

Redes de Computadores

Controle de acesso ao meio
(*Medium Access Control* - MAC)

Aula 10

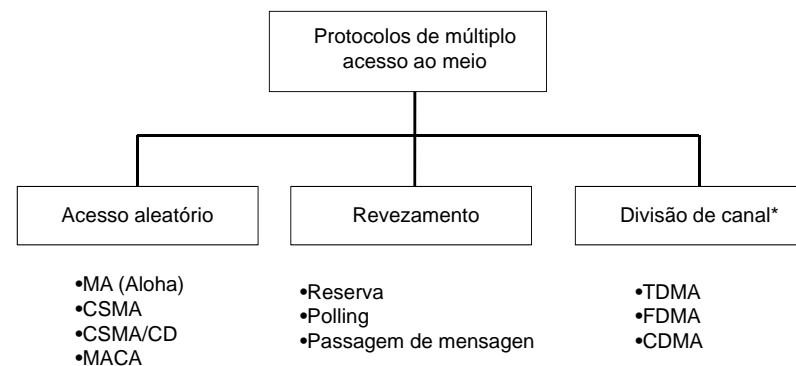
Introdução

- ❑ Enlaces podem ser divididos em duas grandes categorias:
 - ♦ Enlace ponto à ponto
 - ♦ Enlace de difusão (*broadcast*)
- ❑ Em enlaces *broadcast*, se dois ou mais nós transmitem simultaneamente ocorre uma colisão
 - ♦ Colisão significa perda de dados (embaralhamento)
 - ♦ Detecção da colisão é um procedimento analógico
 - ♦ Uma estação escuta a própria transmissão, se o sinal recebido for diferente do transmitido é porque está havendo uma colisão
- ❑ Principal questão:
 - ♦ Em enlaces *broadcast* quem acessa o meio de transmissão quando existe competição entre n estações para utilizá-lo? O que fazer na ocorrência de colisões?

Protocolos de controle de acesso ao meio

- ❑ Determina quem obtém acesso ao meio e como as estações compartilham o meio de transmissão
 - ♦ Particularmente importante em redes locais (LAN) baseadas em enlaces *broadcast*, pois redes WAN são normalmente ponto-a-ponto
- ❑ Três categorias de protocolos:
 - ♦ divisão de canal
 - ♦ acesso aleatório (randômico, não sequencial, não determinístico)
 - ♦ revezamento (sequencial, determinístico)

Protocolos de controle de acesso ao meio

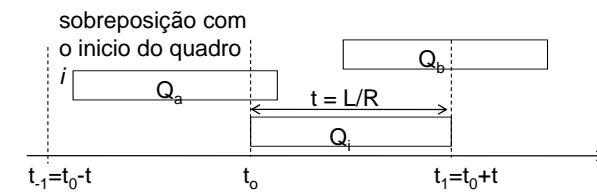


Aloha

- ❑ Rede de comunicação baseada em rádio frequência criada na Universidade de Honolulu
 - ♦ Uma estação cliente envia mensagem para uma estação base. A estação base retransmite para todas as estações (inclui a estação origem)
 - ♦ Dois canais : *upload* (origem→base) e *download* (base→estações)
- ❑ Princípio básico:
 - ♦ Uma estação transmite sempre que tiver dados disponíveis para enviar
 - ♦ Quadros podem sofrer colisões
 - ♦ Detecção é pela falta de retorno do quadro no canal de download
 - ♦ Espera por um período aleatório e retransmite

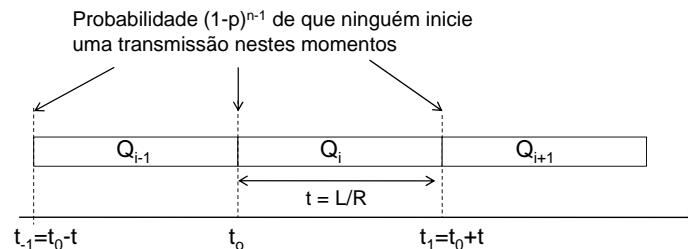
Eficiência do protocolo Aloha

- ❑ Não há colisão se não for enviado outro quadro durante o tempo de envio de um quadro i
 - ♦ p é a probabilidade que uma estação inicie a transmissão
 - ♦ Chance de uma transmissão ser bem sucedida é $p(1-p)^{2(n-1)}$
 - ♦ Possível mostrar que a eficiência máxima da rede inteira, para $n \rightarrow \infty$, é $1/(2e)$, ou seja, ≈ 0.185



Uma melhoria: *Slotted Aloha*

- ❑ Alteração para permitir o envio de quadros apenas no início do intervalo de um quadro
 - ♦ Chance da transmissão ser bem sucedida é $p(1-p)^{(n-1)}$
 - ♦ Possível mostrar que a eficiência máxima da rede inteira, para $n \rightarrow \infty$, é $1/e$, ou seja, ≈ 0.37



Carrier Sense Multiple Access Protocols (CSMA)

- ❑ No Aloha a decisão de cada estação transmitir é independente
 - ♦ Melhoria: uma estação 'escutar' o meio para verificar se uma transmissão está em curso antes de iniciar a sua
- ❑ Protocolos com detecção de portadora
- ❑ Duas estratégias básicas
 - ♦ Persistente
 - ♦ Não persistente

CSMA Persistente e não persistente

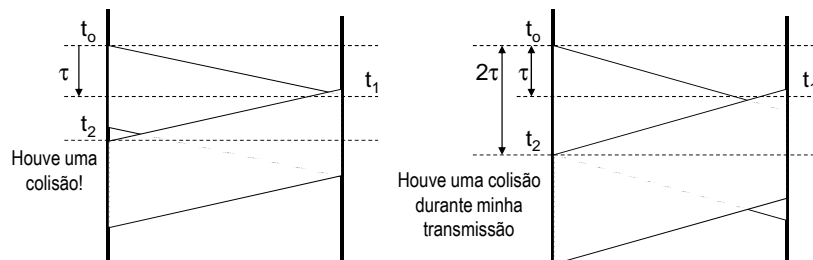
- ❑ Estratégia básica 1-persistente
 - ♦ Com canal livre, transmite, senão espera até ficar livre e transmite
 - ♦ Se colisão: espera intervalo de tempo aleatório e refaz o procedimento acima
- ❑ Estratégia p -persistente
 - ♦ Canal é dividido em *slots* temporais
 - ♦ Com canal livre, transmite com probabilidade p . Se ocupado OU tiver declinado de transmitir ($1-p$) espera o próximo *slot* e repete procedimento.
 - ♦ Se colisão: repete o procedimento acima
- ❑ Estratégia básica não persistente
 - ♦ Se o canal estiver livre, transmite, senão espera um período de tempo aleatório e repete o procedimento
 - ♦ Se colisão: repete o procedimento acima

CSMA with Collision Detection (CSMA/CD)

- ❑ Dois problemas com CSMA
 - ♦ CSMA só elimina as colisões se as estações escutarem uma transmissão em curso
 - ♦ Tempo de propagação: uma transmissão ainda não chegou
 - ♦ Redes sem fio: não se escuta transmissões fora do alcance da antena
 - ♦ Ocorrendo uma colisão, os dados transmitidos precisarão ser reenviados
 - ♦ Desperdício temporal de L/R (independente de onde houve a colisão, o quadro é transmitido e precisa ser retransmitido)
- ❑ Detecção de colisão (CSMA/CD)
 - ♦ Abortar a transmissão tão logo tenha sido detectado uma colisão

Funcionamento do CSMA e duração do quadro

- ❑ Tempo mínimo para um nó detectar que houve uma colisão:
 - ♦ 2τ , onde τ é o tempo de propagação da linha
 - ♦ Só após 2τ o nó pode ter certeza que alocou o canal corretamente, ou seja, o nó deve ainda estar em modo transmissão para detectar a colisão (se houver)
 - ♦ Tamanho mínimo do quadro deve corresponder a uma duração de 2τ

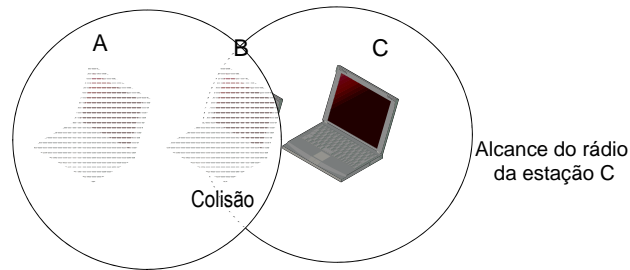


Conceitos de diâmetro da rede e domínio de colisão

- ❑ Diâmetro da rede:
 - ♦ Distância máxima entre as estações mais distantes de forma que o CSMA continue a funcionar adequadamente
- ❑ Domínio de colisão:
 - ♦ Segmento de rede física em que duas ou mais estações podem provocar uma colisão se transmitirem simultaneamente.
- ❑ Exemplo: IEEE 802.3 (versão original – anos 70)
 - ♦ Cabo coaxial e 10 Mbps
 - ♦ Regra 5-4-3: 5 segmentos, interligados por 4 repetidores, sendo que apenas 3 segmentos podem conter estações
 - ♦ 1024 estações
 - ♦ Condições necessárias para garantir que o atraso de propagação seja no mínimo de 25.6 us, ou 51.2 us, ida e volta
 - ♦ Tempo de bit = 0.1 us, implica em quadros de no mínimo 512 bits (64 bytes)

Multiple Access with Collision Avoidance (MACA)

- ❑ CSMA “puro” não é adequado para situações onde as estações não tem como “escutar” todo o meio
 - ♦ Redes locais sem fio (*wireless*)
 - ♦ “Escuta o meio” apenas nas imediações da estação, não no conjunto
 - ♦ Problema da “estação oculta”

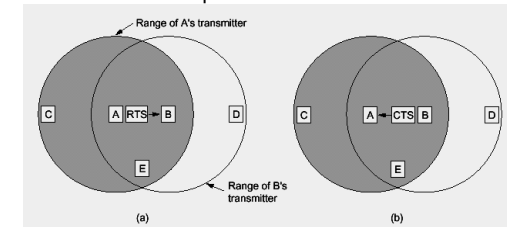


Redes de Computadores

13

Funcionamento do MACA

- ❑ Idéia é forçar o receptor a transmitir um quadro
 - ♦ Evita transmissões de estações próximas ao receptor
- ❑ Emprego de quadros especiais: *Request to Send* (RTS) e *Clear to Send* (CTS)
 - ♦ Transmissor envia um RTS ao receptor e espera CTS
 - ♦ Se canal estiver livre, receptor envia o CTS
 - ♦ Ausência do CTS faz com que o transmissor reenvie RTS



Redes de Computadores

14

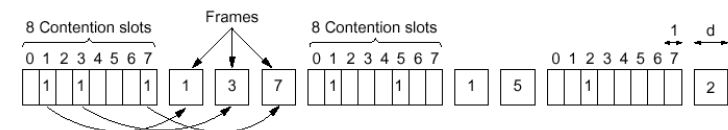
Protocolos de acesso controlado (determinístico)

- ❑ Protocolo de reserva
- ❑ *Polling*
- ❑ Passagem de mensagem (*token*)

Como ausência de disputa significa ausência de colisão são denominados de protocolos livres de colisão.

Protocolo de reserva

- ❑ O tempo de transmissão é dividido em intervalos
 - ♦ Em cada intervalo é enviado um quadro de reserva antecedendo o de dados
 - ♦ Está sempre presente
 - ♦ Possui uma largura em bit proporcional ao número de estações
- ❑ Uma estação antes de transmitir necessita reservar um intervalo

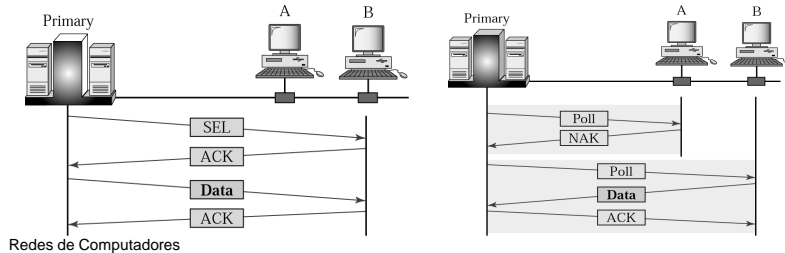


Redes de Computadores

16

Polling

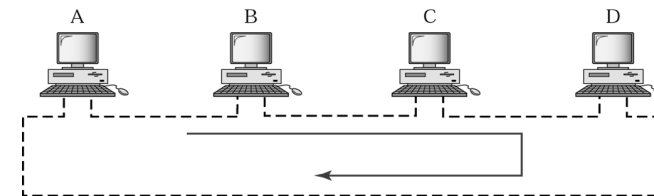
- ❑ Baseado na existência de um mestre (estação primária)
 - ♦ Toda troca de dados deve passar pela estação primária, mesmo quando a comunicação é entre estações secundárias
- ❑ Dois procedimentos:
 - ♦ Selecting: usado sempre que a primária deseja enviar dados a um secundário
 - ♦ Polling: usado para permitir que uma secundária envie dados a primária



17

Passagem de mensagem

- ❑ Baseados em uma autorização para transmitir
- ❑ Autorização é um quadro especial (*token*)
 - ♦ Estação que recebe o *token* tem o direito de acessar ao meio (transmitir)
 - ♦ e.g.: IEEE802.4 (token bus), IEEE802.5 (token ring) e FDDI



Redes de Computadores

18

Leituras complementares

- ❑ Tanenbaum, A. *Redes de Computadores* (4ª edição), Campus, 2003.
 - ♦ Capítulo 4, seções 4.1 e 4.2 (exceto 4.2.4 e 4.2.5)

19