueira Machado Tomazela - FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SOROCABA - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5471-2658>

Currently, pattern recognition is an extremely important activity in several fields. Approaches using artificial intelligence are one of the means of detecting these patterns and, therefore, optimizations in these methods are essential for such recognition to be carried out efficiently, both in processing time and in the hit rate. The field of machine learning, one of the paradigms of artificial intelligence, dates back to the beginnings of modern computing and in recent decades has been used intensively in pattern recognition. Despite the technical challenges related to the hardware, quantum computing has also been studied for a better performance of multiple computational tasks that are often unfeasible to be performed by classical algorithms. In this context, one of the fields that gain focus is the use of quantum circuits in machine learning algorithms. Thus, this work aims to compare the performance and complexity of classical algorithms, used in machine learning, to their quantum and hybrid versions, in order to identify the most efficient implementations. Another aspect to highlight is the feasibility of applying such models at certain scales, taking into account the limitations of current hardware. This will be done through a review of current academic production, followed by the development, implementation, testing, and analysis of the performance and complexity of both approaches. It is expected with this experiment that it will be possible to verify the effective possibility of using machine learning algorithms in their hybrid versions, either in current cases or in the near future.

Keywords: Artificial intelligence, Machine learning, Quantum computing, Quantum algorithms, Quantum machine learning

ANÁLISE COMPARATIVA DE ALGORITMOS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA EM VERSÕES CLÁSSICAS E QUÂNTICA

Atualmente, o reconhecimento de padrões é uma atividade de extrema importância em diversos campos. Abordagens usando inteligência artificial são um dos meios de detecção desses padrões e, portanto, otimizações nesses métodos são essenciais para tal reconhecimento ser efetuado eficientemente, tanto no tempo de processamento, como na taxa de acerto. A área do aprendizado de máquina, um dos paradigmas da inteligência artificial, data dos primórdios da computação moderna e nas últimas décadas tem sido usada de maneira intensiva no reconhecimento de padrões. Apesar dos desafios técnicos atrelados ao hardware, também a computação quântica vem sendo estudada para um melhor desempenho de múltiplas tarefas computacionais muitas vezes inviáveis de serem realizadas por algoritmos clássicos. Nesse contexto, um dos campos que ganham foco é o uso de circuitos quânticos em algoritmos de aprendizado de máquina. Assim, o presente trabalho tem por objetivo comparar o desempenho e a complexidade dos algoritmos clássicos, usados no aprendizado de máquina, às suas versões quânticas e híbridas, visando a identificar as implementações mais eficientes. Outro aspecto a se destacar é a viabilidade de aplicar tais modelos em certas escalas levando em conta a limitação do hardware atual. Isso será feito por meio de revisão da produção acadêmica atual, seguido pelo desenvolvimento, implementação, teste e análise do desempenho e complexidade de ambas as abordagens. Espera-se com este experimento que seja possível verificar a efetiva possibilidade de utilização de algoritmos de aprendizado de máquina em suas versões híbridas, seja em casos atuais ou de futuro próximo.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Aprendizado de máquina, Computação quântica, Algoritmos quânticos, Aprendizado quântico de máquina

ANÁLISE COMPARATIVA DE ALGORITMOS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA EM VERSÕES CLÁSSICAS E QUÂNTICA

COMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN CLASSICAL AND QUANTUM VERSIONS

Hector Augusto Pereira Martins de Menezes

<https://orcid.org/0000-0003-0437-1098>

439.840.398-16

Centro Paula Souza – Fatec Sorocaba/SP

hector.menezes@fatec.sp.gov.br

*Orientadora: Profa. Dra. Maria das Graças J. M.
Tomazela*

<https://orcid.org/0000-0002-5471-2658>

085.107.058-28

Centro Paula Souza – Fatec Sorocaba/SP

graca.tomazela@fatec.sp.gov.br

RESUMO: Atualmente, o reconhecimento de padrões é uma atividade de extrema importância em diversos campos. Abordagens usando inteligência artificial são um dos meios de detecção desses padrões e, portanto, otimizações nesses métodos são essenciais para tal reconhecimento ser efetuado eficientemente, tanto no tempo de processamento, como na taxa de acerto. A área do aprendizado de máquina, um dos paradigmas da inteligência artificial, data dos primórdios da computação moderna e nas últimas décadas tem sido usada de maneira intensiva no reconhecimento de padrões. Apesar dos desafios técnicos atrelados ao hardware, também a computação quântica vem sendo estudada para um melhor desempenho de múltiplas tarefas computacionais muitas vezes inviáveis de serem realizadas por algoritmos clássicos. Nesse contexto, um dos campos que ganham foco é o uso de circuitos quânticos em algoritmos de aprendizado de máquina. Assim, o presente trabalho tem por objetivo comparar o desempenho e a complexidade dos algoritmos clássicos, usados no aprendizado de máquina, às suas versões quânticas e híbridas, visando a identificar as implementações mais eficientes. Outro aspecto a se destacar é a viabilidade de aplicar tais modelos em certas escalas levando em conta a limitação do hardware atual. Isso será feito por meio de revisão da produção acadêmica atual, seguido pelo desenvolvimento, implementação, teste e análise do desempenho e complexidade de ambas as abordagens. Espera-se com este experimento que seja possível verificar a efetiva possibilidade de utilização de algoritmos de aprendizado de máquina em suas versões híbridas, seja em casos atuais ou de futuro próximo.

ABSTRACT: Currently, pattern recognition is an extremely important activity in several fields. Approaches using artificial intelligence are one of the means of detecting these patterns and, therefore, optimizations in these methods are essential for such recognition to be carried out efficiently, both in processing time and in the hit rate. The field of machine learning, one of the paradigms of artificial intelligence, dates back to the beginnings of modern computing and in recent decades has been used intensively in pattern recognition. Despite the technical challenges related to the hardware, quantum computing has also been studied for a better performance of multiple computational tasks that are often unfeasible to be performed by classical algorithms. In this context, one of the fields that gain focus is the use of quantum circuits in machine learning algorithms. Thus, this work aims to compare the performance and complexity of classical algorithms, used in machine learning, to their quantum and hybrid versions, in order to identify the most efficient

implementations. Another aspect to highlight is the feasibility of applying such models at certain scales, taking into account the limitations of current hardware. This will be done through a review of current academic production, followed by the development, implementation, testing, and analysis of the performance and complexity of both approaches. It is expected with this experiment that it will be possible to verify the effective possibility of using machine learning algorithms in their hybrid versions, either in current cases or in the near future.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência artificial. Aprendizado de máquina. Computação quântica. Algoritmos quânticos. Aprendizado quântico de máquina.

KEYWORD: Artificial intelligence. Machine learning. Quantum computing. Quantum algorithms. Quantum machine learning.

REFERÊNCIAS:

BIAMONTE, Jacob; WITTEK, Peter; PANCOTTI, Nicola; REBENTROST, Patrick; WIEBE, Nathan; LLOYD, Seth. **Quantum machine learning**. Nature, [S.L.], v. 549, n. 7671, p. 195-202, set. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nature23474>.

LLOYD, Seth; MOHSENI, Masoud; REBENTROST, Patrick. Quantum algorithms for supervised and unsupervised machine learning. ArXiv. <https://arxiv.org/abs/1307.0411>. 2013

NIELSEN, Michael Aaron; CHUANG, Isaac. **Quantum Computation and Quantum Information**. [S.l.]: Cambridge University Press, 2000. 702 p.

SCHULD, Maria; PETRUCCIONE, Francesco. **Supervised Learning with Quantum Computers**. [S.l.]: Springer, 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-96424-9>.