

Atividade de Laboratório: Caracterização do canal sem fio

Objetivo:

- Caracterizar experimentalmente o canal sem fio para tecnologias sem fio (Wi-Fi, LoRa e BLE) em dois ambientes distintos.

Objetivos Específicos:

- Estimar o expoente de perda do percurso (n) para cada tecnologia em cada ambiente.
- Observar e comparar o alcance prático e a robustez de cada tecnologia.
- Analisar o impacto com linha de visada (LoS) e sem linha de visada (NLoS).

Materiais Necessários:

1. **Módulos LoRa:** Você precisará de pelo menos dois módulos LoRa (transceptores) para realizar a comunicação.
2. **Antenas apropriadas** para a frequência de cada tecnologia.
3. **Placa de Desenvolvimento:** Para conectar os módulos LoRa e programar a comunicação.
4. **Bateria ou Fonte de Alimentação:** Para alimentar os dispositivos.
5. **Notebook** com software para programação dos ESP32 (Arduino IDE) e para análise de dados (Python, Excel).
6. **Analisador de espectro** RFExplorer.
7. **Trena** ou outro medidor de distância.
8. **Caderno de anotações** para mapear os ambientes e os pontos de medição.

Ambientes de teste:

1. **Ambiente 1 (Interno - LoS e NLoS):** Um corredor longo do prédio do IComp. Tentem obter medições com linha de visada direta e também com alguns obstáculos (ex: uma pessoa no caminho, uma porta semiaberta, uma curva no corredor).
2. **Ambiente 2 (Externo - LoS):** Uma área aberta no campus, como o estacionamento ou o Centro de Convivência, com o mínimo de obstáculos possível para garantir linha de visada em distâncias maiores.

Passos da Atividade:

1. Configuração inicial:

- Conecte os módulos LoRa às placas de desenvolvimento.
- Certifique-se de que os módulos estejam configurados para a mesma frequência e taxa de transmissão.

2. Transmissão e recepção:

- Escolha um dispositivo como transmissor e outro como receptor.
- No transmissor, crie um pequeno programa para enviar mensagens via LoRa.
- No receptor, configure um programa para receber e exibir as mensagens recebidas.

3. Experimentação:

- **Transmissor (Tx):** Programar um ESP32 para enviar pacotes continuamente em intervalos de tempo previamente configurado, com um *payload* conhecido. Para Wi-Fi e BLE, utilizem configurações padrão. Para LoRa, fixem parâmetros como Spreading Factor (SF), Bandwidth (BW) e Coding Rate (CR) para o experimento (ex: SF7, BW 125kHz, CR 4/5). Anotem todos os parâmetros!
- **Receptor (Rx):** Programar o outro ESP32 para receber os pacotes, calcular o RSSI de cada pacote recebido e a taxa de entrega de pacotes ($PDR = \text{pacotes recebidos} / \text{pacotes enviados}$) e o SNR.
- **Calibração (Simplificada):** Meçam a potência de transmissão (Tx Power) se tiverem como (ou usem o valor nominal). Utilizar antenas com ganhos conhecidos.
- Em cada ambiente, escolham uma posição fixa para o Tx.
- Selecionar uma distância de referência. Justificar essa escolha.
- Manter a altura das antenas do Tx e Rx constante.
- Com o Rx, afastar-se do Tx em incrementos de distância conhecidos (ex: a cada 1, 2, 5, 10, 20 metros, dependendo da tecnologia e do ambiente).
- Para cada distância:
 - Realizar medições do RSSI e do PDR (Packet Delivery Ratio), a taxa de pacotes perdidos ou entregues com sucesso.
 - Se no ambiente interno, tentar também algumas posições NLoS na mesma distância e anotar a natureza do obstáculo.
 - Enviar um número fixo de pacotes (ex: 100 pacotes) e registrar o RSSI médio e o PDR médio.
 - Usar o analisador de espectro (ou a função de scan do ESP32) para ter uma ideia das possíveis interferências na banda de operação em alguns pontos chave.
- Calcular o coeficiente o expoente de perda de caminho 'n' das 3 tecnologias para cada ambiente. Descrever os passos, mostrar os gráficos e o código em Python documentado.

4. Discussão e Reflexão:

- Comparar os valores de ' n ' obtidos para Wi-Fi, LoRa e BLE nos diferentes ambientes (interno LoS, interno NLoS, externo LoS).
- Discutir como ' n ' varia com a frequência da tecnologia e com as características do ambiente. (Tipicamente, $n \approx 2$ em espaço livre, >2 em ambientes com obstruções).
- Analisar os gráficos de PDR vs. distância. Qual tecnologia teve maior alcance para um PDR aceitável (ex: $>90\%$)?
- Discutir o impacto de LoS vs. NLoS.