PROGRAMA DE ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO

Ementa das disciplinas – 2026 / 4º período Versão 3

COS500 – Estágio à Docência

(Orientação Acadêmica) – Somente para Bolsista CAPES

COS501 – Estágio à Docência I

(Orientação Acadêmica) – Somente para Bolsista CAPES

COS707 – Estudos Dirigidos ao M.Sc.

(Orientação Acadêmica antes do Seminário de Mestrado)

COS708 – Pesquisa para Tese de M.Sc.

(Orientação Acadêmica após o Seminário de Mestrado)

COS764 – Modelos Generativos Baseados em Fluxo (Flow)

Normalizing flows. Neural ODEs e Continuous Normalizing Flows. Flow Matching e Conditional Flow Matching. Conexões entre Flow Matching e Diffusion Models. Aplicações práticas.

Pré-requisitos:

- Deep Learning básico (redes neurais, backpropagation, CNNs)

- Probabilidade (distribuições, variáveis aleatórias, máxima verossimilhança, marginal e condicional)

- Equações Diferenciais (conceitos básicos)

COS767 – Tópicos Especiais em Aprendizado por Reforço

Revisão de aprendizado por reforço: processo de decisão de Markov, iteração por política, iteração por valor, métodos de Monte Carlo, métodos fora-da-política, aprendizado via diferença temporal, algoritmo Q-learning. Técnicas e fundamentos de aprendizado de representação em aprendizado por reforço; algoritmos seminais (DQN, CURL, CPC, DreamerV3, etc); conceitos teóricos fundamentais (successor representation, predictive representation, bisumlation, etc); aplicação em vídeo games (jogos de Atari).

Pré-requisito: Probabilidade e estatística

COS781 – Otimização Não-Linear

Modelagem de problemas de programação não-linear. Derivadas de funções de Rn em

Rm. Condições de otimalidade. Convexidade. Dualidade langrangiana. Minimização unidimensional: Taxa de convergência; Condições de Armijo, Goldstein e Wolfe. Minimização Irrestrita: Métodos de descida (gradiente); Método de Newton; Métodos de direções conjugadas (gradiente conjugado); Métodos Quasi-Newton (SR1, DFP, BFGS). Minimização com restrições lineares: Métodos de descida (gradiente projetado, gradiente reduzido). Minimização com restrições não-lineares: Plano tangente; Métodos de penalidade e barreira Normalizing flows. Neural ODEs e Continuous Normalizing Flows. Flow Matching e Conditional Flow Matching. Conexões entre Flow Matching e Diffusion Models. Aplicações práticas.

Pré-requisito: Cálculo II.

COS807 – Estudos Dirigidos ao D.Sc.

(Orientação Acadêmica – até a qualificação)

COS808 – Pesquisa para Tese de D.Sc.

(Orientação Acadêmica – até a data da defesa)

COS814 – Histórias da Informática

Boa parte das histórias do surgimento dos computadores costuma cultivar a ideia da revolução e do progresso científico e tecnológico, sem, todavia, prover espaço a outras instâncias tais como a cultura e a política. Tal dificuldade relaciona-se ao fato de que as ideias de revolução e progresso partem do pressuposto que são ambos inevitáveis, graças ao que seriam as forças impessoais de mercado e a lógica intrínseca à técnica. Porém, para uma história sociotécnica, tecnologias são contingentes na medida em que resultam de interações complexas entre ciência e sociedade, através das quais se torna possível mostrar que mudanças tecnológicas resultam igualmente de escolhas políticas e culturais. O curso pretende seguir os rumos de uma história sociotécnica dos computadores, cuidando também de sua vertente brasileira e latino-americana, percorrendo um conjunto de temas divididos em três blocos: 1) uma história sociotécnica dos primórdios da computação, explorando as questões relacionados à invenção do computador e à sua historiografia (em particular a de viés norte-americana), investigando especialmente os vínculos entre o surgimento dos computadores e a Guerra Fria; 2) uma história da cibernética norte-americana e britânica, explorando a atmosfera intelectual dos debates fundantes do campo da computação, em especial a analogia entre humanos e máquinas, proposta originalmente por Norbert Wiener; 3) i) uma história da informática no Brasil, investigada desde a chegada dos primeiros computadores de grande porte, passando pela experiência da reserva de mercado para minicomputadores, até alcançar as mais recentes políticas brasileiras de Informática; ii) alguns elementos para uma história da informática na América Latina.

Algumas Referências:

CERUZZI, Paul E, 1998. A History of Modern Computing. Massachusetts, MIT Press.

CUKIERMAN, H. L., 2015. “The dawn of the internet in Brazil”. IEEE Annals of the History of Computing, v.37, p.54 - 63.

_____, 2014. “Humanos e artefatos: novas sociabilidades In: Faulhaber, Priscila; Domingues, Heloisa M.B.;Borges, Luiz C. (orgs), Ciências e Fronteiras. Rio de Janeiro, Museu de Astronomia e Ciências Afins, p. 221-234.

_____, 2013. “Computer Technology in Brazil: From Protectionism and National Sovereignty to Globalization and Market Competitiveness”. Information & Culture: A Journal of History, v.48, p.479 - 505.

_____, 2013. “Independência ou Morte: a publicidade dos minicomputadore 'made in Brasil' e a experiência da reserva de mercado dos anos 70/80”. I Congresso da SHARP (Society for the History of Autorship, Reading and Publishing, Niterói.

CUKIERMAN, HENRIQUE; BERTATO, F (organizadores). Tópicos em História e Filosofia da Computação. 1. ed. Campinas: UNICAMP, 2020. v. 1.

CUKIERMAN, Henrique; FARIA, Luiz Arthur S. (orgs.). A Reserva de Mercado em (re)discussão: uma coletânea dos artigos submetidos aos Simpósios de História da Informática na América Latina e Caribe – SHIALC (2010–2024). Pré-edição. Rio de Janeiro: Computação & Sociedade/LabIS/PESC/COPPE/UFRJ, 2026.

DELEUZE, Gilles, GUATTARI, Félix, 1995, Mil platôs. São Paulo, Editora 34, vol. 1.

EDWARDS, Paul N., 1997. The Closed World: Computers and the Politics of Discourse in Cold War America. Massachussetts, MIT Press.

HARAWAY, Donna J., 1991, Simians, cyborgs and women: the reinvention of nature. New York, Routledge.

HAYLES, N. Katherine, 1999, How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics. Chicago, University of Chicago Press.

HEIMS, Steve J., 1991. The Cybernetics Group. Massachussetts, MIT Press.

LATOUR, Bruno, 1987, Science in Action. Massachusetts, Harvard University Press.

LÉCUYER, Christophe, 2007, Making Silicon Valley: Innovation and the Growth of High Tech, 1930-1970. Massachussetts, MIT Press.

LIMA, Alberto Jorge Silva de. Além da nostalgia de Macunaíma: as promessas de Brasis na Política Nacional de Informática, nas iniciativas de software livre e na geração cidadã de dados em favelas. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2022.

MARQUES, Ivan da Costa, 2005. “Cloning Computers: From Rights of Possession to Rights of Creation”, Science as Culture, 14 (2), 139-60.

_____, 2003. “Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado instrumental-democrata em meio ao autoritarismo-tecnocrático da ditadura”. História Ciências Saúde MANGUINHOS, 10 (2), pp. 657-81.

_____, 2002. “Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado instrumental-democrata em meio ao autoritarismo-tecnocrático da ditadura”. Revista História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, FIOCRUZ/Casa de Oswaldo Cruz, no prelo.

_____, 2000, “Reserva de Mercado: um mal-entendido caso político-tecnológico de ‘sucesso’ democrático e ‘fracasso’ autoritário”. Revista de Economia da Universidade Federal do Paraná, no. 24, ano 26, pp. 91-116.

PICKERING. Andrew, 2011, The Cybernetic Brain: Sketches of Another Future. Chicago, University of Chicago Press.

VIANNA, Marcelo; SILVA DE LIMA, Alberto J.; PEREIRA, Lucas de A. (Org.) Informáticas e experiências democráticas na América Latina e no Caribe. 1. ed. Alvorada, RS: IFRS Campus Alvorada; IFSP Campus Suzano, 2024. v. 1. 322p

ROSZAK, Theodore, 1988, O Culto da Informação. São Paulo, Brasiliense.

TAKHTEYEV, Yuri, 2011. Coding Places: Software Practice in a South American City. Massachussetts, The MIT Press.

TURNER, Fred, 2008. From Counterculture to Cyberculture: Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the Rise of Digital Utopianism. Chicago, University of Chicago Press.

COS825 – Tópicos Especiais em Engenharia de Software VI

Trabalhar os conceitos de para aplicações de borda modernas como Edge AI, uso de criptografia pós-quântica, agentes de SLM, fusão de dados para Edge AI e falaremos sobre os aspectos de engenharia de software para o desenvolvimento de sistemas embarcados e sistemas críticos.

COS835 – Tópicos Especiais em Interação Humano-Computador

Módulo 1 - Fundamentos de IHC: Evolução dos paradigmas de interação, modelos mentais e affordances (físicas, percebidas e cognitivas). Teorias Críticas em IHC e a pluralidade de discursos. Processos de Design Centrado no Humano e Design Participativo. Psicologia cognitiva aplicada a IHC, percepção visual e gestão de carga cognitiva. Métodos de avaliação de usabilidade, experiência do usuário (UX) e acessibilidade digital.

Módulo 2 - Interação Humano-IA e Multidão-IA: Riscos, ética e regulação de IA. Conceitos fundamentais de ambientes e ecossistemas sócio-técnicos. Diretrizes de design para sistemas baseados em IA (Human-AI Interaction Guidelines). Design de interfaces para IA Generativa Ancorada (Grounded GenAI): grounding, transparência de fontes, gestão de incerteza e citações. Inteligência Coletiva, Crowdsourcing e computação baseada em humanos (Human Computation). Interação entre multidões e IA (Crowd-AI Systems) e explicabilidade (XAI).

Módulo 3 - Agentes Inteligentes e Sistemas Agênticos: Antropomorfismo, presença social e affordances relacionais em agentes. Design de agentes autônomos, conversacionais e multimodais. Arquiteturas de sistemas agênticos, delegação de tarefas e controle do usuário. Alinhamento, responsabilidade e segurança no comportamento de agentes. Arquiteturas de sistemas agênticos, delegação de tarefas e regimes de controle: Human-in-the-loop, Human-on-the-loop e Human-out-of-the-loop (Agência vs. Automação).

Módulo 4 - Plataformas de Mídia Social e Polarização Induzida por Mídia Social: Plataformas de mídia tradicionais e alternativas; centralizadas vs. descentralizadas e federadas (Ex: Mastodon/ActivityPub, Bluesky/AT Protocol). Governança algorítmica vs. governança comunitária de protocolos; Algoritmos de recomendação e otimização para engajamento. Mecanismos e desafios de moderação de conteúdo distribuída. Polarização afetiva/extremada induzida por mídias digitais; Paradoxo da desinformação, fake news e desinformação; Exposição seletiva e incidental; Câmaras de eco e bolhas de filtro; Discurso de ódio e improdutivo; Espirais de reforço e de silêncio. LLMs e

produção/amplificação de desinformação empoderada por IA.

Módulo 5 - Tópicos Emergentes em IHC: Aplicações de IHC em Saúde (Healthcare) e tecnologias assistivas. Bem-estar Digital (Digital Wellbeing). Mídias persuasivas, dark patterns e arquitetura de escolha enganosa. Sobrecarga de informação e fadiga de decisão. IHC e Utopias Tecnológicas (AGI, Pós-humanismo, e Alinhamento Civilizacional).

COS838 – Tópicos Especiais em Engenharia de Dados e Conhecimento II (Tópicos em LLMs)

Introdução aos Modelos LLM. Treinamento e fine tuning. Trustworthiness. Introdução ao RAG. Pipeline RAG. Knowledge Graph em LLM. Limitações do RAG. Agentes e Protocolos. Tópicos para pesquisa.

COS839 – Tópicos Especiais em Engenharia de Dados e Conhecimento (Laboratório de Trabalho Cooperativo)

Disciplina de caráter prático voltada ao desenvolvimento aplicado de atividades relacionadas ao Trabalho Cooperativo Suportado por Computador (CSCW), com foco na análise, concepção, avaliação e comunicação de pesquisas sobre colaboração mediada por tecnologia em contextos acadêmicos, organizacionais e sociais. A disciplina adota uma abordagem hands-on, orientando o estudante na análise crítica da literatura e de estudos de caso, na estruturação de problemas de pesquisa, na sistematização de evidências e na construção de produtos acadêmicos e técnicos relacionados a sistemas colaborativos e interação em grupo. As atividades incluem oficinas práticas, análise crítica, produção colaborativa, desenvolvimento e refinamento de artigos e avaliação por pares.

Tópicos abordados:

Análise de estudos de caso e trabalhos de referência em CSCW como base para compreensão de teorias, métodos, sistemas e práticas de colaboração mediada por tecnologia; identificação e estruturação de problemas de pesquisa relacionados à cooperação, coordenação e comunicação; análise de sistemas colaborativos considerando dimensões temporais, espaciais, sociais e tecnológicas; investigação de aspectos sociotécnicos da colaboração, incluindo awareness, cognição distribuída, teoria da atividade, dinâmicas de grupo, adoção e assimetrias entre esforço e benefício; construção e refinamento de argumentos, questões de pesquisa e contribuições científicas relacionadas a CSCW; análise e aplicação de métodos de Design Participativo e outras abordagens centradas no envolvimento dos participantes no desenvolvimento de sistemas colaborativos; planejamento de estudos e definição de métodos e métricas para avaliação de sistemas de grupo, considerando aspectos de usabilidade, interação, colaboração e impacto social; análise de fenômenos contemporâneos de colaboração, incluindo crowdsourcing, inteligência coletiva, trabalho híbrido e remoto, ambientes colaborativos imersivos, colaboração humano-IA e sistemas agênticos; revisão crítica e aprimoramento da coesão, clareza, fundamentação teórica e contribuição de produtos acadêmicos e técnicos; tradução e comunicação de resultados de pesquisa para diferentes públicos, com foco em precisão técnica, clareza e impacto; revisão detalhada de linguagem científica, estrutura argumentativa e qualidade comunicacional; identificação e análise de periódicos, conferências e fóruns adequados

ao escopo de pesquisas em CSCW, Interação Humano-Computador e áreas relacionadas; planejamento estratégico para publicação e disseminação dos resultados produzidos; e revisão colaborativa de artigos, relatórios e demais produtos de pesquisa.

Pré-requisito:

CPS830 – Trabalho Cooperativo Suportado por Computador; ou CPS831 Gestão Aumentada do Conhecimento 5.0; ou equivalente a uma das duas.

COS840 – Tópicos Especiais em Inteligência Artificial

Árvores de Decisão. Redes Neurais. Metodologia Experimental. Comitês. K-NN. KMeans. Naive Bayes. Redes Bayesianas. Aprendizado de Regras. Aprendizado MultiRelacional (ILP). Aprendizado Neuro-simbólico. Leitura de artigos.

Pré-requisito: Inteligência Artificial, Lógica (ou autorização).

COS868 – Probabilidade e Estatística para Aprendizado de Máquina

Probabilidade condicional e Bayes. Independência e probabilidade total. Variáveis aleatórias discretas e contínuas. Variáveis aleatórias conjuntas. Medidas de centralidade, dispersão e correlação. Verossimilhança e máxima verossimilhança. Inferência Bayesiana. Intervalos de confiança. Testes de hipóteses.

COS886 – Otimização Não linear Inteira Mista

O problema de Programação Não Linear Inteira Mista (PNLIM). Tópicos em otimização convexa. Problemas de otimização convexa. Dualidade e condições de otimalidade em otimização convexa. Algoritmo exatos para problemas de PNLIM convexos.

COS887 – Tópicos Especiais em Otimização II (OTIMIA)

Estudos e implantações de técnicas de otimização para melhorar mecanismos de inteligência artificial (IA) e vice-versa. Nesta edição especial, os mecanismos de IA focalizados serão as redes neurais sem pesos.

Pré-requisito: Ter cursado e sido aprovado em CPS841 (Redes Neurais sem Pesos) e ter conhecimentos de Otimização.

COS888 – Tópicos Especiais em Otimização III (Otimização Combinatória 2)

Técnicas de Decomposição: Relaxação Lagrangeana (Relax-and-Cut); Decomposição de Benders (Branch-and-Cut-and-Benders); Geração de Colunas (Branch-and-Cut-and-Price). Constraint Programming.

CPS733 – Prospecção Tecnológica

Prospecção Tecnológica um conjunto de metodologias sistemáticas para apoiar decisões sobre tecnologias emergentes, incluindo seu desenvolvimento e seus impactos futuros.

Prospecção Tecnológica: histórico, objetivos, conceitos e sua relação com os Processos Decisórios. Assessment x Forecast x Foresight. Metodologias de Prospecção: Analytical Hierarchy Process (AHP), Backcasting, Bibliometrics, Brainstorming, Cross-impact Analysis, Delphi, Field Anomaly Relaxation method (FAR), Focus Groups, Interviews, Mitigation analysis, Monitoring, Multi-Criteria Decision Analysis, Morphological Analysis, Multiple Perspectives Assessment, Relevance Trees, Scenarios, Science Fiction Analysis, Stakeholder Analysis, Technological Substitution, Trend Extrapolation, Trend Impact Analysis, TRIZ, Vision Generation.

CPS764 – Fundamentos e Técnicas para Infraestrutura Definida por Software

Essa disciplina cobre os princípios fundamentais que viabilizam as infraestruturas definidas por software, tais como Rede Definida por Software (SDN) e Infraestrutura como serviço (IaaS/Cloud), pilares do 5G. Este curso também envolve aspectos teóricos e práticos de SDN, apresentando os diferentes protocolos e controladores SDN existentes, com foco em ONOS e OpenFlow como controlador SDN e protocolo SDN, respectivamente. No contexto de ambientes computacionais virtualizados, esse curso também mostra a utilização de namespace e containers Linux, bem como a instalação e configuração do Mininet e sua integração com a rede física. Por último, mas não menos importante, por meio deste curso, os alunos serão capazes de desenvolver um orquestrador SDN que aproveita a tecnologia SDN para habilitando o conceito de Service Function Chaining (SFC). Esses conhecimentos serão abordados usando como linha guia os ambientes computacionais de envisionados para as redes móveis 5G e 6G, em especial os ambientes de Multi-access Edge Computing (MEC).

Pré-requisitos: Arquitetura, Sistema Operacionais e Redes.

CPS783 – Metaheurísticas em Otimização Combinatória

O conceito de metaheurística; Ótimos locais e estruturas de vizinhança; Métodos construtivos e métodos de busca local; Simulated Annealing (SA); Iterated Local Search (ILS); Busca Tabu (Tabu Search); GRASP; Path-Relinking; Variable Neighborhood Search (VNS); Genetic Algorithms (GA); Ant Colony Optimization (ACO); Particle Swarm Optimization (PSO); Metodologias e Processos de Avaliação de Heurísticas; Como conduzir experimentos computacionais com metaheurísticas.

CPS820 – Engenharia de Software Experimental

Estudos Primários em Engenharia de Software. Processos Experimentais. Estudos Quantitativos e Qualitativos. Planejamento de Estudos Primários: Conceitos Básicos e Avançados. Métodos Estatísticos aplicados a estudos quantitativos em ES. Estudos Qualitativos e estratégias de análise. Estudos da Literatura e suas derivações. Uso de LLM na pesquisa em Engenharia de Software.

Pré-requisito: ter cursado a disciplina de Engenharia de Software.

CPS836 – Tópicos Especiais em Busca e Recuperação (Jogos e LLMs)

A disciplina Jogos e LLMs: Aplicações, Agentes e Experimentação investiga as relações entre jogos e Large Language Models a partir de uma perspectiva exploratória, crítica e

experimental. Os LLMs vêm sendo incorporados tanto ao processo de criação de jogos quanto aos próprios sistemas em execução, assumindo funções como apoio ao game design, geração e modificação de regras, criação de variantes, produção de narrativas e cenários, desenvolvimento de personagens, diálogos e missões, programação, geração procedural de conteúdo e suporte à produção multimodal de artefatos. Essas aplicações introduzem novas possibilidades de criação e interação, mas também problemas específicos relacionados à coerência, continuidade, controle, custo, latência e integração com sistemas tradicionais de jogos.

Uma segunda vertente considera LLMs como agentes capazes de participar ativamente dos jogos. Eles podem assumir o papel de personagens não jogadores, adversários, parceiros, mestres de RPG, jogadores sintéticos, personas ou agentes usados em processos de brainstorming e avaliação. Nesse contexto, tornam-se relevantes capacidades como compreender e seguir regras, manter corretamente o estado do jogo, lembrar eventos anteriores, planejar ações, representar conhecimento parcial, cooperar, competir, negociar e sustentar uma personalidade ou papel ao longo do tempo. A possibilidade de empregar esses agentes para testar jogos também abre questões sobre geração automática de testes, exploração de estados, navegação, avaliação de diálogos, dificuldade, balanceamento e identificação de situações inesperadas ou inconsistentes.

A relação pode ainda ser invertida: jogos constituem ambientes particularmente úteis para investigar capacidades e limitações dos próprios LLMs. Como sistemas definidos por regras, estados, objetivos, ações e consequências, jogos permitem construir experimentos sobre memória, planejamento, raciocínio, tomada de decisão, comportamento social, interação multiagente, obediência a restrições e alucinação. A disciplina explora, portanto, não apenas como usar LLMs para criar ou operar jogos, mas também como utilizar jogos para compreender e avaliar LLMs e arquiteturas baseadas em agentes. Essa dupla perspectiva permite tratar a área simultaneamente como campo de aplicação e como laboratório para novas questões de pesquisa em Inteligência Artificial, Jogos, Engenharia de Software e Sistemas Interativos.

Maiores informações em: https://www.overleaf.com/read/phnskjrprwcy#e74eb3

CPS841 – Redes Neurais sem Pesos

Introdução a redes booleanas como simplificação de modelos biológicos de neurônios: modelo de Kanerva, o classificador WISARD, Probabilistic Logic Nodes (PLNs), Goal-Seeking Neurons (GSNs), General Neural Units (GNUs). Aprendizado com Redes Neurais sem Peso. Estudo de aplicações bem-sucedidas e prospecção de aplicações em Ciências Matemáticas e da Terra, entre outras. Focalizamos mais o Modelo WiSARD original e suas as extensões que desenvolvemos ao longo do tempo. Será utilizada uma biblioteca desenvolvida pelo grupo.

Sem pré-requisitos formais, mas precisa saber programar em Python e/ou C/C++.

CPS862 – Tópicos Especiais em Computação de Alto Desempenho

Tópicos de pesquisas em sistemas computacionais exascale, Cloud Computing, MECs, Internet Centrada em Conteúdo, Sistemas móveis, IoT, preditores em hardware para sistemas computacionais leves, segurança de Hardware e segurança de Sistemas Operacionais.

CPS863 – Aprendizado de Máquina

Paradigmas de aprendizado de máquina; Modelagem probabilística e Inferência estatística; noções de aprendizado de máquina bayesiano; modelos gaussianos; classificadores, clusterização; modelos lineares; noções básicas de teoria de informação; aprendizado supervisionado e não supervisionado; modelos ocultos de Markov; processos de decisão de Markov; aprendizado por reforço; aprendizado profundo.