

Protocolos em Redes de Dados

- Aula 01 -

A arquitectura da Internet

Luís Rodrigues

ler@di.fc.ul.pt

DI/FCUL

Protocolos em Redes de Dados- Aula 01 -A arquitectura da Internet - p.1

Comutação de circuitos

- ⑥ O sistema telefónico original.
- ⑥ Estabelecimento de uma ligação física entre os dois interlocutores.
- ⑥ O/a operador(a) estabeleciam a ligação num quadro de comutação.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 01 -A arquitectura da Internet - p.2

Comutação manual



Protocolos em Redes de Dados- Aula 01 -A arquitectura da Internet - p.3

Comutação de pacotes

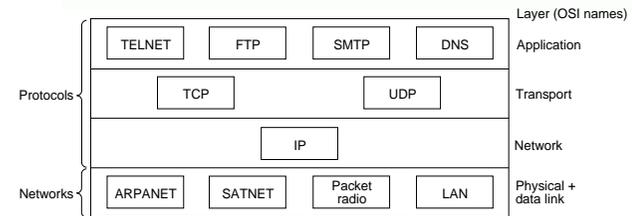
- ⑥ Não existe uma linha reservada entre o emissor e o receptor.
- ⑥ A informação circula dividida em pequenos pacotes.
- ⑥ Cada pacote é encaminhado sempre que passa por um nó intermédio.
- ⑥ O mesmo canal é usado por diversos pacotes com destinos diferentes.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 01 -A arquitectura da Internet - p.4

A Internet

- 6 "Rede" de nós com a capacidade de encaminhar pacotes.
- 6 O formato destes pacotes é definido pelo "Internet Protocol" (IP).
- 6 Cada pacote IP transporta dados e informação de controlo como a origem e o destino.

Protocolos e redes TCP/IP



Protocolos de encaminhamento

- 6 Protocolos que permitem aos nós intermédios saber qual o melhor caminho para cada destino.
- 6 Por exemplo, esta informação pode ser trocada por nós adjacentes (ou vizinhos).
- 6 Necessário definir métricas que permitam classificar os caminhos.

Quem criou os protocolos?

- 6 Esforço colaborativo de centenas de pessoas.
- 6 Possível graças à dedicação de um grupo de pioneiros que tinham um ideal de serviço à comunidade.

ARPANET

- 6 Joseph Licklider publica em 1960 o artigo "Simbiose Homem-Computador".
- 6 Leonard Kleinrock propôs a ideia de usar uma rede de comutação de pacotes em 1961.
- 6 Lawrence Roberts, responsável pela investigação em computadores da DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), pai da Internet.

ARPANET

- 6 Projecto para conceber e criar essa rede.
- 6 Diversas instituições, incluindo a equipa de Kleinrock na UCLA.
- 6 A equipa da UCLA incluía alunos de doutoramento que vieram a ter um papel preponderante no desenvolvimento da Internet.

RFCs

- 6 A documentação oficial da "Internet".
- 6 "Request for Comments"
- 6 Tudo começou com a necessidade de criar um meio para suportar e promover a troca de ideias.
- 6 Documentos públicos a que todos podem aceder.

A origem dos RFCs

- 6 "Lembro-me do receio que tínhamos de ofender os responsáveis oficiais pela concepção dos protocolos, fossem eles quem fossem, e passámos noites acordados à procura de palavras humildes para as nossas notas. A regra de ouro era que todos podiam expressar as suas ideias e nada era oficial. Para enfatizar este ponto, chamámos às notas "Pedido de Comentários".
– J. Reynolds (RFC 1000)

Jon Postel

- 6 Voluntário para editar e fazer a gestão dos RFCs.
- 6 Contribuiu para a especificação de muitos dos protocolos fundamentais da Internet.
- 6 Teve um papel fundamental na gestão da infra-estrutura.
 - △ Internet Assigned Numbers Authority

Jon Postel, ele mesmo



Alguns dos RFCs de Postel

- 6 Standard Host Names.
- 6 Ad Hoc Telnet protocol.
- 6 On the Junk mail problem (Nov. 75)
- 6 Assigned Network Numbers
- 6 User Datagram Protocol (UDP)
- 6 Internet Control Message Protocol (ICMP)
- 6 Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

Interface Message Processor



Carregámos no botãozinho vermelho

16 Jan	11:50	We turned Main Power on and pushed little Red Button and IMP powered on	Jon & Dave K
--------	-------	---	--------------

Try harder

10/13	9:15	Test ok, tal, Please don't touch.	ANT
10/14	4:14	Test in progress - will be checked tomorrow	"
10/14	6:50 pm	The above is unrepeatable and not signed Please try harder.	Jon

Temos ligação!

29 Oct 69	2:00	LOANED P. PROGRAM (SK FOR BOB BARKER BBV	
	22:30	Talked to SRT host to host	CSK
		Get top imp program running after sending a host dead message to imp.	CSK

Evolução após 1969

- ⑥ Arpanet
 - △ Ligações a 56 Kbps
 - △ MILNET nos USA e MINET na Europa
- ⑥ 1985
 - △ Arpanet está congestionada
- ⑥ 1986
 - △ É criada a NSFNET (possui um backbone que liga várias redes regionais).

Evolução (cont.)

- ⑥ 1988
 - △ Links T1 (1.5 Mbps)
- ⑥ 1990
 - △ Merit, IBM, MCI formam a Advanced Network and Services
- ⑥ 1991
 - △ Links T3 (45 Mbps)
 - △ NSFNET para investigação apenas

Evolução (cont.)

- ⑥ 1991
 - △ FIX: Federal Internet eXchange points
 - △ Sprint escolhida para ser a "International Connection Manager"
- ⑥ 1995
 - △ NSFNET descontinuada

Internet hoje

- ⑥ Conjunto de fornecedores de serviço que possuem "Points of Presence" (POP).
- ⑥ Clientes ligam-se aos fornecedores através dos POPs.
- ⑥ Fornecedores ligam-se uns aos outros através de "Network Access Points" (NAPs).

Solicitações da NSFNET

- ⑥ Criação de NAPs
- ⑥ Concretização de um árbitro de rotas
- ⑥ Encontrar um fornecedor de alta-velocidade
- ⑥ Assegurar a ligação dos fornecedores locais aos fornecedores globais.

Pontos de acesso à rede

- ⑥ Suportar ligação de elevada velocidade entre fornecedores (an altura 100 Mbps).
 - △ Comutadores FDDI.
 - △ Comutador ATM.
- ⑥ NAPs atribuídos
 - △ Sprint NAP (NJ), PacBell NAP (San Francisco), ADS NAP (Chicago), MFS-Datanet (Washington, DC)
- ⑥ CIX
 - △ Commercial Internet Exchange

Obrigações dos gestores de NAP

- ⑥ Manter o NAP operacional
- ⑥ Estabelecer políticas de custo.
- ⑥ Estabelecer procedimentos para ligações com outros NAPs.
- ⑥ Desenvolver normas de segurança e fiabilidade.
- ⑥ Estabelecer procedimentos de acesso ao NAP.

Route Arbiter

- ⑥ Nos NAPS os fornecedores não necessitam de estabelecer ligações com todos os outros fornecedores.
- ⑥ Todos se ligam a um servidor de encaminhamento.
- ⑥ Mantém bases de dados com topologia e políticas.

Gestores do NIS

- ⑥ Atribuição de números de rede.
- ⑥ Atribuição de números de sistemas autónomos.
- ⑥ Serviço do registo de nomes.
- ⑥ Registo de servidores de nomes.
- ⑥ InterNIC (America), RIPE (Europa), APNIC (Asia).

Normalização

- 6 No início responsabilidade da DARPA.
- 6 Nos anos 80, Internet Activities Board (IAB).
 - △ Servida por voluntários
 - △ Sobrecarga de normas produzidas pelos grupos de trabalho.
 - △ Responsabilidade legal.
- 6 Em 1992 foi fundada a Internet Society.
 - △ Organização não lucrativa dedicada ao desenvolvimento da Internet.

IETF

- 6 Internet Engineering Task Force
 - △ Comunidade internacional de investigadores, técnicos, operadores e fabricantes encarregue de definir quais os protocolos aceites como "norma" na Internet.

Arquitectura da Internet

- 6 End-to-end argument
 - △ A rede deve ser o mais simples possível.
 - △ O controlo deve estar nos pontos terminais.
- 6 Rede sem estado
 - △ Usar de preferência protocolos que não obriguem os elementos intermédios a manter estado.

Características chave

- 6 IP sobre todas as redes
- 6 Endereços únicos.
- 6 Família de diferentes protocolos sobre o IP.

Rough consensus and running code

- ⑥ Tenta-se encontrar soluções consensuais.
- ⑥ Valoriza-se a existência de protótipos e de dados experimentais.
- ⑥ Quando não há consenso, permite-se o desenvolvimento de protocolos concorrentes e deixa-se o mercado escolher.

Em memória de Jon Postel

- ⑥ Jon Postel faleceu em 1998 na sequência de uma operação ao coração.
- ⑥ Existe uma página na Internet que regista mensagens de condolências.
- ⑥ Vale a pena ler algumas destas mensagens.

RFC 2468

- ⑥ Há muito tempo, numa rede, muito distante, uma grande aventura teve lugar...
- ⑥ Do caos novas ideias para comunicação, as experiências, os esboços, o teste exigente, uma cornucópia de redes emergiu. Começou com a ARPANET e um fluxo sem fim de redes evoluiu, ligando-se para se tornar na Internet.

RFC 2468 (cont.)

- ⑥ Alguém tinha de gerir toda a informação expelida com força vulcânica da intensidade dos debates, das discussões e da invenção sem fim, durante estes 30 anos. Essa pessoa foi Jonathan Postel, o nosso IANA, amigo, engenheiro, confidente, líder, ícone, e agora o primeiro gigante a desaparecer do nosso círculo.
– Vicent van Cerf

Open a página

- ⑥ "is with much sadness that I finish to receive this news personally I admire this great man for whom it made in favor of the Internet. Its fisico disappearance constitutes lost irreparable. Forever you live in our memorias always that to open a pagina in the Net this gift. "
– Eng. Silvio Almada DIRECTOR
– DIRECÇÃO DE TECNOLOGIA INTERNET

Zen contemporâneo

- ⑥ "A minha citação preferida de Postel encontra-se no RFC 791: "Um nome indica o que procuramos. Um endereço indica onde está. Uma rota indica como lá chegar." Isto é o Zen moderno."
– Jamie Dyer

E Outras

- ⑥ "agora que prestou com sucesso esse enorme serviço a Deus ... pode ser que seja uma criatura de outro planeta, viajando de planeta em planeta pelo universo, ajudando estes planetas a ficarem ligados.... reconhecemos-te como servo de uma inteligência superior, oferecemos-te o nosso respeito e esperamos que nos aceites como teus humildes servos."
– Sascha Ignjatovic, Internet Society Vienna

Sumário

- ⑥ A arquitectura Internet
- ⑥ A evolução da Internet