



Redes Sem Fio "Wireless"

Aluno: Carlos Alberto Vieira Campos
Orientador.: Luís Felipe Magalhães de Moraes

Sumário

- Introdução
- Histórico
- Vantagens
- Desvantagens
- Motivação
- Dispositivos de Comunicação
- Tipos de Redes
- Camadas da Arquitetura
- Conclusão
- Referências



Introdução

- Com a descoberta da comunicação sem fio, no século XIX, e a invenção de transmissores sem fio, foi possível o desenvolvimento das **Redes de Computadores Sem Fio (Wireless Network)**.
- As redes sem fio, trazem novos requisitos e desafios não encontrados em redes de computadores com fio "redes tradicionais".



Histórico



- 1820 - Hans Christian Oersted, descobre que a corrente elétrica produz um campo magnético.
- 1876 - Alexander Graham Bell, inventa o telefone.
- 1887 - Heinrich Rudolph Hertz, detecta ondas eletromagnéticas previstas por Maxwell.
- 1896 - Guglielmo Marconi, inventa o primeiro receptor sem fio prático: o telégrafo sem fio.
- 1935 - Modulação em Frequência - FM (Frequency Modulation) surge como alternativa para a Modulação em Amplitude - AM (Amplitude Modulation).
- 1947 - AT&T lança o IMTS (Improved Mobile Telephone Service)
 - sistema de transmissão com uma torre de alta potência. Em seguida, AT&T Bell Labs propõe o conceito celular.

Histórico



- Anos 60 - Bell Labs testa as técnicas de comunicação celular e surgem os primeiros aparelhos portáteis;
- Anos 70 - A FCC aloca um espectro de frequências para os sistemas celulares. AT&T lança o AMPS (Advanced Mobile Phone System).
 - para automóveis e de aplicação limitada devido a durabilidade das baterias.
- 1985 - Outros sistemas similares entram em operação no mundo: TACS (Total Access Communications System) no Reino Unido, NAMTS (Nippon Advanced Mobile Telephone System) no Japão.
- 1991 - Validação inicial dos padrões TDMA e CDMA nos EUA. Introdução da tecnologia microcelular.
- 1992 - Introdução do sistema celular europeu GSM (Groupe Spéciale Mobile).
- 1994 - Início dos serviços CDMA e TDMA.
- 1995 - Início dos projetos para cobertura terrestre de satélites de baixa órbita, como o projeto Iridium.

Vantagens



- mobilidade dos equipamentos;
- projeto dos equipamentos
 - dispositivos pequenos e leves;
- flexibilidade
 - emissores e receptores podem ser colocados em qualquer lugar (dentro de dispositivos, muros, prédios etc.);
- diminuição de custos
 - custo da infra-estrutura (cabramento, conectorização);
 - diminuição ou eliminação de custos com linhas de comunicação;

Vantagens



- redução no tempo de instalação
 - redes temporárias: feiras, exposições, guerras, etc;
- fácil planejamento
 - não exige cabeamento prévio;
 - redes ad-hoc não precisam de infra-estrutura alguma;
- instalação em áreas de difícil cabeamento
 - edifícios históricos, locais de catástrofes, etc;
- maior confiabilidade e robustez
 - áreas sujeitas a intempéries;
 - sobrevive a desastres.

Desvantagens e dificuldades



- baixa largura de banda (dezenas Mbps);
- altas taxas de erro (da ordem de 10^{-4});
- alto atraso, grande variação no atraso;
- baixa qualidade de serviço (QoS);
- restrições no uso de frequências
 - regulamentação governamental;
- interferência do sinal de rádio
 - vulnerabilidade a ruídos atmosféricos e transmissões de outros sistemas;

Desvantagens e dificuldades



- consumo de energia;
- interoperabilidade do sistema
 - soluções proprietárias;
- segurança
 - baixa privacidade;
 - congestionamento da estação-base;
- aspectos ligados à instalação
 - cobertura, testes de propagação;
- alto custo dos dispositivos;
- riscos à saúde.

Motivação



- Grande crescimento
 - usuários
 - tipos de serviços oferecidos
- Desafio da integração de ambientes móveis a Internet
 - comutação de pacotes em rede celular (3G);
- Roteamento;
- Qualidade de Serviço (QoS);
- Multicast;
- Segurança.

Portabilidade



- É a capacidade de um terminal móvel operar a partir de diferentes pontos de conexão, mas perde o contato durante o tempo de mudança de ponto de conexão.
 - ao se mover, as conexões são encerradas e reinicializadas no novo ponto de conexão;
 - redes sem fio fixas.

Mobilidade



- É a capacidade de um terminal móvel continuar em contato contínuo com os recursos da rede.
 - nem o sistema, nem as aplicações precisam ser encerrados e reinicializados;
 - modo de acesso a rede: sem-fio (*wireless*);
 - redes móveis.

Mobilidade



- A **mobilidade** é a principal característica das Redes Móveis.
- Traz problemas e desafios que, não víamos, ou ignorávamos em ambientes fixos.
- A mobilidade impõe requisitos e gera problemas:
 - roteamento,
 - velocidade do canal,
 - interferências do ambiente,
 - localização da estação móvel,
 - duração da energia da bateria da estação parada e em movimento.

Tipos de mobilidade



- macromobilidade;
- micromobilidade;
- mobilidade do usuário
 - usuário tem acesso aos mesmos serviços de telecomunicações em diferentes lugares;
 - exemplos: siga-me, *roaming* (ambiente de trabalho)
- portabilidade/mobilidade do equipamento
 - se move com ou sem usuário;
 - exemplos: sensores, celulares, satélites, etc.

Dispositivos de comunicação



Sensores, controladores embutidos, pagers, celulares, PDA's, palmtop, notebook.

Classificação dos dispositivos de comunicação segundo [1]:

qto ao acesso a rede \ qto a mobilidade do dispositivo	com fio	sem fio
fixo	caso típico dos computadores atuais	redes em lugares históricos (evitar danos), exposições (rápida instalação)
móvel	<i>laptops</i>	redes celulares, PDAs

Dispositivos de comunicação



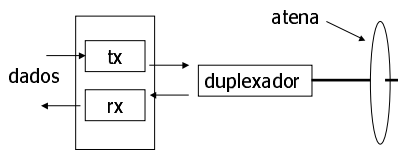
Classificação dos dispositivos de comunicação segundo [2]:

	Estação fixa	Estação móvel
Roteador fixo	Rede fixa tradicional	Rede celular
Roteador móvel	Rede via satélite	Rede <i>ad-hoc</i>

Antenas



- Elemento irradiante de um conjunto Tx / Rx de rádio.



Antenas



- Antena isotrópica:
Teoricamente irradia a mesma potência, igualmente, em todas as direções;
- Antena direcional:
Transmite em algumas direções com potências diferentes.

Redes Sem Fio



São classificadas em dois tipos [1], [2]:

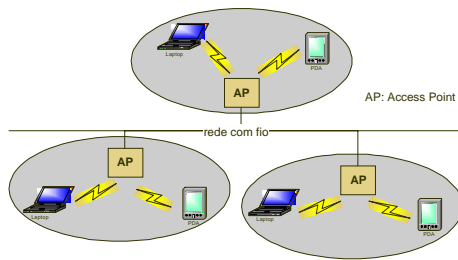
■ Redes Infra-Estruturadas:

- Rede de telefonia celular;
- *Wireless* LANs ;
- *Wireless* ATM;
- Redes via satélite.

■ Redes Sem Infra-Estrutura:

- Redes Móveis *Ad-hoc* (MANET).

Redes Infra-Estruturadas



Redes Infra-Estruturadas



■ toda comunicação ocorre entre os nós sem-fio e o ponto de acesso (AP)

- exemplo: redes celulares (AP = estação base ou ERB)

■ APs servem como pontes para outras redes

■ projeto mais simples

- toda funcionalidade nos APs

■ diferentes esquemas de acesso ao meio

- com ou sem colisão

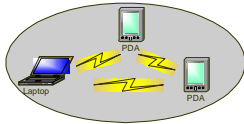
■ perda de flexibilidade

- não funcionam em caso de catástrofes

Redes sem Infra-Estrutura



- redes ad hoc

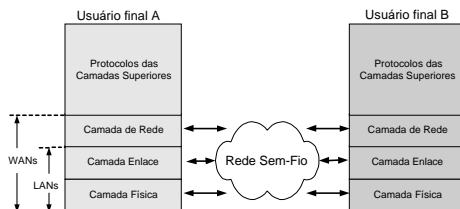


Redes Ad Hoc



- comunicação direta entre os nós
- comunicação entre 2 nós somente é possível
 - se eles estão dentro do alcance um do outro, ou
 - se um outro nó pode reencaminhar a mensagem
- maior complexidade nos nós
 - mecanismos de controle de acesso ao meio
- fornece a maior flexibilidade possível
 - reuniões inesperadas, treinos militares, catástrofes.
- exemplo típico: rede Bluetooth

Arquitetura de uma Rede Sem-Fio



Funções das camadas



- camada Física
 - provê a transmissão de bits através de um canal de comunicação: modulação
- camada Enlace
 - garante a sincronização, o controle de acesso ao meio e o controle de erro entre duas entidades
- camada de Rede
 - provê o roteamento de pacotes da fonte ao destino passando por diversas redes físicas

Camada Física: Modulação



- preparo do sinal para a transmissão em ondas de rádio
- espalhamento no espectro de frequência (*spread spectrum*)
 - espalha a potência do sinal numa larga faixa de frequências
 - desperdiça banda mas ganha no desempenho sinal-ruído
 - outras transmissões ou ruídos são na sua maioria de banda estreita
 - interferem somente numa pequena faixa do sinal
 - dois métodos
 - Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
 - Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

Redes Locais Sem-Fio (WLANs)



- controle de acesso ao meio
 - múltiplos equipamentos compartilhem um meio de transmissão comum;
 - grupo de nós sem-fio compartilhem o mesmo espaço e a mesma frequência de transmissão;
- controle de erro
 - cada estação checa se houve alteração dos bits nos dados recebidos, neste caso pede a sua retransmissão.

Tecnologias de transmissão: infra-vermelho



- vantagens:
 - mais simples e barato;
 - não necessita licença para operação;
 - não sofre interferência de dispositivos elétricos.
- desvantagens:
 - baixa banda passante;
 - necessita conexão direta
 - não penetra paredes ou obstáculos.

Tecnologias de transmissão: rádio



- usado na maioria das redes
- GSM (900, 1800 e 1900 MHz), IEEE 802.11 e Bluetooth (2.4 GHz)
- vantagens:
 - cobri grandes áreas e penetrar obstáculos
 - maiores taxas de transmissão (p.ex. 10 Mbps)
- desvantagens:
 - sofre e provoca interferências
 - poucas faixas de frequência são livres de licença e aquelas disponíveis não são as mesmas em todo o mundo

Controle de Acesso ao Meio



- mecanismos que regulam o acesso do usuário ao meio de transmissão com propriedade de difusão (*broadcast*)
 - msgs enviadas por uma estação podem ser "ouvidas" por todas as demais dentro da sua área de cobertura
 - estações transmitindo ao mesmo tempo provoca colisões
- métricas de desempenho: *goodput*, retardo médio, estabilidade e justiça
- normalmente realizado em duas etapas
 - primeiramente, isola-se o tráfego entre as estações
 - por exemplo, no domínio do tempo (TDMA), da frequência (FDMA) ou do código (CDMA)
 - em seguida, aloca-se recursos às estações individualmente

Características do acesso em redes sem fio



- enlaces com propriedade de difusão
 - interferência entre dois ou mais sinais
- alcance limitado da transmissão
 - a potência do sinal decresce proporcionalmente com o quadrado da distância
- uma colisão no transmissor não significa que ela ocorreu também no receptor
- dependente da localização
 - emissores mais próximos do receptor encobrem o sinal dos demais emissores
 - exige controle de potência

Padrões 802



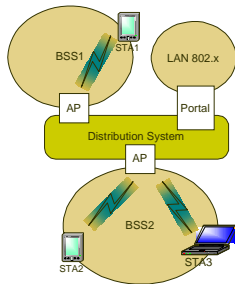
IEEE 802.2 Logical Link Control (LLC)					OSI Layer 2 (Data Link)
IEEE 802.3 Carrier Sense	IEEE 802.4 Token Bus	IEEE 802.5 Token Ring	IEEE 802.11 Wireless	MAC	
				PHY	OSI Layer 1 (Physical)

IEEE 802.11



- pertence ao grupo de LANs 802.x, tais como Ethernet, Token Ring, etc.
- define a camada MAC (acesso ao meio) e física
 - diferentes camadas físicas
 - infra-vermelho e rádio (espalhamento de espectro)
- oferece a mesma interface para as camadas superiores
 - entre um cliente sem-fio e um ponto de acesso
 - entre clientes sem-fio

Arquitetura de uma rede IEEE 802.11



BSS - BasicService Set
STA - Station
ESS - Extended Service Set

Outras Redes Sem Fio

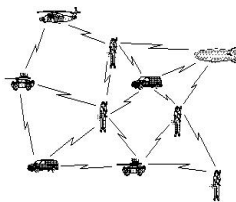


- ATM Sem Fio;
- Telefonia Celular;
- Redes Ad Hoc.

Redes móveis ad hoc



- São redes, onde os dispositivos computacionais trocam informações diretamente entre si.
- IETF criou grupo de trabalho em MANET (*Mobile Ad-hoc NETWORK*) [1, 2, 3].



Indicadas para situações onde não se pode, ou não faz sentido, instalar uma rede fixa.

Vantagens

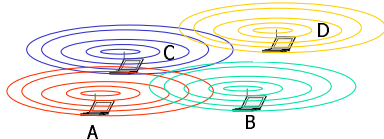


- Rápida instalação
 - Excelente para cenários de desastre, campos de batalha ou conferências onde não existe uma estrutura prévia ou esta não está disponível
- Tolerância a falhas
 - Vários caminhos podem ser criados

Vantagens



- Conectividade
 - Os nós dentro da área de alcance podem trocar informações diretamente



Desvantagens e dificuldades



- Localização
 - Encontrar o nó móvel
- Movimentação dos nós
 - Nós não necessariamente seguem algum padrão de movimentação
- Desligamento sem aviso dos nós
 - O nó pode passar por períodos sem contato com a rede, ou mesmo desligados, e reaparecer em algum lugar imprevisto

Desvantagens e dificuldades



- Qualidade do canal
 - Canal sujeito a variações na qualidade
- Baixa banda passante
- Consumo de energia
 - Tráfego de mensagens que não dizem respeito diretamente ao nó
- Nós de capacidades e características diferentes

Motivação



- Algoritmos de roteamento eficientes e com QoS
- É ainda uma problema em aberto
- PDAs tendem a ser a nova grande forma de acesso à rede
- Problemas como a interconexão de *wearable computers* e de robôs cooperativos

Aplicações



- Fins militares
- Cenários de catástrofes
 - Furacões
 - Terremotos
 - Enchentes
- Busca e salvamento
- Conferências
- Controle de tráfego
- Qualquer outro cenário de troca de informações direta entre nós móveis que possa ser imaginado

Diferentes pontos de vista



- Comunidade Militar
 - Redes pequenas
 - Mensagens pequenas, normalmente de controle
 - Principal problema é encontrar os nós de forma eficiente e no menor espaço de tempo possível
 - Não tem muita preocupação com a eficiência da rede ou com economia de energia

Diferentes pontos de vista



- Comunidade Internet
 - Redes grandes
 - Mensagens grandes
 - Grande fluxo
 - Atraso não é um grande problema
 - Principais pontos: eficiência e economia de energia
 - Capacidade da implementação de múltiplos caminhos (*Multipath*)

Sumário - O problema de Roteamento



- O problema de Roteamento
 - Requisitos para Algoritmos de Roteamento
 - Problemas que Devem ser Considerados
 - Qualidades Desejáveis
 - Análise dos Algoritmos de Roteamento

O problema de Roteamento



- Segundo Tanenbaum : *"O algoritmo de roteamento é a parte da camada de rede responsável pela decisão sobre a linha de saída que o pacote recebido deve ser transmitido."*
- Segundo Gomes Soares: *"Roteamento é a escolha do caminho fim a fim do nó de origem até o nó de destino, pro onde uma mensagem deve transitar."*

Requisitos para Algoritmos de Roteamento



- Funcionamento correto
- Simplicidade
- Robustez
- Imparcialidade
- Estabilidade

Requisitos para Algoritmos de Roteamento



- Rápida convergência para a rota ótima
- Flexibilidade
- Aceitação de parâmetros de QoS (*Quality of Service*)
- Independência da tecnologia de rede

Requisitos



- **Funcionamento correto**
 - Requisito mais genérico de todos
 - Consiste em escolher a melhor rota, de acordo com a métrica, ou métricas, adotadas
- **Simplicidade**
 - Menor carga de processamento possível

Requisitos



- **Robustez**
 - Funcionar, de forma correta, por tempo indeterminado
 - Ser capaz de se adaptar a :
 - mudanças de meio físico
 - falhas de equipamentos
 - topologia diferentes
 - diferentes cargas de tráfego

Requisitos



- **Imparcialidade**
 - De acordo com a política adotada
- **Estabilidade**
 - Comportamento independente de fatores externos
- **Rápida convergência para a rota ótima**
 - Convergência é o tempo que um algoritmo demora para descobrir o estado real da rede. Este tempo deve sempre ser o menor possível

Requisitos



- **Flexibilidade**
 - Diz respeito à facilidade, velocidade e precisão com que os algoritmos de roteamento se adaptam às diferentes alterações no estado da rede
- **Aceitação de parâmetros de QoS (*Quality of Service*)**
 - Estabelecer parâmetros de qualidade para a transmissão de pacotes

Requisitos



- **Independência da tecnologia de rede**
 - Operar de forma independente do tipo de rede ou tecnologia do nível físico utilizadas

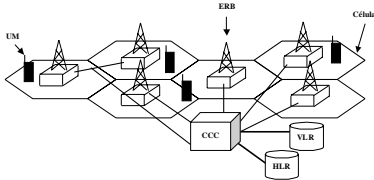
Considerações importantes



- **Inexistência de uma entidade central**
 - Não existe uma entidade central que conhece o estado real da rede
- **Possibilidade de rápidas mudanças topológicas**
 - É difícil manter o caminho ótimo para todos os nós da rede
- **Todas as comunicações devem ocorrer através do meio sem fio**
 - Podem haver perdas de pacotes com informações de roteamento

Redes de Celular

Arquitetura das Redes de Celular



Conclusão



- Ainda existem muitos problemas para serem resolvidos em Redes Sem Fio e Redes Móveis, principalmente em:
 - Camada física (antenas, modulação, codificação),
 - Protocolos de acesso ao meio
 - mobilidade (segurança, QoS, handoff ininterrupto);
- Pesquisas em outros componentes das Redes Móveis, estão sendo feitas de forma integrada com o tipo de mobilidade escolhido.
- Integração de ambientes sem fio/móvel com a Internet...

Referências



1. J. H. Schiller, *Mobile Communications*, Addison-Wesley, 2000.
2. S. Ramanathan, M. Steenstrup, *A Survey of Routing Techniques for Mobile Communications Networks*, Advanced Networking Department, Systems and Technologies Division, BBN Corporation, Cambridge, 1996.
3. A. S. Tanenbaum. *Computer Networks*. Prentice Hall PTR, third edition, 1996.
4. L. F. Soares et al, *Redes de Computadores*. Ed. Campus, 2ª edição, 1995.
