

Redes de Computadores

Camada de Aplicação

Antonio Alfredo Ferreira Loureiro
loureiro@dcc.ufmg.br

Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais



Interação Cliente-Servidor

Hardware de interconexão

+

Software de protocolo



Infra-estrutura de comunicação genérica



Base para programas de aplicações se comunicarem

Interação Cliente-Servidor

- Foco desta camada:
 - ◆ Serviços/aplicações disponíveis numa internet
- Conceito fundamental que forma a base de todas aplicações de rede:
 - ◆ Interação cliente-servidor

Comunicação numa rede x Comunicação telefônica

- Existem similaridades e diferenças
- Diferença principal:
 - ◆ Protocolo não possui um mecanismo similar a uma chamada telefônica
 - ◆ Não existe um mecanismo do software de protocolo informar a uma aplicação que chegou uma comunicação
 - ◆ Não existe um mecanismo para a aplicação aceitar mensagens arbitrárias

Comunicação numa rede x Comunicação telefônica

- Como uma aplicação sabe que recebeu uma mensagem?
 - ◆ A aplicação informa o serviço da camada inferior que está esperando por um tipo específico de mensagem
 - ◆ Quando uma mensagem do tipo especificado chega na camada inferior ela é passada para a aplicação

Comunicação numa rede x Comunicação telefônica

- O que acontece se dois processos de aplicações, cada um em um computador, ficam num estado de espera por mensagem?
 - ◆ *Deadlock*
 - ➔ Logo, um processo deve ser responsável por iniciar a interação e o outro por esperar passivamente

Paradigma cliente-servidor

- Processo onde uma aplicação inicia a interação com outra aplicação que sempre fica esperando
- Paradigma que forma o princípio de comunicação de aplicações distribuídas

Paradigma cliente-servidor

- Cliente:
 - ◆ Aplicação que inicia a comunicação
 - Servidor:
 - ◆ Aplicação que espera a comunicação
- ➔ Entidades com características diferentes

Características de clientes

- Em geral, um cliente
 - ◆ É um programa de aplicação arbitrário
 - ◆ Torna-se um cliente temporariamente quando precisa fazer um acesso remoto
 - ◆ Executa outras computações localmente
 - ◆ É invocado diretamente por um usuário e executa somente por uma sessão
 - ◆ Executa localmente num computador pessoal do usuário

Características de clientes

- Em geral, um cliente
 - ◆ Pode acessar vários serviços de acordo com a necessidade, mas contacta um servidor de cada vez (os servidores não precisam estar numa mesma máquina)
 - ◆ Pode enviar, por questões de desempenho, a mesma requisição de serviço para diferentes servidores e processar a resposta que chegar primeiro

Características de clientes

- Em geral, um cliente
 - ◆ Dependendo do serviço, pode acessar um servidor de um conjunto onde todos oferecem o mesmo tipo de serviço
 - ◆ Não precisa de um hardware especial ou um sistema operacional sofisticado

Características de servidores

- Em geral, um servidor
 - ◆ É um programa específico, normalmente com certos privilégios
 - ◆ É dedicado a prover um serviço mas que pode processar requisições de vários clientes simultaneamente
 - ◆ É invocado automaticamente quando o sistema é inicializado e fica disponível indefinidamente

Características de servidores

- Em geral, um servidor
 - ◆ Pode retornar respostas diferentes para um dado serviço (e.g., data e hora local)
 - ◆ Executa num computador que é compartilhado (não num computador pessoal de um usuário)

Características de servidores

- Em geral, um servidor
 - ◆ Aceita requisições de clientes arbitrários mas oferece um único serviço
 - ◆ Requer um hardware de maior capacidade e um sistema operacional mais sofisticado
 - ◆ É um programa concorrente que gera uma *thread* de execução para cada requisição que chega

Programa servidor (PS) x Computador servidor (CS)

- PS diz respeito a aplicação que espera por requisições e não ao computador onde o programa é executado
- CS diz respeito a uma máquina com um hardware de maior capacidade e um sistema operacional mais sofisticado onde normalmente um ou mais programas servidores executam

Programa servidor (PS) x Computador servidor (CS)

- Fabricantes de computadores tendem a classificar computadores com CPUs rápidas, grande capacidade de memória e SO sofisticado como um computador servidor ou máquina servidora
- Naturalmente, uma máquina com essas características pode ser usada em outros tipos de ambiente

Requisições, respostas e direção do fluxo de dados

- Informação pode ser passada num sentido ou em ambos entre um cliente e um servidor
- Situação típica:
 - ◆ Cliente envia requisição para o servidor e o servidor retorna uma resposta para o cliente

Requisições, respostas e direção do fluxo de dados

- Cliente também pode enviar uma série de requisições e o servidor enviar uma série de respostas
 - ◆ Exemplo, um cliente de banco de dados pode enviar uma série de consultas ao servidor
- Cliente, ao se conectar com o servidor, pode passar a receber respostas continuamente sem fazer uma requisição
 - ◆ Servidor de dados atmosféricos

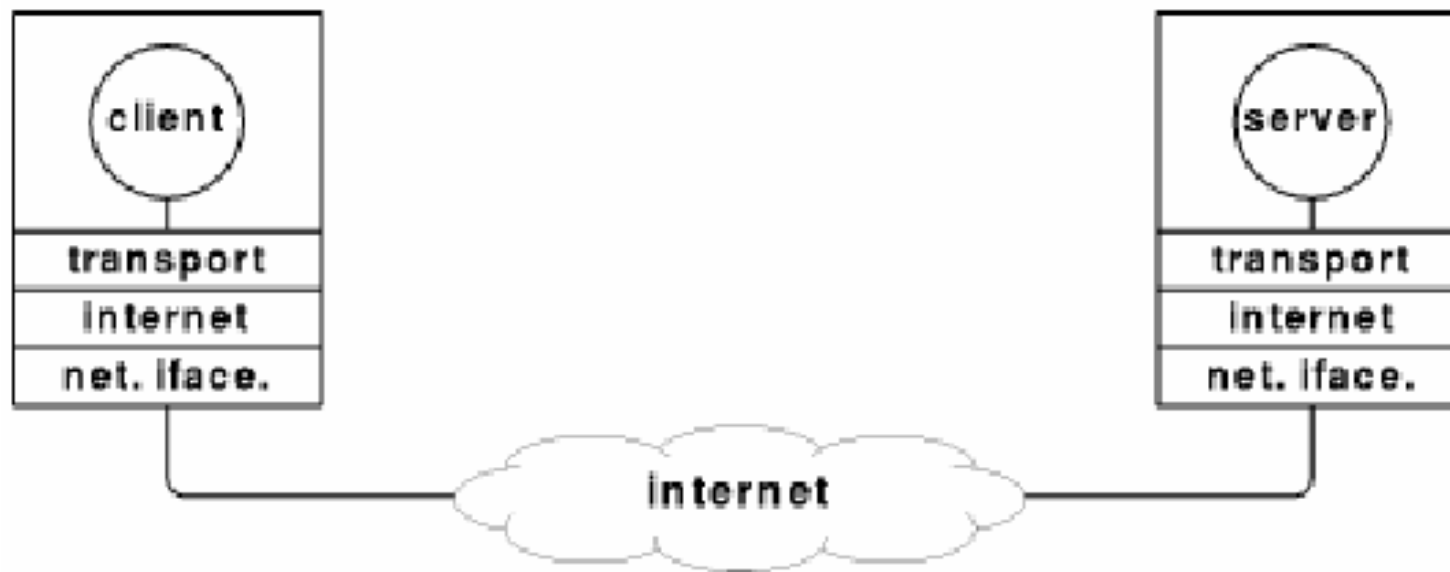
Requisições, respostas e direção do fluxo de dados

- Servidores podem aceitar bem como enviar informações
 - ◆ Servidor de arquivo está configurado para:
 - ▶ exportar arquivos para clientes
 - ▶ importar arquivos de clientes

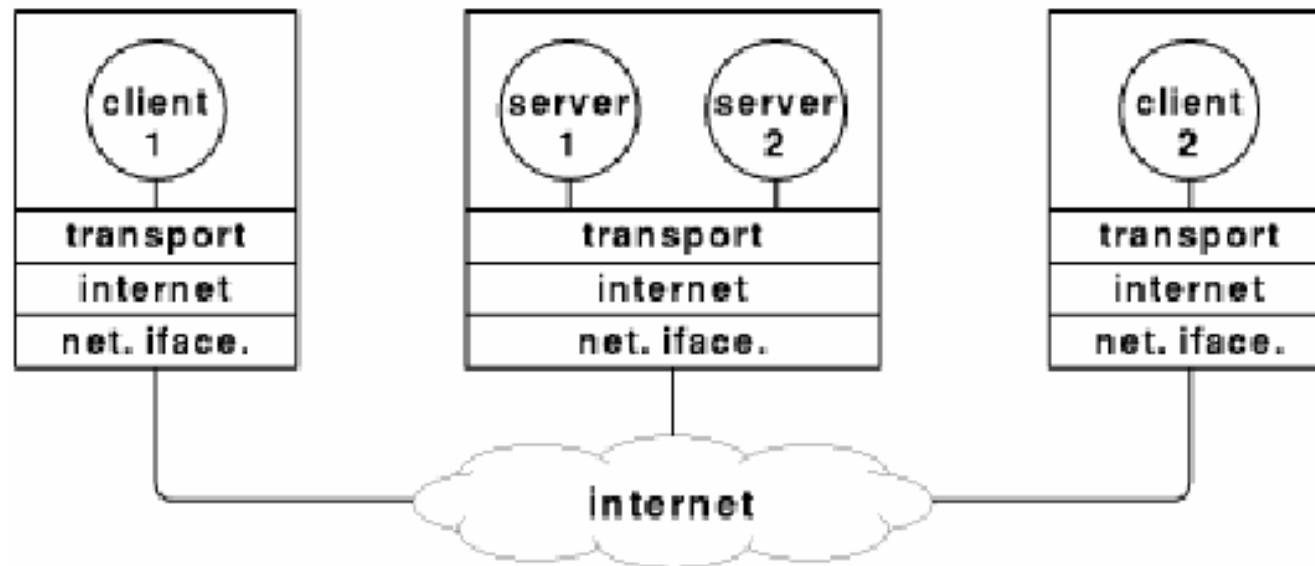
Protocolos de transporte e interação cliente-servidor

- Comunicação cliente-servidor é baseada num protocolo de transporte
- É necessário uma pilha de protocolos para executar um cliente ou servidor
 - ◆ Pilha mais comum: TCP/IP + algum protocolo de enlace

Protocolos de transporte e interação cliente-servidor



Vários servidores num computador



Identificação de um serviço

- Servidores devem informar os endereços de onde os seus serviços podem ser acessados
 - ◆ Informação passada para a camada de transporte
- Clientes devem conhecer a identificação dos servidores para poderem acessar seus serviços
 - ◆ Informação passada para a camada de transporte quando uma requisição é enviada

Identificação de um serviço

- Na arquitetura TCP/IP, a identificação do serviço é dada pelo número do porto de comunicação
 - ➔ O endereço da camada de transporte é definido pela “arquitetura”
 - ◆ Porto é um número binário de 16 bits

Identificação de um serviço

Portos bem conhecidos (0–1023)

- ◆ 21: FTP
- ◆ 22: ssh
- ◆ 23: Telnet
- ◆ 25: SMTP
- ◆ 79: finger
- ◆ 80: HTTP
- ◆ 88: kerberos
- ◆ 103: PoP3
- ◆ 119: NNTP
- ◆ 123: NTP
- ◆ 161: SNMP
- ◆ 434: Mobile IP Agent
- ◆ 513: login/who

Identificação de um serviço

- Num caso genérico deveria haver um servidor de serviços que poderia informar o endereço da máquina e da aplicação desejada
 - ◆ Similar às páginas amarelas
 - ◆ Modelo OSI/ISO: X.500

Observações

- Que protocolo de transporte usar na comunicação cliente-servidor?
- Depende, dentre outros fatores:
 - ◆ Do tipo de aplicação
 - ◆ Disponibilidade do TCP ou UDP

Observações

- É possível projetar um servidor para aceitar requisições tanto via TCP quanto UDP
 - ◆ Exemplo: servidor de HTTP
- O servidor de um serviço pode-se tornar o cliente de outro
 - ◆ Exemplo: DNS

Protocolos de aplicação na arquitetura TCP/IP

- DNS (Domain Name System)
 - ◆ Faz o mapeamento entre o nome de um computador e seu endereço IP
- SNMP (Simple Network Management Protocol)
 - ◆ Usado no gerenciamento da rede
- Ping
 - ◆ Interroga uma máquina
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
 - ◆ Permite a configuração dinâmica de computadores

Protocolos de aplicação na arquitetura TCP/IP

- HTTP (HyperText Transfer Protocol)
 - ◆ Usado na transferência de “objetos” na Web
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
 - ◆ Usado na transferência de email

DNS

Domain Name System

DNS

- É comum aplicações e usuários fazerem referência a um computador através de seu nome e não de seu endereço
- É necessário um mecanismo de mapeamento de nome para endereço e vice-versa

DNS

- Solução quando havia a Arpanet:
 - ◆ Arquivo hosts.txt com todos os computadores e endereços IPs
 - ◆ Inviável com o crescimento da Internet
- Nova solução:
 - ◆ DNS, especificado nas RFCs 1034 e 1035

Espaço de nomes do DNS

- O endereçamento na Internet é dividido em domínios
- Domínios podem ser divididos em sub-domínios, etc.
- Cada domínio controla a alocação de sub-domínios dentro de seu espaço

Espaço de nomes do DNS

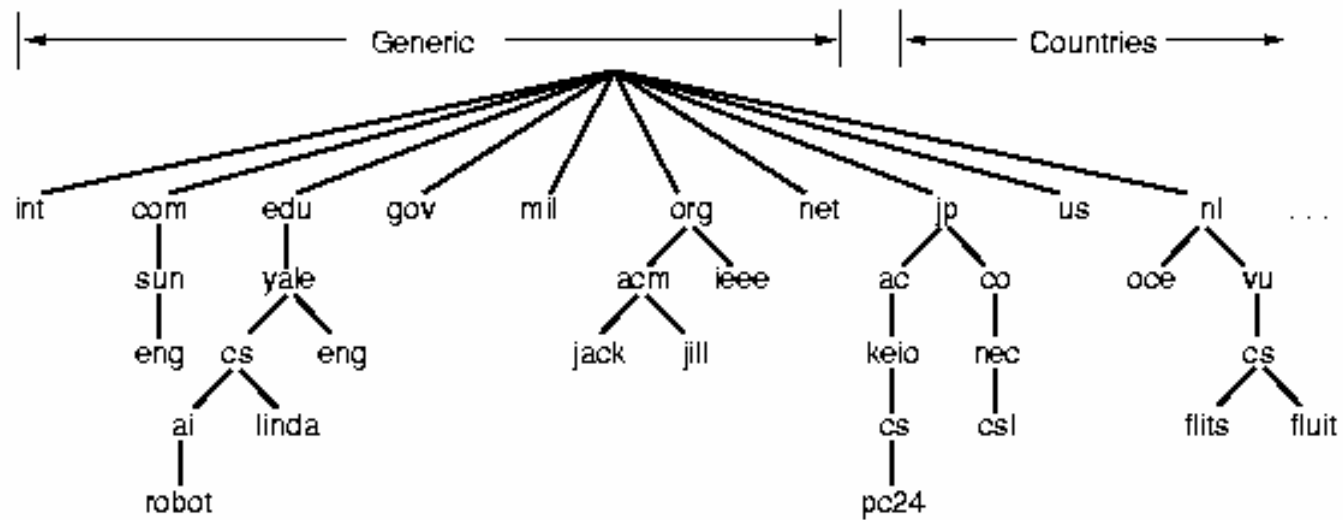


Fig. 7-25. A portion of the Internet domain name space.

Servidores de nomes

- Em teoria, um único servidor de nomes com todo o BD DNS poderia ser usado para fazer o mapeamento
 - ◆ Na prática, solução inviável
- O espaço de nomes do DNS é dividido em zonas de tal forma a não haver sobreposição

Servidores de nomes

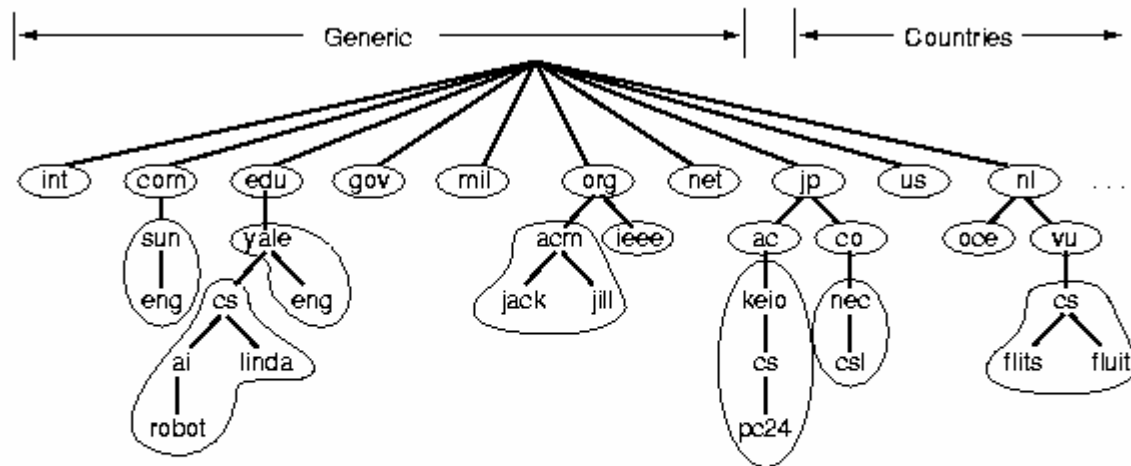


Fig. 7-28. Part of the DNS name space showing the division into zones.

Servidores de nomes

- Mapeamento:
 - ◆ Um procedimento chamado resolver é invocado passando como parâmetro o nome do computador
 - ◆ Resolver envia um pacote UDP para o servidor DNS local que procura pelo nome e retorna o endereço IP para o resolver que retorna para quem o invocou
 - ◆ Uma consulta recursiva (*recursive query*) pode ser efetuada

Servidores de nomes

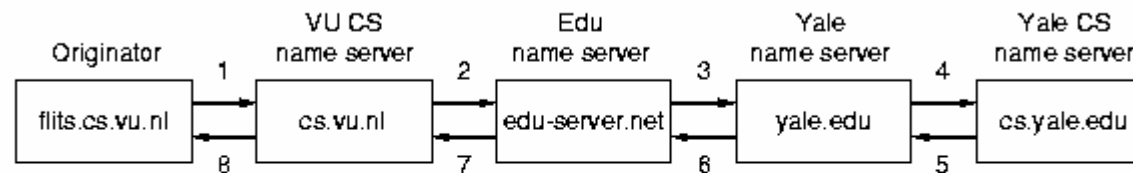


Fig. 7-29. How a resolver looks up a remote name in eight steps.

SNMP

Simple Network Management Protocol

GIRS&N

- Gerência Integrada de Redes, Serviços e Negócios
 - ➔ Forma atual de “enxergar” as redes

- No passado:
 - ◆ Redes de Telecomunicações
 - ◆ Redes de Computadores

- Atualmente
 - ◆ Redes formadas basicamente por diferentes tipos de hardware e software

GIRS&N: Definição

- Conjunto de ações realizadas visando obter a máxima produtividade da planta e dos seus recursos disponíveis, integrando de forma organizada as funções de operação, administração, manutenção e provisionamento (OAM&P) para os elementos, redes, serviços e negócios de telecomunicações.

GIRS&N: Objetivos

- Incrementar a qualidade do serviço prestado pela diminuição do tempo de recuperação e provisionamento
- Redução dos custos operacionais através da racionalização das atividades operacionais
- Redução dos custos dos sistemas de operação através da racionalização e integração

Introdução ao Gerenciamento de Redes

- Organizações investem quantias razoáveis de tempo e dinheiro em redes de computadores
- Gerenciamento por pessoas x auto-gerenciamento
- ➔ Gerenciamento de redes é o processo de controlar uma rede de computadores complexa com o objetivo de maximizar sua eficiência e produtividade

Áreas funcionais da ISO

- Para definir o escopo, a ISO dividiu o Gerenciamento de Redes em cinco áreas funcionais:
 - ◆ Gerenciamento de Falhas
 - ◆ Gerenciamento de Configuração
 - ◆ Gerenciamento de Segurança
 - ◆ Gerenciamento de Desempenho
 - ◆ Gerenciamento de Contabilidade

Gerenciamento de falhas

- Detectar, localizar, isolar e corrigir falhas em uma rede
- Envolve:
 - ◆ Detecção da falhas
 - ◆ Isolamento da falha
 - ◆ Correção da falha (se possível)

Gerenciamento de configuração

- Fazer o controle da configuração dos elementos que compõem a rede
- O gerenciamento de configuração inclui funções para:
 - ◆ Registrar as configurações atuais e suas eventuais alterações
 - ◆ Identificar componentes da rede
 - ◆ Habilitar e desativar sistemas da rede
 - ◆ Alterar parâmetros da rede

Gerenciamento de segurança

- Controlar o acesso aos recursos (hardware + software) da rede
- Deve garantir que apenas as pessoas de direito tenham acesso aos recursos
- O gerenciamento de segurança deve prover suporte aos serviços de:
 - ◆ Controle de acesso
 - ◆ Autenticação
 - ◆ Manutenção e manipulação dos logs

Gerenciamento de desempenho

- Determinar o desempenho dos recursos da rede, de modo a assegurar que tenha capacidade para suportar as necessidades de seus usuários
- Exemplos de atividades que podem ser medidas:
 - ◆ Percentual de utilização
 - ◆ Taxas de erros
 - ◆ Tempo de resposta

Gerenciamento de contabilidade

- Determinar os custos associados ao uso dos recursos de rede
- O gerenciamento de contabilidade inclui funções para:
 - ◆ Informar custos
 - ◆ Permitir o estabelecimento dos limites de utilização
 - ◆ Combinar custos dos vários recursos utilizados

Protocolos mais utilizados

- CMIP

- ◆ Common Management Information Protocol
- ◆ Protocolo do modelo OSI/ISO

- SNMP

- ◆ Simple Network Management Protocol
- ◆ Protocolo da arquitetura TCP/IP

CMIP

- Utilizado em redes de telecomunicações
- Padrão antigo, já consolidado
- Bom mecanismo de segurança
- Complexo:
 - ◆ Demanda muitos recursos computacionais
 - ◆ Exige pessoal treinado para sua operação

SNMP

- Padrão *de facto* da Internet
- Não proprietário, público, de fácil implementação e possibilita um gerenciamento efetivo
- Suas maiores vantagens são a simplicidade e a facilidade de implementação

SNMP

- O termo SNMP diz respeito aos seguintes aspectos:
 - ◆ Protocolo em si
 - ◆ Definição de uma base de dados
 - ◆ Conceitos associados

SNMP

- SNMP básico é amplamente utilizado
- Maioria dos equipamentos de conectividade implementam SNMP
- É possível ter o protocolo SNMP sobre OSI e sobre protocolos não TCP/IP
- Várias melhorias vêm sendo feitas:
 - ◆ Monitoramento remoto (RMON)
 - ◆ Extensões de MIB padrão

Arquitetura de gerenciamento SNMP

- Um sistema de gerenciamento consiste de
 - ◆ Estação de gerenciamento
 - ◆ Agente de gerenciamento
 - ◆ Base de informações de gerenciamento (MIB)
 - ◆ Protocolo de gerenciamento

Arquitetura de gerenciamento SNMP

- Gerente

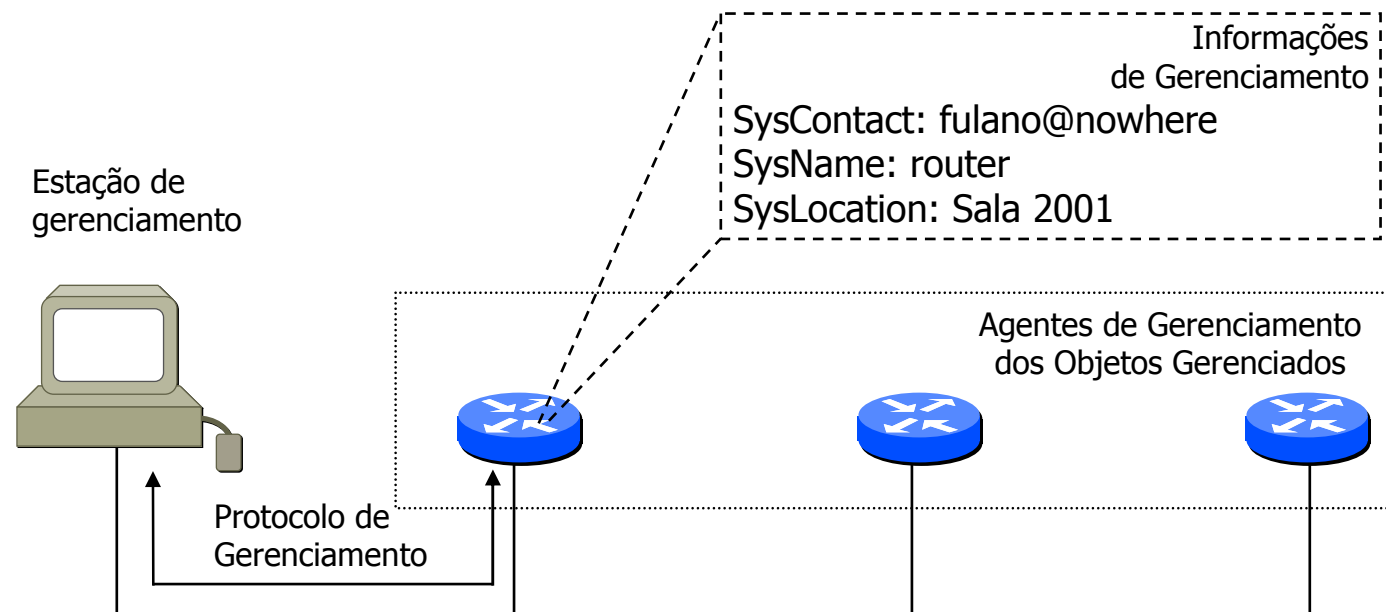
- ◆ Entidade responsável por requisitar e analisar as informações gerenciais

- Agente

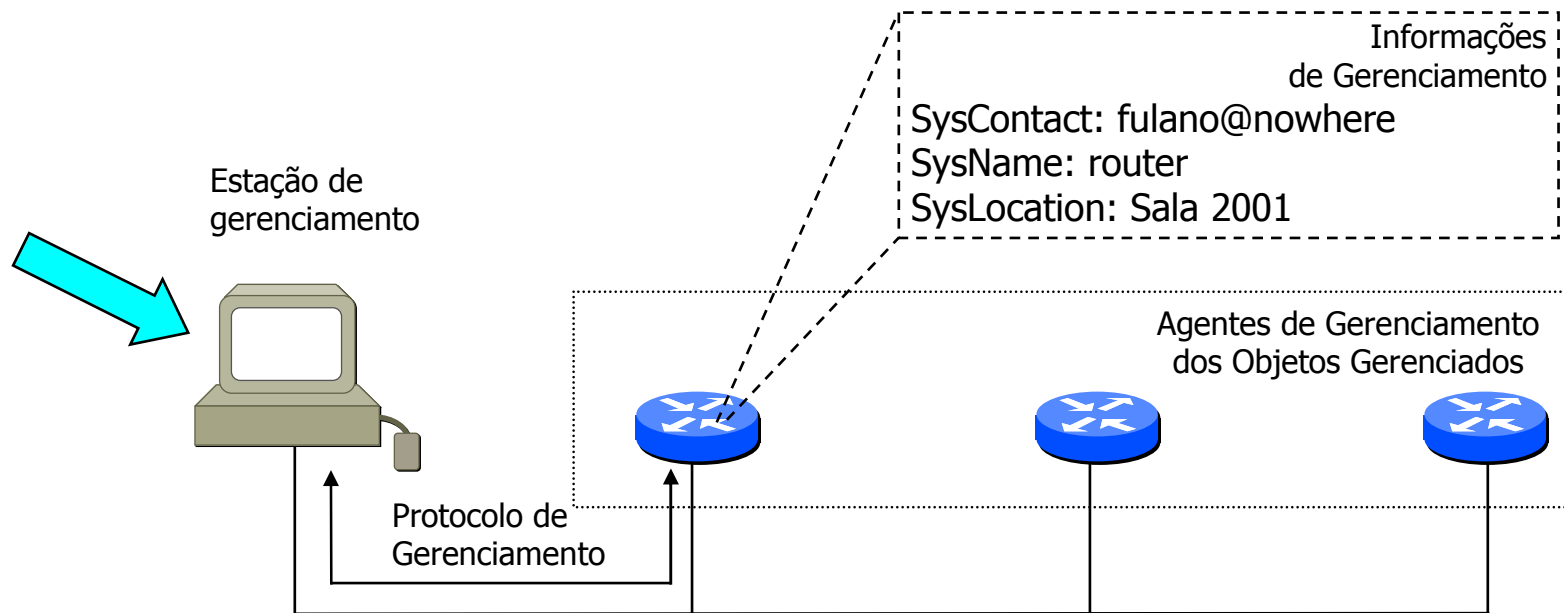
- ◆ Componente de hardware e/ou software responsável por enviar informações do objeto gerenciado ao gerente

➔ Baseado no paradigma gerente-agente

Arquitetura de gerenciamento SNMP



Estação de gerenciamento



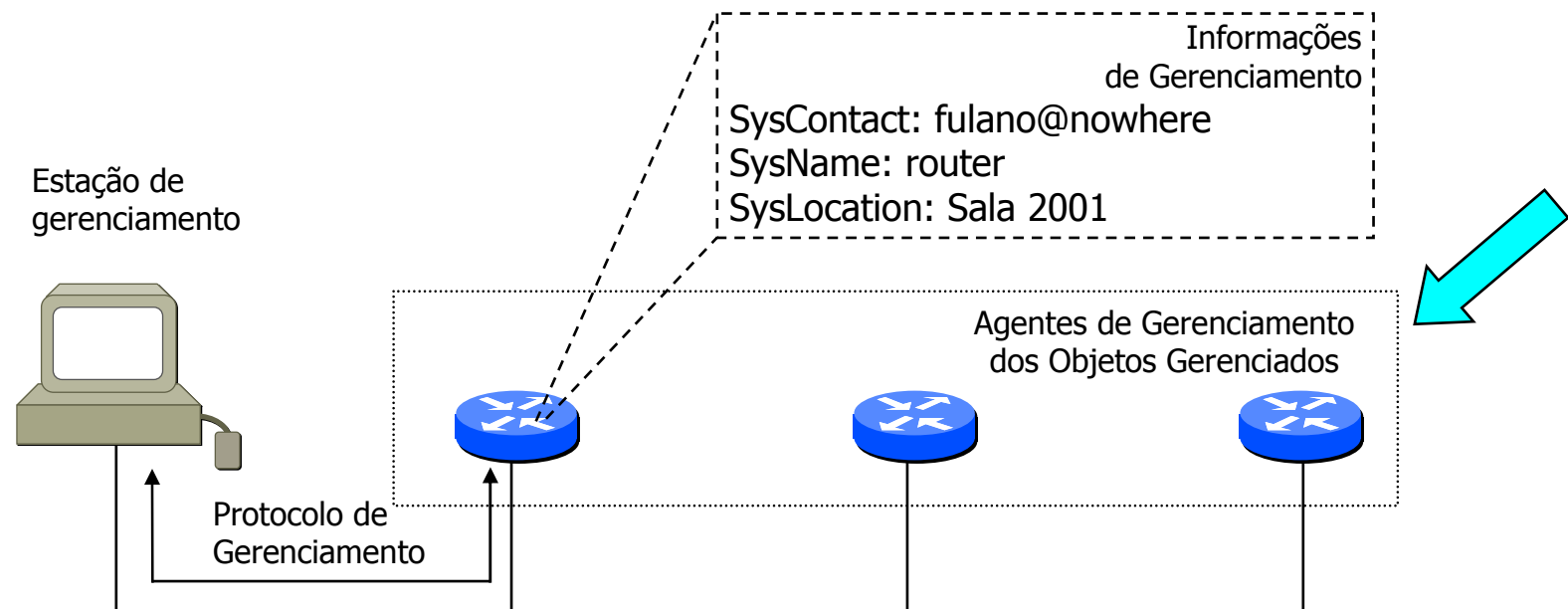
Estação de gerenciamento

- Computador de uso geral que executa aplicações de gerenciamento
- Contém um ou mais processos que comunicam com os agentes enviando requisições e recebendo respostas
- Capacidade de traduzir os requisitos do gerente em monitoramento e controle

Estação de gerenciamento

- Estações de gerenciamento possuem normalmente uma interface gráfica para auxiliar no processo de gerência
- Base de dados extraída das MIBs das entidades gerenciadas

Agente de gerenciamento



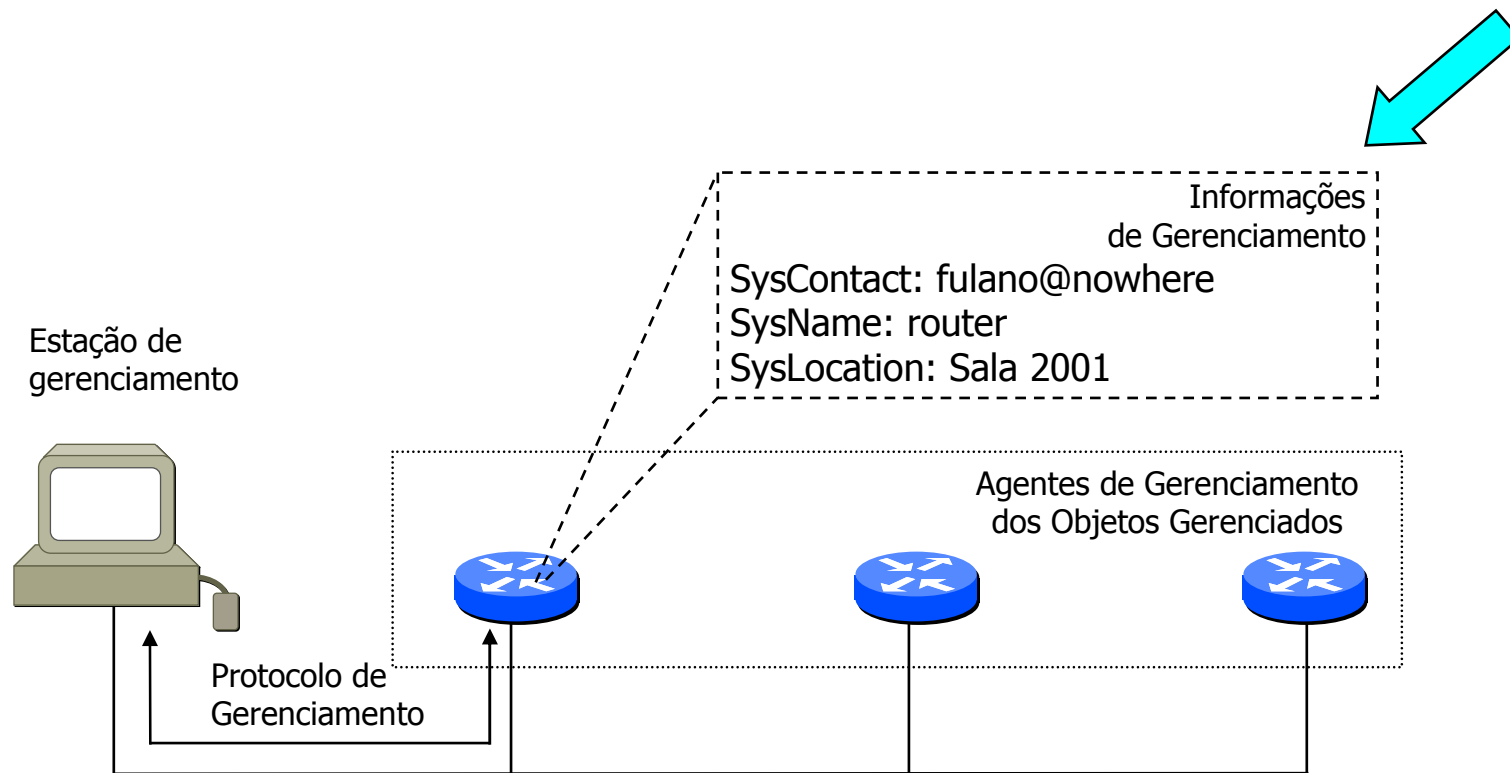
Agente de gerenciamento

- Responde às solicitações do gerente
 - ◆ Informação
 - ◆ Ação

- Envia ao gerente informações não solicitadas
 - ◆ Mensagens *trap*

- Recursos gerenciados:
 - ◆ Hardware (roteador, hub, ponte, etc)
 - ◆ Software

Base de Informações de Gerenciamento (MIB)



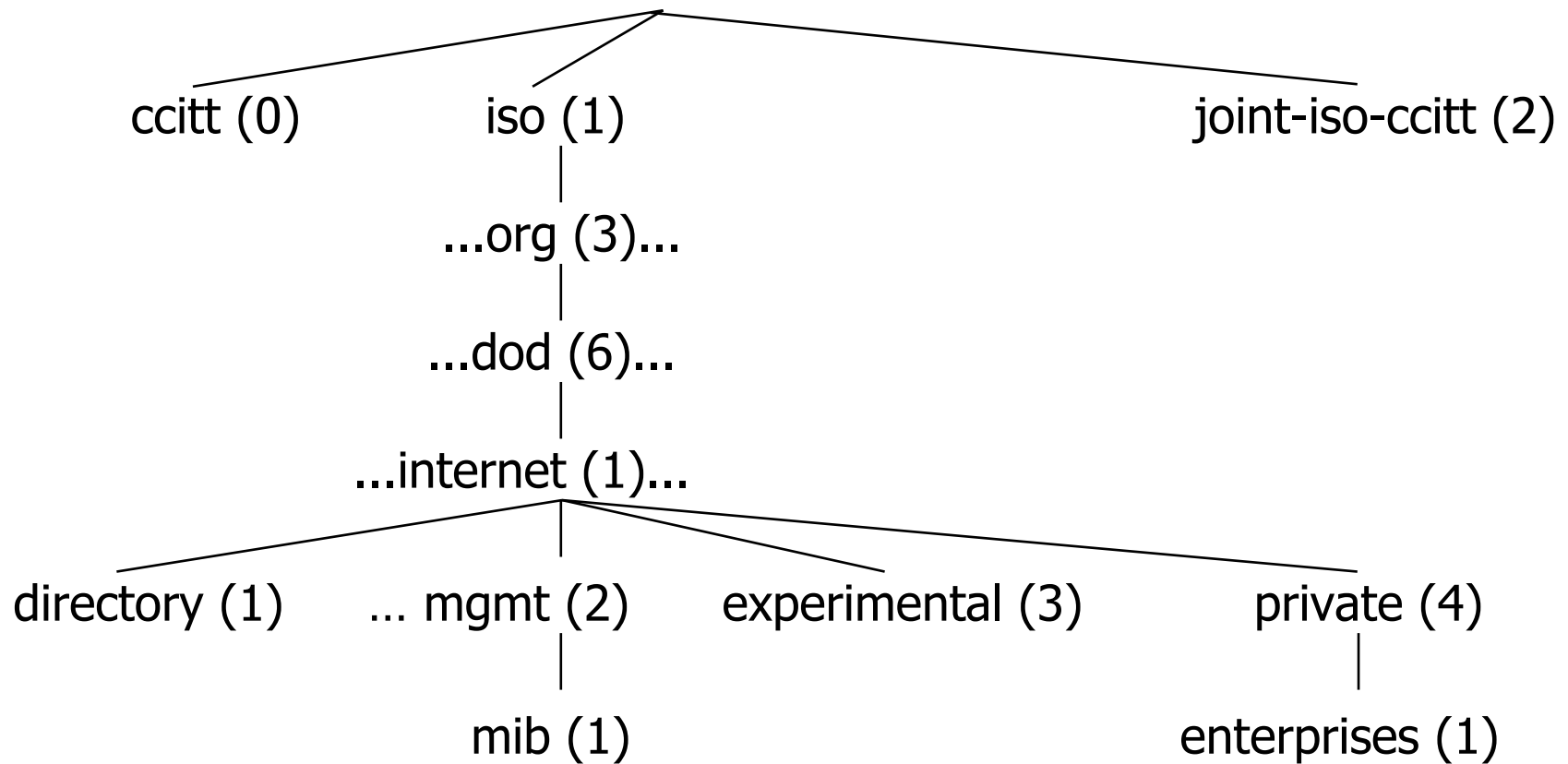
MIB (Management Information Base)

- Base de dados onde são armazenadas as informações de gerenciamento
- Estrutura de árvore
- Os objetos de uma MIB são definidos usando a notação sintática abstrata (ASN.1)

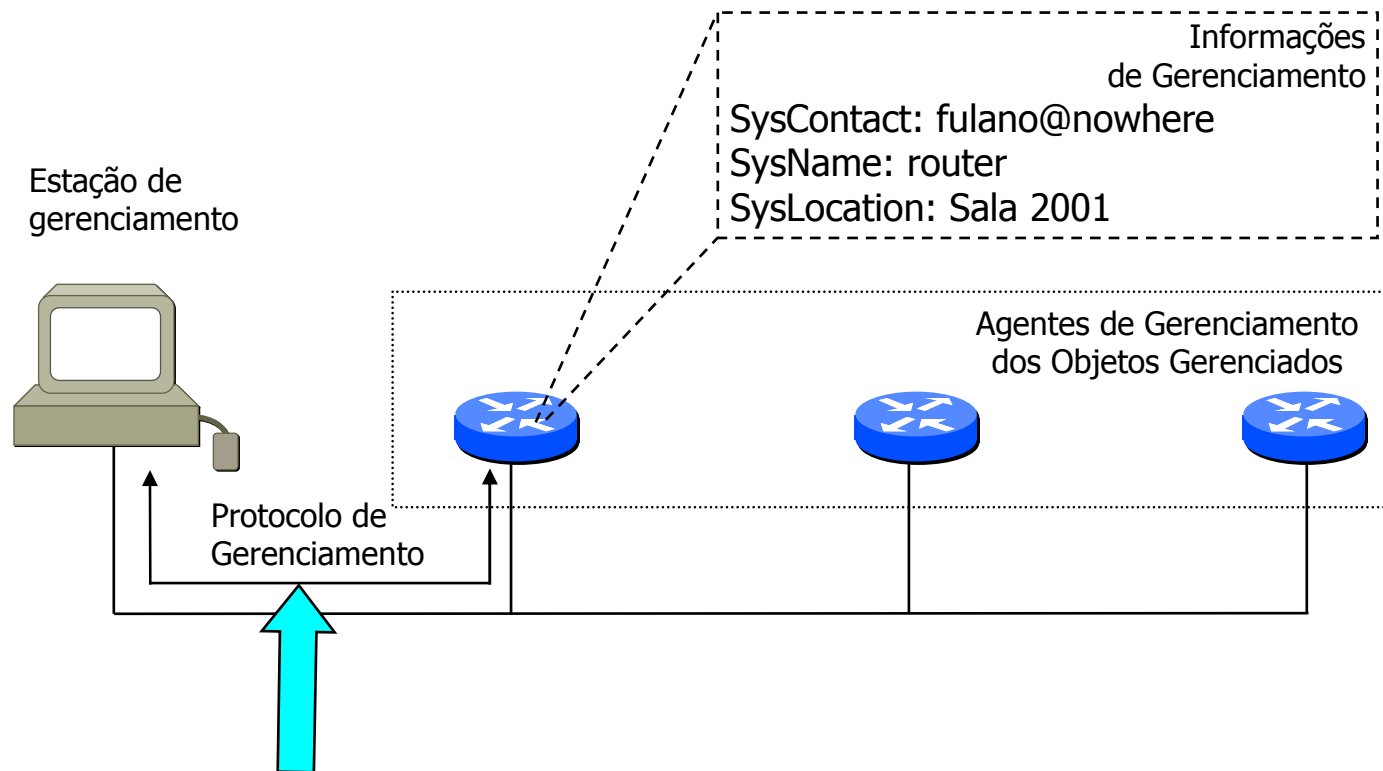
MIB

- Definição precisa da informação acessível através de um protocolo de gerenciamento
- Utilizando formato hierárquico e estruturado (árvore), a MIB define a informação de gerenciamento disponível em um dispositivo
- Todo dispositivo deve usar o formato definido pela MIB

O topo da árvore da MIB



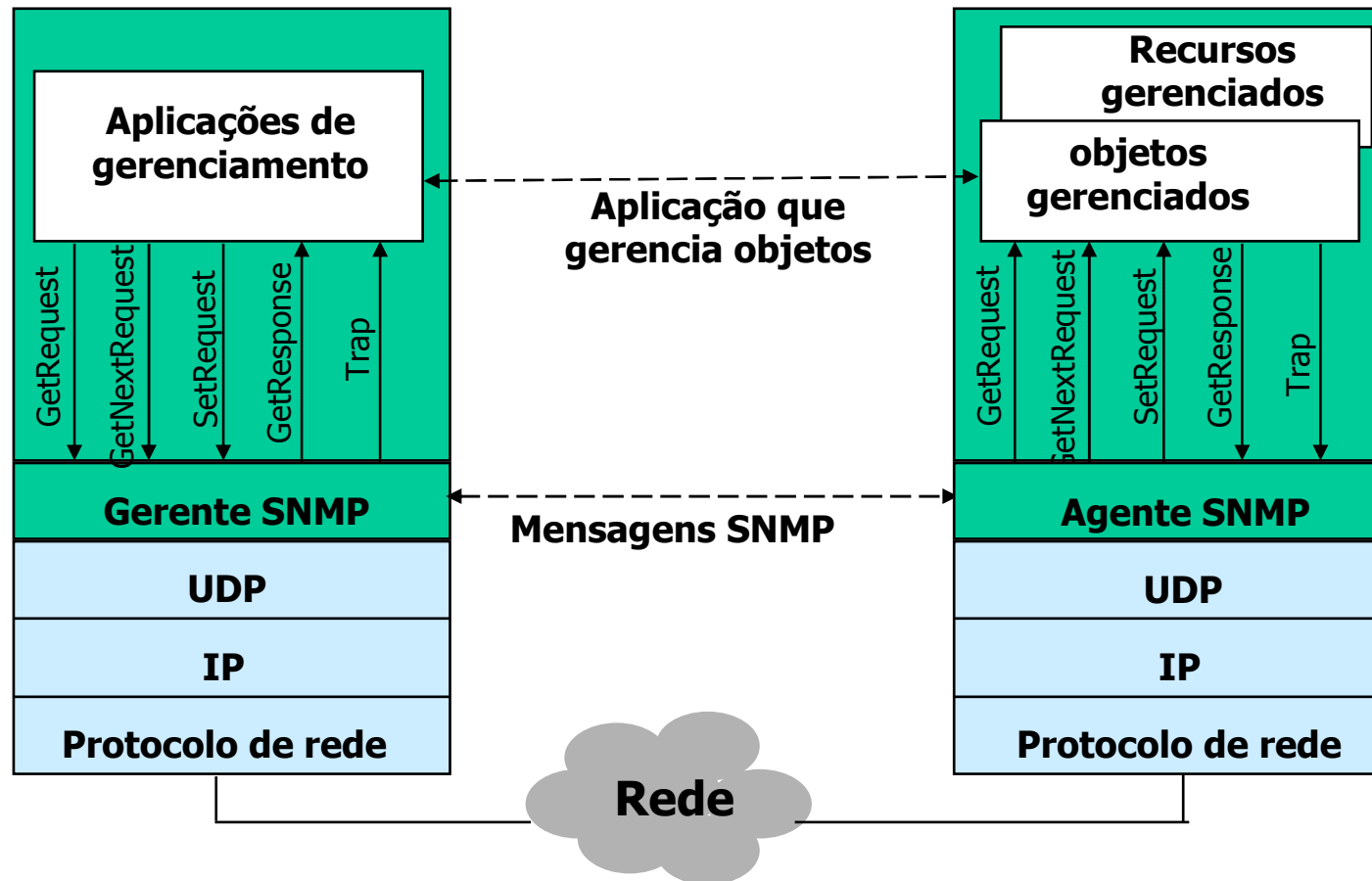
Protocolo de gerenciamento



Protocolo de gerenciamento

- É o meio de comunicação entre a estação de gerenciamento e os agentes
- Define primitivas de comunicação que podem ser invocadas pelo gerente e pelo agente

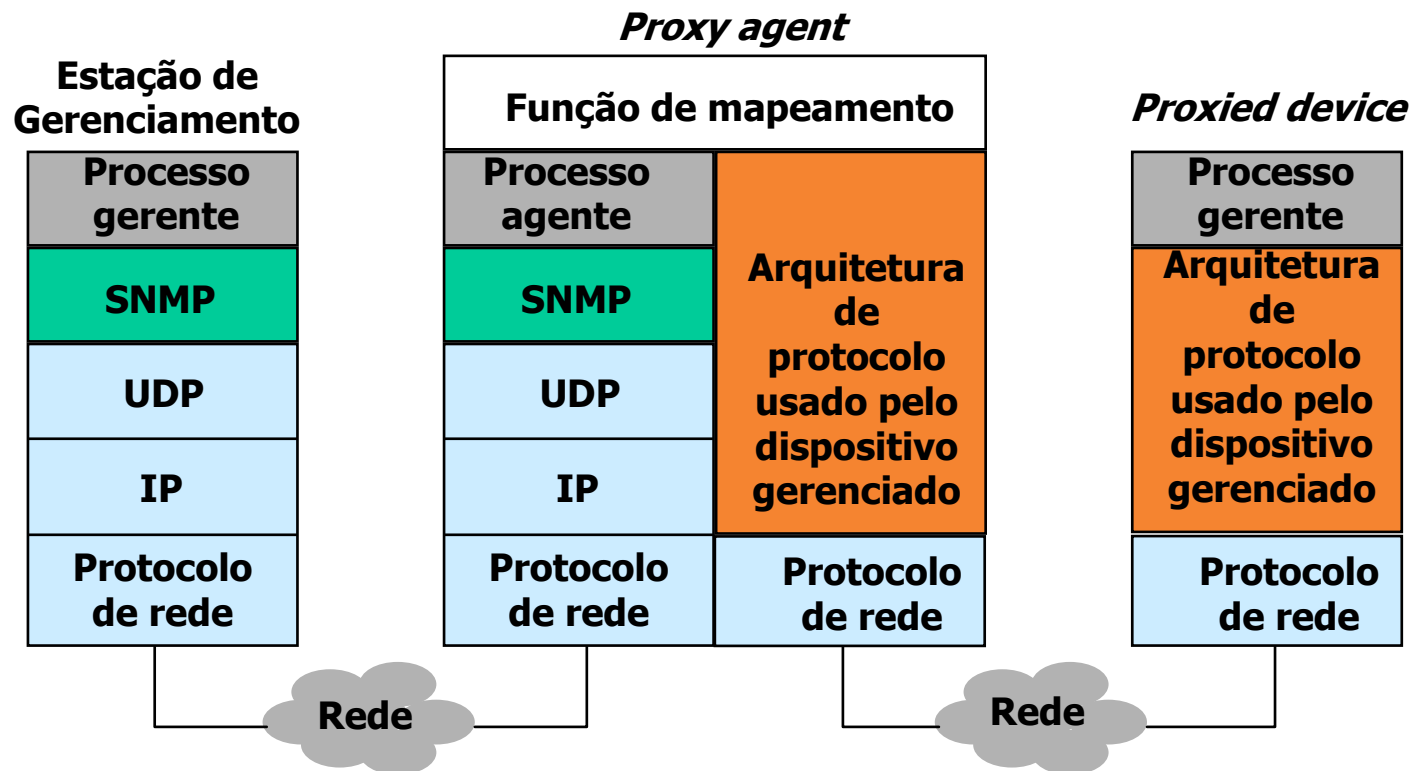
Arquitetura do protocolo SNMP



Agentes por procuração (*Proxy Agents*)

- SNMP requer que o agente suporte UDP/IP
- Isto exclui alguns equipamentos
 - ◆ Ex: modems
- Alguns equipamentos podem suportar a arquitetura TCP/IP mas pode não ser interessante ter um agente SNMP
- Solução: usar agentes que atuam por procuração
 - ◆ Agentes que atuam em nome de outros dispositivos

Agentes por procuração (*Proxy Agents*)



Tendências

- Redes e aplicações maiores e mais complexas
- Tecnologias de gerenciamento de redes como SNMP não são adequadas
- Outras soluções

Correio Eletrônico

Correio eletrônico

- Uma das aplicações mais importantes da Internet
- Definido nas RFCs
 - ◆ 821 (protocolo)
 - ◆ 822 (formato das mensagens)

Correio eletrônico

- Sistemas de correio eletrônico possuem normalmente cinco funções básicas:
 - ◆ Composição: para criar e responder msgs
 - ◆ Transferência: para levar msgs de uma origem até um destinatário
 - ◆ Notificação: para informar o que aconteceu com a msg ou o seu status
 - ◆ Visualização: para exibir msgs que chegam
 - ◆ Organização: para organizar msgs (exibir, remover, imprimir, etc)

Correio eletrônico

- Outras características são possíveis como:
 - ◆ Resposta automática
 - ◆ Reenvio de msgs
 - ◆ Codificação
 - ◆ Prioridade
 - ◆ Etc.

Estrutura de uma msg eletrônica

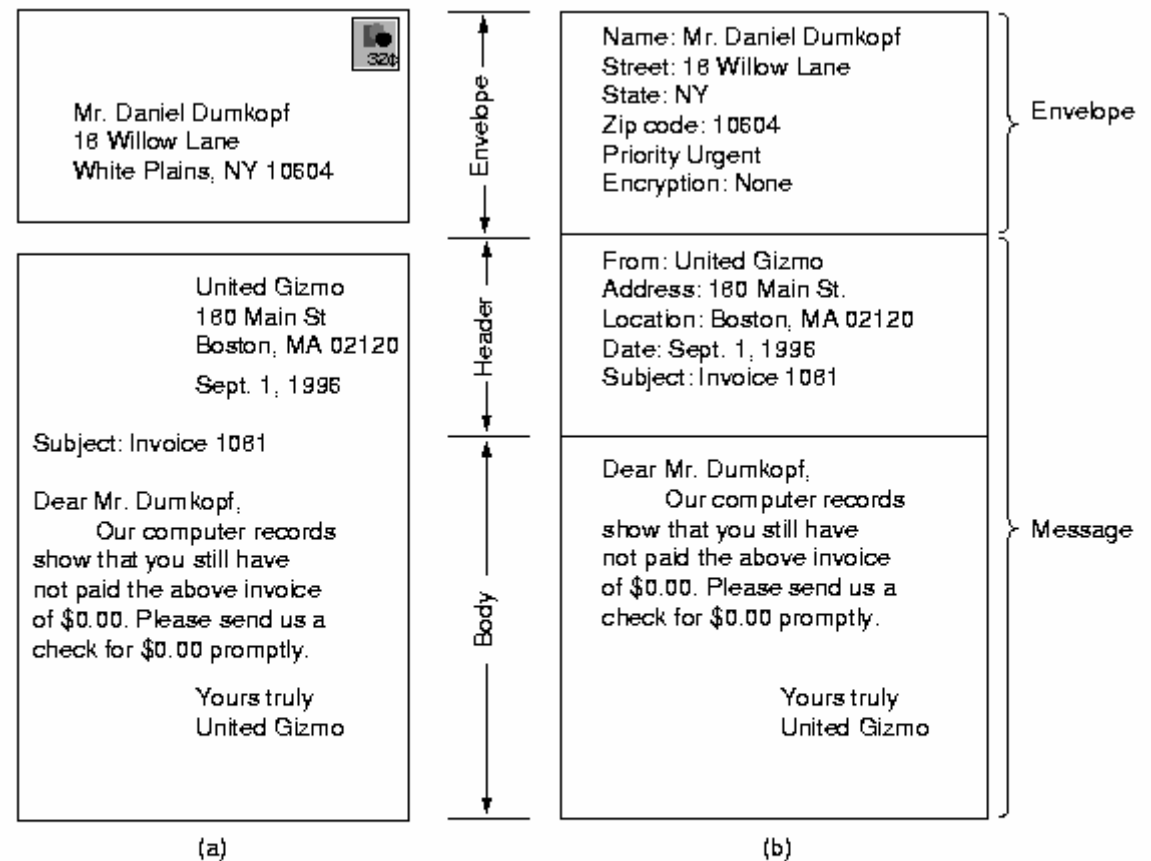


Fig. 7-39. Envelopes and messages. (a) Postal email. (b) Electronic email.

Transferência de msgs

- Servidor de correio eletrônico espera conexões TCP no porto 25
- Cliente informa para quem é a mensagem e espera confirmação para continuar caso o usuário exista

Acesso a caixas postais

- É comum as caixas postais dos usuários ficarem em um computador de uma rede local
- Gerenciamento mais simples
- Inconveniente para os usuários
- Criar um protocolo que acesse a caixa postal de forma transparente
 - ◆ Exemplo: POP-3 (Post Office Protocol)

MIME

Multipurpose Internet Mail Exchange

- Objetivo é permitir mensagens:
 - ◆ Em línguas com acentos (e.g., francês)
 - ◆ Em alfabetos não-latinos (e.g., russo)
 - ◆ Em línguas sem alfabeto (e.g., chines)
 - ◆ Não contendo texto (e.g., imagem)

MIME

- Idéia básica:
 - ◆ Manter o formato definido na RFC 822
 - ◆ Acrescentar estrutura ao corpo da msg
 - ◆ Definir regras de codificação para msgs não-ASCII
- O que deve ser modificado são os programas de envio e recepção de msgs e não o de transferência

USENET

Usenet News

- O que é:
 - ◆ Sistema de *newsgroups* (grupos de discussão)
 - ◆ Aplicação executada em computadores que podem estar ou não na Internet
 - ◆ Diferente de uma lista de distribuição
 - ◆ Possui uma hierarquia
 - ◆ Possui mais de 30 mil grupos

Usenet News

Name	Topics covered
Comp	Computers, computer science, and the computer industry
Sci	The physical sciences and engineering
Humanities	Literature and the humanities
News	Discussion of USENET itself
Rec	Recreational activities, including sports and music
Misc	Everything that does not fit in somewhere else
Soc	Socializing and social issues
Talk	Diatribes, polemics, debates and arguments galore
Alt	Alternative tree covering virtually everything

Fig. 7-52. USENET hierarchies in order of decreasing signal-to-noise ratio.

Usenet News

Name	Topics covered
Comp.ai	Artificial intelligence
Comp.databases	Design and implementation of database systems
Comp.lang.c	The C programming language
Comp.os.minix	Tanenbaum's educational MINIX operating system
Comp.os.ms-windows.video	Video hardware and software for Windows
Sci.bio.entomology.lepidoptera	Research on butterflies and moths
Sci.geo.earthquakes	Geology, seismology, and earthquakes
Sci.med.orthopedics	Orthopedic surgery
Humanities.lit.authors.shakespeare	Shakespeare's plays and poetry
News.groups	Potential new newsgroups
News.lists	Lists relating to USENET
Rec.arts.poems	Free poetry
Rec.food.chocolate	Yum yum
Rec.humor.funny	Did you hear the joke about the farmer who ...
Rec.music.folk	Folks discussing folk music
Misc.jobs.offered	Announcements of positions available
Misc.health.diabetes	Day-to-day living with diabetes
Soc.culture.estonia	Life and culture in Estonia
Soc.singles	Single people and their interests
Soc.couples	Graduates of soc.singles
Talk.abortion	No signal, all noise
Talk.rumors	This is where rumors come from
Alt.alien.visitors	Place to report flying saucer rides
Alt.bermuda.triangle	If you read this, you vanish mysteriously
Alt.sex.voyeurism	Take a peek and see for yourself
Alt.tv.simpsons	Bart et al.

Fig. 7-53. A small selection of the newsgroups.