

Nível de Rede

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Funções do nível de rede

- Multiplexação
- Endereçamento
- Mapeamento entre endereços de rede e de enlace
- Roteamento
- Estabeleciment/Liberação conexões de rede
- Controle de Congestionamento

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Funções do nível de rede

- Deve oferecer ao nível de transporte independência quanto a considerações de chaveamento e roteamento associados às conexões de rede (mesmo nos casos em que mensagens passam por várias sub-redes)

Funções do nível de rede

- Em sub-redes geograficamente distribuídas, por ser oferecido à camada de transporte que roda nas DTEs de origem e destino, serviço de rede é entre DTEs (apesar do protocolo de rede ser executado tanto em DTEs, quanto em DCEs e DSEs), ao contrário do de enlace que é entre DTE-DCE, DCE-DCE, DCE-DSE, DSE-DSE

Organização Interna do Nível de Rede OSI

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Organização Interna do Nível de Rede OSI

- **Subcamada de acesso à sub-rede:** dependente da tecnologia da sub-rede específica. Funções:
 - transferência de dados
 - estabelecimento, manutenção e liberação de conexões
 - roteamento e retransmissão de informações
 - protocolos podem variar muito de uma sub-rede para outra (*SNACp: Subnetwork Access Protocol*)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Organização Interna do Nível de Rede OSI

- **Subcamada dependente da sub-rede:** visa harmonizar sub-redes que oferecem serviços diferentes
 - ex: endereçamento por estação vs . endereçamento por SAPs, serviços com e sem conexão
- *Subnetwork Dependent Convergence Protocol (SNDCP)*

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Organização Interna do Nível de Rede OSI

- **Subcamada independente da sub-rede:** responsável pelo fornecimento do serviço de rede OSI entre dois sistemas finais.
- *Subnetwork Independent Convergence Protocol: SNICP* somente é utilizado se sistemas finais estão em sub-redes distintas

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Endereçamento

- SAPs de rede devem ser independente dos demais níveis de protocolo
- **Endereçamento Hierárquico**
 - endereço é constituído hierarquicamente, nro rede/nro estação/ nro porta
 - ex: IP, X.121 (ITU-T)
- **Endereçamento Horizontal**
 - endereços não tem relação com lugar onde entidades estão na rede

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Endereçamento

- Endereços hierárquicos facilitam roteamento
- Endereços horizontais permitem mobilidade das estações sem necessidade de renumeração

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Resolução de endereços

- Mapeamento do endereço SAP de rede em um endereço de sub-rede (ou endereço de enlace caso a rede não possua subcamada de acesso à sub-rede) é tarefa do nível de rede
- Duas abordagens:
 - mapeamento direto
 - vinculação dinâmica

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Resolução de endereços

- **Mapeamento Direto**
 - Estação sabe como computar o endereço de sub-rede através de uma função ou de uma tabela de conversão que mapeia o endereço inter-redes em endereço sub-rede
- **Vinculação Dinâmica**
 - uso de um protocolo de resolução
 - ex: envio de mensagens a toda inter-rede, solicitando o endereço de sub-rede correspondente ao SAP de rede do destino
 - devido ao ‘custo’, manutenção de uma cache

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Roteamento

- Ligações entre redes é feita por estações especiais denominadas de *gateways*

Roteamento

- Roteamento deve ser resolvido tanto a nível dos gateways quanto das estações
- Em caso de mensagem inter-redes, estação deverá escolher o melhor gateway para o qual a mensagem deverá ser enviada
- Implementação do roteamento => exige estrutura de dados que informe os possíveis caminhos e seus custos (a fim de que se possa escolher o melhor)

Roteamento

- **Encaminhamento por rota fixa:** uma vez definida a tabela de roteamento, não é mais alterada -> simples, porém ineficiente em caso de variações no tráfego
- **Encaminhamento adaptativo:** rota é escolhida de acordo com a carga da rede

Encaminhamento Adaptativo: Atualização das tabelas

- **Modo isolado:** atualização baseada nas filas de mensagens e outras informações locais
- **Modo distribuído:** cada nó envia periodicamente mensagens aos outros nós, incluindo os gateways, informações locais sobre a carga na rede
- **Modo centralizado:** ponto central da rede armazena informações sobre carga

Roteamento Centralizado

- Centro de Controle de Roteamento (CCR)
- Vantagens:
 - CCR pode tomar decisões precisas sobre o caminho ótimo, pois tem informações sobre toda a rede
- Problemas:
 - tabelas longas requerem processamento elevado em variação no tráfego
 - CCR recebe tráfego elevado
 - confiabilidade
 - distribuição das tabelas de roteamento

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Roteamento Isolado

- Algoritmo de Baran: ao receber um pacote, estação tenta se livrar dele imediatamente pelo enlace que possui a fila mais curta
- Melhoria: combinação com encaminhamento por rota fixa (caso rota pré-estabelecida tenha fila longa, outras rotas são selecionadas)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Roteamento Isolado

- Cada pacote deve incluir endereço origem e “número de saltos” (estações por onde passou). Estações intermediárias podem usar informação para atualização de suas tabelas (distância até o nó de origem). Após um certo tempo, cada nó possuirá caminho mais curto para qualquer outro nó.
- Tabelas devem ser reiniciadas periodicamente, pois alguns caminhos podem tornar-se sobrecarregados

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Roteamento Distribuído

- Um Algoritmo de Descoberta do caminho mais curto de A para B:
 - A envia msg por difusão (para todos seus enlaces), com um campo contendo endereço de B e outro contendo caminho (inicialmente com seu endereço)
 - cada nó intermediário verifica se está no caminho e, em caso negativo, insere seu nome e envia a todos enlaces
 - B irá receber vários pacotes, o primeiro contém o caminho mais curto (que será enviado a A em resposta)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Roteamento Hierárquico

- Em redes muito grande, armazenamento das tabelas de rotas consumiria muito espaço (pois teria que incluir todas as estações)
- divisão em 'regiões'

Nível de Rede Tipos de Serviço

- Serviços com conexão (serviços de circuito virtual)
- Serviços sem conexão (datagramas)

Serviços com Conexão

- caminho lógico é estabelecido entre a origem e o destino, permanecendo até o fim da comunicação quando é desfeita
- possibilidade de pré-alocação de recursos, facilitando o controle do congestionamento
- contém mecanismos implícitos de controle de erro e de fluxo

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Serviços sem Conexão

- Cada mensagem é tratada de forma individual, entregue ao destino através do caminho mais conveniente, determinado pelo algoritmo de roteamento.
- Não há garantia de entrega dos pacotes em seqüência e, muitas vezes, nem garantia de chegada no destino final (datagrama não confiável)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Inter-Redes e Sub-Redes

- Serviço inter-rede pode ser distinto do serviço de comunicação entre as sub-redes
 - ex: inter-rede com conexão e sub-rede sem conexão
- Polêmica sobre tipo de serviço que rede deve oferecer:
 - comunidade Internet: rede deve ser sem conexão
 - concessionárias de telecomunicações: com conexão (pode ser cobrado)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Endereçamento

- 3 campos:
 - primeiro campo identifica o tipo de endereço presente no terceiro campo (permite ‘acomodar’ diferentes tipos de endereçamento)
 - segundo campo especifica o domínio ao qual pertence o endereço presente no terceiro campo (ex: no endereço telefônico representa o código do país)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Controle de Congestionamento

- Pacotes em excesso degrada o desempenho da rede, podendo levar inclusive a um 'deadlock'
- controle de congestionamento: visa garantir que a rede seja capaz de transportar o tráfego oferecido (é um controle global que envolve todos os recursos da rede, diferentemente do controle de fluxo no enlace)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Controle de Congestionamento

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Descarte de Pacotes

- Caso o pacote chegue a um nó e não houver espaço para armazená-lo, pacote é simplesmente descartado
- Em transmissão com conexão, descarte não é solução para congestionamento pois gera retransmissão (além disso, pacote descartado pode ser uma confirmação de recepção)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Pré-alocação de buffers

- Recursos são pré-allocados no estabelecimento da conexão (caso não haja recursos, conexão não é estabelecida)
- Leva a um uso ineficiente dos recursos
 - associando-se um temporizados ao recurso, problema pode ser minimizado

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Controle Isorrítmico

- Procura evitar o congestionamento pela limitação do número de pacotes na rede
- Circulação de permissões pela rede, que devem ser capturadas e destruídas por uma estação antes de transmitir
- Problemas:
 - distribuições das transmissões
 - permissões causam tráfego extra

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

Primitivas de serviço de rede

- N-CONNECT (pedido, indicação, resposta e confirmação): estabelecimento conexões
- N-DISCONNECT (pedido, indicação)
- N-DATA (pedido, indicação): transmissão de dados
- N-DATA-ACKNOWLEDGE (pedido, indicação): confirmação de recebimento
- N-RESET: usadas para relatar 'catástrofes'

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR