



17 DE AGOSTO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - BLOCO 725

09:30 - 10:00 | ABERTURA

10:00



**DESAFIOS NO
DESENVOLVIMENTO DE
SOLUÇÕES COM UAV E DIGITAL
TWINS**

SUELLEN CÂNDIDO DE ARAÚJO
BERNARDO

Este projeto investiga os desafios relacionados ao uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs) e à tecnologia de Digital Twins aplicados ao monitoramento ambiental, com foco na detecção precoce de queimadas. A pesquisa propõe o desenvolvimento de uma plataforma integrada capaz de coletar, processar e visualizar dados em tempo real, utilizando drones para a aquisição de informações e um gêmeo digital para a representação e o acompanhamento do ambiente monitorado. A solução busca oferecer uma alternativa acessível, escalável e de baixo custo, favorecendo sua aplicação em diferentes contextos e regiões. Além disso, o projeto contribui para o aprimoramento das ações de prevenção e resposta a incêndios florestais, fornecendo informações mais precisas para a tomada de decisão. A integração entre UAVs e Digital Twins amplia a eficiência da detecção de queimadas e incentiva o desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas à preservação ambiental, à gestão de riscos e ao monitoramento inteligente de áreas suscetíveis a incêndios.

10:20



**PROJETO FOGO INTEGRAÇÃO DE
DIGITAL TWINS COM UAV-ROS**

SUZIANE BRANDÃO ANDRADE

O Projeto FOGO desenvolve um sistema inteligente de monitoramento aéreo para apoiar a prevenção e o combate a incêndios florestais. A solução integra drones (UAV) padrão ROS (Robot Operating System), controlados por Digital Twins (DT), de forma autônoma, permitindo identificar focos de incêndio em estágio inicial e emitir alertas em tempo real. Diferentemente dos métodos tradicionais baseados em satélites, que podem apresentar atrasos na atualização das informações, a proposta oferece respostas mais rápidas, especialmente em áreas de difícil acesso. A arquitetura do sistema é composta por quatro camadas, organizadas em contêineres Docker e estruturadas conforme os princípios da ISO 31000 para gestão de riscos. Um simulador Webots valida o comportamento do drone virtual, coletando dados de sensores e imagens. Essas informações são armazenadas e processadas por uma API desenvolvida em Python (Flask), responsável por enviá-las à plataforma Eclipse Ditto, que mantém o DT sincronizado com o ambiente monitorado. Essa integração possibilita uma representação digital atualizada do sistema, favorecendo o monitoramento contínuo, a tomada de decisões e a redução do tempo de resposta das brigadas. Como resultado, o projeto reduz os impactos ambientais e contribui para maior segurança das comunidades locais.



10:40



**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS DE
CANAL DE BAIXA COMPLEXIDADE
PARA SISTEMAS MIMO
ASSISTIDOS POR HRIS COPRIMOS**

JEAN CARLOS DE SOUZA FERREIRA

Este trabalho propõe um esquema de estimação de parâmetros para sistemas MIMO assistidos por uma Superfície Inteligente Reconfigurável Híbrida (HRIS). Para reduzir a complexidade do hardware, a HRIS utiliza um pequeno número de elementos ativos dispostos em uma geometria esparsa coprimo para sensoriamento local, enquanto os demais elementos refletem sinais de forma passiva. Esse sensoriamento e reflexão simultâneos melhoram significativamente a precisão em comparação com arquiteturas totalmente passivas. O método utiliza as fatorações de Khatri-Rao e de Kronecker para desacoplar eficientemente o canal em cascata na estação rádio-base. Além disso, a técnica de suavização espacial resolve a deficiência de posto do arranjo coprimo, permitindo a extração robusta de parâmetros angulares por meio do algoritmo Root-MUSIC. Simulações demonstram um desempenho de estimação altamente resiliente em diversos cenários.

11:00



**ESTIMAÇÃO DE CANAL PARA
SUPERFÍCIE INTELIGENTE MÓVEL**

DANIEL CHAVES ALCÂNTARA

Este artigo propõe um framework de estimação de canal baseado em tensores para um sistema MIMO de uplink assistido por uma superfície inteligente móvel. A arquitetura considerada combina uma metasuperfície transmissiva fixa com uma camada móvel menor, cujas posições discretas criam uma dimensão de treinamento estruturada adicional. Ao explorar conjuntamente os padrões de fase da camada fixa e as posições da camada móvel, os pilotos recebidos são modelados como um tensor PARAFAC de quarta ordem. Um receptor de mínimos quadrados alternados trilinear é então derivado para estimar os canais individuais e a resposta dependente da posição. O método proposto não requer conhecimento prévio da resposta de fase da camada móvel no receptor, pois esse fator desconhecido é estimado a partir da estrutura tensorial do sinal recebido. Resultados de simulação mostram que o aumento do comprimento de treinamento melhora o NMSE dos fatores estimados e do canal em cascata reconstruído.



17 DE AGOSTO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - BLOCO 725

11:20



**SENSORES DE FOLGA ON-CHIP PARA
CARACTERIZAÇÃO DE
CONFIABILIDADE POR
ENVELHECIMENTO E RADIAÇÃO DE
SISTEMAS RISC-V BASEADOS EM
FPGA**

ALISSON JAIME SALES BARROS

A degradação de timing causada por mecanismos de envelhecimento, tais como BTI e HCI, tornou-se uma preocupação de confiabilidade de primeira ordem em circuitos integrados digitais, especialmente para aplicações críticas de segurança e expostas à radiação. Sensores de slack on-chip abordam isso medindo a erosão da margem de timing diretamente no silício, permitindo a estimativa em campo da degradação em vez da dependência de guardbands de projeto de pior caso. Esta palestra apresenta a linha de sensores desenvolvida no LESC/UFC em colaboração com o IHP, Alemanha. Primeiro, descrevemos um sensor de envelhecimento auto-ajustável que varre uma fase de clock deslocável para localizar o primeiro alarme de timing, validado em um alvo FPGA sob burn-in acelerado com variação controlada de temperatura e alimentação. Em seguida, mostramos que a arquitetura de controle térmico da própria câmara de burn-in altera tanto o fator de aceleração entregue ao dispositivo quanto a fidelidade da saída do sensor: estufas comandadas para o mesmo setpoint nominal diferem em 9,4 °C na temperatura média de junção, uma razão de 1,65x no fator de aceleração de Arrhenius, e a temperatura e a tensão instantâneas explicam conjuntamente 92% da variância do slack sob controle bang-bang contra 59% sob PID. Finalmente, delineamos a extensão em andamento para sensores distribuídos em um SoC RISC-V caracterizado sob dose ionizante total e irradiação por prótons.

11:40 - 14:00 | ALMOÇO

14:00



**ESTIMAÇÃO DE CANAL PARA
COMUNICAÇÕES MIMO
ASSISTIDAS POR
METASUPERFÍCIES FLEXÍVEIS**

VINÍCIUS LOPES ROMANO

Metasuperfícies Inteligentes Flexíveis (FIMs) permitem que sistemas sem fio adaptem sua geometria tridimensional por meio de deformação, proporcionando novos graus de liberdade espaciais. No entanto, a deformação contínua dificulta a aquisição precisa de Informação de Estado do Canal (CSI). Este trabalho propõe um framework multidimensional para sistemas MIMO com arranjos FIM ativos tanto no transmissor quanto no receptor. Um protocolo de treinamento dividido em escala de tempo única introduz sequencialmente variação espacial deformando o receptor e depois o transmissor. O modelo de sinal resultante é formulado como uma decomposição PARAFAC, e um algoritmo de mínimos quadrados alternados (ALS) é empregado para estimar matrizes de direcionamento e ganhos de percurso. Nossos resultados numéricos mostram que o método proposto de estimação de canal produz recuperação precisa de CSI para diferentes configurações de sistema.



14:20

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS
DE CANAL BASEADA EM
TENSORES DE BAIXA
COMPLEXIDADE PARA
SISTEMAS MIMO MMWAVE**

FRANCISCO IGOR PIRES

Este trabalho aborda a estimação de parâmetros de canal de baixa complexidade baseada em tensores para sistemas MIMO de ondas milimétricas (mmWave). A arquitetura considerada explora a estrutura esparsa do canal mmWave para formular o problema de estimação como uma decomposição tensorial. O método proposto utiliza técnicas de álgebra multilinear para desacoplar eficientemente os parâmetros angulares de partida e chegada, bem como os ganhos de percurso associados. Ao explorar a estrutura de Kronecker inerente aos arranjos de antenas bidimensionais, o algoritmo reduz significativamente a complexidade computacional em comparação com abordagens convencionais de busca exaustiva. Resultados de simulação demonstram que o método proposto atinge precisão de estimação competitiva com overhead de treinamento reduzido, tornando-o adequado para aplicações práticas em sistemas de comunicação mmWave de próxima geração.

14:40

**ARQUITETURA MILAC
PARTICIONADA BASEADA EM
PROJEÇÃO PARA
PRECODIFICAÇÃO MU-MIMO**

ISRAEL COELHO CUNHA

Este trabalho aborda a precodificação multiusuário MIMO (MU-MIMO) utilizando a arquitetura MiLAC (Mixed Low-resolution Analog-to-digital Converter) particionada baseada em projeção. A arquitetura MiLAC combina conversores analógico-digitais (ADCs) de alta e baixa resolução para equilibrar desempenho e consumo de energia. O esquema proposto particiona a matriz de canal e aplica técnicas de projeção para reduzir a dimensionalidade do problema de precodificação, mantendo a qualidade do sinal transmitido. A abordagem explora a estrutura esparsa do canal para projetar precodificadores eficientes que minimizam a interferência entre usuários. Resultados de simulação demonstram que o método proposto alcança desempenho próximo ao de sistemas com ADCs de resolução total, com complexidade computacional significativamente reduzida, tornando-o adequado para implementações práticas em sistemas de comunicação de próxima geração.



15:00

**ESTIMAÇÃO ESTRUTURADA DE
PARÂMETROS DE CANAL PARA
SISTEMAS MIMO ASSISTIDOS
POR RIS VIA FATORAÇÕES DE
KRONECKER E TENSORES**

MELRYLLIN GENNIANI DE OLIVEIRA
SOUSA



A estimação precisa de parâmetros de canal em sistemas MIMO assistidos por Superfícies Inteligentes Reconfiguráveis (RIS) frequentemente resulta em alta complexidade computacional e elevado overhead de treinamento. Para mitigar esse problema em sistemas que empregam arranjos retangulares uniformes sob propagação em linha de visada (LoS), propõe-se o uso de estimadores de canal estruturados. Explorando as propriedades multilineares e de Kronecker do canal em cascata, o problema de estimação é reformulado para preservar a separabilidade entre as frequências espaciais verticais e horizontais. A partir dessa formulação, este trabalho propõe três novos métodos: a Fatoração Sucessiva de Kronecker (SKF) e duas técnicas de Estimação de Parâmetros por Tensores de Terceira Ordem (TOPE-ALS e TOPE-HOSVD). Tais estimadores recuperam as assinaturas espaciais do sinal filtrado e desacoplam suas respectivas frequências. Como resultado, a abordagem atinge alta precisão de estimação com custo computacional reduzido, fornecendo uma solução eficiente e escalável para o processamento de sinais em redes sem fio de próxima geração.

15:20 - 15:40 | PAUSA CURTA

15:40

**ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS
ECOACÚSTICAS E
CLASSIFICAÇÃO BINÁRIA DE
CHUVA BASEADA EM ÁUDIO NA
REGIÃO AMAZÔNICA**

ANA CECÍLIA / YAN SOUZA



O monitoramento acústico é uma alternativa viável para a detecção de chuva, especialmente em regiões florestais como a Amazônia, onde métodos convencionais enfrentam limitações. O desenvolvimento de modelos precisos de Aprendizado de Máquina para essa tarefa requer a identificação de características acústicas que melhor representem a chuva em paisagens sonoras tropicais complexas. Este estudo apresenta um método que integra ecoacústica, processamento de sinais e análise de dados para classificar eventos de chuva utilizando um classificador Random Forest em três conjuntos de dados amazônicos. A abordagem inclui seleção estatística de características e análise paramétrica em múltiplas taxas de amostragem e frequências de corte. Os resultados mostram que a seleção otimizada de características alcança até 99,9% de acurácia, proporcionando confiabilidade e eficiência computacional.



17 DE AGOSTO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - BLOCO 725

16:00



**UM FRAMEWORK DE
APRENDIZADO DE MÁQUINA
PARA CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA
DE CHUVA APLICADO A DUAS
PAISAGENS SONORAS DISTINTAS**

AFONSO FERREIRA

Este trabalho propõe um framework de Aprendizado de Máquina para classificação acústica de chuva aplicado a duas paisagens sonoras distintas. O método utiliza características extraídas de gravações de áudio ambiental para treinar modelos de classificação. A abordagem combina processamento de sinais com algoritmos de aprendizado supervisionado, avaliando o desempenho em cenários com diferentes níveis de ruído. Os resultados demonstram alta acurácia em ambas as paisagens sonoras, evidenciando robustez e generalização.

16:20



**UMA REDE NEURAL
CONVOLUCIONAL PARA
DETECÇÃO ACÚSTICA DE
INTENSIDADE DE CHUVA NA
FLORESTA AMAZÔNICA**

FÁBIO BORGES

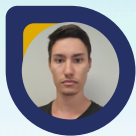
Este trabalho propõe uma Rede Neural Convolucional (CNN) para detecção acústica de intensidade de chuva na Floresta Amazônica. O método utiliza espectrogramas de gravações de áudio ambiental como entrada para a rede, permitindo classificar automaticamente diferentes níveis de intensidade pluviométrica. A abordagem explora padrões espectrais característicos da chuva em ambientes florestais tropicais, onde sensores convencionais apresentam limitações de cobertura. O modelo proposto é treinado e avaliado em dados coletados in situ, demonstrando alta acurácia na distinção entre diferentes categorias de intensidade. Os resultados indicam que a CNN supera métodos tradicionais baseados em características manuais, oferecendo uma solução escalável e de baixo custo para o monitoramento pluviométrico em regiões remotas da Amazônia.

16:40



**FUNDAMENTOS E PRÁTICA NO
ANSYS HFSS: METODOLOGIA DE
SIMULAÇÃO DE UMA ANTENA
PATCH MICROSTRIP**

VANESSA DE ARAÚJO / LUIS FELIPE



Este trabalho apresenta os fundamentos e a prática de simulação no ANSYS HFSS, com foco na metodologia de projeto e simulação de uma antena patch microstrip. O estudo aborda os princípios teóricos de funcionamento das antenas de microfita, incluindo os mecanismos de radiação, parâmetros de projeto e técnicas de alimentação. A metodologia proposta detalha as etapas de modelagem, configuração de condições de contorno e análise de resultados no ambiente HFSS. Os resultados de simulação incluem parâmetros como coeficiente de reflexão, diagrama de radiação, ganho e impedância de entrada, validando o projeto proposto para operação na frequência desejada.