

Graph Neural Networks (GNN) na Otimização de Redes de Telecomunicações

Proposta de Bolsa/Estágio na Altice Labs



ID do Projeto	2024/25_N31
Departamento	SSO53
Proponente	Luís Cortesão
Data de validade	31-Dec-2024

IDI - Áreas Chave

Artificial Intelligence & Machine Learning

Tema / Título

Utilização de Graph Neural Networks (GNN) na Otimização de Redes de Telecomunicações

Contexto

No mundo extremamente conectado de hoje, as redes de telecomunicações tornaram-se um pilar essencial para a comunicação e troca de dados. À medida que a exigência por largura de banda mais elevada e conectividade mais estável cresce, as operadoras de telecomunicações enfrentam o desafio contínuo de otimizar suas redes para atender a estas necessidades. Tradicionalmente, a otimização de redes tem dependido de modelos matemáticos complexos e técnicas de otimização que requerem uma quantidade significativa de intervenção manual e experiência do domínio (que, também, demora muito tempo). No entanto, com o advento das tecnologias de Machine Learning (ML), em particular das Graph Neural Networks (GNN), novos horizontes foram abertos para a otimização automática de redes.

As GNN, uma classe de redes neuronais que operam diretamente em grafos, emergiram como uma ferramenta promissora para modelar a complexa estrutura de conexões presentes em redes de diversos tipos. Graças à sua capacidade de capturar as dependências espaciais entre os nós numa rede, as GNN oferecem um meio poderoso para automatizar a detecção de padrões e a otimização de redes.

Este projeto propõe a exploração da aplicabilidade das GNN na otimização de redes de telecomunicações, com o objetivo de superar os desafios inerentes à gestão de redes complexas, incidindo em áreas como a otimização da alocação de recursos e a melhoria da qualidade de serviço (QoS). Para tal, são esperados a utilização, o desenvolvimento e o treino de modelos baseados em GNN que possam efetivamente aprender a partir de dados de rede, identificando padrões e correlações que podem não ser imediatamente aparentes para os métodos tradicionais de otimização.

Desta forma, o projeto tem como objetivo contribuir para o avanço do conhecimento no campo da otimização de redes, demonstrando como as tecnologias de inteligência artificial, e em particular as GNN, podem ser utilizadas para enfrentar alguns dos desafios mais prementes na gestão de redes de telecomunicações modernas. Através deste trabalho, espera-se não só avançar na compreensão teórica das GNN e suas aplicações em redes de telecomunicações, mas também fornecer soluções práticas que possam ser implementadas pela indústria, para melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços oferecidos aos utilizadores finais.

Objetivos do Projeto

Com este projeto, são esperados:

- Preparação de uma revisão bibliográfica abrangente sobre as técnicas atuais de otimização de redes de telecomunicações, focado em métodos que utilizem inteligência artificial e Machine Learning (Deep Neural Networks e Graph Neural Networks em especial);
- Estudo do domínio em questão e dos seus principais desafios;
- Desenvolvimento de modelos de GNN personalizados para abordar problemas específicos de otimização de redes identificados;
- Implementação de modelos baseados em GNN, treinados sobre dados reais da organização proponente;
- Avaliação da qualidade dos modelos desenvolvidos;
- Análise dos resultados obtidos, comparando-os com as técnicas de otimização tradicionais e destacando as vantagens e desvantagens dos modelos de GNN propostos.

Aspetos Inovadores

A proposta atual apresenta inovação em diferentes aspetos, nas diferentes fases de desenvolvimento:

- Adaptação da estrutura complexa e dinâmica das redes de telecomunicações para um modelo de grafos capazes de serem processados por GNN;
- Desenvolvimento de modelos de GNN capazes de aprender padrões complexos para otimização de redes, apresentando alternativas mais eficientes e escaláveis;
- A investigação pode contribuir com novos métodos e estudos/benchmarks, úteis para a organização e para a comunidade científica.

Ferramentas a utilizar

- Python 3, SciKit Learn, Jupyter Notebooks, Pandas, etc;
- JIRA, WIKI e GIT.

Referências Bibliográficas

- <https://www.ericsson.com/en/blog/2023/11/pioneering-within-graph-rural-networks-for-increased-optimization-of-networks>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128622003681>
- <https://arxiv.org/pdf/1901.00596.pdf>

Atividades

O desenvolvimento do projeto atual pode ser sintetizado nas seguintes atividades:

- Elaboração de um estado da arte tecnológico e de negócio;
- Avaliação de ferramentas e soluções existentes (acadêmicas e profissionais);
- Identificação e desenho de um cenário de otimização de redes recorrendo a GNN;
- Desenvolvimento de um protótipo treinado com dados da organização;
- Teste e validação, incluindo a comparação com os resultados atuais;
- Documentação;
- Recolha de feedback e realização de ajustes;
- Escrita da dissertação.

Competências Chave Requeridas

- Pessoa dinâmica e autónoma, com vontade de aprender;
- Comunicativo e com espírito de equipa;
- Bons conhecimentos de bases de dados e modelização de dados, desenvolvimento em sistemas Linux e experiência em linguagens de programação (Java, Python, ...);
- Capacidade e vontade de aprender tecnologias Big Data (Hadoop, PySpark ou similar) e Data Science (pandas, scikit-learn, etc).

Orientador (nome e e-mail)

Luis Cortesão - luis-m-cortesao@alticelabs.com

Para concorrer podes enviar a tua candidatura, envia e-mail para o Programa GENIUS: genius@inova-ria.pt