|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  **DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO** |  |

**Prova \_\_\_**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Curso:** Engenharia da Computação | **Ano / Semestre:** | **Data:** |
| **Disciplina:** Fundamentos em Redes Neurais | **Professor:** Thales Levi Azevedo Valente | |
| **Aluno:** | **Código:** | |

**OBS: RESPOSTAS DEVEM SER ENTREGUES À CANETA AZUL OU PRETA. CASO O ALUNO USE LÁPIS, O MESMO NÃO TERÁ DIREITO A REVISÃO DAS QUESTÕES**

**Descrição do Cenário**

Você foi contratado como engenheiro de machine learning por uma empresa líder no setor de telecomunicações, especializada na operação de redes de fibra óptica transmitidas por dutos subaquáticos. Esses dutos possuem uma certa flexibilidade e são vitais para a infraestrutura de comunicação global. No entanto, estão sujeitos a desafios únicos, como deformações oriundas das forças do ambiente marinho, que podem afetar negativamente sua integridade e eficácia operacional, pois redes de fibra são muito sensíveis a deformações. Sensores de alta precisão, estrategicamente instalados ao longo dos dutos para coletar dados sobre a condição física dos mesmos, incluindo a integridade dos arames internos de tração dos dutos, são essenciais para prevenir deformações excessivas. A deterioração de um único arame pode precipitar falhas exponenciais, potencializando riscos críticos ao sistema. Portanto, o monitoramento em tempo real e a análise preditiva se fazem cruciais.

Para mitigar riscos de falhas dispendiosas e reduzir a frequência de manutenções preventivas e corretivas, a empresa busca implementar um sistema avançado de monitoramento usando IA. Os dados coletados pelos sensores são armazenados em pastas e dados .csv. Não há como transmitir os dados via rede, pois vários sensores estão instalados em plataformas em alto-mar. Essas plataformas de monitoramento conectam os dutos e são gerenciadas por pessoas, pois não há como instalar dutos que atravessam continentes sem pontos de conexão. Em outras palavras, não há conectivade com a internet nas plataformas que coletam dados. Cada plataforma possui seu padrão de organização de dados e possui seu contexto ambiental.

A plataforma deve incorporar algoritmos de machine learning para analisar padrões nos dados coletados e identificar sinais precoces de possíveis falhas, permitindo intervenções proativas para manter a operacionalidade do sistema. A análise preditiva ajudará a empresa a planejar melhor suas operações de manutenção e inspeção, reduzindo custos e maximizando a eficiência. A Empresa acredita que os anos de dados coletados são suficientes para desenvolver um ótimo modelo.

**Com base na descrição do cenário baseado em uma entrevista com o cliente, responda:**

1. **(Pipeline de Machine Learning)**
2. Explique como você estruturaria o processo de classificação de falhas, em um OU mais sensores, dentre os passos de implantação do modelo (A), engenharia de características (B), préprocessamento (C), treinamento do modelo(D), aquisição dos dados(E), avaliação do modelo(F) e seleção de características(G).
3. Discuta quais estratégias de divisão (hold-out ou cross-validation) poderiam ser usadas no contexto de ter poucos dados e no contexto de ter muitos dados, justificando sua escolha
4. **(Overfitting, Underfitting e Generalização)**

Em um sistema que monitora deformações em dutos subaquáticos, quais seriam as consequências de um modelo com overfitting? E de um modelo com underfitting? Explique ambos os conceitos e quais as suposições que estagiários na área de IA poderiam fazer ao treinar.

1. **(Métricas e Classes Desbalanceadas)**

No caso de detecção de falhas (classificação binária: “falha” vs. “não falha”), suponha que a maioria das amostras coletadas indicam funcionamento normal, e apenas uma minoria contenha falhas. Por que a acurácia sozinha pode ser enganosa? Quais métricas adicionais seriam mais adequadas para avaliar o modelo e por quê?

1. **(Inspiração Biológica e Neurônios Artificiais)**

Relacione o funcionamento básico de um neurônio biológico (dendritos, soma, axônio, sinapses) com o neurônio artificial em uma rede. Destaque como a soma ponderada das entradas e a função de ativação permitem modelar a ideia de excitação ou inibição do neurônio.

1. **Projeto de Redes Neurais Artificiais**

Considere Calcule **uma** atualização de gradiente descendente em lote m=2 com taxa α=0,1. Mostre todos os passos até o novo θ(1).

1. O trecho abaixo (adaptado de Functions/gradient\_descent.py) atualiza os parâmetros:

**gradient = (1/m) \* (X.T @ erro)**

**theta = theta + alpha \* gradient**

1. Explique o papel de alpha na convergência. O que acontece se alpha for muito pequeno; muito grande? Justifique usando o gráfico “Gradient descent intuition” (ou algum outro) visto em aula e nos exercícios.
2. A Equação está correta? Explique. (Só será aceito resposta devidamente explicada).