

TP555 - Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina

Projeto Prático

O objetivo deste projeto prático computacional é permitir que os alunos explorem conceitos e algoritmos de aprendizado de máquina para tratar problemas de interesse prático. Um outro possível objetivo do projeto é possibilitar que os alunos encontrem e já trabalhem em possíveis temas para suas pesquisas, tanto de mestrado quanto de doutorado, que envolvam aprendizado de máquina. Os projetos serão apresentados nas aulas finais da disciplina.

Proposta: Cada grupo, de no máximo 2 alunos, **deverá entregar no MS Teams** até a data e horário definidos na **tarefa do MS Teams** (se atentem ao prazo, por favor!):

- Um **documento** chamado de **proposta**, o qual deve conter:
 - Os **nomes e números de matrícula** dos participantes.
 - Uma **descrição sucinta do tema que será abordado no projeto**. É importante deixar claro na descrição quais algoritmos de aprendizado de máquina serão utilizados e com quais finalidades, ou seja, qual será o problema e quais os desafios envolvidos.
- O modelo para entrega da proposta é livre, mas vocês podem usar um dos templates abaixo.
 - **Templates:** <https://www.overleaf.com/gallery/tagged/ieee-official>
- O documento da proposta deve conter:
 - Relevância e motivação do tema de pesquisa escolhido;
 - Breve revisão da literatura sobre o tema, incluindo referências;
 - Descrição clara do problema a ser resolvido;
 - Hipótese clara e testável para resolução do problema;
 - Descrição da abordagem (i.e., metodologia) a ser adotada para resolução do problema e obtenção dos resultados.
 - Referências com o **nome dos autores** e **título** do(s) artigo(s) que será(ão) estudado(s) e que servirão de base para o estudo.
- Crie uma pasta chamada **projeto_final** no seu repositório do github e deixe o documento de **proposta** do projeto prático dentro da pasta.

Exemplos de possíveis temas: *Essas são apenas algumas sugestões*, vocês podem propor algo que não esteja nesta lista. Além disso, vocês podem utilizar qualquer outra linguagem que acharem mais adequada, como por exemplo Matlab, C++, R, etc. Nos links abaixo vocês vão encontrar algumas aplicações de aprendizado de máquina em comunicações com os seus respectivos códigos fonte:

- <https://nvlabs.github.io/sionna/tutorials.html>
- <https://github.com/IIP-Group/DUIDD>
- <https://github.com/edsonportosilva/OptiCommPy>

- <https://github.com/ML4Comm-Netw/Paper-with-Code-of-Wireless-communication-Based-on-DL>
- <https://github.com/NVlabs/gnn-decoder>
- <https://github.com/yzhang417/MAB-MmWave-Link-Config> (artigo associado: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10040620>)
- <https://paperswithcode.com/>
- <https://mlccommittees.comsoc.org/research-library/>
- <https://mlccommittees.comsoc.org/tag/autoencoders/>
- <https://www.mathworks.com/help/comm/ug/neural-network-for-beam-selection.html>
- https://www.mathworks.com/help/comm/deep-learning-in-wireless-systems.html?searchHighlight=neural%20network&s_tid=srchtitle_neural%20network_1
- <https://github.com/meysamsadeghi/Security-and-Robustness-of-Deep-Learning-in-Wireless-Communication-Systems>
- https://www.mathworks.com/help/5g/ug/deep-learning-data-synthesis-for-5g-channel-estimation.html?searchHighlight=neural%20network&s_tid=srchtitle_neural%20network_10
- <https://github.com/zz4fap/gnn-decoder>
- <https://www.itu.int/en/ITU-T/AI/challenge/2020/Pages/PROGRAMME.aspx>
- <https://www.itu.int/en/ITU-T/AI/challenge/Pages/2021.aspx>
- https://www.deepmimo.net/DeepMIMO_applications.html
- <https://github.com/wwydmanski/RLinWiFi>
- <https://github.com/hust-diangroup/ns3-ai>
- <https://github.com/marcelovca90/Anomaly-Detection-IoT23>
- https://github.com/diegogspivoto/diego-37-tp555/tree/master/Projeto_Final (power allocation in massive MIMO)
- <https://ai5gchallenge.ufpa.br/>
- <https://github.com/emilbjornson/deep-learning-channel-estimation>
- <https://github.com/lucasanguinetti/Deep-Learning-Power-Allocation-in-Massive-MIMO>
- <https://github.com/mehrdadkhani/MMNet>
- <https://github.com/Ryandry1st/Carrier-Frequency-Offset>
 - Vídeo explicativo: <https://www.youtube.com/watch?v=sNUUNcUn78E>
- <https://github.com/bmatthiesen/deep-EE-opt>
- <https://github.com/bmatthiesen/EE-CR>
- <https://github.com/bmatthiesen/efficient-global-opt>
- <https://github.com/IIT-Lab/Paper-with-Code-of-Wireless-communication-Based-on-DL/blob/master/English%20version.md>
- http://lis.ee.sharif.edu/pub/2021_wcl_dhs/
- https://www.deepmimo.net/DeepMIMO_applications.html
- <https://deepsense6g.net/>

Algumas aplicações que constam desta lista são:

- Codificação/Decodificação de Canal;
- Detecção, Classificação e Compressão de Sinais;
- Aprendizado de Sistemas Fim-a-Fim;

- Aplicações na faixa de ondas milimétricas;
- Alocação de Recursos;
- Localização e Posicionamento;
- Sensoriamento espectral;
- Ondas milimétricas;
- Estimação de canais;
- Entre outras aplicações.

OBSERVAÇÃO: Não se esqueça de verificar se o código do artigo que você escolheu está funcionando. Faça isso reproduzindo os resultados publicados no artigo. É de suma importância que isso seja feito no início do semestre, pois caso o código não esteja funcionando ou seja necessário a licença de algum SW que não temos, ainda dará tempo para você mudar de tema.

Importante: Para evitarmos que grupos escolham os mesmos temas, por favor, assim que cada grupo decidir o tema, acessem o link abaixo e preencham a tabela com o tema, os **nomes** e os **números de matrícula** dos integrantes do grupo.

- <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1n23UAA44BUpiIHh7WNQGP0wctgrb48W9fw3mos6fj-U/edit?usp=sharing>

O que se espera dos grupos: Espera-se que cada grupo faça as simulações computacionais com os algoritmos escolhidos e toda a análise de resultados. Ao final do curso (as datas ainda serão definidas), o grupo deverá entregar um **relatório em formato de artigo, apresentar o projeto** e os **resultados obtidos**. A apresentação deve durar **15 minutos**, com 5 minutos adicionais para perguntas. Grupos que ultrapassarem os 15 minutos serão penalizados.

Durante a apresentação, os grupos devem focar na explicação do problema sendo resolvido com aprendizado de máquina, uma explicação sucinta das técnicas de aprendizado de máquina utilizadas no trabalho, uma discussão dos resultados obtidos e propostas para pesquisas futuras, ou seja, melhorias que poderíamos aplicar ao trabalho atual para obtermos novos resultados. Se preparem como se vocês fossem apresentar esses resultados em uma conferência. Preparem slides e o que acharem necessário para a apresentação de vocês. **Evitem a discussão de trechos de código durante a apresentação, exceto em casos estritamente necessários.**

O relatório deve seguir o formato descrito abaixo. O entendimento do problema sendo estudado, a área em que ele se enquadra, a forma com que é resolvido, a diferença de outras soluções, a análise dos resultados obtidos, as conclusões obtidas a partir dos resultados e a proposta de novos caminhos para pesquisa futura são muito importantes e serão os itens avaliados durante a apresentação e no relatório.

Entregáveis Finais: Os entregáveis finais devem ser disponibilizados em uma pasta criada no repositório do github de cada integrante da equipe contendo:

- Todo código e qualquer outro arquivo necessário para reprodução dos resultados.
- Relatório em formato de artigo em pdf.
- Apresentação em pdf.

Formato do relatório: O relatório pode ser escrito em português ou inglês em **formato de artigo** e deve apresentar as seções abaixo. O texto do relatório deve responder às perguntas abaixo:

- **Resumo:** Descrição sucinta do trabalho e dos principais resultados obtidos. O resumo informa aos leitores o que vocês fizeram e quais foram as descobertas importantes em sua pesquisa.
- **Introdução:** O que foi estudado? Por que o estudo foi realizado? Qual foi a pergunta da pesquisa, a hipótese testada ou o objetivo da pesquisa?
 - Em geral, a introdução contextualiza o leitor sobre a área do problema sendo abordado, sobre o problema em si, qual abordagem adotada para solucionar o problema e contrasta/compara a abordagem adotada com outras abordagens adotadas por outros autores. Além disso, a introdução contém uma lista com as principais contribuições do trabalho (isso é importantíssimo).
- **Trabalhos relacionados:** O que a literatura apresenta como soluções para o problema estudado? Quais resultados foram obtidos nos trabalhos relacionados? Qual diferença entre esses trabalhos e o seu?
- **Métodos:** Quando, onde e como foi realizado o estudo? Quais materiais (e.g, bancos de dados) foram utilizados?
 - Nesta seção apresenta-se o modelo do sistema e a metodologia empregada.
- **Resultados:** Que resposta foi encontrada para a pergunta da pesquisa; o que o estudo encontrou? A hipótese testada era verdadeira?
- **Discussão:** O que a resposta pode implicar e por que isso importa, ou seja, o que tudo isso que foi encontrado significa? Como isso se encaixa no que outros pesquisadores descobriram?
- **Conclusões:** Esta seção mostra como o estudo avança o campo a partir do estado atual do conhecimento e quais são as perspectivas para pesquisas futuras baseadas no trabalho apresentado.
- **Referências bibliográficas:** Todas as publicações científicas que aparecem no texto do relatório devem estar listadas nesta seção.

Avaliação: Serão avaliados os seguintes itens:

- A duração e a qualidade da apresentação de cada um dos membros da equipe (10% da nota).
- O domínio do tema estudado por cada um dos membros (20% da nota).
- Se a equipe conseguiu reproduzir todos os resultados que constam no artigo de referência ou se implementou experimentos/simulações de um novo tema (30% da nota).
- Proposta para trabalhos futuros, ou seja, formas de continuar a pesquisa nesse tema (10% da nota).

- Qualidade do relatório descritivo do projeto (30% da nota).
- Proposta e apresentação de novos resultados (nota extra).

Dicas: Seguem algumas dicas que podem ajudar vocês durante a execução do trabalho.

- Caso vocês queiram rodar suas simulações em GPUs ou TPUs, vocês podem usar o Google Colab. O Colab disponibiliza gratuitamente GPUs e TPUs para uso online. O uso de GPU/TPUs diminui bastante o tempo de treinamento. Vejam o tutorial à seguir: <https://colab.research.google.com/notebooks/gpu.ipynb>