

Redes Mesh

LOADng & B.A.T.M.A.N.

Agenda

- Aplicações
- Limitações de hardware
- Protocolos reativos e proativos
- Tratamento de falhas
- Cenários de roteamento
- LOADng
- B.A.T.M.A.N.

Cenários e aplicações

- Redes de sensores sem fio
 - Pouca memória
 - Pouco processamento
 - Alimentado por bateria
 - Muitos nós
 - Geograficamente distribuído
 - Comunicação por rádio
 - Baixa confiabilidade
 - Pouca banda
 - Pacotes pequenos
 - Potencialmente assimétrico

Cenários e aplicações

- Rede de computadores
 - Muita memória
 - Muito processamento
 - Alimentado pela rede elétrica
 - Poucos nós
 - Pouca distância entre os nós
 - Comunicação por rádio
 - Wi-Fi
 - Média confiabilidade
 - Banda larga
 - Comunicação por cabo
 - Alta confiabilidade
 - Banda larga

Cenários e aplicações

- Internet of Things
 - Pequenos sensores e atuadores
 - Rede de sensores sem fio com poucos nós
 - Alimentado pela rede elétrica
 - Single board computers
 - Próximo do cenário de rede de computadores
 - Interoperabilidade
 - Comunicação entre sensores e computadores

Limitações

- IEEE 802.15.4
 - Frame de 127 bytes
 - 250 kb/s
- IEEE 802.11n
 - Frame > 2304 bytes
 - 288.8 mb/s
- IEEE 802.15.1 (bluetooth low energy)
 - Frame 267 bytes
 - 2 mb/s
- MSP430
 - 16bits
 - 16MHz
 - 128B RAM
 - 2kB ROM
- ATMega168
 - 8bits
 - 20MHz
 - 1kB RAM
 - 16kB ROM
- ATSAM20D20
 - 32bits
 - 48MHz
 - 16kB RAM
 - 128kB ROM

Protocolos Reativos vs Proativos

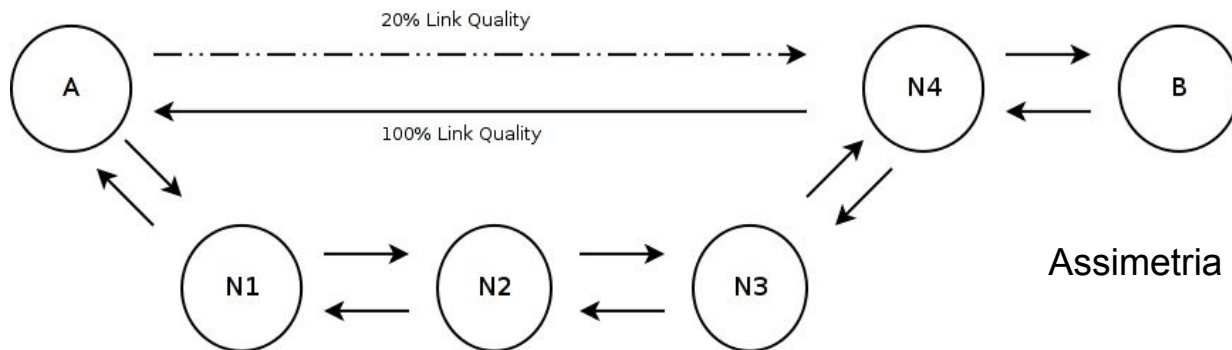
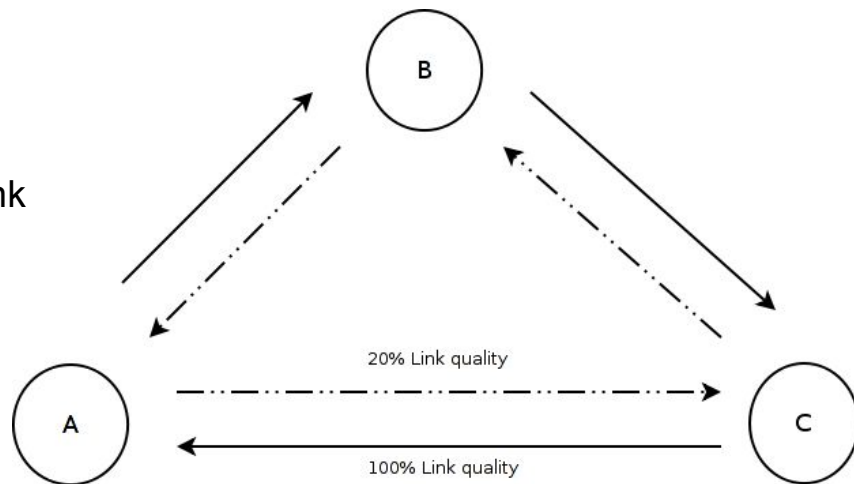
- Reativos
 - Descobre a rota só quando precisa enviar
 - Menor uso de memória
 - Maior latência
 - Maior variância na latência
- Proativos
 - Envio periódico de mensagens de controle
 - Rotas pré-calculadas em todos os nós

Falha no roteamento

- Descartar os dados
 - Implica em reenvio
 - Mais tráfego na rede
 - Maior consumo de energia
- Colocar em buffer
 - Maior uso de memória
 - Sem garantia de restauração da rota
 - Potencial sobrecarga de um nó

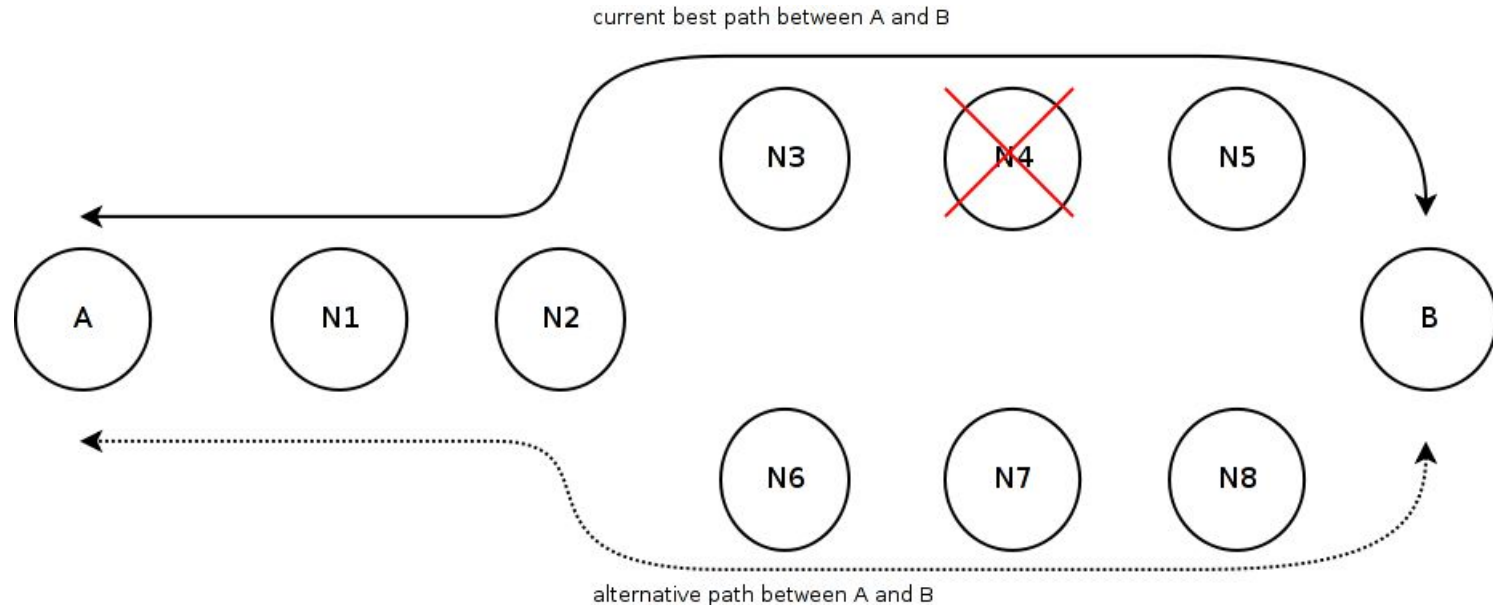
Assimetria

Assimetria de link

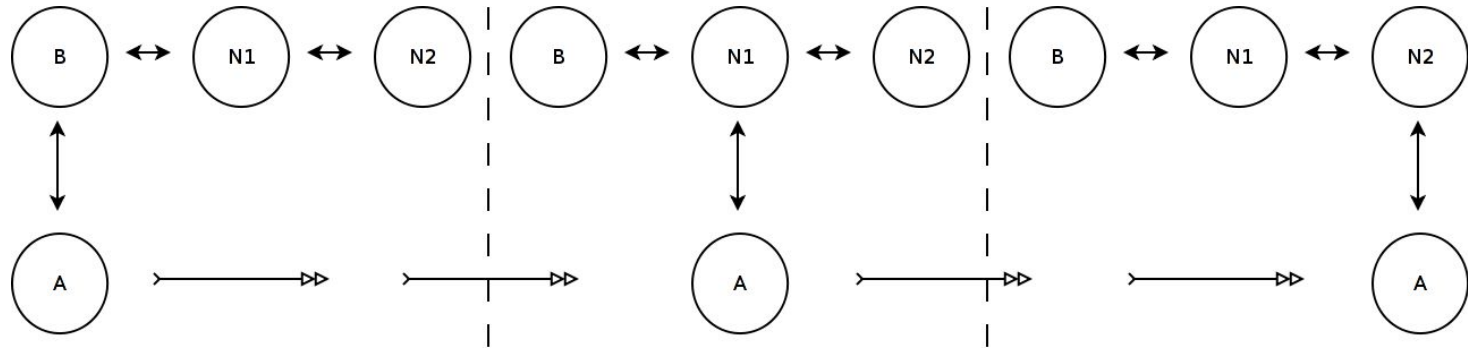


Assimetria de caminho

Convergência



Mobilidade



LOADng

Lightweight On-demand Ad hoc Distance vector
routing protocol, Next Generation

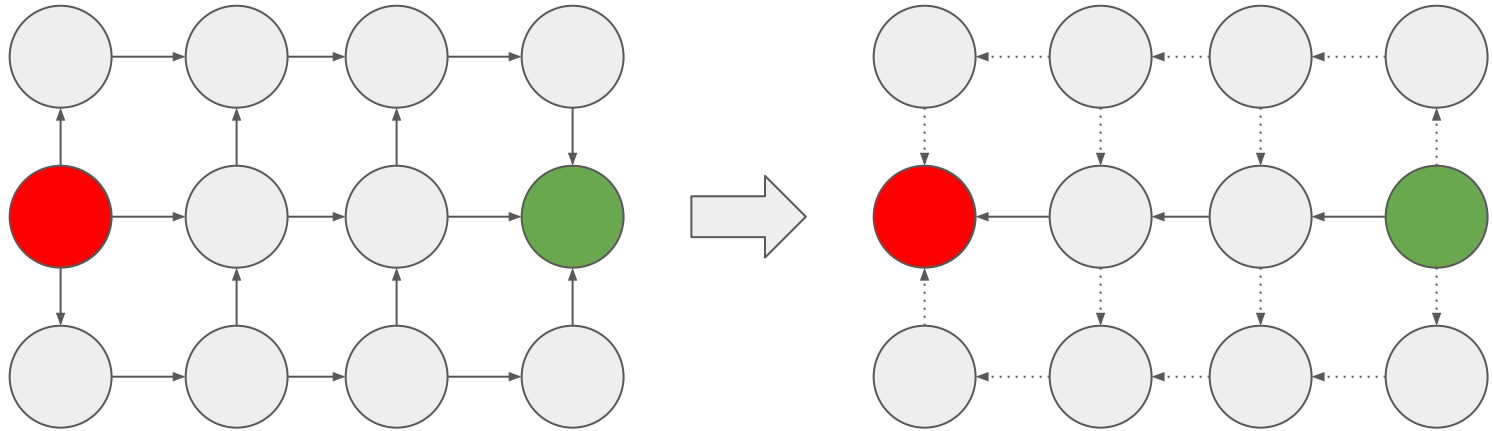
LOADng

- Reativo
 - Geração de rotas sob demanda
- Extensível
 - Mantendo interoperabilidade
 - Blocos Type-Length-Value
- Endereçamento flexível
 - Endereços de 1 à 16 octetos
- Nem todo nó é um roteador

Descoberta de rota

- Nó envia mensagem RREQ (broadcast)
- Cada roteador no caminho
 - Atualiza as métricas na mensagem
 - Guarda rota para o remetente da mensagem
 - Encaminha a mensagem para os vizinhos
- Destinatário envia mensagem RREP (unicast)

Descoberta de rota



Manutenção da rota

- Roteador falhou em encaminhar uma mensagem
- Roteador envia mensagem RERR para o remetente (unicast)
- Remetente inicia o processo de descoberta de rota

Métricas da rota

- Roteadores, ao receber um RREQ ou RREP
 - Atualizam custo do caminho até o remetente
 - Na sua tabela de rotas
 - No campo *metric* na mensagem
 - E, opcionalmente, *metric-type*

B.A.T.M.A.N.

better approach to mobile ad-hoc networking

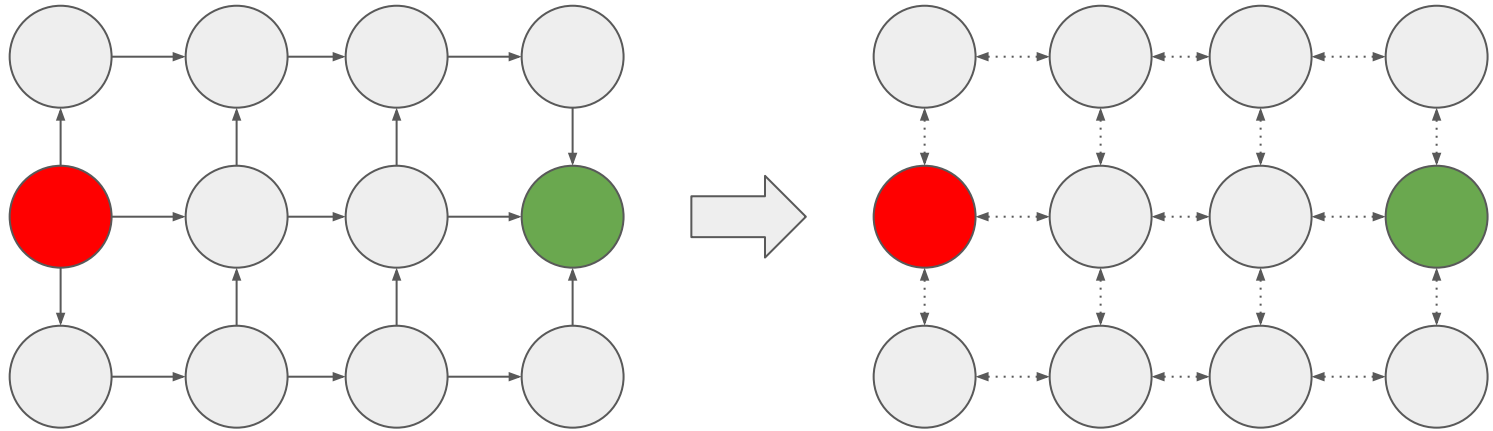
B.A.T.M.A.N.

- Proativo
 - Envio periódico de mensagens de controle
- Extensível
 - Mantendo interoperabilidade
 - Blocos Type-Version-Length-Value
- Utiliza endereços MAC
- VLANs
- Nós mantém o próximo hop em cada rota
- Limita a quantidade de mensagens de topologia
 - Reduz overhead
- Pode ser implementado sobre UDP ou ethernet
- Otimiza o uso de múltiplas interfaces de rede

Descoberta de rota

- Cada nó envia uma mensagem OGM para sinalizar sua existência (broadcast)
- Cada vizinho
 - Atualiza a sua tabela de rotas
 - Retransmite o OGM
- OGMs transmitidos por rotas melhores tendem a chegar antes
- Suporte especial para clientes que não são nós
 - Mensagens para sinalizar mudança do nó proxy

Descoberta de rota



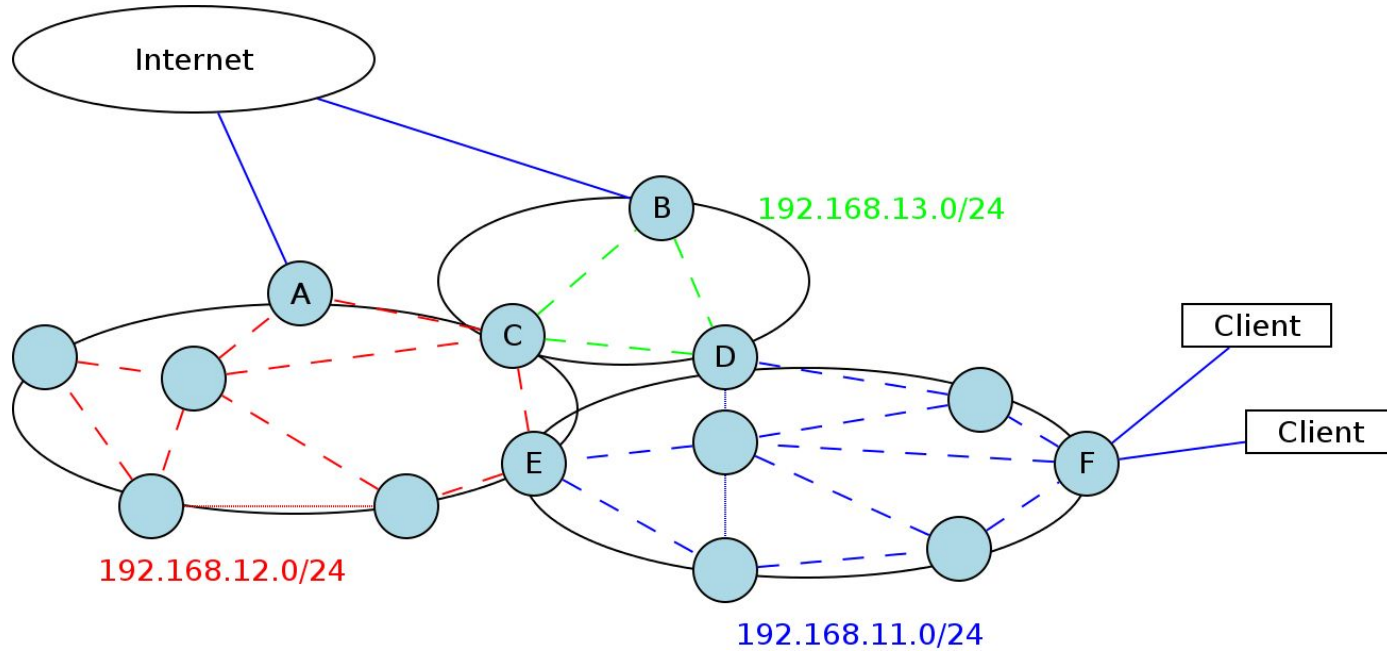
Métricas da rota

- Vizinho que encaminhou o OGM é considerado a rota para o remetente
- Penalidade aplicada para re-transmitir na mesma interface
 - Aumenta as chances de poder enviar e receber ao mesmo tempo

Manutenção da rota

- Ao entrar na rede, um nó gera um OGM
- OGMs periódicos
 - Permitem detectar
 - Mudanças na topologia
 - Conectividade
 - Entrada e Saída de nós
 - Qualidade da rota
 - Atualizam as tabelas de rotas em todos os nós

IP sobre mesh



Referências

- [T. Clausen, J. Yi, U. Herberg. Lightweight On-demand Ad hoc Distance-vector Routing - Next Generation \(LOADng\): Protocol, extension, and applicability](#)
- <https://www.thomasclausen.net/en/loadng-the-lightweight-on-demand-ad-hoc-distance-vector-routing-protocol-next-generation>
- [J. Yi, T. Clausen. Collection Tree Extension of LOADng Protocol for Low-power and Lossy Networks](#)
- <https://www.open-mesh.org>
- <https://witestlab.poly.edu/blog/batman>
- [Bluetooth Core Specification v5.1](#)