

Green Future Networks

Alexandra Santos, Inês Ferreira and Joana Branco

University of Minho, Department of Informatics, 4710-057 Braga, Portugal
email: {a94523, a97372, a96584}@alunos.uminho.pt

Abstract. O meio ambiente tem sofrido com os atos dos seres humanos ao longo do tempo e é uma grande preocupação para toda a humanidade. Com o desenvolvimento das tecnologias é o nosso dever de cidadão encontrar soluções mais sustentáveis e verdes. No que toca às networks há diversas inovações que podem ser investigadas e usadas, tais como as que vão ser faladas neste artigo.

Keywords: 6G, UAV, Internet of Vehicles e Sustentabilidade

1 Introdução

Com a evolução das tecnologias há uma diversidade de propostas para a criação de energias verdes para tornarmos o planeta um lugar mais ecológico e sustentável. Alguns exemplos são baseados na possibilidade futura de um progresso nas redes sem fio, a rede 6G e como esta proposta poderá inovar a internet dos veículos (Iov) entre outros assuntos.

2 Rede 6G

A rede 6G é a inovação que visa contribuir para a conexão onnipresente em diversos países. Esta tecnologia distingue-se das outras pela sua complexidade e pela quantidade de meios necessários relativos às redes anteriores. Alguns exemplos desta última são a comunicação holográfica, inteligência artificial, comunicação de luz visível, quadro de cobertura 3D e hotspots sem fio terrestres e aéreos. [1]

O que impulsionou o surgimento deste novo conceito é a grande evolução das redes sem fio. Espera-se que o 5G atinja seus limites em cerca de uma década e para atender a essas demandas, os principais objetivos técnicos das redes 6G são:

- Taxa de dados ultra-alta (até 1Tbps) e latência ultra-baixa;
- Alta eficiência energética para dispositivos com recursos limitados;
- Cobertura de rede global onnipresente;

- Conectividade confiável e inteligente em toda a rede.

	Arquitetura 5G	Arquitetura 6G
Objetivo	Conexão de Pessoas e Coisas	Interação de Pessoas e o Mundo
Características	Cloudization; Softwarização; Virtualização; <i>Slicing</i> .	Inteligentização; Cloudization; Softwarização; Virtualização; <i>Deep Slicing</i> .
Dispositivos	<i>Smartphones</i> ; Sensores; Drones.	Sensores e DLT; CRAS; Equipamento XR e BCI; <i>Smart Implants</i> .

Fig. 1. Aspectos evolutivos: Arquitetura 5G VS Arquitetura 6G [6]

2.1 Tecnologias Habilitadoras

Os responsáveis pelos projetos para funções 6G incluem habilitadores tecnológicos que visam a simplificação, flexibilidade e redução de erros. Outra característica fundamental das propostas de arquiteturas 6G é manter a distinção, assim como no 5G, entre o *control plane* (CP) e o user plane (UP), onde o CP será configurado como uma cadeia de serviços. Assim sendo, a literatura propõe um design que promova a convergência das RANs com o *Core*.

Para as arquiteturas 6G a visão é que o *Core*, ou seja, o poder de processamento estará presente tanto na RAN quanto nos equipamentos dos usuários.

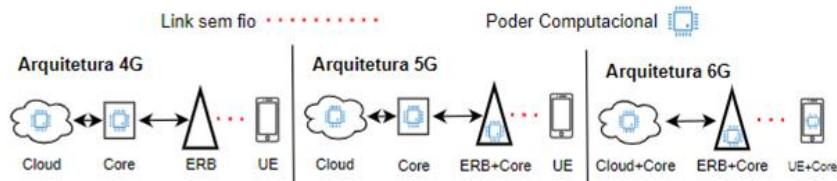


Fig. 2. Evolução das Arquiteturas até à convergência de RAN e Core [6]

Uma das propostas para as redes 6G é a implementação de uma entidade chamada LLF (*Lower Layer Function*), que será responsável por incluir funções relacionadas a RAN que possuem requisitos críticos de latência, tanto no *User Plane Micro Services* (UPMS) como no *Control Plane Micro Services* (CPMS). Ao trazer essas funções para próximo da borda, alcança-se latências menores.

A figura 3 apresenta um modelo de convergência entre RAN e Core, onde a LLF situada na borda pode conter características de *cloud* ou não. A LLF tem acesso a um micro serviço do plano de controle e do plano de usuário. Por fim, tem-se a comunicação *inter-cloud*, especialmente no plano de usuário.

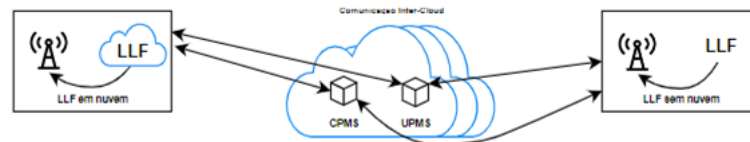


Fig. 3 Convergência da RAN e Core [6]

2.2 Comunicações de UAV verdes para 6G

Os UAVs (drones) são utilizados em diversas aplicações, há quase cem anos. Como os UAVs podem ser controlados remotamente e não precisam de piloto a bordo, eles são bastante utilizados em aplicações militares, como vigilância remota e ataque armado, para salvar vidas de pilotos.

Em comparação com os sistemas terrestres, as características dos novos sistemas de comunicação assistidos por UAV podem ser de alta altitude, alta mobilidade e de energia limitada.

2.3 Aplicações de comunicações UAV verdes

A comunicação assistida por UAVs deve desempenhar um papel importante na futura rede 6G devido ao baixo custo e implantação flexível de UAVs. A rede 6G deve alcançar cobertura onnipresente, e a comunicação baseada em UAV é adequada para melhorar a cobertura da rede de forma flexível. Quando não há infraestrutura de comunicação terrestre ou a estação base terrestre está danificada, os UAVs podem ser empregues como estações base aéreas para fornecer cobertura de rede temporariamente.

Portanto, as comunicações de UAV verdes nessas aplicações são extensivamente investigadas. Algumas aplicações típicas de comunicações UAV estão representadas na figura 4.

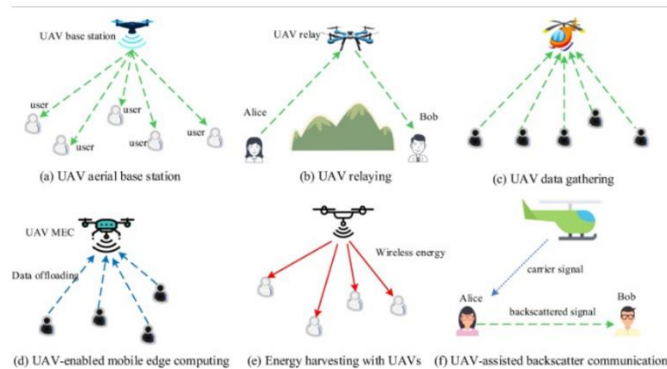


Fig. 4 Típicas aplicações de comunicações UAV

A) Estações base aéreas UAV

Podem servir como estações de base aérea, para fornecer cobertura sem fio para vários usuários terrestres. Isto é bastante útil quando ocorre algum problema nas estações terrestres, e é necessária uma resposta rápida. Como a energia a bordo dos UAVs é finita, são precisas técnicas para economizar a energia, prolongando a vida útil dos UAVs. Deste modo, precisaria de se investigar maneiras de otimizar o consumo de energia das redes habilitadas para UAV.

B) Retransmissão UAV

Em aplicações externas sem infraestrutura de comunicação terrestre, os UAVs podem ser implantados rapidamente para fornecer acesso à rede. Nesse caso, os UAVs são como um dispositivo elétrico (relé), para conectar os dispositivos isolados com a ajuda de macro estações base. Esta aplicação de UAVs é especialmente útil em situações de emergência, como operações militares e resgate de desastres. Como tem uma fácil implantação e é de baixo custo, os sistemas de retransmissão habilitados para UAV despertaram uma grande atenção.

C) Coleta de dados de UAV

Em ambientes hostis e sem infraestruturas de comunicação terrestre, as redes de sensores sem fio podem ser implantadas para detectar o ambiente. No entanto, coletar dados dessas áreas pode ser caro e perigoso. Nesse caso, a coleta de dados habilitada para UAV é uma solução promissora. Como esses sensores normalmente não têm fonte de alimentação fixa, os projetos de economia de energia para os nós sensores e o UAV são desafios críticos.

D) Computação de borda móvel habilitada para UAV

A computação de borda móvel pode fornecer serviços de computação de baixa latência para os nós com capacidade de computação limitada e longe da nuvem. O UAV é capaz de transportar processadores de computação e fornecer serviço de computação para os nós isolados. No sistema de computação de borda móvel habilitado para UAV, exceto a energia para propulsão e transmissão de dados, a computação da Unidade de Processamento Central (CPU) do computador de borda também consome energia.

E) Colheita de energia com UAVs

Os UAVs não só podem ser implantados para construir rapidamente links sem fio temporários ou funcionar como nós de computação de borda, como também podem ser usados para coletar energia. Os UAVs com baterias de grande capacidade podem fornecer energia sem fio para os nós IoT de baixa potência sem fonte de alimentação fixa. A transferência de energia sem fio por radiofrequência é uma técnica promissora para os UAVs carregarem nós IoT. Por exemplo, o UAV pode ser empregue para carregar os recetores de baixa potência.

F) Comunicação de retrodifusão assistida por UAV

A comunicação de retroespalhamento baseia-se na reflexão dos sinais sem fio induzidos, o que requer, em princípio, apenas um computador. Dispositivos de processamento de sinal que consomem energia, como *mixers*, amplificadores ou filtros, não são necessários. Assim, a comunicação de retroespalhamento tem consumo de energia ultrabaixo e baixa complexidade do dispositivo. Embora a comunicação de retroespalhamento tenha sido inicialmente proposta para comunicação de curto alcance, avanços recentes mostraram o potencial de alcançar alcance de comunicação de centenas de metros ou mesmo quilômetros. Assim, a comunicação de retrodifusão assistida por UAV está se tornando uma técnica promissora para comunicação de ultrabaixa potência recentemente.

3 Internet dos veículos (IoV) – Comunicação e redes veiculares sustentáveis

A IoV está a evoluir com o desenvolvimento dos veículos inteligentes em redes, integração dos sensores veiculares e a coordenação entre os veículos, as infraestruturas rodoviárias e a nuvem. IoV permite a interação entre veículos e todas as entidades relacionadas ao veículo por meio de comunicação de “veículo-para-tudo”, que inclui o veículo para veículo, veículo para infraestrutura, comunicação veículo-pedestre, veículo-rede, e veículo-nuvem, como mostra na figura 5 (V2X Communications). [12]

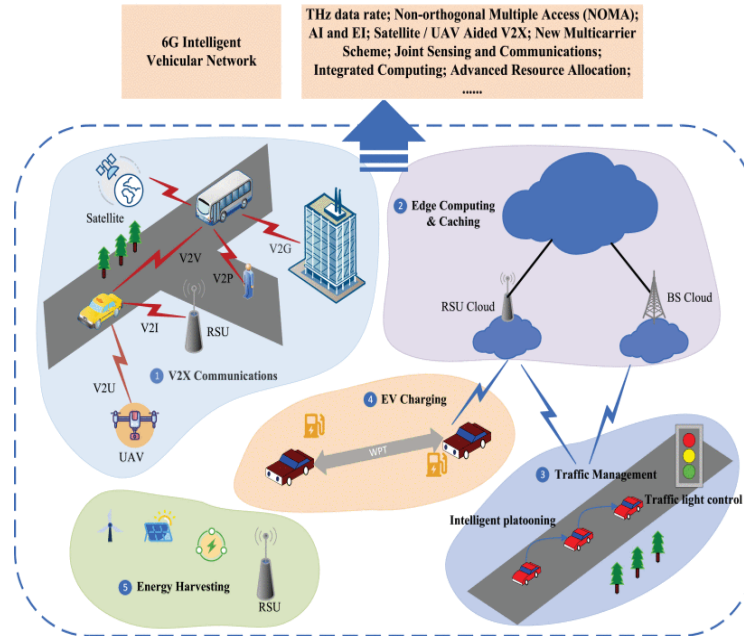


Fig. 5 Exemplos de comunicação e redes veiculares sustentáveis [12]

3.1 Cenários e Arquitetura Green IoV

A) Comunicações V2X Verdes

Na figura 5 (V2X Communications) é um novo conceito tecnológico que representa a comunicação do veículo com todos os membros à sua volta que afetem o veículo ou sejam afetados por ele. O aumento de interações de comunicação resultará num enorme consumo de energia na implantação de infraestruturas de IoV e redes de transporte.

Uma arquitetura de rede de acesso de rádio veicular baseada em nuvem pode contribuir para comunicações veiculares verdes, reduzindo o consumo de energia do equipamento de suporte nas estações base, minimizando a interferência entre antenas de rádio (RRHs), diminuindo a distância entre RRHs e usuários, permitindo um compartilhamento flexível de recursos para estações base virtuais e utilizando depressão de dados na transmissão entre RRHs e pool de unidades de banda base (BBU).

Além disso, como uma tecnologia chave da rede 6G, espera-se que a tecnologia de detecção e comunicação integrada (ISAC) melhore o desempenho da comunicação por meio de informações de detecção.

B) Organização Inteligente de Trânsito Verde

A organização inteligente de trânsito envolve o controle adaptativo dos semáforos nos cruzamentos, decisões inteligentes de direção (ou seja, sugestões de velocidade e distância) e escolha eficiente de rotas. Uma solução de organização eficaz pode facilitar a redução do consumo de energia tanto para os veículos de condução como para as infraestruturas rodoviárias. Por exemplo, uma decisão de velocidade de condução adequada economiza a energia consumida em processos frequentes de paragem/partida.

Nos dispositivos munidos de 6G, as estratégias de organização de trânsito baseadas em IA são promissoras para reduzir o atraso conduzido e melhorar a eficiência energética dos veículos.

C) Gestão de Energia de Veículos Elétricos (VEs)

Existem três tipos de veículos tais como, a gás, elétricos e elétricos híbridos. Os veículos elétricos destacam-se pela diminuição da emissão de gases de efeito de estufa e, assim, usando energia limpa. Tendo em conta um estudo realizado pelo Departamento de Energia dos EUA, a perda de energia no sistema de acionamento dos VEs pode ser reduzida para cerca de 20% quando comparada com os veículos a gasolina, onde mais de 60% da energia é perdida na forma de calor residual.

D) Gestão de Colheita de Energia

Para além de veículos, este tópico também se relaciona com as infraestruturas rodoviárias e as comunicações entre os próprios veículos. As energias renováveis também servem como apoio na captação da energia. Tal como mostrado na Fig.5, as RSUs (resíduos sólidos urbanos) movidas a energia eólica ou solar podem ser instaladas em cenários de rodovias rurais sem conexão à rede inteligente.

Ao utilizar as técnicas de previsão de energia, tráfego móvel e trajetória de veículos baseadas em *Big Data* ou IA, é possível uma melhor correspondência entre a utilização de energia renovável e as chegadas de carga de trabalho ao longo do tempo e do espaço.

4 Conclusão

Os principais impulsores do 6G são o resultado de desafios e limites impostos pelo 5G, assim como da mudança de paradigma e evolução das redes sem fios estimuladas pela tecnologia.

O futuro de UAVs na comunicação tem sido um tema bastante relatado. As comunicações UAV são consideradas uma técnica promissora para o futuro da rede 6G. No entanto, a energia limitada influencia o futuro das aplicações de UAVs. Assim, desenvolver comunicações UAV verdes para 6G é uma questão crítica.

Como uma grande parte da poluição é causada pelos veículos, este projeto foi, também, direcionado para este assunto e maneiras de o tornar mais “amigo do ambiente”. Algumas das soluções apresentadas visam as novas tecnologias para captação de energia, diminuição da emissão de gases poluentes, utilização de veículos mais sustentáveis e de que modo a inovação da rede 6G pode contribuir para esse objetivo.

Espera-se que as redes sem fio 6G cresçam significativamente num futuro sustentável e de qualidade.

Referências

- 1 A Survey on Green 6G Network: Architecture and Technologies <https://ieeexplore.ieee.org/document/8922617>
- 2 Green UAV communications for 6G: A survey <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936121001801>
- 3 Zong B, Fan C, Wang X, Duan X, Wang B, Wang J (2019) 6G technologies: Key drivers, core requirements, system architectures, and enabling technologies. *IEEE Veh Technol Mag* 14(3):18–27
- 4 Yang P, Xiao Y, Xiao M, Li S (2019) 6G Wireless communications: vision and potential techniques. *IEEE Network* 33(4):70–75
- 5 Zhao Y, Yu G, Xu H (2019) 6G mobile communication network: vision, challenges and key technologies.
- 6 Uma Visão de Arquitetura para Redes 6G
- 7 <https://doi.org/10.5753/w6g.2021.17232>
- 8 Bidirectional Green Promotion of 6G and AI: Architecture, Solutions, and Platform
- 9 https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9687466?casa_token=JemtgrGtVcEAAAAA:efZb80rW-HBKwmZE038nsqmO83sCI-ABBDxA6ZAD8QOzczaYKP6CL-1lc8OHotumo2wnk65UgCLk
- 10 UAV assistance paradigm: State-of-the-art in applications and challenges <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1084804520301806>
- 11 Green Air-Ground Integrated Heterogeneous Network in 6G Era - https://res-www.zte.com.cn/mediares/magazine/publication/com_en/article/202101/202101006.pdf
- 12 Green Internet of Vehicles (IoV) in the 6G Era: Toward Sustainable Vehicular Communications and Networking - <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9614348>