

Cloud Radio Access Network (C-RAN): Tecnologia Emergente para Arquiteturas de Redes Celulares de 5G

Alex Vidigal Bastos - UFSJ / UFMG

Diógenes Cecílio da Silva Júnior - UFMG

August 2, 2016

- 1 Introdução
- 2 5G Network
- 3 CRAN
- 4 Research Areas
- 5 Conclusão

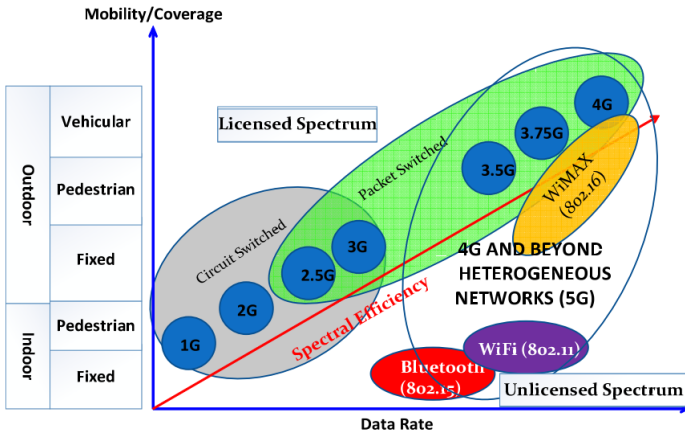
Sumário

- 1** Introdução
- 2 5G Network
- 3 CRAN
- 4 Research Areas
- 5 Conclusão


Introdução

Este artigo apresenta uma visão sobre o futuro da comunicação sem fio para além de 2020. É apresentado as tecnologias emergentes que podem ser utilizadas para o futuro da comunicação sem fio. A imaginação do nosso futuro é uma sociedade em rede com acesso ilimitado a informação que será acessível em qualquer lugar a qualquer momento.

Evolução das Tecnologias sem fio



Evolução das Tecnologias sem fio

Generations	Access Technology		Data Rate	Frequency Band	Bandwidth	Forward Error Correction	Switching	Applications
4G	Long Term Evolution Advanced (LTE-A) (Orthogonal / Single Carrier Frequency Division Multiple Access) (OFDMA / SC-FDMA)		DL 3Gbps UL 1.5Gbps	1.8GHz, 2.6GHz	1.4MHz to 20 MHz	Turbo codes	Packet	Online gaming + High Definition Television
	Worldwide Interoperability for Microwave Access (WIMAX)(Scalable Orthogonal Frequency Division Multiple Access(SOFDMA))	Mobile WIMAX	100-200 Mbps	2.3GHz, 2.5GHz, and 3.5GHz initially	3.5MHz, 7MHz, 5MHz, 10MHz, and 8.75MHz initially			
5G	Beam Division Multiple Access (BDMA) and Non- and quasi-orthogonal or Filter Bank multi carrier (FBMC) multiple access		10-50 Gbps (expected)	1.8, 2.6 GHz and expected 30-300 GHz	60 GHz	Low Density Parity Check Codes (LDPC) 	Packet	Ultra High definition video + Virtual Reality applications

Sumário

- 1 Introdução
- 2 5G Network
- 3 CRAN
- 4 Research Areas
- 5 Conclusão

Desafios da 5G

6 Desafios que não foram efetivamente implementados na 4G:

Alta capacidade;

Alta taxa de dados;

Baixa latência (fim-a-fim);

Conectividade Massiva;

Redução de Custos;

Qualidade na Experiência de Provisionamento;

Desafios da 5G

6 Desafios que não foram efetivamente implementados na 4G:

Alta capacidade;

Alta taxa de dados;

Baixa latência (fim-a-fim);

Conectividade Massiva;

Redução de Custos;

Qualidade na Experiência de Provisionamento;

Desafios da 5G

6 Desafios que não foram efetivamente implementados na 4G:

Alta capacidade;

Alta taxa de dados;

Baixa latência (fim-a-fim);

Conectividade Massiva;

Redução de Custos;

Qualidade na Experiência de Provisionamento;

Desafios da 5G

6 Desafios que não foram efetivamente implementados na 4G:

Alta capacidade;

Alta taxa de dados;

Baixa latência (fim-a-fim);

Conectividade Massiva;

Redução de Custos;

Qualidade na Experiência de Provisionamento;

Desafios da 5G

6 Desafios que não foram efetivamente implementados na 4G:

Alta capacidade;

Alta taxa de dados;

Baixa latência (fim-a-fim);

Conectividade Massiva;

Redução de Custos;

Qualidade na Experiência de Provisionamento;

Desafios da 5G

6 Desafios que não foram efetivamente implementados na 4G:

Alta capacidade;

Alta taxa de dados;

Baixa latência (fim-a-fim);

Conectividade Massiva;

Redução de Custos;

Qualidade na Experiência de Provisionamento;

Desafios da 5G

Em relação ao comportamento das arquiteturas, espera-se que as arquiteturas de 5G suportem:

Aumentar o volume de dados por área em 1000x;

Aumentar o número de dispositivos conectados entre 10x e 1000x;

Aumentar a taxa de dados típica do usuário entre 10x e 1000x;

Estender em 10x o tempo de vida da bateria para baixas potências nos dispositivos com a tecnologia de Comunicação Massiva entre Máquinas (MMC);

Reduzir em 5x a latência fim-a-fim;



Desafios da 5G

Em relação ao comportamento das arquiteturas, espera-se que as arquiteturas de 5G suportem:

Aumentar o volume de dados por área em 1000x;

Aumentar o número de dispositivos conectados entre 10x e 1000x;

Aumentar a taxa de dados típica do usuário entre 10x e 1000x;

Estender em 10x o tempo de vida da bateria para baixas potências nos dispositivos com a tecnologia de Comunicação Massiva entre Máquinas (MMC);

Reduzir em 5x a latência fim-a-fim;



Desafios da 5G

Em relação ao comportamento das arquiteturas, espera-se que as arquiteturas de 5G suportem:

Aumentar o volume de dados por área em 1000x;

Aumentar o número de dispositivos conectados entre 10x e 1000x;

Aumentar a taxa de dados típica do usuário entre 10x e 1000x;

Estender em 10x o tempo de vida da bateria para baixas potências nos dispositivos com a tecnologia de Comunicação Massiva entre Máquinas (MMC);

Reduzir em 5x a latência fim-a-fim;



Desafios da 5G

Em relação ao comportamento das arquiteturas, espera-se que as arquiteturas de 5G suportem:

Aumentar o volume de dados por área em 1000x;

Aumentar o número de dispositivos conectados entre 10x e 1000x;

Aumentar a taxa de dados típica do usuário entre 10x e 1000x;

Estender em 10x o tempo de vida da bateria para baixas potências nos dispositivos com a tecnologia de Comunicação Massiva entre Máquinas (MMC);

Reduzir em 5x a latência fim-a-fim;



Desafios da 5G

Em relação ao comportamento das arquiteturas, espera-se que as arquiteturas de 5G suportem:

Aumentar o volume de dados por área em 1000x;

Aumentar o número de dispositivos conectados entre 10x e 1000x;

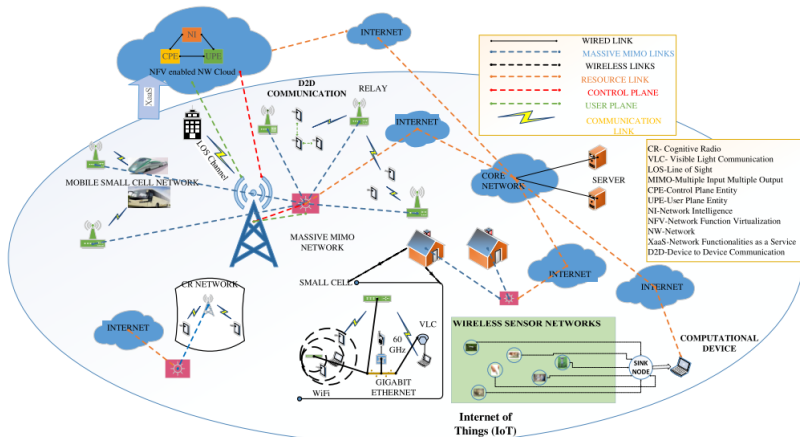
Aumentar a taxa de dados típica do usuário entre 10x e 1000x;

Estender em 10x o tempo de vida da bateria para baixas potências nos dispositivos com a tecnologia de Comunicação Massiva entre Máquinas (MMC);

Reduzir em 5x a latência fim-a-fim;



Arquitetura da Rede Celular de 5G



Arquitetura da Rede Celular de 5G

A arquitetura da rede celular de 5G consiste basicamente de duas camadas lógicas: a rede de rádio e a rede nas nuvens (*network clouds*); onde diferentes tipos de componentes executam diferentes funções constituindo uma rede de rádio (*radio network*). A virtualização das funções de rádio nas nuvens (NFV) consiste de uma entidade no plano do usuário (UPE) e uma entidade no plano de controle (CPE) que irá executar funcionalidades das camadas mais altas para o usuário e o plano de controle.

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Massive MIMO

Interference Management

Spectrum Sharing

Device to Device Communication System

Ultra Dense Networks

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Massive MIMO

Interference Management

Spectrum Sharing

Device to Device Communication System

Ultra Dense Networks

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Massive MIMO

Interference Management

Spectrum Sharing

Device to Device Communication System

Ultra Dense Networks

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Massive MIMO

Interference Management

Spectrum Sharing

Device to Device Communication System

Ultra Dense Networks

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Massive MIMO

Interference Management

Spectrum Sharing

Device to Device Communication System

Ultra Dense Networks

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Full Duplex Radios

A millimeter Wave Solution for 5G Cellular Network

Cloud Technologies for Flexible 5G Radio Access Networks

Trends and Quality of Service Management in 5G

Multi Radio Access Technology Association

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Full Duplex Radios

A millimeter Wave Solutiion for 5G Cellular Network

Cloud Techhnologies for Flexible 5G Radio Access Networks

Trends and Quality of Service Management in 5G

Multi Radio Access Technology Association

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Full Duplex Radios

A millimeter Wave Solutiion for 5G Cellular Network

Cloud Techhnologies for Flexible 5G Radio Access Networks

Trends and Quality of Service Management in 5G

Multi Radio Access Technology Association

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Full Duplex Radios

A millimeter Wave Solution for 5G Cellular Network

Cloud Technologies for Flexible 5G Radio Access Networks

Trends and Quality of Service Management in 5G

Multi Radio Access Technology Association

Tecnologias Emergentes para redes sem fio de 5G

Full Duplex Radios

A millimeter Wave Solution for 5G Cellular Network

Cloud Technologies for Flexible 5G Radio Access Networks

Trends and Quality of Service Management in 5G

Multi Radio Access Technology Association

Sumário

- 1 Introdução
- 2 5G Network
- 3 CRAN**
- 4 Research Areas
- 5 Conclusão

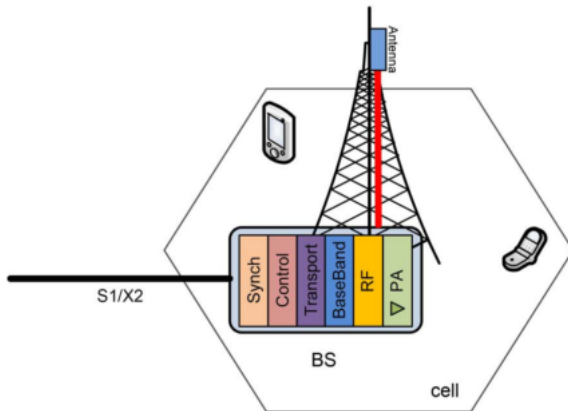
C-RAN - *Cloud Radio Access Network*

CRAN é uma nova proposta para arquiteturas de redes móveis

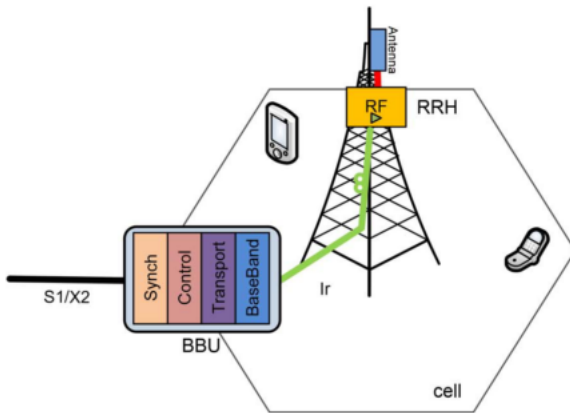
C-RAN - *Cloud Radio Access Network*

CRAN é uma nova proposta para arquiteturas de redes móveis

Visão das Arquiteturas de Redes Móveis - 1G e 2G

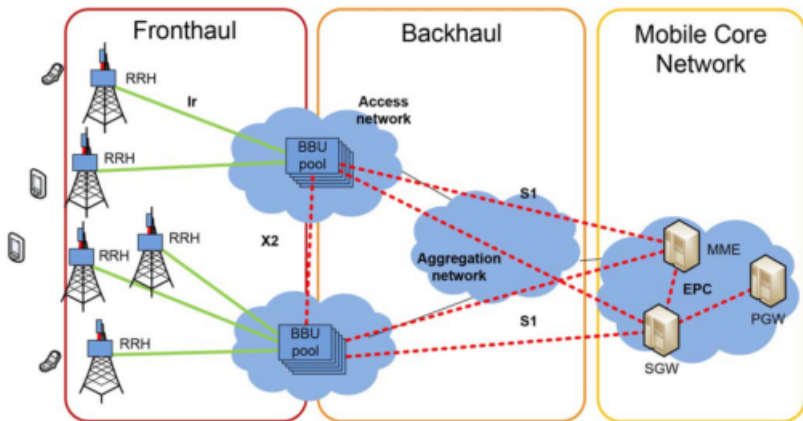


Visão das Arquiteturas de Redes Móveis - 3G

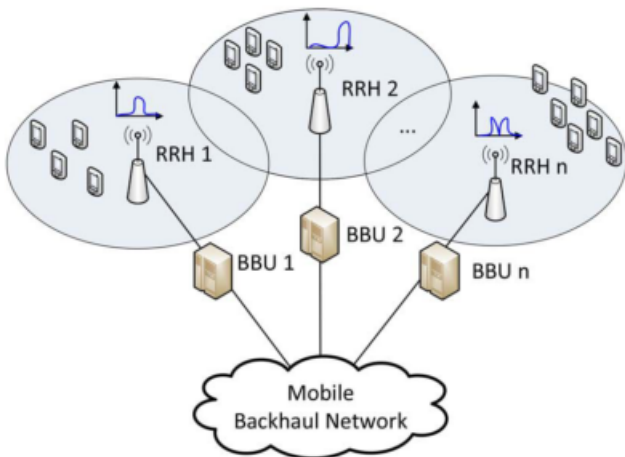


Visão da Arquitetura LTE-EPC (4G)

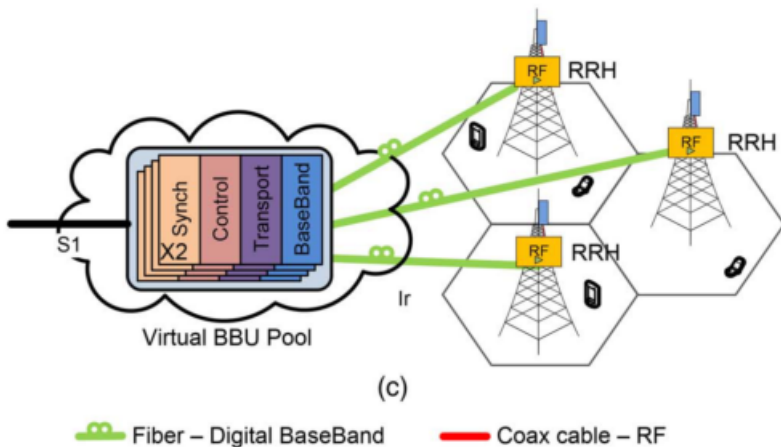
EPC - Evolved Packet Core



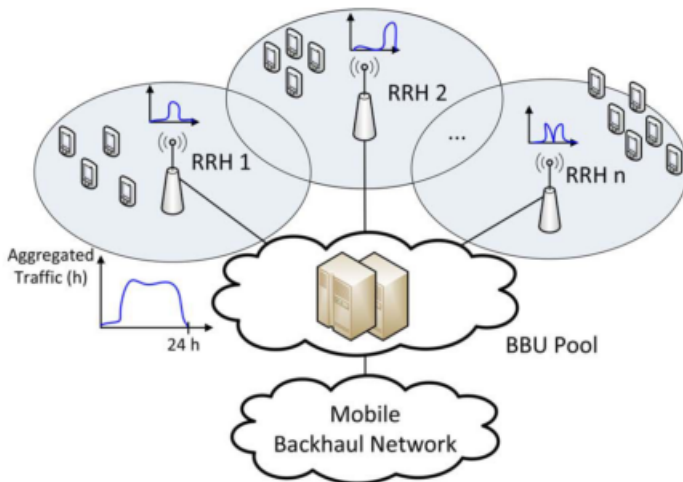
RAN with RRH



C-RAN



C-RAN



Motivações

Alto custo - TCO - *Total Cost of Ownership* (CAPEX e OPEX).

Adaptação pra tráfegos não uniformes, melhor utilização dos recursos, gerência e operação das redes

Limitação na cooperação entre BS

Baixa utilização das BS e carga dinâmica da rede

Motivações

Alto custo - TCO - *Total Cost of Ownership* (CAPEX e OPEX).

Adaptação pra tráfegos não uniformes, melhor utilização dos recursos, gerência e operação das redes

Limitação na cooperação entre BS

Baixa utilização das BS e carga dinâmica da rede

Motivações

Alto custo - TCO - *Total Cost of Ownership* (CAPEX e OPEX).

Adaptação pra tráfegos não uniformes, melhor utilização dos recursos, gerência e operação das redes

Limitação na cooperação entre BS

Baixa utilização das BS e carga dinâmica da rede

Motivações

Alto custo - TCO - *Total Cost of Ownership* (CAPEX e OPEX).

Adaptação pra tráfegos não uniformes, melhor utilização dos recursos, gerência e operação das redes

Limitação na cooperação entre BS

Baixa utilização das BS e carga dinâmica da rede

Vantagens do CRAN

Adaptabilidade para tráfego não uniforme e escalabilidade

Economia de custos e energia

Aumento das taxas de transferência e diminuição dos atrasos

Facilidade para Atualização e Manutenção da Rede

Flexibilidade para novos padrões

Vantagens do CRAN

Adaptabilidade para tráfego não uniforme e escalabilidade

Economia de custos e energia

Aumento das taxas de transferência e diminuição dos atrasos

Facilidade para Atualização e Manutenção da Rede

Flexibilidade para novos padrões

Vantagens do CRAN

Adaptabilidade para tráfego não uniforme e escalabilidade

Economia de custos e energia

Aumento das taxas de transferência e diminuição dos atrasos

Facilidade para Atualização e Manutenção da Rede

Flexibilidade para novos padrões

Vantagens do CRAN

Adaptabilidade para tráfego não uniforme e escalabilidade

Economia de custos e energia

Aumento das taxas de transferência e diminuição dos atrasos

Facilidade para Atualização e Manutenção da Rede

Flexibilidade para novos padrões

Vantagens do CRAN

Adaptabilidade para tráfego não uniforme e escalabilidade

Economia de custos e energia

Aumento das taxas de transferência e diminuição dos atrasos

Facilidade para Atualização e Manutenção da Rede

Flexibilidade para novos padrões

Desafios do CRAN

Necessidade de alta largura de banda, baixo custo da rede de transporte e rigoroso controle da latência e *jitter*

Cooperação entre BBUs, Interconexão e Clusterização

Técnicas de Virtualização

Desafios do CRAN

Necessidade de alta largura de banda, baixo custo da rede de transporte e rigoroso controle da latência e *jitter*

Cooperação entre BBUs, Interconexão e Clusterização

Técnicas de Virtualização

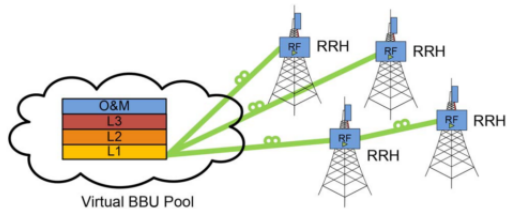
Desafios do CRAN

Necessidade de alta largura de banda, baixo custo da rede de transporte e rigoroso controle da latência e *jitter*

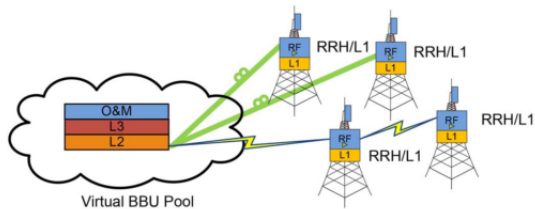
Cooperação entre BBUs, Interconexão e Clusterização

Técnicas de Virtualização

Proposta para dividir as funcionalidades entre RRH e BBU Pool - CRAN

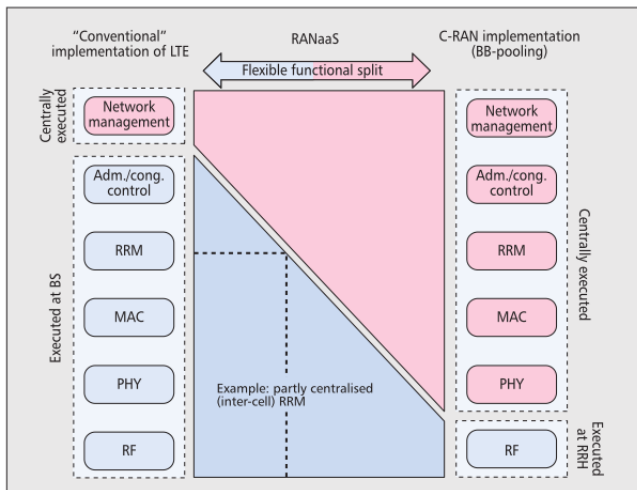


(a)



(b)

Flexible Functional Split



C-RAN

TABLE III
REQUIREMENTS FOR CLOUD COMPUTING
AND C-RAN APPLICATIONS [43]

	IT - Cloud computing	Telecom - Cloud RAN
Client/base station data rate	Mbps range, bursty, low activity	Gbps range, constant stream
Latency and jitter	Tens of ms	< 0.5 ms, jitter in ns range
Life time of information	Long (content data)	Extremely short (data symbols and received samples)
Allowed recovery time	s range (sometimes hours)	ms range to avoid network outage
Number of clients per centralized location	Thousands, even millions	Tens, maybe hundreds

Visão: Redes 5G

Dois elementos fundamentais irão permitir a realização da visão de 5G:

- Implantações muito densas

- Processamento centralizado

Visão: Redes 5G

Dois elementos fundamentais irão permitir a realização da visão de 5G:

- Implantações muito densas

- Processamento centralizado

Visão: Redes 5G

Dois elementos fundamentais irão permitir a realização da visão de 5G:

- Implantações muito densas

- Processamento centralizado

Ultra-Dense Deployments

Implantações Muito Densas exploram dois efeitos fundamentais:

- 1) A distância entre o RAP e o usuário é reduzida;
- 2) O espectro é melhor explorado, devido a reutilização de recursos de tempo e frequência através de várias células.

Ultra-Dense Deployments

Implantações Muito Densas exploram dois efeitos fundamentais:

1) A distância entre o RAP e o usuário é reduzida;

2) O espectro é melhor explorado, devido a reutilização de recursos de tempo e frequência através de várias células.

Ultra-Dense Deployments

Implantações Muito Densas exploram dois efeitos fundamentais:

1) A distância entre o RAP e o usuário é reduzida;

2) O espectro é melhor explorado, devido a reutilização de recursos de tempo e frequência através de várias células.

Centralized Processing

Processamento Centralizado permite a implementação de uma gestão eficiente de recursos de rádio através de algoritmos (RRM), que permitam assegurar a coordenação de recursos de rádio em múltiplas células;

Dependendo do cenário atual, diferentes algoritmos podem ser usados para otimizar diferentes casos de uso;

No C-RAN, vários sites estão ligados a uma central de dados, onde todo o processamento (BB) baseband é realizada.

Centralized Processing

Processamento Centralizado permite a implementação de uma gestão eficiente de recursos de rádio através de algoritmos (RRM), que permitam assegurar a coordenação de recursos de rádio em múltiplas células;

Dependendo do cenário atual, diferentes algoritmos podem ser usados para otimizar diferentes casos de uso;

No C-RAN, vários sites estão ligados a uma central de dados, onde todo o processamento (BB) baseband é realizada.

Centralized Processing

Processamento Centralizado permite a implementação de uma gestão eficiente de recursos de rádio através de algoritmos (RRM), que permitam assegurar a coordenação de recursos de rádio em múltiplas células;

Dependendo do cenário atual, diferentes algoritmos podem ser usados para otimizar diferentes casos de uso;

No C-RAN, vários sites estão ligados a uma central de dados, onde todo o processamento (BB) baseband é realizada.

Sumário

- 1 Introdução
- 2 5G Network
- 3 CRAN
- 4 Research Areas**
- 5 Conclusão

Research Areas

Algoritmos para atender a diferentes casos de uso e características de tráfego da rede:

- algoritmos de roteamento;
- classificação de pacotes de acordo com QoS;
- balanceamento de carga;
- gerenciamento de interferência;
- maximizar taxa de transferência;

SDN (*Software Defined Network*) e NFV (*Network Function Virtualization*)

Research Areas

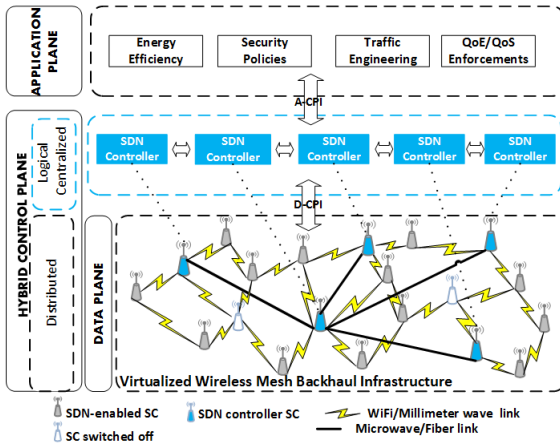
Algoritmos para atender a diferentes casos de uso e características de tráfego da rede:

- algoritmos de roteamento;
- classificação de pacotes de acordo com QoS;
- balanceamento de carga;
- gerenciamento de interferência;
- maximizar taxa de transferência;

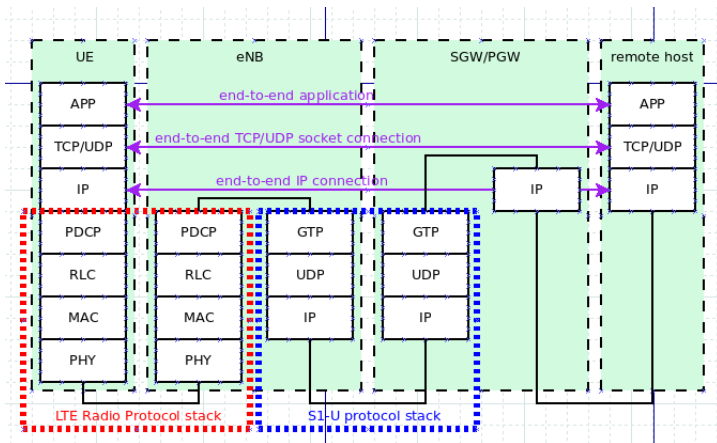
SDN (*Software Defined Network*) e NFV (*Network Function Virtualization*)

Research Areas

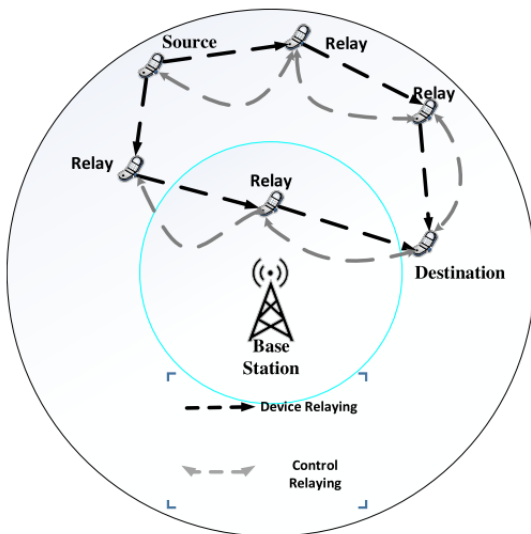
Elastic Mobile Networks



Research Areas



Research Areas



Sumário

- 1 Introdução
- 2 5G Network
- 3 CRAN
- 4 Research Areas
- 5 Conclusão**

Conclusão

O artigo discute uma nova proposta de arquitetura para redes móveis de 5G, que aproveita as tecnologias de computação nas nuvens para implementar a divisão das funcionalidades flexíveis em redes móveis de 5G, possibilitando uma otimização na utilização do espectro, energia e recursos computacionais.

Cloud RAN

Perguntas



Bibliografia



A. Checko, H. L. Christiansen, Y. Yan, L. Scolari, G. Kardaras, M. S. Berger, and L. Dittmann.

Cloud RAN for Mobile Networks A Technology Overview.

IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(1):405–426, 2015.



A. Gupta and R. K. Jha.

A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies.

3, 2015.



P. Rost, C. J. Bernardos, A. D. Domenico, M. D. Girolamo, and M. Lalam.

Cloud Technologies for Flexible 5G Radio Access Networks.

(May):68–76, 2014.