

Camada de Transporte

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Funções da Camada de Transporte

- Responsável pela movimentação de dados, de forma eficiente e confiável, entre processos em execução nos equipamentos conectados a uma rede de computadores, independentemente da rede, ou redes, física. Deve poder regular o fluxo de dados e garantir confiabilidade, assegurando que os dados cheguem a seu destino sem erros e em seqüência

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Funções da Camada de Transporte

- Deve tornar transparente para os usuários, variações da confiabilidade do serviço de rede
- Camada fim-a-fim: entidade da camada de transporte da máquina de origem se comunica diretamente com a camada de transporte da máquina de destino

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Funções da Camada de Transporte

- Transporte de unidades de dados
- Segmentação e blocagem
- Detecção e correção de erros fim a fim
- Sequenciação
- Controle de fluxo de dados nas conexões de transporte
- Multiplexação (combinar várias conexões de transporte em uma mesma de rede para reduzir custos) ou splitting
- Transporte de dados expresso (para sinalização)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

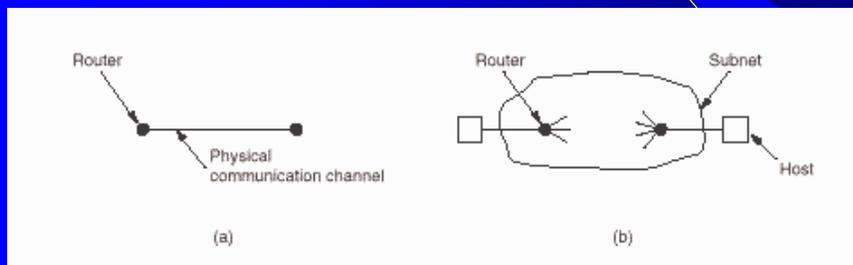
Protocolos da Camada de Transporte

- Similares aos da camada de enlace de dados: visa garantir troca de dados entre origem e destino, tornando transparente o fato de existir redes/sub-redes abaixo
- Oferece serviços
 - **orientados à conexão**
 - **não orientados à conexão**

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Transporte e Enlace de Dados: Similaridade



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Operação orientada à conexão

- Primitivas para estabelecer, manter e liberar conexões de transporte através de pontos de acesso ao serviço de transporte (T-SAP)
- Segundo a norma ISO, para estabelecer uma conexão a camada de transporte obtém uma conexão de rede que atenda da melhor forma possível aos requisitos definidos por seu usuário, levando em consideração custo e qualidade

Primitive	TPDU sent	Meaning
LISTEN	(none)	Block until some process tries to connect
CONNECT	CONNECTION REQ.	Actively attempt to establish a connection
SEND	DATA	Send information
RECEIVE	(none)	Block until a DATA TPDU arrives
DISCONNECT	DISCONNECTION REQ.	This side wants to release the connection

Endereçamento

- T-SAPs são análogos aos SAPs de rede
- resolução de endereços depende da estrutura utilizada nos endereços do T-SAP
 - forma mais simples: endereço hierárquico
 - endereço não hierárquico: exige servidor de nomes ou envio de endereços por difusão (ARP e RARP)

Multiplexação e Divisão

- **Multiplexação:** pode ser motivada devido ao custo (tarifação baseada no tempo em que uma conexão de rede está aberta)
- **Divisão ('splitting'):** conexão de rede oferece banda passante muito baixa que a necessária

Serviços Oferecidos

- Circuito virtual (com conexão)
- Datagrama (sem conexão)
- Camada de rede não oferece serviço totalmente confiável, logo é tarefa da camada de transporte (a primeira fim-a-fim) detectar e compensar pacotes perdidos, dados adulterados, ...

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

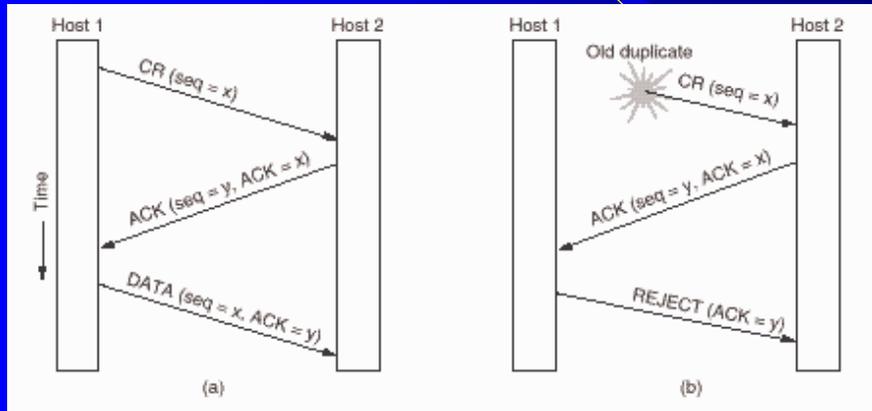
Estabelecimento de Conexões

- Determinação do tempo de vida máximo para um pacote na rede:
 - visa eliminar inconsistências na retransmissões devido à congestionamentos na rede
 - contador de ‘saltos’ (número de nós visitados)
- método de Tomlinsin: a numeração de duas T-PDUs não se repetem dentro de um intervalo T

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

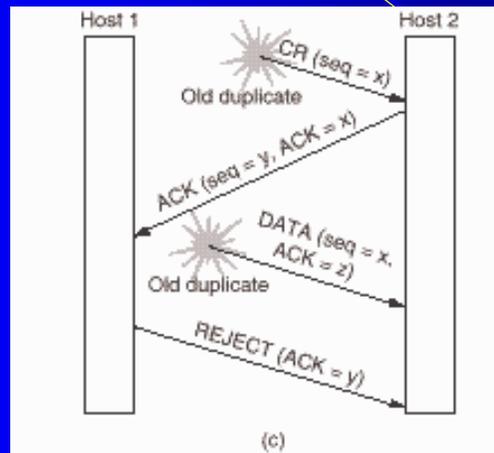
'Three way Handshake'



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

'Three way Handshake'



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

'Three way Handshake'

- E1 pede conexão: PC(a), onde a número inicial da seqüência de seus T-PDUs
- ao receber o pedido E2 o aceita enviando CC(b,a), confirmando a e estabelecendo b como o nro de seqüência de suas T-PDUs
- ao receber a confirmação da conexão T1 envia sua primeira T-PDU confirmando o número de seq. b

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

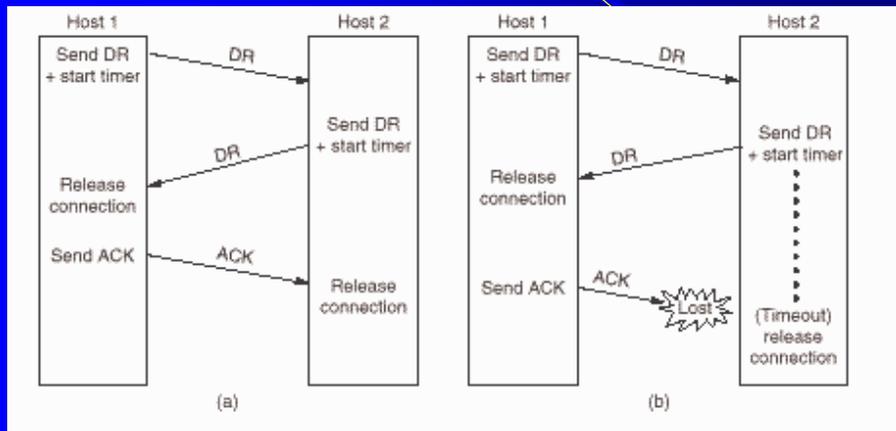
Encerramento de Conexões

- Objetivo: evitar que dados sejam perdidos depois que um dos lados encerrou a sua conexão
- Uma solução:
 - um lado encerra apenas depois de um tempo extra de espera por eventuais mensagens a caminho, outro encerra por time-out
 - problema: ausência de comunicação pode levar ao encerramento da conexão (solução: envio de mensagens periódicas)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

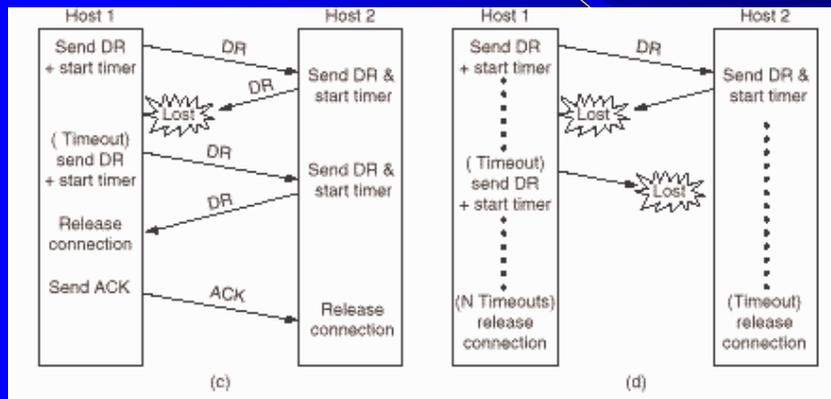
Encerramento de Conexões



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Encerramento de Conexões



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Qualidade de Serviço

- Parâmetros:
 - retardo no estabelecimento/encerramento da conexão
 - probabilidade de falha no estabelecimento/liberação da conexão
 - vazão em cada sentido da conexão
 - retardo de transferência médio e máximo
 - taxa de erro
 - prioridade, probabilidade da queda de conexão

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Controle de Fluxo e de Erro

- Similar ao da camada de rede
- Maior número de conexões a gerenciar

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolos de Transporte da ISO

- Classificação dos serviços de rede:
 - **TipoA:** consideram erro qualquer perda de dados. Nesse tipo de rede a quantidade de pacotes duplicados, perdidos, fora de seqüência ou danificados é desprezível. Serviço orientado à conexão
 - **TipoB:** consideram erro qualquer perda de dados. Erros são mais frequentes, sendo então menos confiáveis que tipo A.

Protocolos de Transporte da ISO

- **TipoC:** redes que não detectam erros quando pacotes são perdidos, duplicados, entregues fora de ordem ou danificados. Fornecem o serviço de datagrama não confiável.

Protocolos de Transporte da ISO

- Norma propõe 5 protocolos:
 - **TP0:** fornece mecanismo para estabelecer e encerrar conexões, utilizando uma conexão de rede para cada conexão de transporte aberta. As funções executadas na fase de transmissão de dados resumem-se a transferência de PDUs, segmentação e remontagem de SDUs quando o tamanho excede o comprimento máximo imposto pela camada de rede. Pressupõe o uso de redes tipo A

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolos de Transporte da ISO

- **TP1:** similar a TP0, porém foi projetado a recuperar erros causados pela reinicialização (reset) de conexões de rede. No TP1 as PDUs são numeradas e armazenadas enquanto a entidade de transporte não receber reconhecimento enviado pela destino. Quando conexão de rede é reiniciada, serviço de transporte sabe ressincronizar e iniciar do ponto que havia parado. Projetado para redes tipo B.

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolos de Transporte da ISO

- **TP2:** concentra o tráfego das conexões de transporte em uma única de rede (para baratear custo). Pode executar funções de controle de fluxo e segmentação/remontagem, não realizando qualquer controle de erro ou recuperação no caso de reinicialização de uma conexão de rede. É apropriado para redes do tipo A.

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolos de Transporte da ISO

- **TP3:** combina as funções do TP1 e TP2 (implementa multiplexação de conexões de rede, controle de fluxo, segmentação e restabelecimento de conexões). Pode ser usado em redes tipo A ou B
- **TP4:** projetado para redes do tipo C. Detecta e recupera pacotes perdidos, duplicados, danificados e entregues fora de seqüência

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolos de Transporte da Internet

- **TCP:** orientado à conexão
- **UDP:** sem conexão, datagrama não confiável. Recebe os pedidos de transmissão de mensagens pelos processos de aplicação da origem e encaminha ao IP para transmissão

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolo TCP (Transmission Control Protocol)

- Projetado para funcionar com base em um serviço de rede sem conexão e sem confirmação
- Interface de processos de aplicação com TCP: chamadas semelhantes a funções de sistemas operacionais

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolo TCP (Transmission Control Protocol)

- TCP é capaz de transmitir uma cadeia de octetos nas duas direções, entre seus usuários
- Normalmente o TCP decide o momento de parar de agrupar os octetos e transmitir o segmento formado. Isto pode ser influenciado pelo usuário com comando 'push'

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolo TCP (Transmission Control Protocol)

- Cada octeto é transmitido associado a um número de seqüência
- Cada octeto transmitido carrega o número de seqüência esperado no sentido inverso
- Segmentos transmitidos são armazenados para eventual retransmissão (caso recepção seja reconhecida, segmento é descartado)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolo TCP (Transmission Control Protocol)

- receptor pode determinar janela de transmissão (baseada na janela de recepção do receptor)
- TCP receptor usa numeração para ordenar os quadros recebidos
- TCP utiliza o conceito de porta. Processos de aplicação sendo atendidos possuem porta associadas

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolo TCP (Transmission Control Protocol)

- Para identificação unívoca um endereço TCP: **porta + IP = socket**
- associação de portas a processos pode ser dinâmica, porém processos servidores que são muito usados (ftp, telnet) possuem portas fixas.
- Conexão é identificada pelo par de sockets de suas extremidades

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Protocolo TCP (Transmission Control Protocol)

- TCP assume que opera como módulo do sistema operacional e assume que interface com rede é controlada por device driver
- Interface oferecida baseia-se em funções (open, close, send, receive, ...)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Socket

Primitive	Meaning
SOCKET	Create a new communication end point
BIND	Attach a local address to a socket
LISTEN	Announce willingness to accept connections; give queue size
ACCEPT	Block the caller until a connection attempt arrives
CONNECT	Actively attempt to establish a connection
SEND	Send some data over the connection
RECEIVE	Receive some data from the connection
CLOSE	Release the connection

Fig. 6-6. The socket primitives for TCP.

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

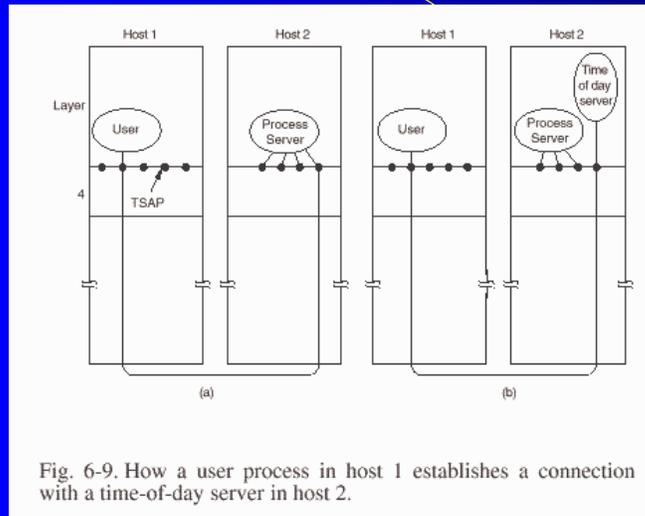
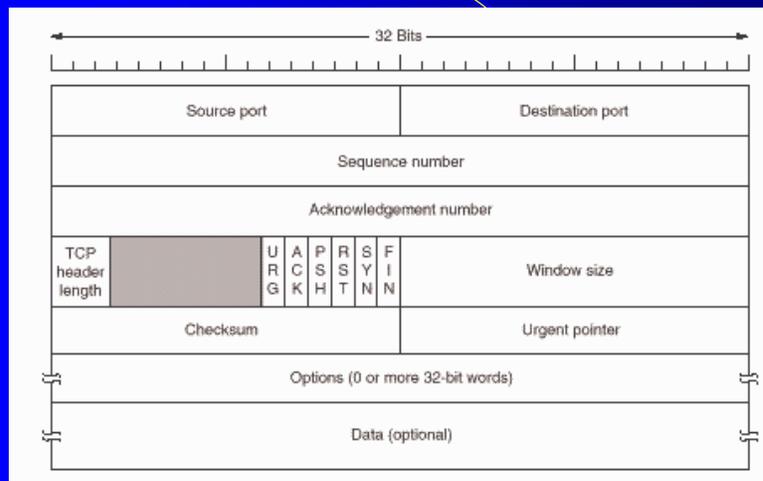


Fig. 6-9. How a user process in host 1 establishes a connection with a time-of-day server in host 2.

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Quadro TCP



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Quadro TCP

- Número de seqüência e confirmação de 'piggyback': numerar quadros e confirmar recebimento
- tamanho do cabeçalho: indica o número de palavras de 32 bits contidas no cabeçalho
- URG: ponteiro urgente
- SYN: conexões
 - pedido: SYN=1 e ACK= 0
 - resposta: SYN=1 e ACK=1

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Quadro TCP

- FIN: liberação conexão
- RST: reiniciar conexão
- EOM: fim de mensagem
- Soma de verificação
- Tamanho da janela: TCP usa janela deslizante
- Opções: informar tamanho dos buffers

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR