

Otimização de Alocação de Recursos e Offloading Cooperativo em Redes 5G Advanced e Além com Multi-UAVs

"Multi-UAV Cooperative Task Offloading and Resource Allocation in 5G Advanced and Beyond"

May 20, 2025

Universidade Federal do Ceará

Campus Quixadá

IEEE Transactions on Wireless Communications - 2024

Objetivo

Contexto

Conceitos Abordados

Metodologia

Considerações Finais

Objetivo

Propor um esquema de otimização cooperativa (MCCCO) para redes 5G Advanced com múltiplos UAVs, visando reduzir a latência de processamento de tarefas e balancear o consumo de energia.

Objetivos Específicos:

- Integrar SDN para gerenciamento dinâmico de recursos.
- Comparar estratégias de *offloading* parcial vs. binário.
- Validar desempenho via simulação em cenários realistas.

Contexto

Visão Geral:

- Evolução do 5G para o 5G Advanced.
- Suporte a aplicações críticas com baixa latência, alta confiabilidade e inteligência integrada.
- Foco em automação, UAVs, XR, metaverso e redes de sensores inteligentes.

Relevante para MCCCCO:

- **Comunicação URLLC:** Essencial para tarefas cooperativas entre UAVs.
- **Redes autônomas via SDN/IA:** Permitem alocação dinâmica e otimização em tempo real.
- **Redes não-terrestres (NTN):** Integração nativa de UAVs e satélites.

Implicações para MCCCCO:

- A infraestrutura 5G Advanced permite offloading cooperativo escalável.
- Garante QoS para tarefas com dependências temporais rígidas.
- Habilita balanceamento energético com coordenação global eficiente.

Desafios do 5G Advanced:

- Aplicações críticas demandam baixa latência.
- Infraestrutura insuficiente em áreas remotas.
- Limitações de UAVs isolados.

Comparação:

- **SUEAC:** Cobertura e recursos limitados.
- **MUEAC:** Requer coordenação e balanceamento.

Solução Proposta

Sistemas cooperativos de múltiplos UAVs (MUEAC) com SDN para alocação inteligente de recursos.

Conceitos Abordados

Arquitetura SDN:

- **Plano de Controle:**
Proporciona uma visão centralizada da rede.
- **Separação de Planos:**
Divide a rede em controle e dados.
- **Gerenciamento Dinâmico:**
Facilita a alocação de recursos.

Modos de Offloading:

- **Binário:** Processamento completo em um único UAV.
- **Parcial:** Divisão de tarefas entre UAVs.
- **Vantagens:** Melhor uso de recursos e menor latência.

Comunicação:

- **D2D:** Comunicação direta entre dispositivos.
- **A2A:** Comunicação entre UAVs para coordenação.
- **Modelos LoS/NLoS:**
Impactam a qualidade do enlace.

Metodologia

Abordagem Proposta (MCCCO)

Etapas

1. **Associação D2D:** CVX para minimizar latência de uplink.
2. **Alocação de Tarefas:** Algoritmo de jogo em duas camadas (TGAOA) para balanceamento.

Inovações:

- Integração de SDN para visão global.
- Modelagem de tarefas com dependências (linear, árvore, malha).
- Redução da complexidade via decomposição em subproblemas.

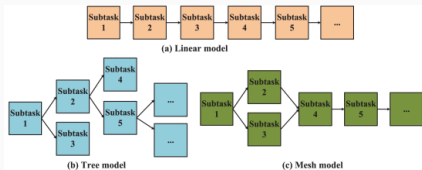


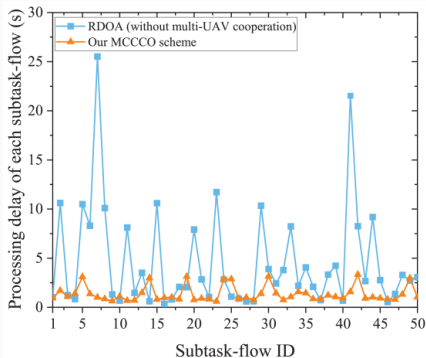
Figure 1: Modelos de dependência de tarefas: linear, árvore e malha.

Resultados Principais

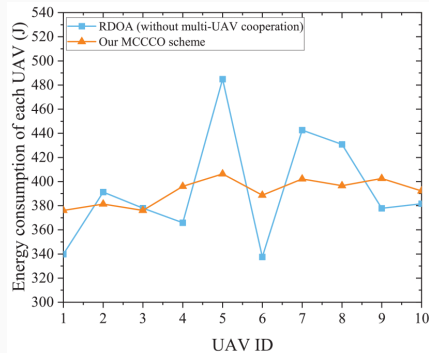
Desempenho

- Latência reduzida em até 30% vs. offloading binário.
- Aumento de apenas 5% no consumo de energia.

Redução de Latência:



Balanceamento de Energia:



Considerações Finais

Contribuições

- Sistema MUEAC com SDN para 5G Advanced.
- Algoritmo MCCCCO eficiente em cenários dinâmicos.
- Validação via simulação com métricas realistas.

Limitações

- Não considera interferência entre enlaces.
- Alta complexidade em cenários massivos.

Trabalhos Futuros

Estender para redes 6G, incorporar aprendizado de máquina e segurança cibernética.

Obrigado!