

Protocolos em Redes de Dados

Aula 01

A arquitectura da Internet

©Luís Rodrigues

FCUL

2005-2006

Protocolos em
Redes de Dados

©Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon
Postel

Evolução histórica
(parte 2)

Recordando Jon
Postel

Sumário

Comutação de circuitos

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

Protocolos em
Redes de Dados

©Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon
Postel

Evolução histórica
(parte 2)

Recordando Jon
Postel

Sumário

Comutação manual



Protocolos em
Redes de Dados

©Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon
Postel

Evolução histórica
(parte 2)

Recordando Jon
Postel

Sumário

Comutação de pacotes

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

Protocolos em
Redes de Dados

©Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon
Postel

Evolução histórica
(parte 2)

Recordando Jon
Postel

Sumário

A Internet

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

Protocolos de encaminhamento

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

Enquadramento

Evolução histórica

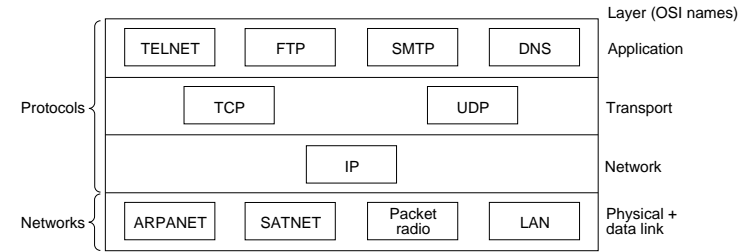
Focus sobre Jon Postel

Evolução histórica (parte 2)

Recordando Jon Postel

Sumário

Protocolos e redes TCP/IP



Quem criou os protocolos?

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

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon Postel

Evolução histórica (parte 2)

Recordando Jon Postel

Sumário

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon Postel

Evolução histórica (parte 2)

Recordando Jon Postel

Sumário

ARPANET

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

RFCs

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

ARPANET

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

A origem dos RFCs

- ▶ "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

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

Alguns dos RFCs de Postel

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

Jon Postel, ele mesmo



Interface Message Processor



Carregámos no botãozinho vermelho

16 Jan	11:50	We turned main Power on and pushed 1:11:10ed Button and IMP powered on	Jon & Dave K.
--------	-------	--	---------------

Try harder

10/13	9:45p	Test ok, taliflow best touch.	ANT
10/14	4:14p	Test in progress - will be checked tomorrow??	"
10/14	6:50pm	The above is unreadable and Not signed Please try harder.	Jon

Temos ligação!

29 Oct 67	21:00	LOADING P. PROGRAM (SK) FOR BEN BARKER BBV	
	22:30	Talked to SK Host to Host	SK
		Left up program (SK) running after sending a host dead message to imp.	

Evolução após 1969

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

Evolução (cont.)

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

Internet hoje

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

Evolução (cont.)

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

Solicitações da NSFNET

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

Pontos de acesso à rede

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

Route Arbiter

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

Obrigações dos gestores de NAP

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

Gestores do NIS

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

Normalização

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

Arquitectura da Internet

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

IETF

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

Características chave

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

Rough consensus and running code

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

RFC 2468

- ▶ Há muito tempo, numa rede, muito distante, uma grande aventura teve lugar...
- ▶ 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.

Protocolos em
Redes de Dados

©Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon
Postel

Evolução histórica
(parte 2)

Recordando Jon
Postel

Sumário

Protocolos em
Redes de Dados

©Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon
Postel

Evolução histórica
(parte 2)

Recordando Jon
Postel

Sumário

Em memória de Jon Postel

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

RFC 2468 (cont.)

- ▶ 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

Protocolos em
Redes de Dados

©Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon
Postel

Evolução histórica
(parte 2)

Recordando Jon
Postel

Sumário

Protocolos em
Redes de Dados

©Luís Rodrigues

Enquadramento

Evolução histórica

Focus sobre Jon
Postel

Evolução histórica
(parte 2)

Recordando Jon
Postel

Sumário

Open a página

- ▶ "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 inreparavel. Forever you live in our memorias always that to open a pagina in the Net this gift. "
 - Eng. Silvio Almada DIRECTOR
 - DIRECCÃO DE TECNOLOGIA INTERNET

E Outras

- ▶ "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

Zen contemporâneo

- ▶ "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

Sumário

- ▶ A arquitectura Internet
- ▶ A evolução da Internet